

## HABITAR EL SUBSÒL

*ESTUDI SOBRE LES CAPACITATS DE FUTUR DE L'ARQUITECTURA ENTERRADA*

*"The underground has enormous potential for realizing spatial benefits."*

Norman Foster

**Gerard López García**

<https://gerardlopezgarcia.wixsite.com/misitio>

*Treball de final de grau dirigit per:  
Prf. Francesc Peremiquel Lluch*

Tribunal d'Urbanisme i Paisatge

## TAULA DE CONTINGUTS

1	RESUM.....	3
<b>CAPÍTOL 1</b>		
2	INTRODUCCIÓ.....	5
3	HIPÒTESIS.....	6
3.1	LA IMPORTÀNCIA DEL SUBSÒL.....	6
3.2	OPORTUNITATS DE FUTUR.....	7
4	BASE TEÒRICA : EVOLUCIÓ DE L'ARQUITECTURA ENTERRADA.....	8
4.1	LES PRIMERES ARQUITECTURES.....	8
4.2	ANTECEDENTS HISTÒRICS.....	9
<b>CAPÍTOL 2</b>		
5	VARIABLES DE DISSENY.....	11
5.1	INTEGRACIÓ EN EL PAISATGE.....	12
5.2	ANÀLISI DE BENEFICIS ENERGÈTICS.....	13
5.3	ASPECTES NEGATIUS.....	14
<b>CAPÍTOL 3</b>		
6	ESTUDI DE CASOS EXEMPLARS.....	16
6.1	CLASSIFICACIÓ DE LES TIPOLOGIES.....	16
6.2	ANÀLISI DE LES TIPOLOGIES.....	19
	6.2.1 <i>Termes de Vals , Suïssa. Peter Zumthor</i> .....	20
	6.2.2 <i>Bodegues Bell-Lloc , Palamós. RCR</i> .....	21
	6.2.3 <i>Villa Vals , Suïssa. SeARCH + CMA</i> .....	22
7	CONCLUSIONS.....	23
7.1	CAP A UNA CIUTAT IDEAL.....	23
8	BIBLIOGRAFIA.....	24
8.1	FONTS BIBLIOGRÀFIQUES.....	24
8.2	APORTACIÓ - DOCUMENTS GRÀFICS.....	24
9	ANNEX : ESTUDI TAXONÒMIC DE TIPOLOGIES.....	25

## 1 Resum

Aquest treball centra tota l'atenció en l'estudi i l'ús del subsòl, entès com a espai habitable o espai públic. En el passat trobem moltes civilitzacions que van adoptar els espais naturalment soterrats com a principal forma d'habitatge, avui dia gràcies als avenços tecnològics podem apropiarnos dels espais del subsòl i fer-los habitables. Davant de l'actual crisi ecològica és necessari replantejar la construcció de les ciutats i repensar noves maneres de viure que siguin més respectuoses amb el medi ambient. Els anàlisis han demostrat que aquesta manera d'habitar comporta una considerable millora i un estalvi energètic sense un increment aparent del cost de construcció. A continuació s'analitzen alguns dels beneficis bioclimàtics de l'arquitectura enterrada com la inèrcia tèrmica, la integració en el paisatge o l'optimització del sòl (a l'alliberar la coberta) que ens permet recuperar i connectar els espais amb les zones verdes.

Aquest treball té com a objectiu promoure aquesta pràctica establint uns paràmetres ideals per al disseny de l'arquitectura enterrada i verificar-los mitjançant l'estudi de tres casos pràctics. Cada un d'aquests casos pretén englobar un conjunt d'usos que, sovint trobem a les ciutats, amb la finalitat de demostrar la viabilitat de les construccions enterrades davant de la manera de construir les ciutats en l'actualitat.

Finalment, a nivell de conclusions el subsòl ofereix una resposta eficient per a l'optimització del sòl. Aquest fet permet adoptar nous usos a les superfícies i donar continuïtat a les zones verdes. Tant pels beneficis tèrmics com la capacitat d'integrar-se en el paisatge, l'arquitectura enterrada suposa una solució sostenible i eficient que pot resultar clau en els pròxims anys en la lluita contra el canvi climàtic.

### Paraules clau:

Arquitectura enterrada, subterrània, sostenibilitat, subsòl, eficiència energètica, paisatge.

## Abstract

This paper focuses all the attention on the study and use of the subsoil, as a living space or public space. In the past, many civilizations have adopted the space naturally underground as their main form of habitat, and thanks to technological advances we can now appropriate the space of the subsoil and make it habitable. In view of the current ecological crisis, it is necessary to rethink the construction of cities and to rethink new ways of living that are more respectful of the environment. The analysis has shown that this way of living entails a considerable improvement and an energy saving without an apparent increase in the cost of construction. Next, some of the bioclimatic benefits of the buried architecture are analyzed, such as the thermal inertia, the integration in the landscape or the optimization of the surface (by using the cover) that allows us to recover and connect the space with the green areas.

The aim of this paper is to promote this practice by establishing ideal parameters for the design of buried architecture and verifying them through the study of three practical cases. Each of these cases aims to include a set of uses that we find in the cities, with the aim of demonstrating the viability of buried constructions in the way cities are built today.

Finally, at the conclusion level, the subsoil offers an efficient answer for the optimization of the surface. This allows us to adopt new uses to the surfaces and to give continuity to the green areas. As much as the thermal benefits as the capacity to integrate itself in the landscape, the buried architecture supposes a sustainable and efficient solution that can result in the next years in the rain against the climatic change.

### Key Words:

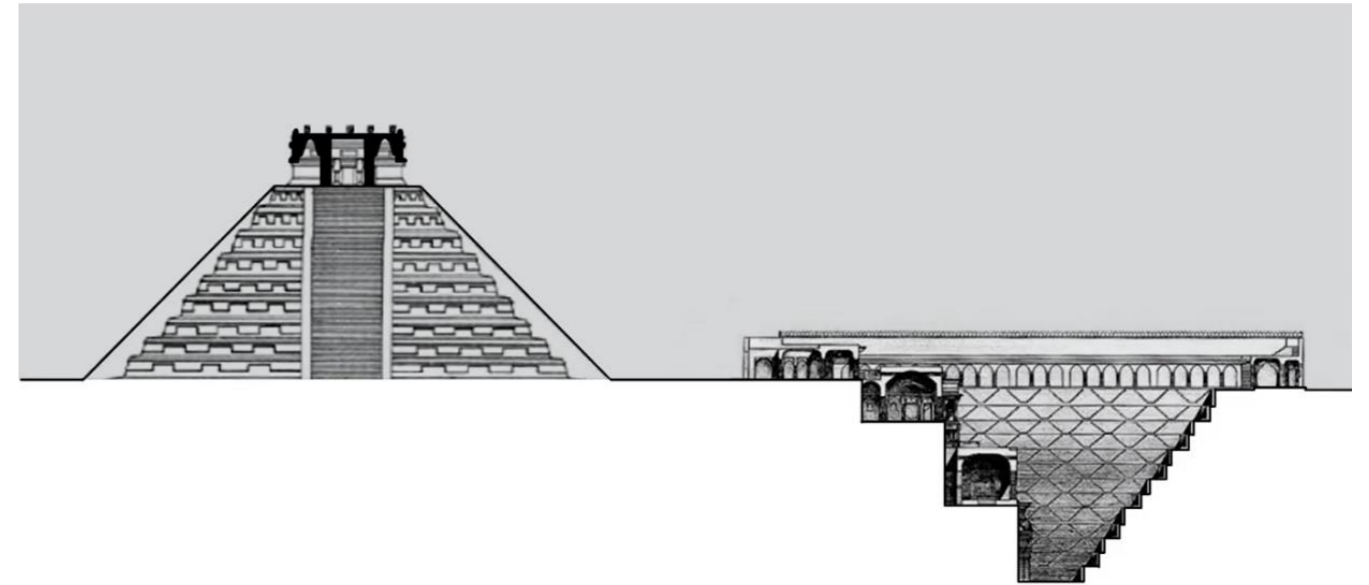
Buried architecture, underground, sustainability, subsoil, energy efficiency, landscaping.

# CAPÍTOL 1

## LA IMPORTÀNCIA DEL SUBSÒL

## 2 Introducció

Un dels principals reptes de l'arquitectura del s. XXI és trobar solucions eficients que puguin ser generades amb un baix cost energètic i que ajudin a reduir la petjada ecològica. Especialment a les ciutats on trobem, cada cop més, una forta necessitat d'expandir-se juntament amb una alta demanda de zones verdes. Per tant es requereixen accions que generin el mínim impacte i que suposin una optimització del sòl. En aquesta qüestió l'ús del subsòl intervé, ja que és capaç d'albergar un gran nombre d'infraestructures mentre que es redueix l'impacte mediambiental. És per això que el disseny d'arquitectura enfocat a aprofitar els espais que ofereix el subsòl permet noves oportunitats aportant un nou punt de vista en el replanteig de les ciutats. Trobem un gran nombre d'avantatges respecte a la construcció convencional pel que fa a la conservació d'energia. Malgrat que molts investigadors han aportat proves i estudis sobre els beneficis de construir en el subsòl <sup>1</sup>, avui dia segueix havent-hi una percepció negativa respecte a la idea de viure en el subsòl. Aquest és majoritàriament considerat un lloc fosc, brut i perillós. Aquest fet comporta que els espais subterranis s'allunyin de la nostra idea d'habitat de confort i de comoditat, donant una imatge del fet que és una pràctica poc comuna en la nostra cultura. La idea principal d'aquest treball d'investigació és ajudar a canviar aquestes percepcions aportant una anàlisi dels principals beneficis i qualitats de l'arquitectura enterrada mitjançant una sèrie de casos d'estudi on el disseny i les tècniques constructives ens mostraran idees innovadores que acabaran amb els nostres prejudicis.



Imatge 1: Re-thinking cities underground, Dominique Perrault

<sup>1</sup> Camrody, J. i R. Sterling (1993), *Underground space design*, New York. Juntament amb altres personatges com Paul Maymond o Eugène Henárd han estudiat la viabilitat del subsòl de les ciutats aportant dades sobre els possibles beneficis que proporciona l'arquitectura enterrada.

### 3 Hipòtesis

Italo Calvino va escriure en el seu llibre <sup>2</sup> "*Le città invisibili*", "existeixen molts tipus de ciutats: la ciutat del desig, la ciutat de la memòria, la ciutat invisible que és el somni que va néixer del cor de la ciutat inhabitable fruit de la destrucció del medi ambient natural. Avui dia, la resposta a la crisi ambiental podrien ser les ciutats bioclimàtiques. Ciutats sostenibles on es prioritzeïn els espais verds per tal de minimitzar l'impacte ecològic. L'arquitectura que dona una solució més eficient a aquestes qüestions és la que sap utilitzar el subsòl en el seu favor reduint l'intercanvi tèrmic amb l'exterior i generant el menor impacte alhora que s'integra en el paisatge i emfatitza l'espai exterior.

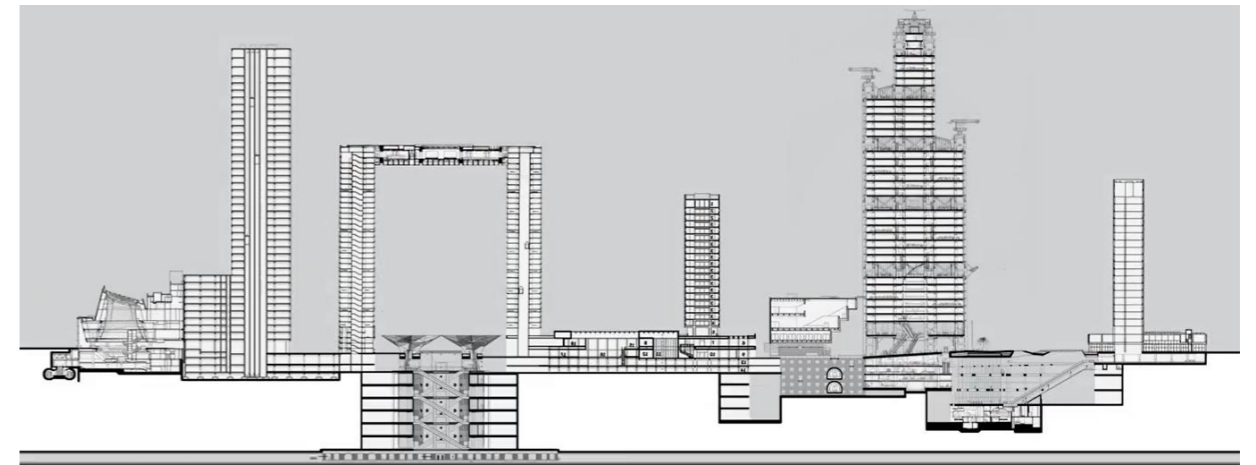
**La hipòtesi del treball**, tracta d'investigar sobre la possibilitat d'habitar el subsòl de les ciutats a través d'una anàlisi dels beneficis i el funcionament de l'arquitectura enterrada. I agafant com a casos exemplars diferents projectes que representaran cada un dels diversos usos tipològics que trobem a les ciutats (habitatge, oci, cultura, oficines, escoles...)

#### 3.1 La importància del subsòl

No es tracta d'expandir i ocupar un nou territori, ni de crear noves ciutats. Els recursos que necessitem estan disponibles però no els veiem. Hi ha un augment en la densificació de les ciutats que només es preocupa en construir de manera intensiva aportant complexitat a la superfície urbana. Com a resultat d'aquest fenomen trobem que l'espai consumit és molt elevat en comparació al lliure. Citant les paraules de Dominique Perrault<sup>3</sup>, "No podem desenvolupar la ciutat sobre la ciutat, és necessari construir la ciutat sota la ciutat."



Imatge2: Re-thinking cities underground, Dominique Perrault



Imatge3: Re-thinking cities underground, Dominique Perrault

<sup>2</sup> Les ciutats invisibles, llibre de ficció escrit per Italo Calvino. 1972 editorial Einaudi, Itàlia.

<sup>3</sup> Conferència "*re-thinking cities underground*" donada el 31 d'Agost per Dominique Perrault amb la col·laboració de la Universitat de Harvard.



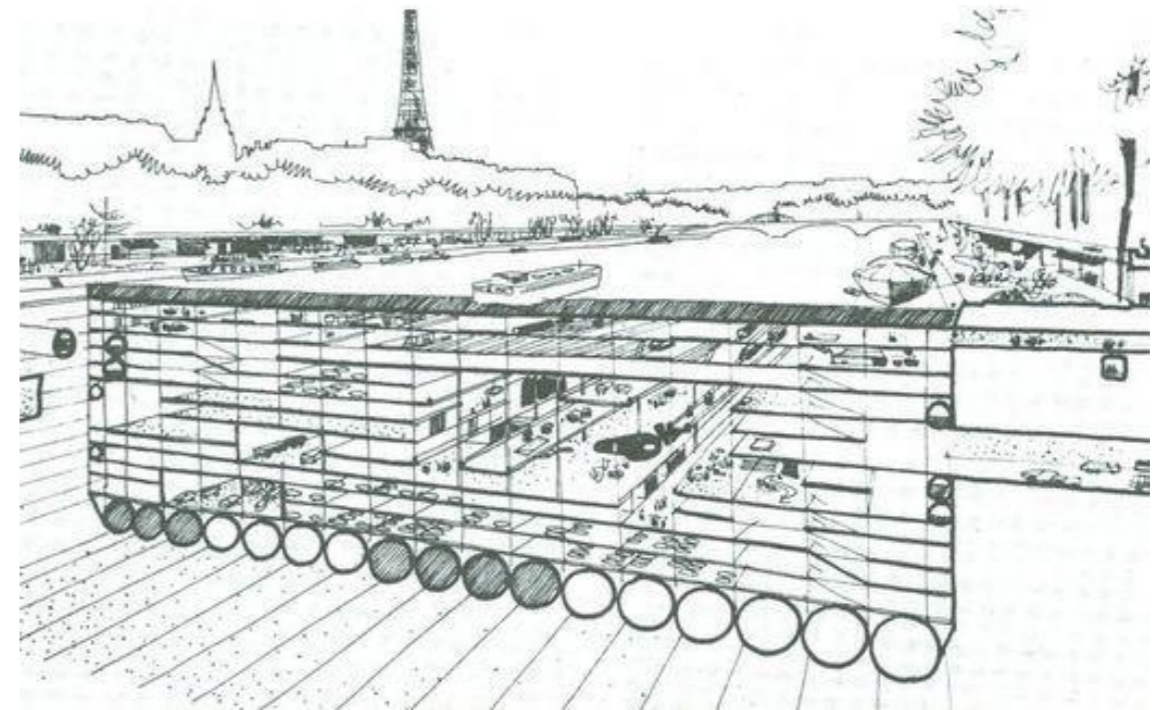
### 3.2 Oportunitats de futur

Com bé defensa Rosina Vinyes en la seva tesi <sup>4</sup> sobre la "Barcelona oculta", a efectes pràctics el sota terra és invisible i per tant hi ha una clara tendència a soterrar tot allò que ens és de rebuig. Tot i això, la construcció del subsòl representa una gran part de les ciutats actuals. Aquest fet comporta grans oportunitats de futur, ja que, la tendència automobilística comença a canviar <sup>5</sup> cap a una relació més favorable amb l'usuari.

La manera de desplaçar-se determina i condiciona els fluxos de les ciutats. Actualment moltes vies de trànsit suposen un límit urbà. Per això, les solucions que aposten per una mobilitat més amable amb els usuaris permetran apropiat-se de les vies per guanyar terreny als espais lliures.

Considerant que el futur del transport passi de ser una propietat a un servei, les ciutats es trobaran amb una gran quantitat d'espais construïts en el subsòl destinat a aquest sector. Amb tota seguretat, aquests espais necessitaran un nou replanteig d'ús. Fet que suposarà una gran oportunitat donada la creixent demanda d'espai.

Donats aquests arguments considero adient la realització d'un estudi de les qualitats i els beneficis que l'arquitectura enterrada pot aportar en temes de gran importància com l'eficiència energètica, la integració en el paisatge o l'optimització del sòl.



Imatge 4: Etude pour un aménagement urbain sous la Seine, Paris. Paul Maymont

<sup>4</sup> Rosina Vinyes parteix d'un estudi del procés d'ocupació del subsòl de la ciutat de Barcelona, utilitzant el dibuix a diferents escales i àmbits de la "Barcelona Oculta". D'aquesta manera s'accentuen les oportunitats que ens ofereix el subsòl d'una gran ciutat contemporània.

<sup>5</sup> L'empresa SEAT comença a plantejar el sector de la automobilística com un servei, i no com una propietat. Actualment estan estudiant el futur i la viabilitat del cotxe autònom, aquesta tecnologia es possible gràcies al 5G. Aquest fet comportarà la necessitat de replantejar els espais subterranis d'emmagatzemat de cotxes.

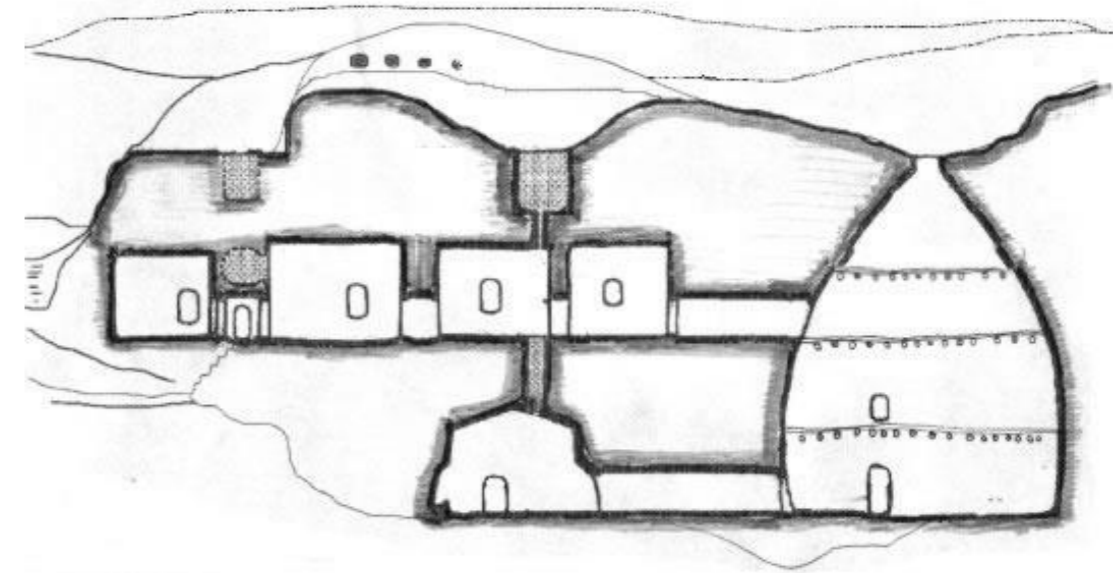
## 4 Base teòrica : Evolució de l'arquitectura enterrada

### 4.1 Les primeres arquitectures

Durant el transcurs de la història, els espais subterranis ja sigui en forma d'espai natural o modificat per l'ésser humà, han donat seguretat i protecció contra tota mena d'agents exteriors. Algunes raons per les quals aquests peculiars ambients es van habitar provenen de les condicions climàtiques que oferia. L'habilitat de crear un refugi amb els mínims materials davant de la climatologia extrema de l'exterior suposa un gran avenç tecnològic.

Moltes cultures ens han transmès en herència, diferents maneres d'habitar el subsòl amb els exemples més coneguts com a la Cappadòcia(Turquía), les coves de Guadix al sur d'Espanya (Granada) o les construccions tradicionals de cases soterrades a Santorini (Grecia). Deixant de banda els múltiples exemples que podem trobar al Mediterrani, podem trobar l'ús del subsòl per a construcció d'habitatges també en regions com a Kandovan (Irán) o més cap a l'Est en regions asiàtiques com les anomenades coves Yaodong al nord de Xina<sup>6</sup>.

Les primeres cultures van trobar en l'arquitectura enterrada una resposta funcional i eficient que s'adaptava a l'entorn i utilitzava els materials propis del lloc. A l'antiguitat les primeres civilitzacions resolien les necessitats que sorgien de viure en comunitat (canalització i abastament d'aigües , clavegueram...) soterrant aquestes instal·lacions i no és fins a l'era moderna que s'aconsegueix treure rendiment al subsòl , gràcies en part, a la tecnologia disponible. Quan parlem del desenvolupament del subsòl de les ciutats trobem alguns antecedents històrics que formen l'origen de moltes de les relacions actuals entre la ciutat i la cota sub 0.



Imatge 5: Secció de La Grotte della Gurfa, Sicília.

<sup>6</sup> Cal destacar, que l'aparició d'arquitectures vernaculars de caràcter subterrani sovint apareixen en zones on el clima exterior es extrem ja sigui càlid o fred. Aquestes construccions basen la seva comoditat interior en la diferència de temperatures provocada per la inèrcia tèrmica del subsòl.



## 4.2 Antecedents Històrics

El principal precursor de l'estudi urbà del subsòl el trobem en l'època del Renaixement , amb l'esquema del *Codice di Windsor* <sup>7</sup> en el qual *Leonardo da Vinci* fa un estudi de la possibilitat funcional subsòl. Un estudi innovador en el qual es comença a plantejar la ciutat no només en secció, sinó en tres dimensions. On apareix destacadament la resolució de problemes urbanístics amb una malla ortogonal de carrers de serveis il·luminats zenitalment entre altres genialitats.

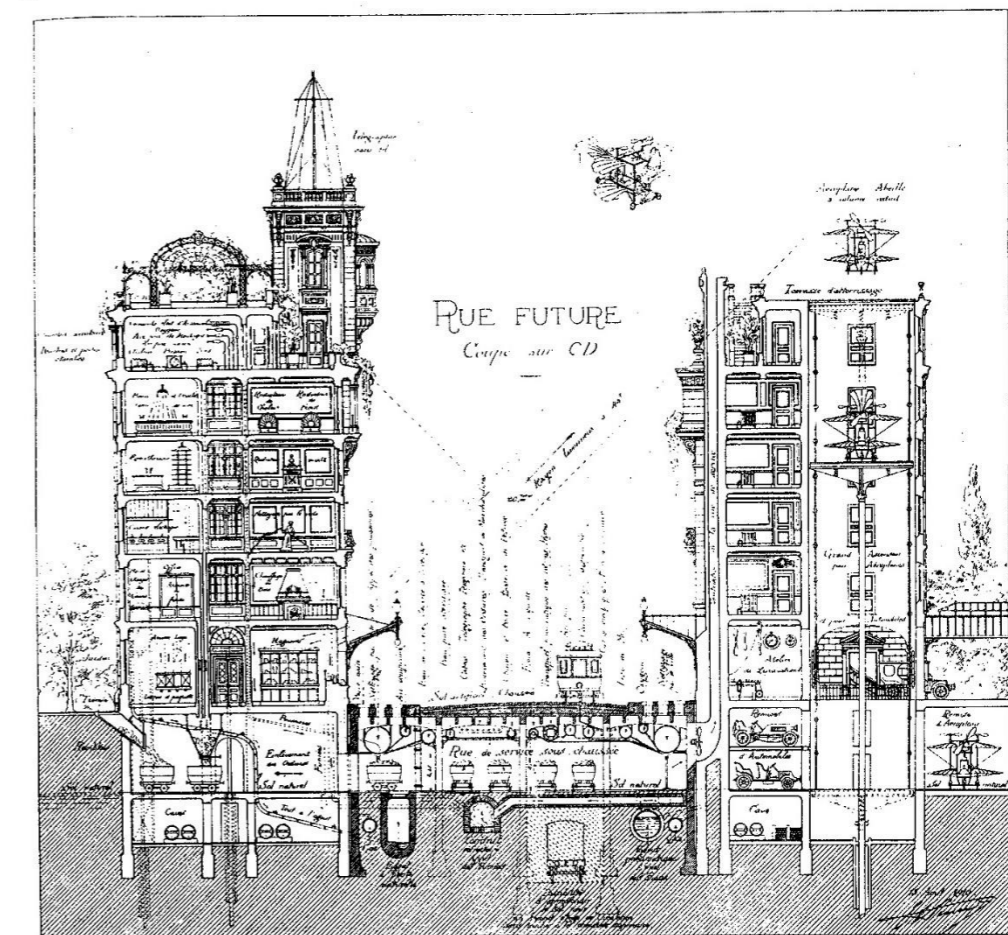
La següent aportació clau per entendre les idees que originen l'arquitectura enterrada la trobem en les aportacions urbanístiques de *Eugène Hénard* (1849-1923) en el seu escrit "*Les Villes de l'Avenir*" on centralitza el gruix de l'estudi en les noves formes d'entendre els carrers i les cases, ja que aquests suposen l'element principal de les ciutats. La principal aportació que segueix la línia dels estudis de da Vinci és el que anomena *la rue à étages multiples* o carrer de múltiples pisos on segregava a diferents altures els diferents usos de circulació de vehicles , vianants , transport de mercaderies pesades etc..

Un personatge que resumeix en el seu treball les aportacions explicades anteriorment és *Paul Maymont* (1926 – 2007) en una investigació sobre la utilització del Sena a París on afirmava:

*"C'est la notion de ville qu'il faut revisiter. Il faut changer d'échelle. À cet univers à deux dimensions qu'est la cité actuelle, il faut substituer un univers à trois dimensions. Il faut libérer le sol et utiliser l'espace."*

Amb fortes influències de moviments com Archigram o els Metabolistes , Maymont va idear un pla d'actuació sota el riu Sena que el caracteritzaria de ciutat "subfluvial" amb diferents nivells de profunditat hi apareixen carreteres, hotels , extensions en profunditat del museu del Louvre i del Palau de la Justícia, comerços, etc.

Cal destacar la importància d'aquestes aportacions per entendre l'evolució de l'arquitectura enterrada en l'actualitat. Gràcies als diferents estudis i punts de vista han generat discussió en el debat sobre el futur de les ciutats.



Imatge 6: Rue à étages multiples, Eugène Hénard.

<sup>7</sup> Leonardo Da Vinci va teoritzar sobre els diferents avantatges d'utilitzar el subsòl urbà d'una manera generalitzada a les ciutats per sectoritzar els carrers a dos nivells. Amb aquesta operació es permetia unes millors relacions entre els diferents usos que el carrer i els edificis de la ciutat han de suportar. Tesis doctoral "La Barcelona Oculta" , escrita per Rosina Vinyes.

## CAPÍTOL 2

VARIABLES DE DISSENY I ESTUDI DELS BENEFICIS TÈRMICS

## 5 Variables de disseny

Existeix un conflicte entre els principis que regeixen la qualitat dels espais públics de la superfície respecte dels del subsòl. Es posa en crisi la capacitat de projectar aquests espais amb els mateixos principis d'habitabilitat amb què es pensen la resta d'ambients urbans.

Per contrarestar aquest fet, els investigadors *Camrody & Sterling* plantejaven en el seu estudi *Underground Building Desing* (1983) una sèrie de principis els quals garantiran una qualitat en el disseny d'arquitectura enterrada. En resum, les construccions en el subsòl hauran de:

- *Sobre el disseny exterior* : Articular una imatge general de l'edifici , exposant l'arquitectura amb la finalitat d'aclarir la ubicació i extensió de l'edifici. Tanmateix, on es doni la possibilitat, es facilitarà la creació de connexions funcionals que posin en relació l'activitat interior amb la superficial. Proporcionar al projecte de connexions visuals entre els ambients exteriors i interiors.
- *Sobre el disseny i l'orientació* : Crear un disseny interior que sigui fàcilment llegible i que alhora generi un ambient estimulants. Organitzar els espais de circulació per tal de millorar la sensació d'amplitud, subratllant la importància de proporcionar llum natural sempre que sigui possible.
- *Sobre el disseny dels accessos*: Aportar al disseny entrades i accessos reconeixibles des de l'exterior. Proporcionant transicions graduals des de la cota 0 fins a arribar al subsòl.



Imatge 7: Casa del penya-segat, Galtrigil, Regne Unit - Grècia, Dualchas architects.



## 5.1 Integració en el paisatge

El disseny va fortament lligat amb la idea de crear un vincle amb l'entorn. Escollir un ambient subterrani com a lloc per viure va més enllà de donar-nos un refugi per guarir-nos. Té a veure amb la capacitat de conservar energia, protegint les qualitats de l'entorn i aconseguint un baix impacte visual en el paisatge alhora que es "recicla" l'espai de la superfície on es construeix<sup>8</sup>. Entre d'altres beneficis, soterrar l'arquitectura aporta: una baixa afectació de l'entorn limitant la contaminació visual del paisatge i es redueixen els costos de manteniment a causa de la reducció de superfície en contacte amb l'exterior aconseguint una millora en condicions climàtiques i aïllament dels sorolls de vibració.

Des de la seva concepció, el disseny d'arquitectura enterrada està afectat per les condicions del lloc: el tipus de terreny, la topografia, el nivell freàtic, estabilitat i capacitat de càrrega del sòl, etc. El factor clau que engloba aquestes condicions és la configuració del terreny. Separarem els terrenys per a una classificació general en terrenys inclinats i terrenys plans. Els primers es distingeixen dels segons pels avantatges a l'hora de construir, enterrant de manera parcial o completa i utilitzant els beneficis del terreny al màxim. L'orientació ideal es troba enfocada cap al Sur on les obertures poden ser vidriades i captar la major quantitat d'energia solar. La part que queda enterrada i dona a Nord queda així protegida dels forts vents i existeix la possibilitat d'afegir a la coberta una capa de terra per tal de millorar les condicions tèrmiques. Pel que fa al rendiment tèrmic, un factor a tenir en compte és la humitat del terreny, ja que afecta directament a la conductivitat. La conducció de l'aigua és 25 vegades més alta que la conductivitat de l'aire, per tant, si el terreny està mullat augmentarà considerablement la conductivitat i és veurà negativament reflectit en les condicions bioclimàtiques de l'hàbitat. Per tant, el terreny ideal contarà preferiblement amb un bon sistema de drenatge si les condicions són adverses.



Imatge 8: Arquitectura integrada, Antiparos - Grècia, decaARCHITECTURE.



Imatge 9: Arquitectura integrada, Antiparos - Grècia, decaARCHITECTURE

<sup>8</sup> Gràcies a la idea de soterrar, la natura guanya la coberta del projecte com a espai transitable i útil. Aquest concepte pot utilitzar-se per una nova concepció dels espais verds. Hipotèticament si tots els edificis d'una ciutat es sotressin, deixant els accessos i els edificis que necessiten ser construïts estrictament a la superfície, ens trobaríem amb un gran nombre d'espais connectats entre si que funcionarien a mode de "corredor verd" deixant

la major extensió de la superfície per a la natura i aprofitant l'energia del subsòl per generar un consum eficient i sostenible. Si bé aquesta és una idea utòpica, ja que avui dia les ciutats compten amb unes determinades preexistències, aquestes reflexions ens ajuden a repensar noves possibilitats d'habitar la superfície.

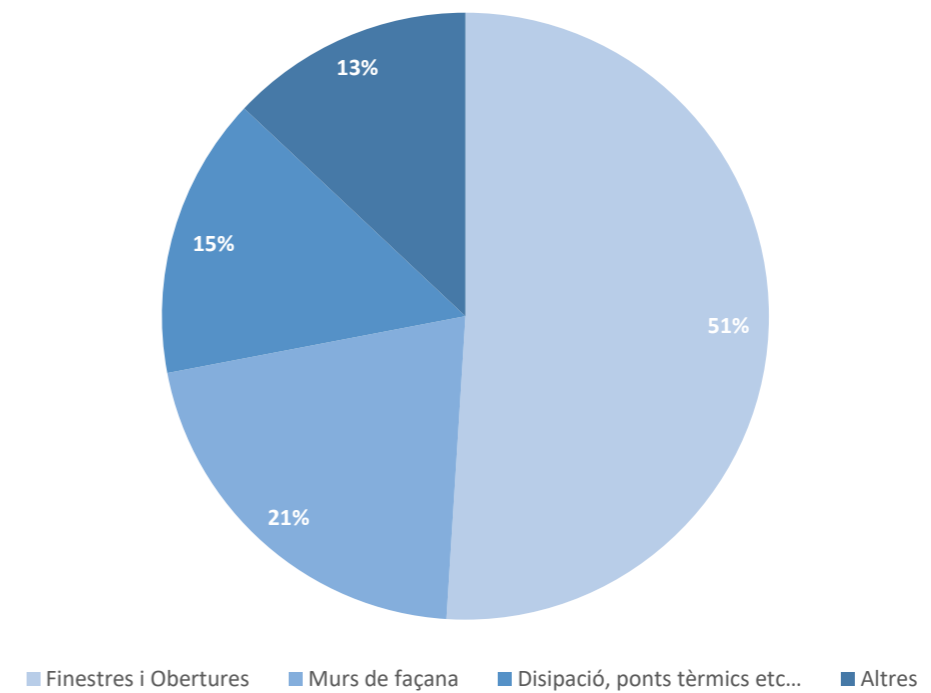
## 5.2 Anàlisi de beneficis energètics.

El principal atractiu de l'arquitectura enterrada es la millora d'estalvi en el consum d'energia per recondicionar un espai. Primerament els canvis de temperatura diaris i estacionals queden ràpidament atenuats en guanyar profunditat en el subsòl. El subsòl aporta aïllament tèrmic reduint al mínim l'energia necessària per mantenir la temperatura interior. Les estructures subterrànies han resultat obtenir una millora en l'estabilitat a causa de la seva relació amb el terreny.

El balanç tèrmic total es determina mitjançant la diferència entre els guanys i les pèrdues de l'edifici: del calor acumulat per la radiació solar, pel sistema de calefacció, el nivell d'ocupació o de les transmissions de calor a l'exterior a través dels murs exteriors, finestres i demás superfícies. Segons l'estudi de *Boyer L. (1979) Earth Sheltered Structures* les majors pèrdues d'energia es produeixen a través de les finestres (51%) i murs de façana (21%) que sumat, suposen més del 70% del total de pèrdues d'un edifici. L'objectiu principal de construcció eficient se centra en l'optimització i reducció d'aquestes pèrdues. Es pot aconseguir un estalvi significatiu en el consum millorant l'aïllament tèrmic de l'edifici i així reduir el coeficient de transmissió U.

Precisament per això, la inèrcia tèrmica del subsòl reduirà l'energia consumida en escalfar durant l'hivern i en refredar a l'estiu.<sup>9</sup> Aquest fenomen permet distribuir a l'espai interior la calor emmagatzemada de forma que la temperatura sigui homogènia evitant fortes variacions. Crearem un microclima a l'interior en condicions i de qualitat. Aquests conceptes resulten molt interessants quan parlem de dissenys ecològics i sostenibles que aprofiten la natura i milloren l'entorn.

Estudi sobre les pèrdues d'energia en habitatges  
Earth Sheltered Structures, Boyer L.



Gràfica 1: Extreta de l'anàlisi de *Lester L. Boyer* de la Universitat d'Oklahoma. L'estudi es centrava en la comparació entre un habitatge convencional amb un habitatge enterrat amb l'objectiu de provar els beneficis de l'arquitectura enterrada.

<sup>9</sup> El llibre "*Guia de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*" emès per el govern de Xile juntament amb l'ajuda de la universitat de Xile explica els conceptes dels diferents elements de captació d'energia ja siguin passius o actius amb la finalitat d'assolir un nivell d'eficiència dintre l'habitatge.

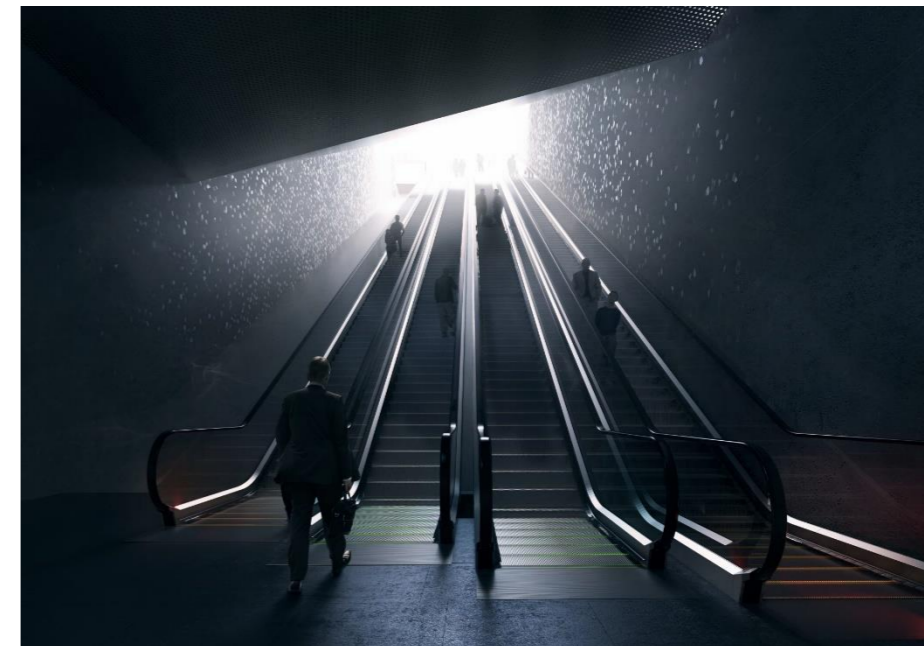
### 5.3 Aspectes negatius

El disseny dels projectes soterrats han de prestar especial atenció cap a alguns elements clau. El primer és **la llum** , els projectes integrats en el subsòl tenen una clara absència de llum, ja que estem limitant les superfícies en les que generar obertures. Existeixen mecanismes de disseny com patis , lluernaris, obertures zenitals, etc. Juntament amb la llum , trobem una relació intrínseca amb un altre factor , la qualitat de l'aire en els espais del subsòl. El factor de **la ventilació** requereix una especial atenció donat que interfereix en diferents aspectes com la renovació d'aires de les estances, ja que en aquestes, sovint es creen gasos per la combustió que necessitem expulsar a l'exterior.

Una possible solució pot ser la combinació entre el disseny d'una xemeneia que reconduïxi la ventilació en el punt més important i la ventilació a través de les finestres i els murs de les façanes per tal de generar corrent i obtindrà una bona evacuació.

L'últim factor que requereix especial atenció a l'hora de projectar arquitectura soterrada és el factor humà. L'efecte negatiu i **psicològic** que pot arribar a tenir sobre les persones el fet de viure sota terra, ha de quedar mitigat per l'abundància de vistes , la riquesa dels espais i les condicions que aporten qualitat al projecte.

Segons l'estudi *A Psychosocial Approach to Understanding Underground Spaces* (Realitzat per Eun H. Lee, George I. Christopoulos, Kian W. Kwok, Adam C. Roberts and Chee-Kiong Soh ) els principals factor a tenir en compte pel que respecta als aspectes psicològics tenen a veure amb la seguretat i la sensació de control dels espais, i amb aconseguir una bona relació amb l'exterior per tal de no quedar-se aïllat del món exterior. Pel que fa als habitatges, l'arquitectura enterrada en molts casos és una opció escollida i per tant no s'han trobat casos en els quals els usuaris hagin sigut afectats negativament. En altres entorns com les escoles, s'ha aconseguit un millor ambient de treball igual que en l'interior de les oficines. En el cas particular d'aquests últims l'experiència en oficines soterrades no varia massa de les oficines que podem trobar a la superfície. En alguns casos les obertures, les vistes i la llum natural les fa més atractives que molts llocs de treball convencionals.



Imatge 10: Arena Station metro, Oslo, ALA Architects



## CAPÍTOL 3

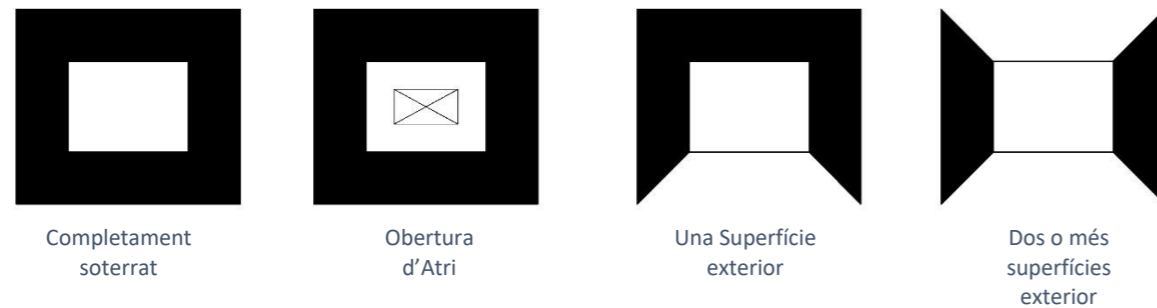
### ANÀLISI DELS CASOS EXEMPLARS

## 6 Estudi de casos exemplars

### 6.1 Classificació de les tipologies

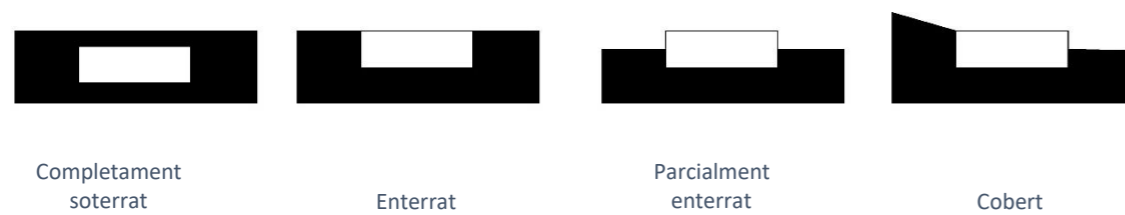
En funció de la planta

Els classificarem segons el nombre de superfícies en contacte amb l'exterior (obertes). La classificació sorgeix del principi d'afegir al projecte entrades i accessos reconeixibles des de l'exterior. Per tant farem distinció entre: completament soterrat, obertura d'atri – pati, 1 superfície exterior o 2 o més superfícies exteriors.



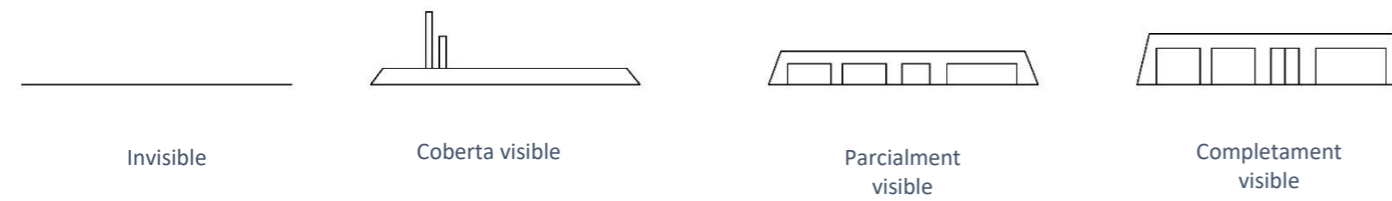
En funció de la secció

Classifiquem les diferents seccions en funció de la relació que adopten els projectes amb la línia de la superfície. Està associat amb els principis comentats en el capítol sobre les variables de disseny que s'ocupen de crear relacions entre el subsòl i la superfície tot exposant la ubicació i extensió de l'edifici. Existeixen 4 tipologies: Completament soterrat, enterrat, parcialment enterrat o cobert.



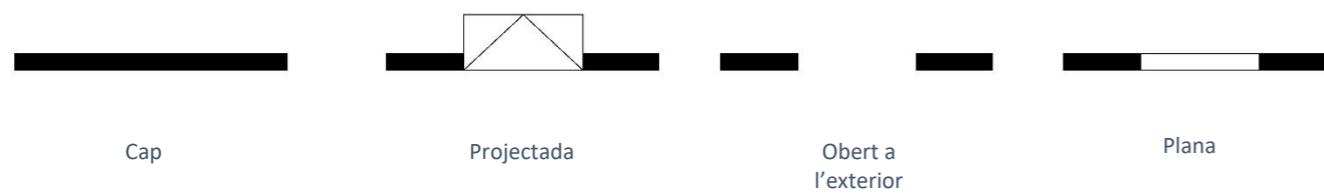
En funció de l'elevació

On el disseny s'integra en el paisatge en termes de fer reconeixible el volum i estrictament relacionat amb la classificació en secció, ja que aquest, determinarà el percentatge de cos sortint. Invisible , coberta visible , parcialment visible o completament visible.



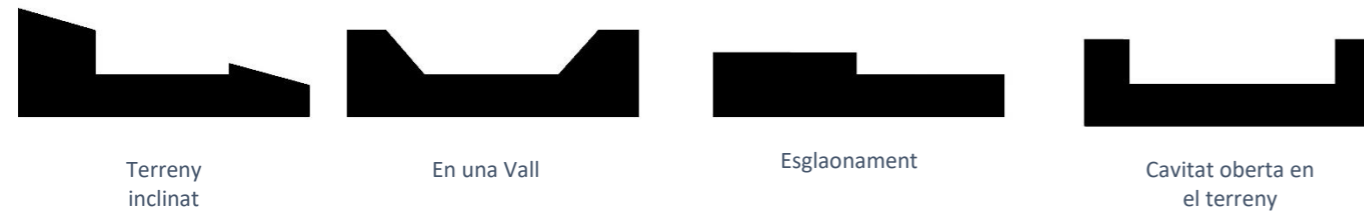
En funció de les obertures

Aquesta classificació aporta diverses tipologies d'obertures més comunes, remarcant la importància de la llum natural en els espais subterranis. Com hem vist amb anterioritat el paper que juga la llum natural pot fer variar els espais que percebem a l'interior així com dotar-los d'una bona ventilació. A través de les obertures l'edifici estableix relacions entre l'exterior i l'interior del subsòl. Obertures: Cap, invertida o projectada, obert, obertura plana, obertura esglaonada, obertura projectada cap a l'exterior.



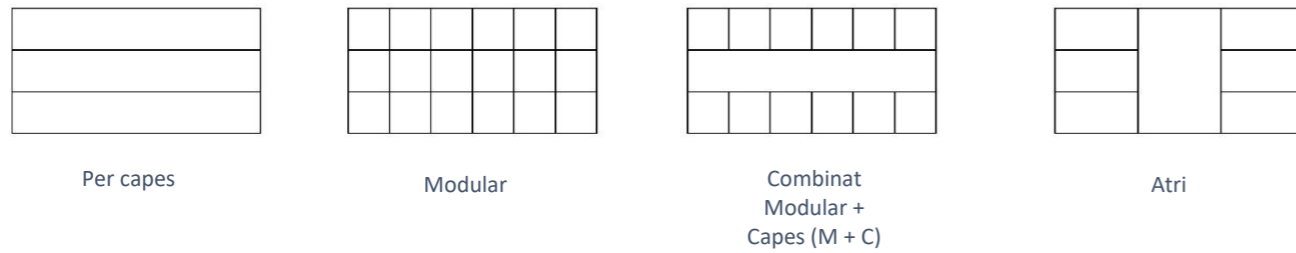
### Aprofitament del subsòl

El principal aspecte de disseny relacionat directament amb la percepció del projecte en el seu entorn. Mitjançant l'aprofitament i la manipulació de la topografia aconseguirem soterrar el projecte ja sigui, aprofitant un terreny inclinat , en una vall, canvi de cota o directament en una cavitat oberta en el terreny.



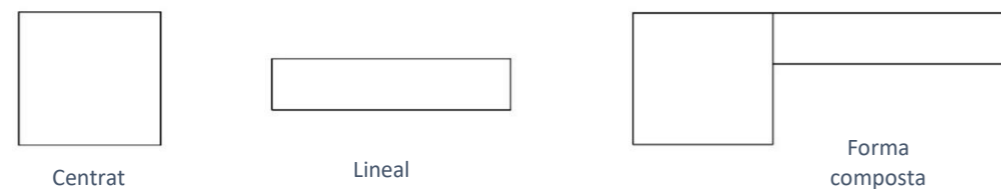
### Segons l'estructura dels espais

L'estructuració dels espais determina les seves circulacions i la facilitat d'entendre l'espai perceptivament. És un aspecte propi de l'edifici relacionat amb el disseny i la claredat dels espais. Segons com s'estructurin els espais tindrem: Per capes, modular, combinat, Atri o indefinit.



### Geomètricament.

Finalment per tal de crear un disseny llegible, l'últim aspecte tipològic és la geometria. Ja sigui, centrant el gruix del projecte, estenent-lo de forma lineal sobre el terreny o una forma composta entre les opcions anteriors.



## 6.2 Anàlisi de les tipologies

### Introducció

El disseny d'un projecte soterrat ha de tenir en compte una sèrie de paràmetres quan es tracta de crear un entorn habitable en el subsòl. Paràmetres com l'elecció del lloc, l'orientació, la relació entre l'interior i l'exterior o la ventilació. Altres possibles problemes que poden aparèixer en els espais subterranis i que poden afectar negativament la nostra percepció de l'espai són els problemes relacionats amb la humitat, la llum natural, la ventilació creuada a través de les diferents estances o l'escassa relació entre l'exterior i l'interior de l'habitatge. L'objectiu de l'anàlisi és estudiar la viabilitat de les construccions subterrànies en els diferents usos que trobem a les ciutats. Per tal d'abordar aquests usos els dividirem en tres grups:

- El primer, se centrarà en tots els usos que generen **activitat**. Aquest grup engloba el major nombre d'edificis que apareixen a les ciutats per exemple: teatres, cinemes, espais d'oci, oficines, escoles, serveis, llocs de culte etc...
- El segon grup està relacionat amb els edificis destinats a **emmagatzemar**, produir o preservar matèries. Aquests tenen una forta relació amb serveis de logística i per tant són edificis on el disseny dels accessos i les condicions interiors són de gran importància. Per exemple: museus, cementiris, presons, bodegues, magatzems, indústries etc...
- El tercer i últim grup està relacionat amb tots els diferents tipus d'edificis destinats a **habitar**. Residències en totes les seves diverses formes, ja sigui des d'hotels fins a habitatges convencionals.

Donada aquesta classificació escollirem un cas exemplar de cada grup per analitzar-lo amb profunditat. A partir d'aquests casos, ens centrarem en com es resolen els tres principals aspectes negatius comentats. Principalment s'estudiarà com es tracta l'entrada de llum als habitatges i quins sistemes s'utilitzen per captar llum, com s'aconsegueix una bona ventilació dintre de l'edifici i com s'elimina la possible sensació negativa provocada per ambients soterrats. Aquest aspecte psicològic està condicionat per la relació que s'estableix entre el paisatge i l'edifici, les visuals i les relacions entre els espais exteriors i els interiors.

### 6.2.1 Termes de Vals , Suïssa. Peter Zumthor

Peter Zumthor va construir un conjunt hotel·ler amb uns banys termals sobre les fonts de Graubunden a la vall de Vals, Suïssa. El projecte es va dissenyar com una cova dintre d'un terreny muntanyós amb un material petri molt característic de la zona. Aquest edifici aconsegueix un aspecte de cantera o de gran roca gràcies a l'ús de la pedra local col·locades unes sobre les altres que permeten adaptar-se a l'entorn sense generar un gran impacte visual en el paisatge. Un element molt comú en arquitectures enterrades és la possibilitat d'introduir en el disseny la coberta verda. Aquest element que aconsegueix una continuïtat amb l'entorn alhora que aïlla l'interior de l'edifici millorant les condicions tèrmiques d'aquest.

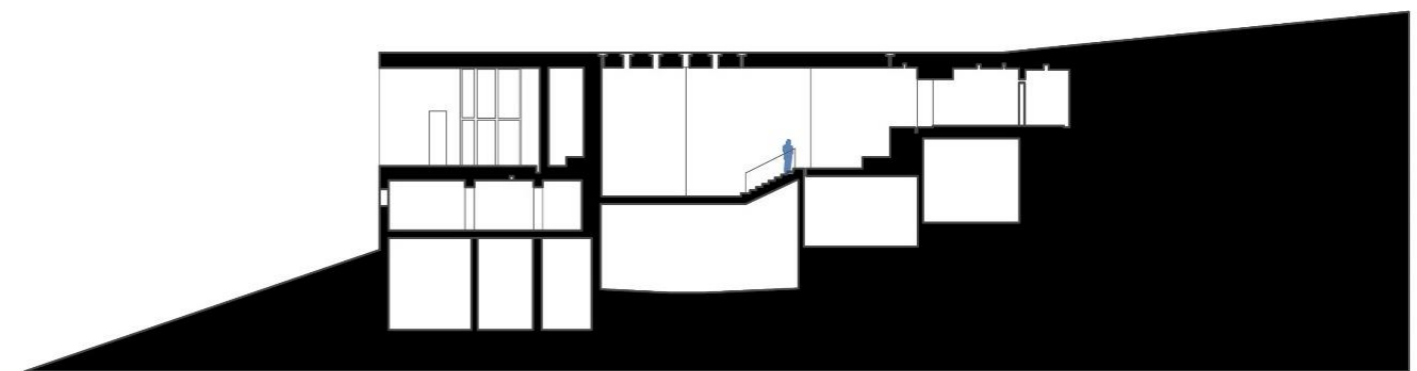
El principal element a tenir en compte a l'hora de projectar arquitectura enterrada és **la llum**. Aquest projecte és un excel·lent exemple de com resoldre la il·luminació de les diferents sales dotant-les d'una qualitat mística i generant uns espais molt concrets i de qualitat. La pedra, la llum i els reflexes generats sobre l'aigua estan presents de diverses formes al llarg de l'edifici. Els jocs de llums i ombres es combinen i ressalten els materials de l'arquitectura. S'aconsegueix captar la llum solar a través de les superfícies vidriades de la façana que donen al Sud-Est i a través del gran pati exterior. Aquest pati, és l'últim element d'un recorregut que passa per diferents estances i va augmentant gradualment la llum natural fins a acabar en un gran pati exterior.



Imatge 11: Termes de Vals, Suïssa, Peter Zumthor

El punt fort d'aquesta peça enterrada és la capacitat de combinar una bona integració amb el paisatge i un recorregut de vistes que permeten visualitzar l'exterior des de diferents punts de vista. Aquest aspecte juga un important paper quan parlem dels efectes **psicològics** i de les sensacions que s'experimenten en estar de manera prolongada en estances semi-enterrades. L'espai interior s'ha dissenyat meticulosament per tal de tenir sempre unes perspectives controlades. Aquestes perspectives poden garantir o negar les vistes exteriors donant així, un interès al recorregut interior que es va generant.

Els edificis destinats a banys termals, necessiten unes condicions especials i concretes per al bon funcionament dels espais interiors. Sovint es planteja el projecte des del mateix recorregut que farà l'usuari passant per diferents estats (de sec a mullat, de fred a calent, etc.) Les termes de Vals es consideren un projecte exemplar, ja que és capaç d'utilitzar la força de la inèrcia del terreny per mantenir la calor i la humitat. Aquest projecte resol **la ventilació** en el seu origen. El disseny aprofita la inclinació del terreny i aconsegueix tenir obertures a tres façanes, permetent la possibilitat de generar ventilacions controlades donada la necessitat de generar canvis tèrmics dintre del mateix edifici. La disposició de finestres en façana, les petites obertures i el gran atri central on es troba la piscina exterior, formen un sistema conjunt que garanteix una ventilació de qualitat a l'interior de l'edifici.



Una Superfície  
completament  
a l'exterior



Cobert



Parcialment  
visible



Plana



Modular



Centrat



### 6.2.2 Bodegues Bell-Lloc , Palamós. RCR

Dintre del segon grup d'estudi, com a cas exemplar dintre dels espais subterranis d'emmagatzematge trobem les bodegues Bell-Lloc del grup d'arquitectes RCR. El projecte està situat a Palamós i consisteix en la construcció d'unes bodegues, enteses en una seqüència d'espais que formen un recorregut enterrat en el subsòl que alhora enllaça vàries edificacions. Està situat en un entorn singular, l'inici d'una vall. Aquest fet permet que el projecte quedi en un espai protegit creant un recorregut que ressegueix el bosc en aquesta "promenade". En aquest recorregut trobem les diferents estances de les bodegues amb alguns trams coberts, d'altres enfonsats, enterrats sota les vinyes, etc...

Aquestes estances adopten una personalitat per sí mateixes, ja que en cada una es tracta **la llum** d'una manera específica. Aquest control de la llum permet generar ombres sobre els diferents materials com l'acer o la pedra que envolten a l'usuari en un món subterrani aïllat de l'exterior. L'entrada de llum s'efectua mitjançant unes obertures zenitals en el material que ajuden a crear un ritme, accelerant o retardant en el pas per aquesta "promenade". S'utilitza la inèrcia de l'entorn del projecte i l'ajuda de materials petris aïllants per aconseguir una millora considerable en el consum energètic.

El projecte canvia de dimensions en planta i en secció. Al llarg del recorregut apareix una constant dilatació i contracció dels espais de manera intencionada pensada per fer generar emocions.

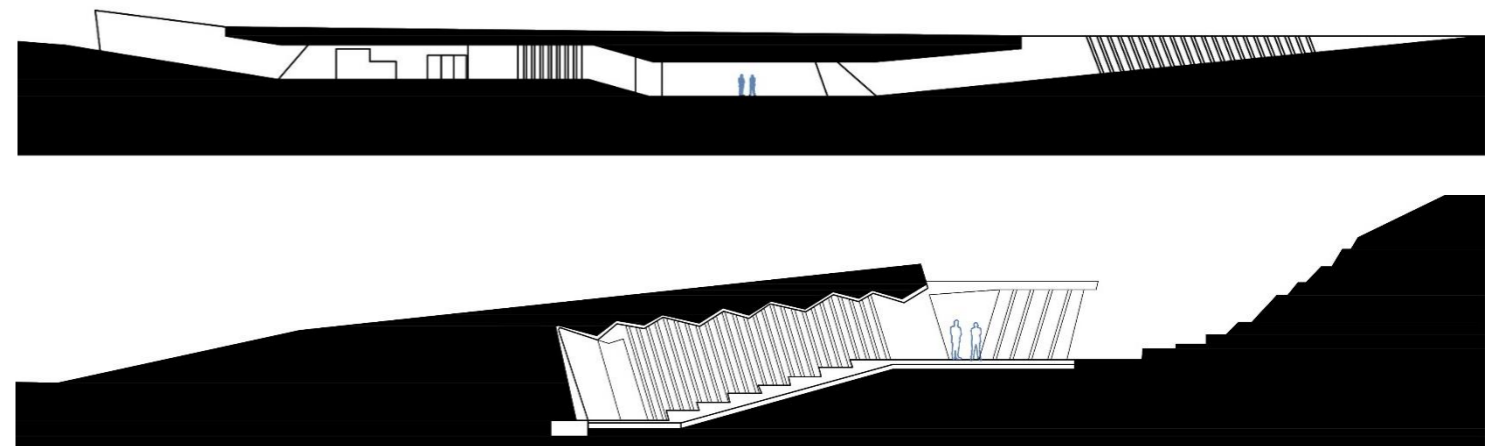
El caràcter simbòlic dels projectes soterrats emfatitza les **sensacions** que percep l'usuari, ja que sovint es poden controlar amb més facilitat en els espais subterranis. Aquest projecte juga amb el pes de la terra, amb les foscores produïdes per l'absència de llum i amb el control de la llum. Aquests inputs generen un ambient subterrani de repòs, frescor i penombra.

Els espais d'emmagatzematge, requereixen unes condicions diferents de les que hem vist fins ara. Si bé en el projecte de les termes es buscava el confort climàtic en un recorregut amb ambients gradualment més calents, en aquest es centren tots els esforços a aconseguir les condicions climàtiques ideals per a la conservació dels aliments. Aquest fet provoca que l'usuari experimenti unes sensacions que no són les ideals en termes de confort humà.

En cada estança es resol la **ventilació** d'una manera concreta, ja que aquestes es troben separades entre elles i alhora connectades per aquest recorregut que conforma el projecte. Algunes estances es troben directament en contacte amb l'exterior mentre que d'altres es troben completament soterrades i que ventilen gràcies als sistemes mecànics.



Imatge 12: Bodegues Bell Lloc, Palamós, RCR





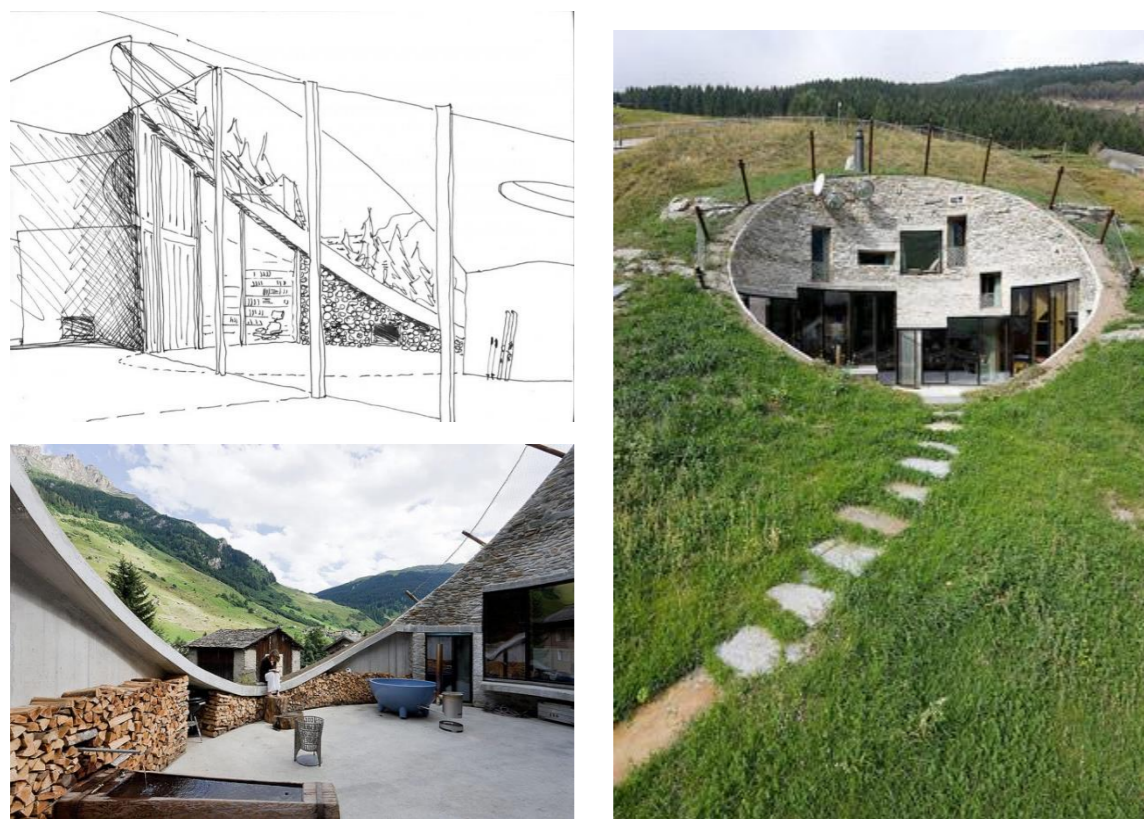
### 6.2.3 Villa Vals , Suïssa. SeARCH + CMA

Entrem en el tercer grup d'estudi, l'habitatge. Aquest és possiblement l'element central de l'arquitectura enterrada. Una de les principals característiques d'aquest projecte és el procés d'elecció del lloc de construcció. Prenent avantatge de les pronunciades inclinacions que ofereix la vall de Vals. Els diferents talussos permeten el desenvolupament a diferents cotes de la proposta. Torna a aparèixer una clara relació amb l'entorn però aquest cop afegint un condicionant, el projecte de les termes de Peter Zumthor. El disseny del projecte està pensat com un objecte no intrusiu en un lloc sensible que aprofita per construir en el terreny sense afectar la vista de les termes.

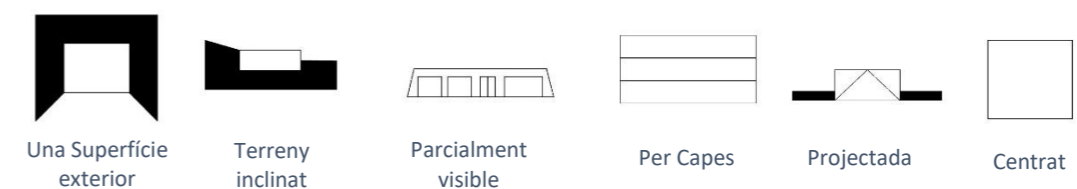
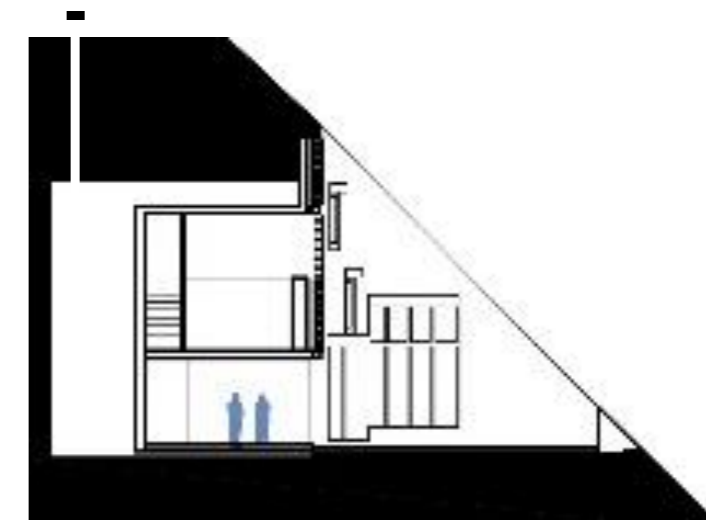
Gràcies a la inclinació del terreny es resol l'entrada de **llum** a l'habitatge mitjançant la construcció d'un pati central amb la possibilitat de generar obertures vidriades en façana. No és casualitat que es concentrin totes les obertures en aquest pati. A l'estar orientat a Sud, absorbeix la major quantitat de llum del sol diària. Gràcies a la forma el·líptica i el material petri de la seva construcció, es guanya inèrcia tèrmica durant el dia per alliberar-la a la nit i evitar així fortes variacions de temperatura dintre l'habitatge. Amb una sola obertura en forma de pati, aquest exemple d'arquitectura enterrada aconsegueix una millora significativa en el consum energètic.

El disseny del projecte, centra tota la distribució al voltant d'aquest pati. L'angle de la casa és lleugerament inclinat. Aquesta característica es va pensar amb la finalitat de generar en l'usuari una **sensació** impactant en bolcar totes les visuals cap a l'altra cara de la vall. Amb aquest gest, es genera una percepció d'amplitud respecte a la vall, que fa oblidar a l'usuari que es troba en un habitatge a sota terra alhora que mitiga els possibles efectes psicològics negatius que poden aparèixer.

Donada la ubicació, el projecte només compta amb una façana possible per resoldre la **ventilació**. Per garantir una bona circulació i renovació d'aire en totes les estances, es dissenya una xemeneia de ventilació horitzontal oberta a la part més profunda de l'habitatge on es troben les escales. Aquest sistema facilita la circulació d'aire. A l'estiu l'aire calent tendeix a pujar i es succionat per la xemeneia afavorint la renovació d'aire per la façana principal. A l'hivern l'habitatge s'ajuda de la inèrcia tèrmica per mantenir l'espai climatitzat. Finalment, aquest projecte no s'entén com una tipologia típica de construcció, sinó com un exemple de projecte sostenible, pragmàtic i no intrusiu en un entorn sensible.



Imatge 13: Villa Vals, Suïssa, SeARCH + CMA



## 7 Conclusions

### 7.1 Cap a una ciutat ideal

Com hem pogut observar amb anterioritat, la construcció subterrània ofereix un ampli ventall de beneficis. Un dels principals punts forts de l'arquitectura subterrània és l'**optimització del sol**. La capacitat de transformar la coberta, la principal superfície en contacte amb l'exterior, en un espai verd que dona continuïtat i connecta els espais verds. A part de l'estalvi de superfície i de l'increment d'àrees verdes, els edificis enterrats han demostrat aportar un gran estalvi en el consum d'energia diari dels habitatges. Com a conclusió, podem afirmar que l'arquitectura enterrada no està afectada per les inclemències del temps com la neu, la pluja o el vent. Si no està influenciat per aquests agents climàtics, les pèrdues d'energia es veuen reduïdes en gran quantitat.

*“The underground has enormous potential for realizing spatial benefits.”*

*Norman Foster*

Tant els beneficis tèrmics, com la capacitat d'absorbir els sorolls de vibració o la possibilitat d'integrar-se completament en el paisatge, són motius suficients per fer front a les característiques potencialment negatives com l'escassetat de llum, ventilació o els possibles efectes psicològics. Amb un disseny adequat en el que es tinguin en compte aquests factors i per exemple, es combini la captació passiva d'energia solar amb altres tècniques passives, podem acabar comptant amb un 80% d'estalvi. Per tant, estem davant d'un important avenç cap a una ciutat eficient i respectuosa amb el medi ambient.

L'arquitectura subterrània compta amb una sèrie de dificultats, aquestes tenen a veure amb les relacions que s'estableixen entre l'exterior i el subsòl. Per assegurar que el disseny arquitectònic sigui efectiu es necessari el compliment d'unes pautes que ens ajudaran a minimitzar els possibles aspectes negatius.

Els casos exemplars demostren que, mitjançant les variables de disseny preestablertes podem enriquir el projecte i per exemple, amb un programa d'unes termes on l'ambient interior compta amb un control de la llum natural, podem donar resposta aportant qualitats com la creació de fortes relacions entre la superfície i el subsòl. Durant l'estudi analític de diferents usos, establim el subsòl com un hàbitat viable per a un determinat tipus de programes. Enterrant aquests programes estem contribuint activament a millorar la superfície en termes ambientals.

Els casos d'estudi proposats, ofereixen una visió sintètica del potencial desenvolupament del subsòl de les ciutats. En termes d'aprofitament i optimització de l'espai, l'arquitectura enterrada ofereix una solució eficient i sostenible amb el medi ambient que aconsegueix “reciclar” l'espai alhora que ofereix un entorn de vida modern amb totes les qualitats i beneficis pròpis d'un bon disseny arquitectònic.

Habitar el subsòl, començava com una hipòtesis utòpica que buscava alliberar la superfície de les ciutats per convertir-la en zones verdes i apostava per una arquitectura integrada amb l'entorn tant constructivament com visualment. Segons els casos d'estudi, alguns usos de les ciutats tenen una major resposta a l'hora d'adaptar-se al subsòl. És evident que les ciutats no es poden reemplaçar en la seva totalitat per ciutats subterrànies, però podem canviar el concepte d'optimització del subsòl a l'hora de construir, apostant per solucions que donin prioritat al paisatge i a la natura que, en el futur, es traduiran en beneficis per a les persones i en una millora de la qualitat de vida.

Personalment, considero que aquest treball ha assentat les bases del meu coneixement obrint un ampli ventall de possibilitats per posar en pràctica un estil arquitectònic propi enfocat a la sostenibilitat i a la reducció de l'impacte ambiental. Aquest estil propi és el resultat d'una llarga trajectòria acadèmica que s'ha anat desenvolupant a través de diferents projectes. En cada projecte estava centrat a estudiar i experimentar amb elements com els patis, els recorreguts, les relacions del projecte amb l'entorn, etc... Si bé no tots els projectes han sigut necessàriament enterrats, existeix una clara relació entre els elements principals dels projectes realitzats durant la meua trajectòria i els conceptes explicats i analitzats al llarg d'aquest treball. Per això puc afirmar, que aquest treball suposa el nexa perfecte entre el recorregut personal i acadèmic fins al present i el llarg camí que queda per recórrer durant els pròxims anys com a arquitecte.

*“La utopía está en el horizonte. Camino dos pasos, ella se aleja dos pasos y el horizonte aparece diez pasos más allá. ¿Entonces para que sirve la utopía? La utopía sirve para eso, sirve para caminar.”*

*Eduardo Galeano. Filòsof, escriptor i periodista.*

## 8 Bibliografia

### 8.1 Fonts bibliogràfiques

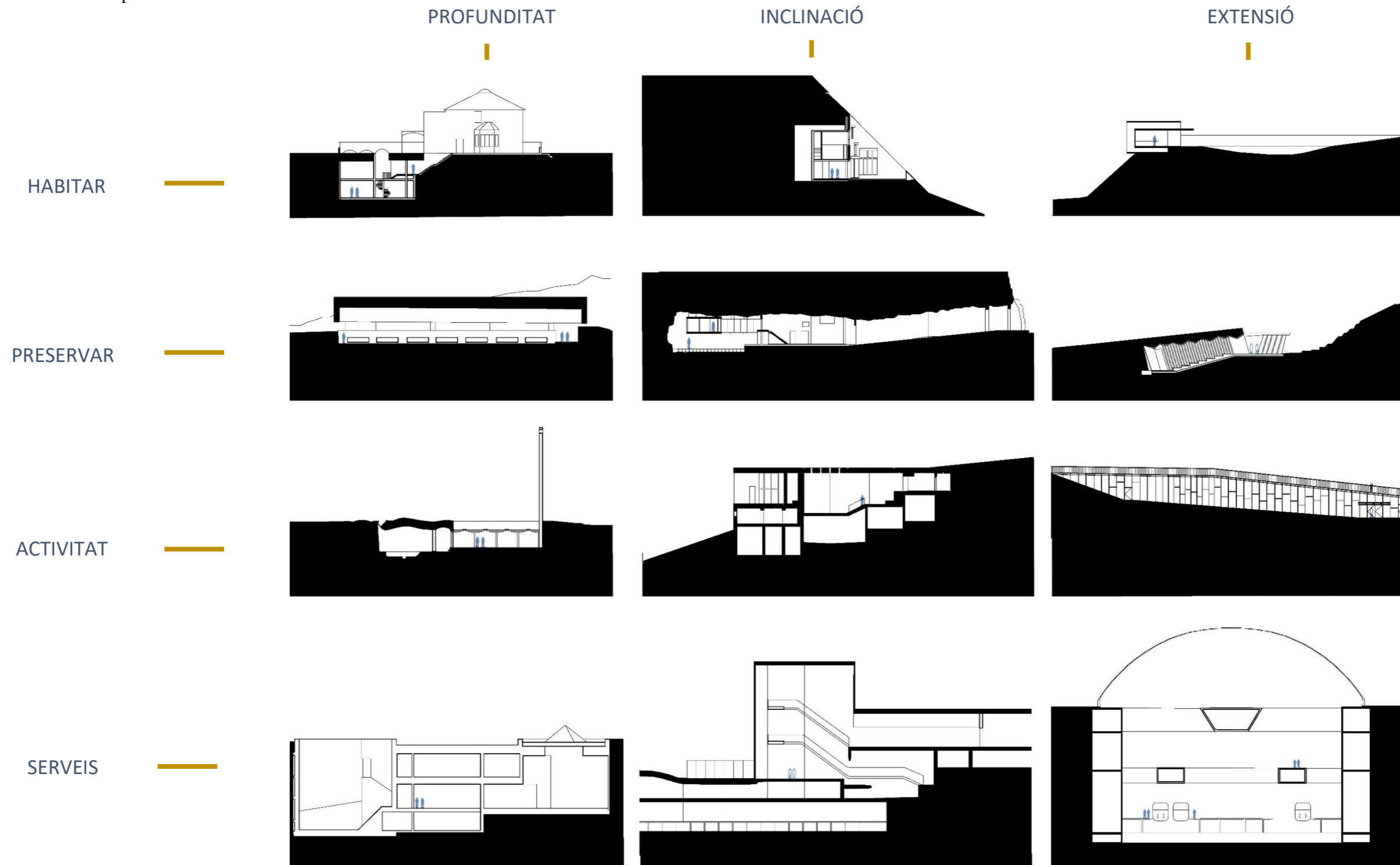
- Aranda Navarro, F., 2020. La Arquitectura Del Material Único: Arquitectura Subterránea Excavada En Levante. España..
- Benardos, A., Athanasiadis, I. and Katsoulakos, N., 2020. Modern Earth Sheltered Constructions: A Paradigm Of Green Engineering.
- Boyer, L., 1992. 5Th International Conference On Underground Space And Earth Sheltered Structures. Delft: Delft University Press.
- Bustamante G, W., 2009. Guía De Diseño Para La Eficiencia Energética En La Vivienda Social. Santiago, Chile: Gobierno de Chile, Comisión Nacional de Energía.
- Castro, M. and Gadi, M., 2020. Effect Of Slope Angle On Energy Performance Of Ground-Integrated Buildings On Slope Terrain.
- Camrody, J. i R. Sterling (1983), *Underground building design*, New York: Van Nostrand Reinhold
- Camrody, J. i R. Sterling (1993), *Underground space design*, New York: Van Nostrand Rheinhold.
- Goel, R., Singh, B. and Zhao, J., 2013. Underground Infrastructures. Milton Keynes, UK: Lightning Source UK Ltd.
- Krstić, H., Bogdanović, V., Vasov, M., Bogdanović-Protić, I. and Đorđević, S., 2020. BURIED BUILDINGS AS AN EXAMPLE OF ARCHITECTURE THAT STRIVES TO BE ENERGY EFFICIENT.
- Lee, E., Christopoulos, G., Kwok, K., Roberts, A. and Soh, C., 2020. A Psychosocial Approach To Understanding Underground Spaces.
- Lembo, F., Marino, F. and Calcagno, C., 2020. Semi-Underground House Models As New Concepts For Urban Sustainable Environment.
- Vinyes i Ballbé, R. and Martín Ramos, A., 2015. Barcelona Oculta : La Rellevància Del Subsòl En Una Gran Ciutat Contemporània. [Barcelona]: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Wright, A., 2012. Underground Architecture.
- Wu, R., 2008. Beijing Underground. Ottawa: Library and Archives Canada, Bibliothèque et Archives Canada.

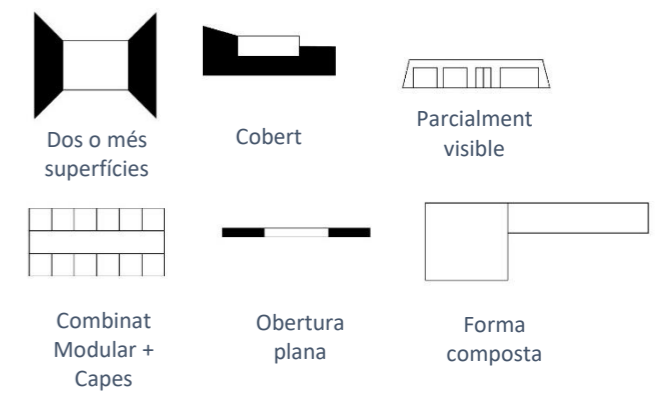
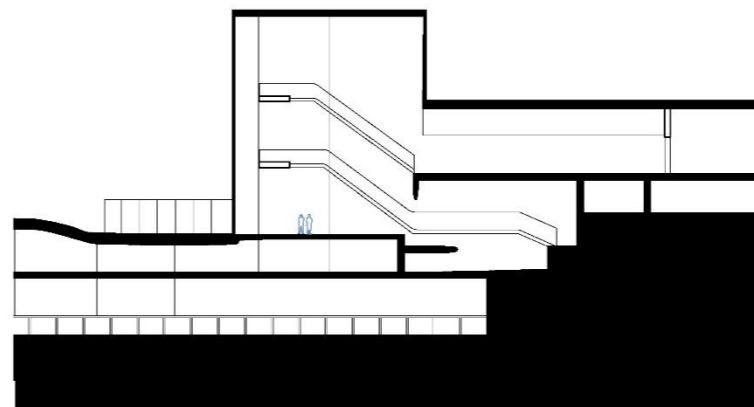
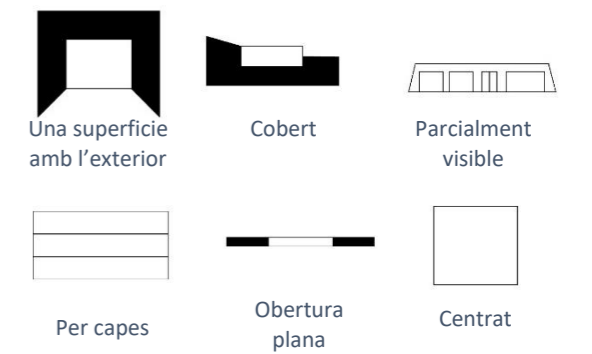
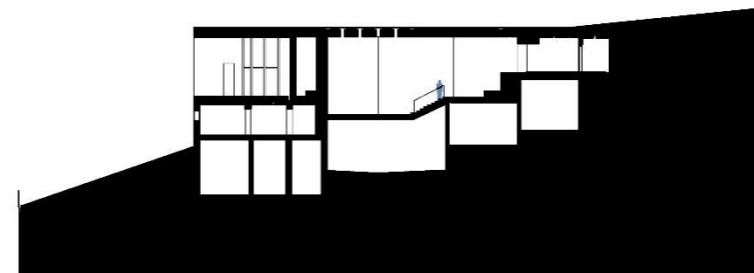
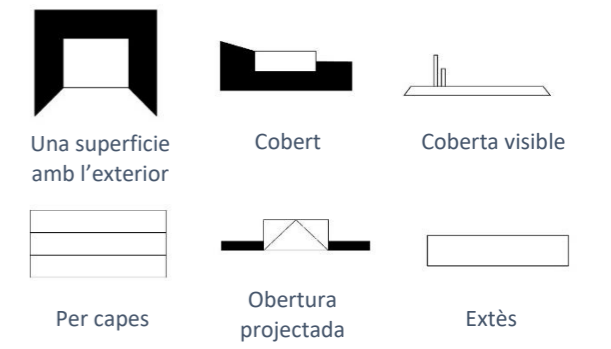
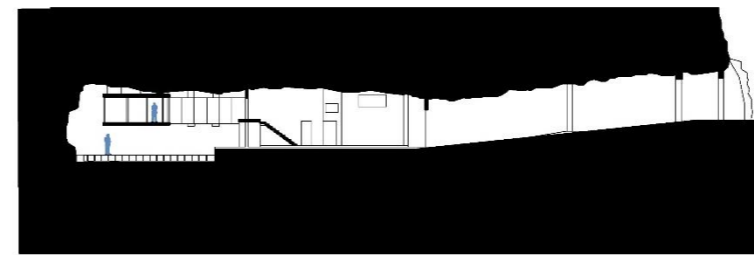
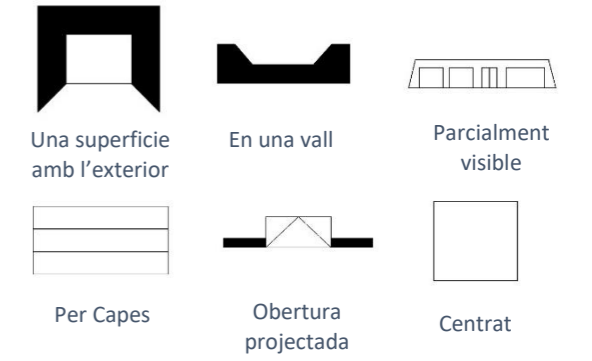
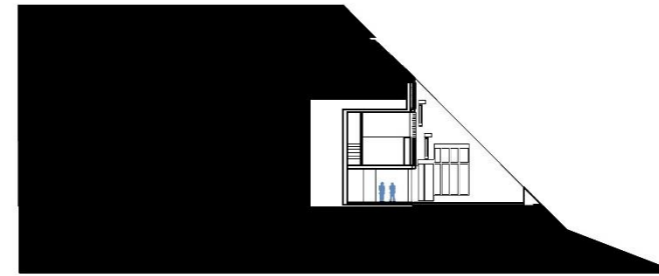
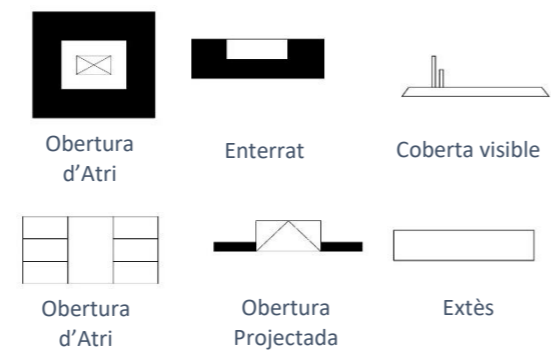
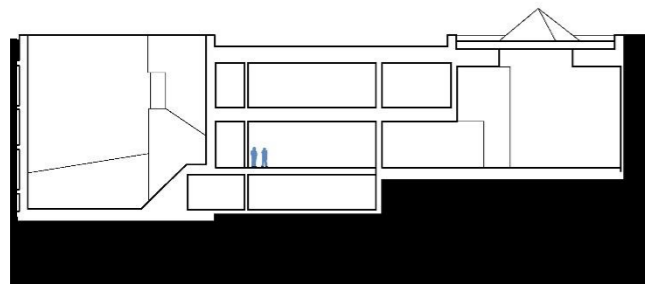
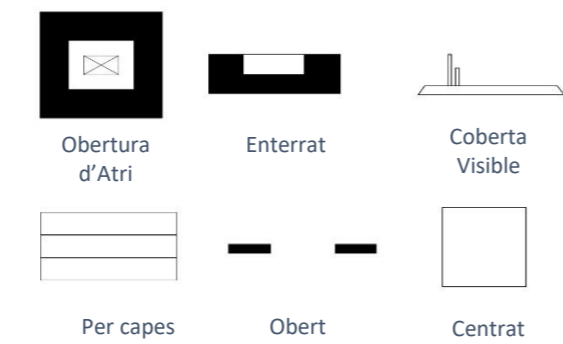
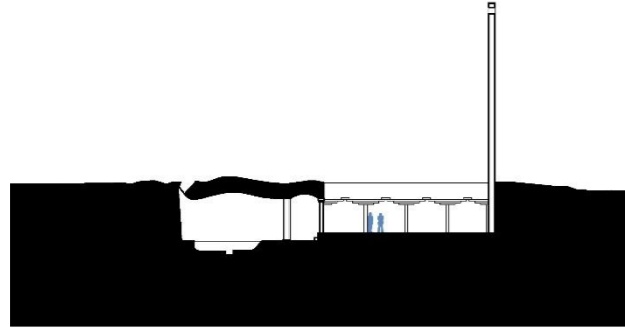
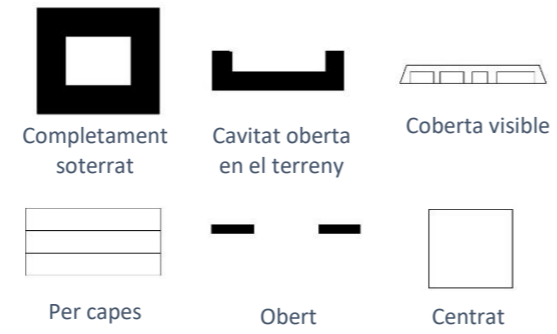
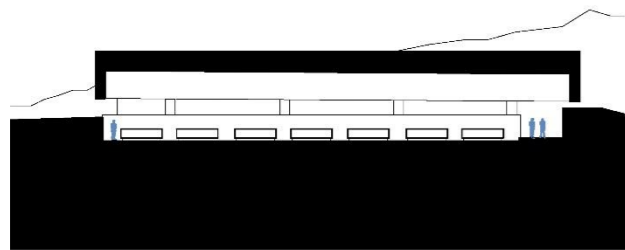
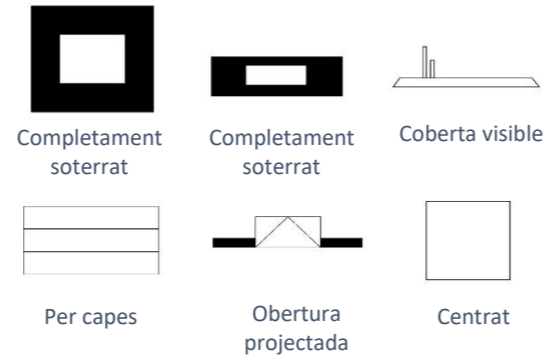
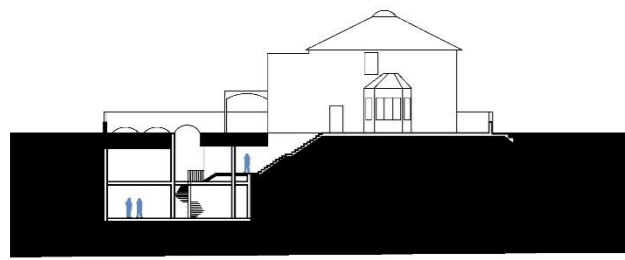
### 8.2 Aportació - Documents gràfics

- Esquemes de classificació tipològics segons planta, secció, elevació, obertures, subsòl, estructura i geometria.
- Secció de les Termes de Vals, Peter Zumthor
- Secció de les Bodegues Bell Lloc, RCR
- Secció de la Villa Vals, SeARCH + CMA
- Secció rascainfiernos , Fernando Higueras
- Secció de la Casa Horizonte, RCR
- Secció de la fossa Ardeantina, Aprile, Calcabrina, Fiorentino, Perugini.
- Secció del Centre de Dades de Pinonen, White Mountain. Albert France -Lanord
- Secció de la Casa de retiro espiritual , Emilio Ambasz
- Secció de la Ewha Womans University(Seúl) , Dominique Perrault.
- Secció del Chichu Art Museum , Tadao Ando.
- Secció de Brussels Meeting Centre. A2RC Architects.
- Secció de la TAV Station (Florència). N. Foster and Partners

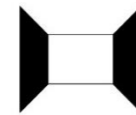
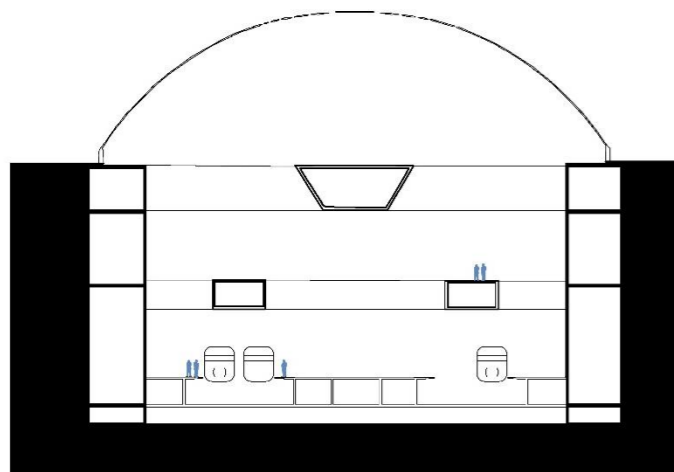
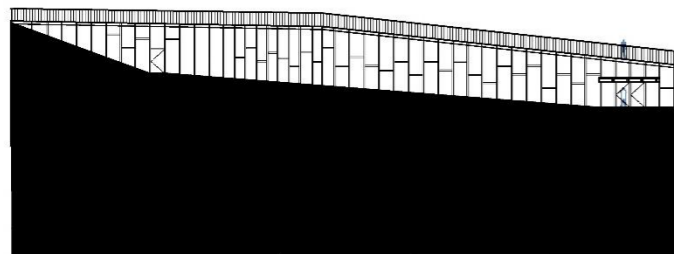
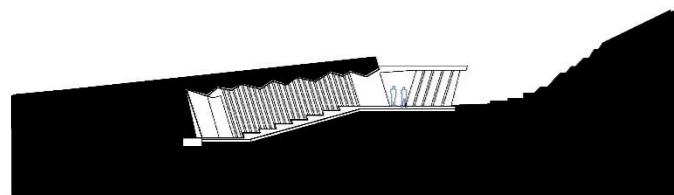
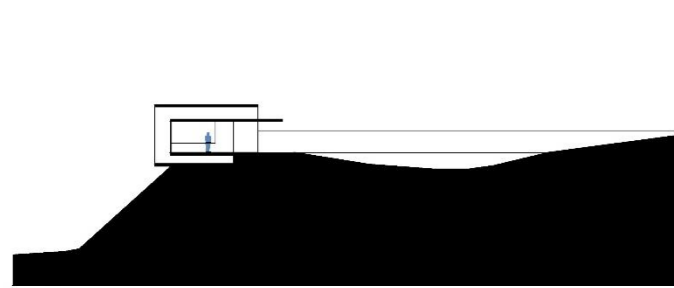
## 9 Annex : Estudi taxonòmic de tipologies.

En l'intent de trobar els casos més exemplars i adients per al seu estudi, he fet una investigació taxonòmica en la que es classificava i s'estudiava diferents exemples agrupats segons els següents usos: Habitar, preservar, activitats i serveis. Dintre d'aquestes tipologies es troben agrupades segons els projectes que es desenvolupen en profunditat, els que es desenvolupen en extensió i els projectes que es situen en pendents inclinades. A continuació es mostren a la mateixa escala, els exemples estudiats fins arribar als casos exemplars.









Dos o més superfícies



Per capes



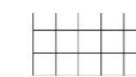
Enterrat



Per capes



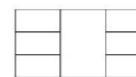
Una superfície amb l'exterior



Modular



Obertura d'Atri



Obertura d'Atri



Canvi de cota



Obertura Projectada



En una Vall



Obert



En una Vall



Obertura plana



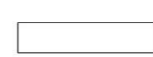
Cavitat oberta en el terreny



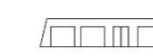
Obertura Projectada



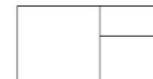
Parcialment visible



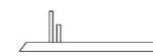
Extès



Parcialment visible



Forma composta



Coberta visible



Extès



Parcialment visible



Extès

En l'objectiu hipotètic d'alliberar les superfícies i buscar la optimització de l'espai vaig elaborar una llista d'exemples d'arquitectura enterrada amb tants casos com usos trobem a les ciutats. La finalitat d'aquesta llista era descobrir quins edificis eren exemplars d'arquitectura enterrada i podien desenvolupar el seu ús en el subsòl trobant un cas real construït en l'actualitat. Posteriorment aquesta llista va passar a ser ordenada en els tres grups comentats anteriorment per acabar sent analitzada en profunditat.

Habitatge– Villa de Vals

Educació – Ewha Woman's University

Alimentació – Bodegues Bell Lloc

Oficines – Brussels Meeting Centre

Oci – Termes de Vals

Art – Chichu Art Museum

Producció – Centre de dades Pionen

Serveis –Florence TAV station

Culte religiós – Casa de Retiro espiritual

Monument – Tomba – Memorial Holocaust Peter Eisenman /fossa Ardeantina

Plaça - Sergels torg Estocolm / Garden Plaza Santa fe

Edificis Públics - Marin County Civic Center