

Óbudai Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar

Tudományos diákköri dolgozat

LIDAR(T)

A digitális felmérés technológiája az ipari örökség területén

Szerző: Burgond László

BSC IV. évfolyam



Konzulens: Prof. Dr. Csontos Györgyi DLA, Polyák Ágnes, építész

Budapest, 2025

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	2. oldal
Köszönetnyilvánítás	3. oldal
1. Absztrakt	3. oldal
2. Kutatási terület bemutatása	4. oldal
2.1. Rákospalota története	4. oldal
2.2. A Növényolajgyár története	4. oldal
2.3. A Siló általános bemutatása	6. oldal
3. A LiDAR-technológia alkalmazása	6. oldal
3.1. A Siló felmérése	7. oldal
3.2. A felmérési adatok feldolgozása	10. oldal
4. A pontfelhős adatfeldolgozás eredményei	13. oldal
4.1. Tervrajzok	13. oldal
4.2. Épületleírás	13. oldal
4.3. Gépek	15. oldal
5. A LiDAR-technológia és a silóépületek, mint „művészeti terek”	16. oldal
5.1. Re_vitalizáció_Belgrád	16. oldal
5.2. Re_vitalizáció_Kína	16. oldal
5.3. Re_vitalizáció_Budapest	17. oldal
5.3. Re_konstrukció	17. oldal
6. Lezárás	18. oldal
Forrásjegyzék	19. oldal
Ábrajegyzék	20. oldal
Mellékletek	21. oldal

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni konzulenseimnek, Csontos Györgyinek és Polyák Ágnesnek, hogy szakértelmükkel és segítségükkel hozzájárultak a dolgozatom elkészítéséhez.

Köszönöm az Ipari Örökség Tanműhely csapatának a felmérés során nyújtott segítségüket. Nélkülük a dokumentáció nem jöhetett volna létre.

1. Absztrakt

TDK dolgozatom során a Rákospalotai növényolajgyár Siló épületének digitális felmérésével, LiDAR technológiás felmérésével és feldolgozásával foglalkoztam. Ezen belül a hagyományos és nem hagyományos épületfelmérés közti különbséget vizsgáltam. Kutatásom azt kívánja bebizonyítani, hogy a pontfelhős felmérési technológia gyorsasága és egyszerűsége miatt, miért az egyik legalkalmasabb technológia az ipari épületek és a fennmaradt ipari gépek felmérésére.

A vizsgált épület különlegessége a mérete, funkciója és a helyi jelképként betöltött szerepe mellett még az, hogy fennmaradtak a benne lévő gépek, amely igen nagy ritkaság az ipari örökség területén. Budapesten található még hasonló épület, melyben azonban már nem lelhetőek fel hasonló eszközök, gépek.

A kutatásom fő célja a digitális dokumentálás mellett az ipari örökségvédelemre való figyelemfelhívás és fontosságának hangsúlyozása. Dolgozatomban ismertetem a helyszínt és környezetét, valamint a felmérés és feldolgozás főbb lépéseit a tervezéstől a megvalósításig.

2. Kutatási terület bemutatása

2.1. Rákospalota története

Rákospalota Budapest XV. kerületének egyik része, mely a pesti oldal észak-keleti részén található. A XV. kerületet Fót, Csömör a XIV., XVI, és a VI. kerületek határolják. A történelemben először 1281-ben került említésre Nyír-Palota néven egy oklevélben. Dombhátra épült falu volt a Szilas-patak mentén. Területére és népességének alakulására hatással volt a Török hódoltság ideje, a környező falvakhoz képest többször elnéptelenedett, azonban Palota mindig újra benépesült. A terület több földesúr tulajdonában is volt. Elsőként Loránd ispán budai bíró tulajdona volt. 1861-ben az itt élő lakosok megváltották Károlyi István gróftól a települést. Ettől kezdve Palota községként funkcionált, majd 1923-ban rendezett tanácsú városi rangot kapott. Több főváros környéki településsel együtt 1950. január 1.-én Budapesthez csatolták. A kerületben 2022-ben 77 091 fő élt. A kerület maga kertvárosias, azonban több barnamezős terület is megjelenik a településszerkezetben. (Wikipédia, 2024)



1, Kép: Rákospalota, Árpádút
(<http://veke.hu/2007/05/25-eve-nincs-55-villamos/>)

2.2. A Növényolajgyár története

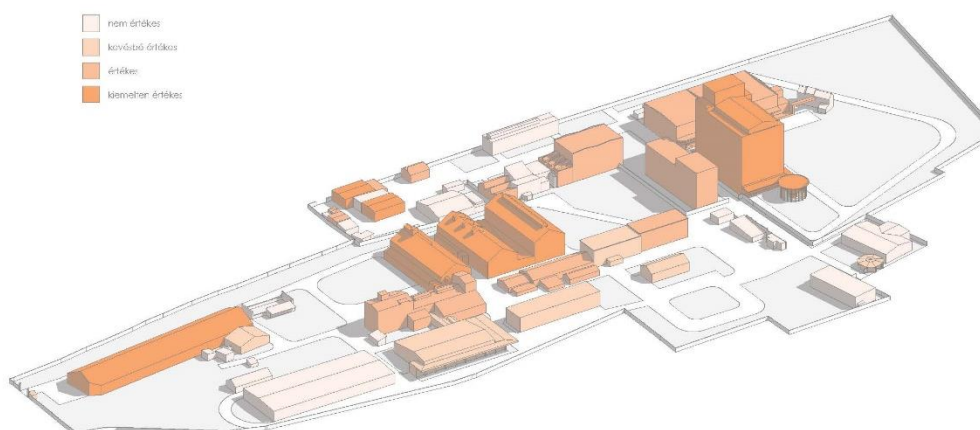
A Növényolajgyár több mint másfél évszázadon keresztül a XV. kerület és Budapest egyik legjelentősebb gazdasági létesítménye volt, *„eredettörténete pedig két szálon futott”* (Rátonyi,2012): az 1770-ben Kanitz Joachim által bérelt felső malom a Szilas-patak mentén feküdt, ahol a bérlő saját posztógyárat kívánt létrehozni. 1818-ra célját megvalósította, de 1840-ben csődbe ment. Ezt követően kezdődött a növényi magvak feldolgozása a gyárban. Az 1848-as forradalom alatt még egyszer posztógyárként működött, ellátva a hadsereget egyenruhákkal. 1867-ben 15-20 fő dolgozott itt. 1871-ben az osztrák Olajipari Társaság Rt. nagyobb összeget fektetett be, ami elősegítette a gyár fellendülését, amely ekkor főként repceolaj előállításával, gépszír gyártással és illóolaj finomításával foglalkozott. A befektetés lehetővé tette a vasúti összeköttetés kiépítését, mely a Palota vasútállomáshoz – ma Rákospalota-Újpest állomás –

csatlakozott. A gyár folyamatosan terjeszkedett és a környező területeket is birtokba vette, közel 100 alkalmazottal és gézgépekkel üzemelve. Termékei nemcsak a hazai, hanem a külföldi piacokon is népszerűek voltak, például Ausztriában és a keleti országokban. 1925-ben a Hutter & Lever részvénytársaság vette meg a gyárat; a cég 1831-ben családi vállalkozásként indult Hutter József szappanfőző mester vezetésével. 1942-ben megnyitották a margarinyárat, 1946-ban pedig megépült a 13 emeletes olajmagtároló siló, ami Rákospalota egyik szimbóluma lett. Az államosítás idején a gyár 800-900 munkást foglalkoztatott, ezzel Budapest második legnagyobb ipari üzeme lett. Az üzem az ország margarin ellátásának 63%-át biztosította, e mellett étolajat, mosóport és keményítőt is gyártott. 1947-ben egy robbanás történt a silóban, ami egy halálos áldozattal és öt súlyos sérülttel járt. A 20. század közepétől itt készült a Liga margarin, a Lucullus étolaj és a Rapid gyorsmosópor. A század második felében nem történtek jelentős események. 1992-ben a gyár olasz tulajdonba került, majd 2006-ban bezárták. Jelenleg két tulajdonosa van, az Unilever és az Indotech. Az utóbbi években megkezdték a terület bontását és tereprendezését, de a munka félbeszakadt. Az Indotech cég tervei szerint a területre egy új, "Szilas Városközpont" nevű lakópark épülne. (Rátonyi,2012)

A gyár területén 45 épület áll, amelyeket az Ipari Örökség Tanműhely 2024-ben minősített.

„a nagymérvű bontások és területi avulás mellett is még mindig 45 objektumot lehet találni a gyárterületen, aminek közel harmada (35%) kiemelten értékes és értékes kategóriába sorolható. Az e túli épületállomány hozzávetőlegesen kétharmad arányban kevésbé, illetve nem értékes kategóriába sorolható (a teljes állomány 29, illetve 65%-a)” (I5,2024)

Kiemelkedik a központban lévő három nyeregtetős épület, a Károlyi Sándor utca felé néző hosszú faszerkezetű csarnok, valamint a Siló épület. A közbádoghíd utca 30 szám alatt található autószerelő műhely korábban műemlékvédelmi státusszal rendelkezett, de ettől megfosztották. (I5,2024)



2, Kép: Rákospalotai Növényolajgyár örökségvédelmi besorolása (I'5, 2024)

2.3. A Siló általános bemutatása

A Siló épület a Növényolajgyár központi tengelyén helyezkedik el. A gyárterület függőleges tengelyét a Horváth Mihály utca képezi, mely korábban közterület volt, és a 20. század végére vált a gyár részévé. A Siló épületet ma az északi bejáraton keresztül, a Közvágóhíd utcáról lehet megközelíteni.

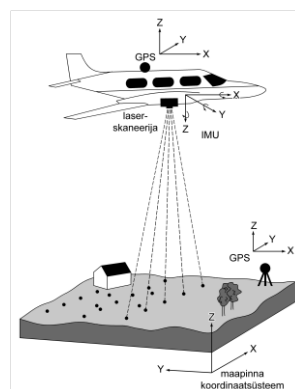
A Siló Rákospalota egyik jelképévé vált, ezt köszönhetette robosztus megjelenésének valamint 13 emeletének. Különlegessége, hogy korábban az épületben működő gépek nagy százaléka fennmaradt, ami ipari örökségvédelmi szempontból fontos és megvédendő. (Rátonyi, 2012)



3. Kép: Siló épület (Saját fotó)

3. A LiDAR-technológia alkalmazása

A LiDAR-technológia egy távolság érzékelő módszer. Nevét a “Light Detection and Ranging” kifejezésből kapta, de nevezik 3D lézerszkennelésnek is. Az eszköz lézerfényeket bocsát ki. A tárgyról visszaverődött lézerfények szögéből és visszaverődésének idejéből tudja meghatározni a tárgyak, felületek tulajdonságait és jellemzőit, valamint az eszköztől való távolságukat. Működésének elengedhetetlen része egy magas pontosságú GPS, mely segítségével képes meghatározni, hogy a térben hol helyezkedik el a felmért tárgy vagy épület. (BYTECH,2024)



4. Kép: Légi lézer szkennelés (https://hu.wikipedia.org/wiki/LIDAR#/media/F%C3%A1jl:LiDAR-i_lend.gif)

A technológia kialakulásának kezdete a lézer feltalálásához köthető, melyet 1916-ben Albert Einstein fedezett fel. A kezdetek azonban csak a harmincas évekre tehetők. Maga a lézer elnevezés 1959-ben jelent meg a “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” című kutatásban melyet Gordon Gould készített. A technológiát 1960-ban alkalmazták először. 1972-ben ennek a segítségével volt képes az Apollo 15 a Hold felszínének felmérésére. (TÉRSZKENNELÉS,2020) A 80-as években megjelentek kompaktabb eszközök is, ami lehetőséget nyújtott a technológia széleskörű felhasználására. A 2000-es évektől az autóiparban is alkalmazzák az önvezető járművek közlekedésére, valamint megjelent építő és építészmérnöki felhasználása is. (BYTECH,2024)

A technológiának három típusa van az Airborne LiDAR, másnéven a légi LiDAR amit helikopterekre vagy drónokra szerelnek. Ennek pedig szintén két fajtája létezik a topológikus és batimetrikus. A másik fő típus a Terrestrial LiDAR, aminek mobil és statikus változatai vannak. A technológia inkább rövidtávú távolságérzékelő, azonban egyes műszerek akár 200 m-ig is pontosan tudnak mérni. A harmadik típus pedig a mobil LiDAR. (LEICE,2024)

Ezt a technológiát manapság már több mindenre is alkalmazzák. Használható óceánok tanulmányozására, digitális magassági modellek vagy terepmodellek készítésére, régészeti felmérésre, erdészeti kutatásokra, nem utolsósorban pedig az űrutazásban is nagy hasznát veszik. Segítségével olyan mérnöki vizsgálatokat lehet elvégezni melyekre korábban nem volt lehetőség, pl. épületszerkezeti vizsgálatokat, gerenda lehajlásának vizsgálatát. Különböző alkalmazás esetén a lézerfény hullámhossza állítható, elérheti az infravörös tartományt, illetve a zöld tartományt is. A felmérés során keletkezett 3D modellt pontfelhőnek nevezzük, mert a felületek több ezer kicsi pontból állnak. (BYTECH,2024)

3.1. A Siló felmérése

A Siló épületének dokumentációja a nyári felmérőtábor során kezdődött, amelynek első felében az Indotech Group tulajdonában lévő Növényolajgyár területét jártuk be. Ekkor megkezdődött a Siló külső fotódokumentációja is. A tábor második szakaszában az északi terület, beleértve a Silót, részletes bejárásra került, és itt ismerkedtem meg a LiDAR technológiával.

A LiDAR technológiát azért alkalmazzuk, hogy a felmérési adatokat 3D formában rögzíthessük, mivel ezzel gyorsan és hatékonyan szerezhethünk pontos információkat. Fő célunk az épületben fennmaradt gépek pontfelhős dokumentálása volt, amit más módon csak nehezen és sokkal több idő alatt lehetett volna megvalósítani. Ehhez iPhone Pro és iPad Pro készülékeket használtunk,

mert ezek azok a hétköznapi mobil készülékek, amik rendelkeznek ezzel a funkcióval. A digitalizálás a Site Scape programmal készült.

Az egyszerű könnyen mérhető területeken hagyományos felmérési technikát alkalmaztunk, melyhez lézeres távolságmérőt és mérőszalagot használtunk. A mérési adatok kézzel készített manuálékra, iPaden digitálisan rajzolva és iPaden fényképre rajzolva kerültek rögzítésre. A fotódokumentáció fényképezőgéppel és telefonnal készült. A Munkát kiegészítették a külső drónnal készült felvételek, melynek köszönhetően elérhetetlen kapcsolatok és részletek váltak dokumentálhatóvá a kutatott épületről.

A sikeres dokumentálás érdekében elengedhetetlen volt egy alapos stratégia kidolgozása is. A hatékony csoportmunka érdekében három darab, két fős csoportot alkottunk. Minden csoport egy LiDAR-képes eszközzel dolgozott: az egyik csoporttag digitális felmérést végzett, míg a másik fotódokumentációt készített. Ezt követően hagyományos mérésekre került sor lézeres távolságmérő és mérőszalag segítségével. A teljes pontosság érdekében elengedhetetlen volt mindkét technika alkalmazása.

Ipari épületek felmérése során számos nehézséggel kell megküzdeni, veszélyes szerkezeti hibák, hiányok, sötét terek, elérhetetlen magasságok. A választott épület felmérése során több ilyen nehézséggel kellett megküzdenünk.

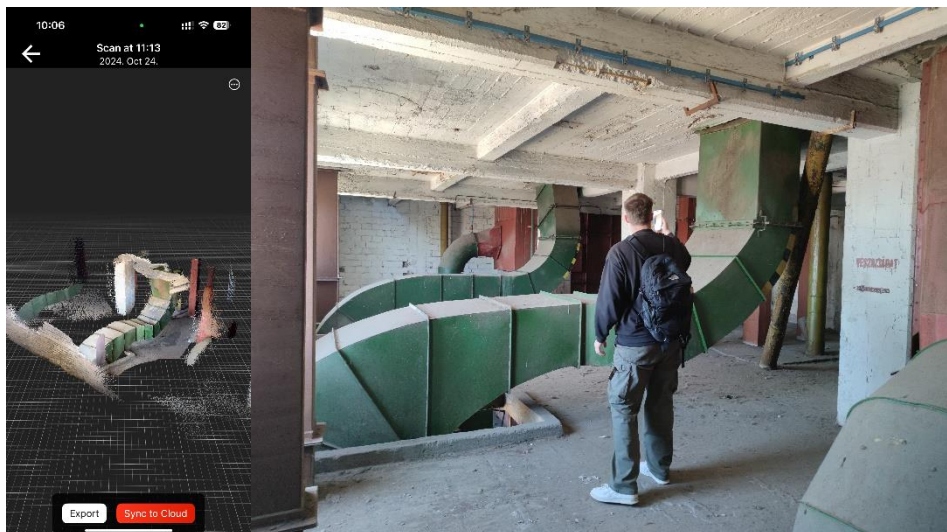
A munka a pincében kezdődött, ahol nagyrészt sötét áramtalan helyek voltak, a közlekedés pedig korlátozott volt. A pincében a falak és pillérek pozíciójának felmérése főként lézeres távolságmérővel történt. Az elérhetetlen területek LiDAR technológiával kerültek dokumentálásra. A digitális felmérést nehezítette, hogy ahol a gépek voltak, ott nem volt áram és sötét volt. Ahhoz, hogy elkészülhessen a digitális felmérés, plusz világítást kellett biztosítani telefonnal és fejlámpával, annak érdekében, hogy a LiDAR szenzornak elegendő fénye legyen. Könnyítette azonban a felmérést, hogy a falfelületek fehérre voltak vakolva/festve. Ennek és a világításnak köszönhetően a szenzor könnyen értelmezni tudta a gépeket és az épített szerkezeteket.



5. Kép: Pince (I'5, Fotódokumentáció)

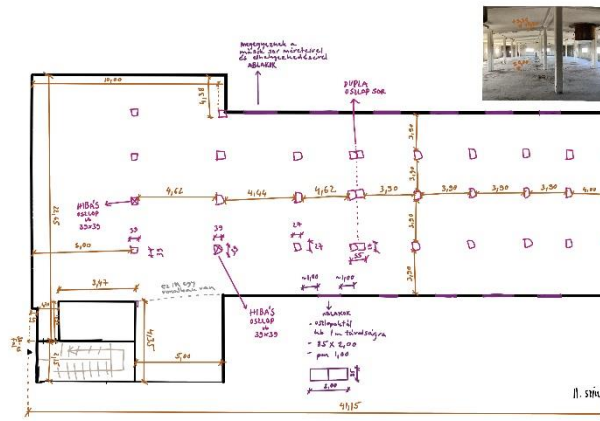
A nagy belmagasságú terek mérése során két esetet különböztethetünk meg, amikor a tér geometriája lézeres távolságmérővel könnyen dokumentálható, és amikor olyan szerkezeti kapcsolatok és geometriák találkoznak, amiket a hagyományos módszerrel igen nehezen vagy nem is lehetne felmérni. A 10. és 11. szint terének felmérése során a fő tartószerkezetek felmérése és geometriája hagyományos úton, lézeres távolságmérővel történt. A földszint felmérése során a tartószerkezetek távolságait és méreteit hagyományos úton rögzítettük, azonban a gabonátároló siló kidobó tölcseit LiDAR-technológiával mértük fel. Geometriája és a tartószerkezetektől való távolsága hagyományos módon nehezen lett volna felmérhető. A tartószerkezetekről készült digitális felmérés is, hogy ellenőrizhető legyen a hagyományos mérés. A mérési adatok rögzítése iPaden készített manuálékon és fényképeken történő méretezésen keresztül történt.

A gépek mérése során csak digitális felmérés alkalmazása volt lehetséges. Hagyományos úton a gépek és rendszerük felmérése nem, vagy csak igen nehezen lett volna lehetséges amellet, hogy rengeteg időbe telt volna.



6. Kép: 5. emeleti gép digitális felmérése (l'5, Fotódokumentáció

Az épület felmérése két ütemben zajlott. Az első felmérés során készült az adatállomány nagy része, a második fázisban a sérült pontfelhők és hiányzó adatok pótlása volt a cél. Az adatok rendszerezésének érdekében létrehozásra került egy Google Drive mapparendszer, ahol szintenként rendszerezve lett tárolva az adat.

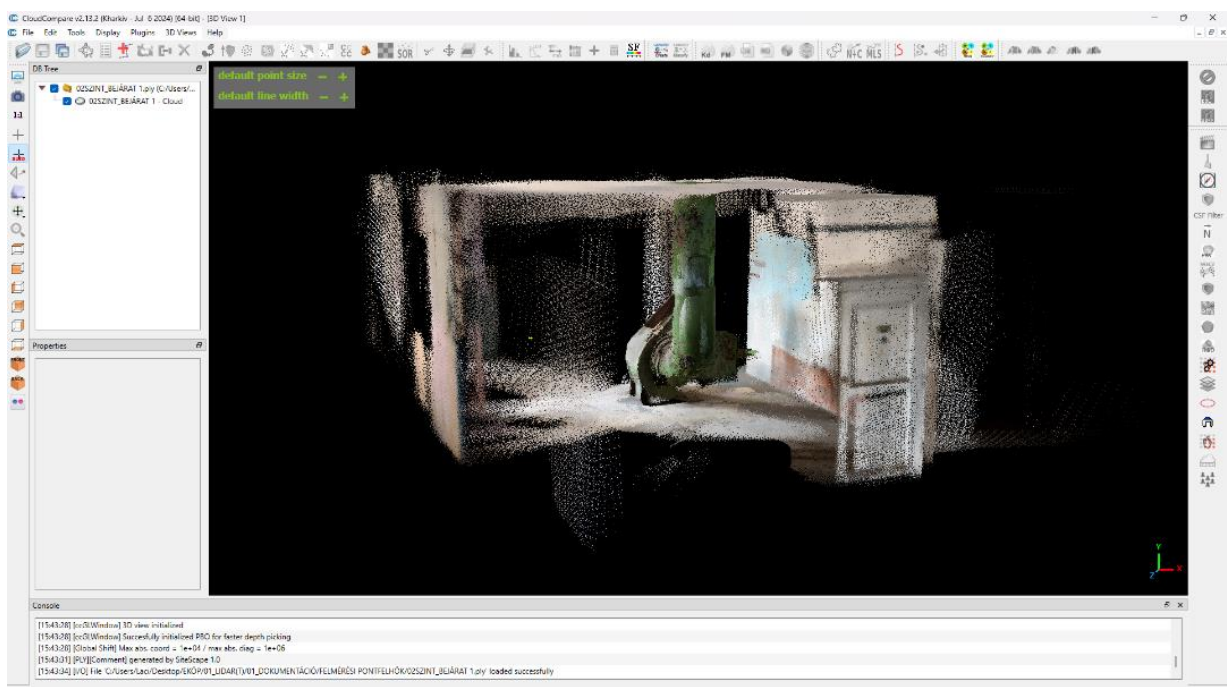


7. Kép: A 11. emelet hagyományos felmérési manuáléja iPaden rajzolva (I'5, 2024)

3.2. A felmérési adatok feldolgozása

A pontfelhők feldolgozása a Cloud Compare programon belül történt, a digitális modell és tervdokumentáció pedig ArchiCad programban.

A pontfelhős felmérés során az egyes emeleteken belül is több fájl készült, amelyek kódneveket kaptak. Az adatfeldolgozás első lépése a fotódokumentáció alapján a fájlok szintekhez kapcsolódó elnevezése volt például: „második emelet bejárat”.



8. Kép: Pontfelhő beazonosítása (Saját)

Az összes LiDAR-technológiás felmérési adat átnézése után az adott emelethez tartozó pontfelhők egyesítésre kerültek. A megfelelő egyesítéshez a pontfelhős modelleket gyakran forgatni kellett, mivel a programon belül az XYZ koordináták nem feleltek meg, ekkor a modellt a program fejjel lefelé jelenítette meg. Ennek orvoslására a programban volt külön eszköz, úgyhogy hamar elvégezhető volt a művelet. Ezt követően a fájlok E57 formátumban exportálásra kerültek, amik ezután ArchiCadben feldolgozásra kerültek. Az importált fájlokat egy-egy tárgyként kezelte a szoftver, melyeken belül beállítható a vízszintes sík felső és alsó határa, hogy meghatározható legyen a látott tartomány. A függőleges síkon való megjelenítést a metszet eszköz segítségével lehetett szabályozni, a látótávolság beállításával határozzuk meg, hogy mit láthatunk a pontfelhőből.

Első lépés a függőleges szerkezetek helyének meghatározása volt. Egymástól való távolságuk és méretük hagyományosan könnyen mérhető volt, így a feldolgozás e fázisánál ezt az adatállományt részesítettem előnyben. A szintek rasztereinek kialakítása után a pontfelhős modelltől ellenőriztem vissza a méreteket.

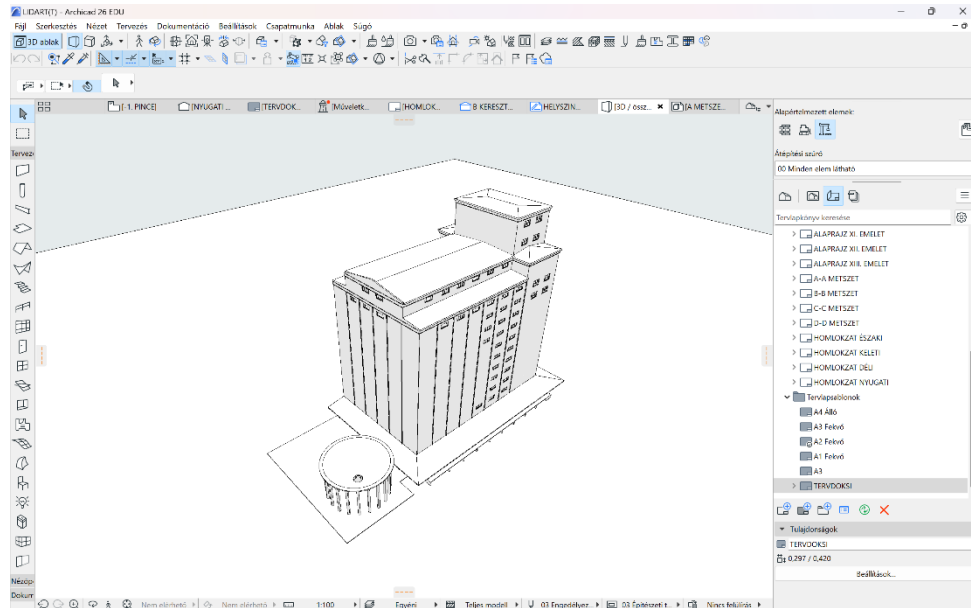
A függőleges tartószerkezetek után következett a vízszintes tartószerkezet méreteinek és pozíciójának meghatározása. Ennek meghatározására a pontfelhős modelleket használtam. A belmagasság és a gerendák magassága mérhető volt hagyományos módon, de egymástól való távolságuk nem volt pontosan mérhető, így a pontfelhős felmérési adatokat használtam. Hagományos módon pontosan nem mérhető geometriák esetén a pontfelhős adatok átrajzolásával határoztam meg a szerkezetek méreteit és pozícióit, például: gabonátároló siló kidobó tölcselek, rakodó tér előtető.



9. Kép: Hagományos módon nehezen mérhető geometria modellezése pontfelhő alapján (Saját)

A fő tartószerkezetek és válaszfalak rögzítése után a nyílások és nyílászárók pontos helyének meghatározása következett, amelyhez a kézi felmérés adta a legtöbb segítséget, mivel pontosan megmutatta az ablakok méretét és helyzetét.

A felmérési adatok kiválogatása és rendszerezése közel 20 órát vett igénybe. Az Archicadban készült 3D modell és tervdokumentáció körülbelül 150 óra alatt készült el. A modell készítését sok esetben lassította a pontfelhők lassú feldolgozási ideje, ugyanis jelentős mértékben leterhelte a programot és a számítógépet is.



10. Kép: Elkészült 3D modell a Siló épületről (Saját)

A LiDAR technológia előnye, hogy gyorsan és kisebb hibalehetőséggel mér, de az eredmények utómunkát igényelnek, amely hosszabb időt vesz igénybe, viszont térbeli pontosságot biztosít. Az utómunka széles körű feldolgozási lehetőségeket kínál. Ezzel szemben a hagyományos mérési módszerek gyorsabb eredményeket adnak, de nagyobb a hibalehetőség és korlátozott is. Az optimális módszer a két típus kombinálása, mivel kiegészítik egymást, és így hatékonyabb, pontosabb dokumentálást tesznek lehetővé. A gyors és effektív feldolgozás érdekében tudni kell, hogy melyik adatállományt melyik fázisban alkalmazzuk elsődlegesként és melyikről ellenőrizzük vissza az elkészült rajzokat. Alaprajzi szituáció esetén gyorsabb a hagyományos felmérési adatokat elsőként alkalmazni, hiszen gyorsabban meghatározhatóak a szerkezetek, az ellenőrzés során pedig hamar észrevehető az esetleges eltérés a pontfelhőn.

4. A pontfelhős adatfeldolgozás eredményei

4.1. Tervrajzok

Kutatási munkám keretein belül az épületről készült egy tervdokumentáció 1.200-as léptékben. A tervdokumentáció magába foglalja az összes szintről készült alaprajzot 4 darab jellemző metszetet és 4 darab homlokzatot.

4.2. Épületleírás

Szerkezeti felépítés

Az épület cellás felépítésű tartószerkezeti váza pillérekből, gerendákból és külső teherhordó falazatokból áll. Az épületet két fő részre oszthatjuk, hosszirányban dilatálva van az épület. Ennek köszönhetően a tizedik szinttől megfigyelhető, hogy a dilatációtól északra vastagabb pillérek vannak, mint délre. Ez annak köszönhető, hogy a jobb oldalon helyezkedik el a belső gabonátároló, amelynek pontos tartószerkezeti felépítése nem meghatározható. Azonban a gabonátároló fölötti helyiségekben vékonyabb pillérek figyelhetők meg.

A tartószerkezet a pincétől a 13. emeletig fokozatosan keskenyedik: míg a pince szintjén a pillérek vastagsága 90x90 cm, a legfelső, 13. emeleten ez már csak 25x25 cm. A gerendák vastagsága és szélessége szinte végig azonos, alig mutat eltérést. A tároló alatt található kiváltó gerendák azonban vastagságban és magasságukban megkülönböztethetők a fő tartószerkezeti gerendáktól.

Az épület pillér vázának vastagsága szintről szintre fokozatosan csökken: míg a pince szintjén 90x90 cm-es pilléreket találunk, a legfelső szinten ezek már csak 25x25 cm-esek. A pillérek dilatációs területénél duplázás figyelhető meg. A fő teherhordó gerendák magassága és vastagsága állandó, azonban a gépek alatt lévő kiváltó gerendák mérete eltér a fő gerendától. A falak esetében a külső teherhordó falazat a 10. emeletig jellemzően 60 cm vastag, kisméretű téglából készült. A 10. emeleten a vastagság kissé csökken, 50 cm-re, majd a következő szinteken már csak 25 cm-es teherhordó falak találhatók.

A földem vastagsága az északi oldalon kétféle méretben váltakozik: a gépek alatti részeknél a földem 10 cm vastagságú. Ez a kiváltó gerendák miatt lehetséges. A hátsó, feltételezhetően raktárként használt helyiségekben a földem 20 cm vastagságú.

Szintek

Az épület földszint + pince és 13 emeletről áll. Az épület két részre oszlik: északi és déli oldalra. A déli oldalon található a fő gabonataroló, amely az épületen belül helyezkedik el, és amelynek kidobó nyílásai a földszinten érhetők el, a hozzáférés pedig a 10. emeletről biztosított. Az északi oldalon van a munkaterület, ahol régen a gépek működtek, és amely az első emelettől a 10. emeletig tart. Az északi részen szintén található egy kisebb belső silórész hat darab kisebb silóval, amelyek kidobó nyílásai az első emeleten találhatóak, és a 7. emeleten hozzáférhetők. A pince, a földszint és a 10. emelet azok a szintek, amelyek az épület teljes alapterületét kihasználják. A 11. emeletnél már két raszter szélességnyi rész hiányzik, míg a 12. és 13. emelet csak a főépület területét foglalja el.



11. Kép: 11. emelet (I'5, Fotódokumentáció)

Lépcsőház

A lépcsőházba kintről lehet bejutni, ez igazából a Siló bejárata is. Az előtérből a földszintre 1 métert áthidaló lépcsővel juthatunk. Az első emeletre és a pincébe húzott karú lépcső vezet. Az első emelettől a 11. emeletig kétkarú lépcső biztosítja a feljutást, ahol az emeletmagasság 2,95 méter. A pihenők szélessége nem egyforma, és eltérnek egymástól. A lépcsőkarok általában 1,7 méter hosszúak, nyolc fellépővel és hét belépővel rendelkeznek, szélesség 90 cm. A 12. és 13. emelet nem a lépcsőházból érhető el; ezeket a 11. szinttől induló, egykarú acél lépcsőn keresztül lehet megközelíteni, amely a tetőre is vezet. A lépcsőház tartószerkezete, beleértve a lépcsőket, betonból készült.

Födémáttörések

Szinte minden szinten találhatók födémáttörések. Az északi részen, a hetedik és kilencedik szint között arányosan elhelyezkedő, 40x100 cm-es áttörések találhatók, amelyek valószínűleg valamilyen géphez vagy csővezetékhez kapcsolódhattak. A 10. szinten szintén hasonló ritmusban és méretben fordulnak elő födémáttörések az északi oldalon, hasonlóan az első és kilencedik szint közötti szintekhez. A gabonátároló siló feletti födémében is megjelennek áttörések.

A kutatás és 3D modell készítése segített megérteni az épület szerkezeti felépítését, valamint hogy ennek milyen kapcsolata van/volt a benne található és már nem található gépekkel. A födémáttörések árulkodnak arról, hogy hol lehetett még hasonló gép, illetve hogy ezek hol csatlakoztak egymáshoz. A tartószerkezet nagy százalékban jó állapotú, a födémek állapota sok esetben veszélyes és felújításra szorul.

4.3. Gépek

A kutatás fő célja a gépek pontfelhős dokumentálása volt. A gépek fennmaradása sokkal különlegesebbé tette az épületet. Méreteik sokszor meghökkentőek voltak elsőre. Dokumentálásuk ipari örökségvédelmi szempontból fontos volt és hiánypótló. Felmérésük más módszerrel jelentősen nehezebb lenne és sokkal több időt igényelt volna. A bemutatott technológiát örökség védelmi szempontból más területen is alkalmazzák. A fiumei sírkert mauzóleumának felmérése is ezzel zajlott.

5. A LiDAR-technológia és a silóépületek, mint „művészeti terek”

5.1. Re_vitalizáció_Belgrád

Belgrád, Szerbia pezsgő fővárosa, a Duna partján egy különleges építménnyel büszkélkedhet, amely egykor gabonátároló silóként működött. A 21. században az épület a város egyik legfontosabb turisztikai látványosságává vált, mely minden korosztályt kiszolgál. Az épület megmentése a Gaia nevű nonprofit szervezet munkájának köszönhető. Ez a 28 méter magas létesítmény 64 henger alakú tárolóból áll. Ma kulturális központként működik, és ökológikus tájépítészeti megoldásokkal igyekszik zöldíteni Belgrád városszövetét. Mindemellett egy kortárs vászonként is funkcionál, melyeken híres képzőművészek alkotásai láthatóak például: White Bee, Gaia’Heart. (SILOSI,2024)



12. Kép: Belgrád, Siló
(https://www.diplomacyandcommerce.rs/wp-content/uploads/2024/10/Foto-Silosi_c.rs_.jpg)

5.2. Re_vitalizáció_Kína

A Shenzhenben, Kínában található, O-office Architects által tervezett Silo Reconversion egy innovatív projekt, amely egy elhagyatott gabonátárolót alakított át modern közösségi térré. Az építészek célja az elhagyatott ipari épületek fennhagyott tereinek vizsgálata és kutatása. Céljuk az volt, hogy valamilyen új lehetőségekre bukkanjanak a várostervezésben és építészetben. Az épület ipari múltját megőrizve integrálták az új funkciókat, melyek kulturális és közösségi célokat szolgálnak. Az átalakítás kiemeli a struktúra erőteljes formavilágát, miközben kortárs elemekkel gazdagítják a teret. (DIVISARE, 2024)



13. Kép: Kína, Siló
(<https://divisare.com/projects/272728>)

5.3. Re_vitalizáció_Budapest

A Hengermalom projekt Budapest egyik új kezdeményezése, melyet az Építész Stúdió a Város és Folyó Egyesület a Beltex ingatlannal közösen szervezett. Célja a Budai Hengermalom újra keltése. Az első lépés a Keltetés volt, mely egy 9 napos eseménysorozat volt, ahol a helyi és a város lakói is ellátogathattak a Hengermalomba. Közösségi programok és Workshopok keretein belül használati javaslatokat nyújthattak be az emberek. Zenés rendezvényeket szerveztek. Mindennap épületbejárást szerveztek korlátozott számú csoportnak. A projektterv szerint, már 2025-ben elkezdődne az épületek elfoglalása, belakása.

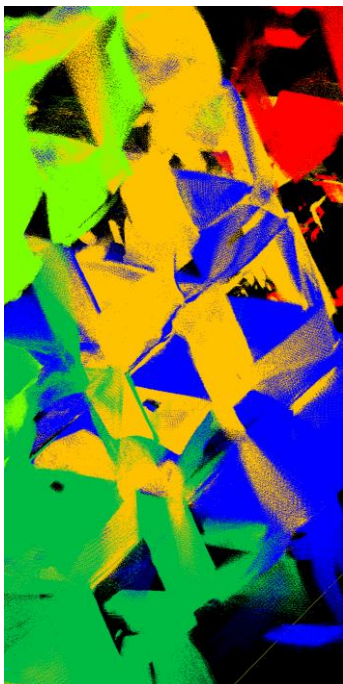


14. Kép: Budapest, Hengermalom

(HENGERMALOM, 2024)

5.4. Re_konstrukció

A digitális felmérési adatok feldolgozása során keletkező pontfelhők meglátásom szerint sajátos és érdekes esztétikával rendelkeznek. A kutatás során a feldolgozás egyes pillanatképeit ragadtam ki, amik absztrakt formában mutatják be a pontfelhők vizuális megjelenését.



15. Kép: Egyesítés



16. Kép: Részlet



16. Kép: Részlet

6. Lezárás

Kutatásom egy hosszabb folyamat első fázisa, melyben bemutattam azt, hogy hogyan történik egy ipari épület felmérése digitális technológiával. A rákospalotai Növényolajgyár siló épületét és a benne található gépeket LIDAR technológiával és hagyományos módszerekkel mértem fel. A felmérés alapján 3D modellt és tervdokumentációt készítettem.

Dolgozatomban egy ipari örökségvédelem szempontjából is fontos területtel foglalkoztam. Megállapítható, hogy a LIDAR technológia az egyik legalkalmasabb a silóéhoz hasonló léptékű épületek felmérése során, mivel olyan részleteket is képes rögzíteni, melyre hagyományos eszközökkel nincs lehetőség. Azonban fontos megjegyezni, hogy a hagyományos technika sem elhanyagolható, mert sokkal nagyobb pontosságot eredményez a két technika vegyítése. Kutatásom eredményei tovább hasznosíthatóak oktatási célra, további TDK vagy MDK dolgozatokhoz, akár féléves tervek vagy diplomamunkák alapjául is szolgálhatnak.

Forrásjegyzék:

Wikipédia: *Budapest XV. kerülete*

https://hu.wikipedia.org/wiki/Budapest_XV._ker%C3%BClete

Utolsó megnyitás dátuma: 2024.10.20

Wikipédia: *Rákospalota*

<https://hu.wikipedia.org/wiki/R%C3%A1kospalota>

Utolsó megnyitás dátuma: 2024.10.20

Rátonyi Gábor Tamás: *A Rákospalotai Növényolajgyár története*, 2012

https://bpxv.blog.hu/2012/09/26/a_rakospalotai_novenyolajgyar_tortenete

Utolsó megnyitás dátuma: 2024.10.20

BPXV kulturális térkép: *Rákospalotai Növényolajgyár*, 2023

<https://bpxvkulturalisterkep.hu/rakospalotai-novenyolajgyar/>

Utolsó megnyitás dátuma: 2024.10.20

Nagy Károly: *Egy nyugdíjas visszaemlékezései (Unilever Tömegsport Egyesület, 2000)*

<https://www.unileversport.hu/hirek/h2007/gyarielet/emlek%202007.htm>

Utolsó megnyitás dátuma: 2024.10.20

I5: Budapest_Rákospalota_Növényolajgyár, Budapest, ÓE, 2024

BYTECH: *Mi az a LiDAR technológia és hogyan működik?*, 2024

<https://bytech.hu/lidar/>

Utolsó megnyitás dátuma: 2024.10.20

TÉRSZKENNELÉS: *A lézeres felmérés története*, 2020

<https://terszkenneles.hu/lezeres-felmeres-tortenete/>

Utolsó megnyitás dátuma: 2024.10.20

LEICE: *Mi a Lidar három típusa*, 2024

<https://hu.leicelidars.com/info/what-are-the-three-types-of-lidar--93005493.html>

Utolsó megnyitás dátuma: 2024.10.20

SILOSI, 2024

<https://silosi.rs/>

Utolsó megnyitás dátuma: 2024.10.20

DIVISARE: *O-Office architects, Silo Reconversion, Shenzhen, China*, 2014

<https://divisare.com/projects/272728-o-office-architects-silo-reconversion-shenzhen-china>

Utolsó megnyitás dátuma: 2024.10.20

HENGERMALOM, 2024

<https://hengermalom.com/>

Utolsó megnyitás dátuma: 2024.10.20

Ábrajegyzék:

1. Kép: Rákospalota, Árpádút (<http://veke.hu/2007/05/25-eve-nincs-55-villamos/>)
2. Kép: Rákospalotai Növényolajgyár örökségvédelmi besorolása (I'5, 2024)
3. Kép: Siló épület (Saját fotó)
4. Kép: Légi lézer szkennelés
(https://hu.wikipedia.org/wiki/LIDAR#/media/F%C3%A1jl:LiDAR_i_lend.gif)
5. Kép: Pince (I'5, Fotódokumentáció)
6. Kép: 5. emeleti gép digitális felmérése (I'5, Fotódokumentáció)
7. Kép: A 11. emelet hagyományos felmérési manuáléja iPaden rajzolva (I'5, 2024)
8. Kép: Pontfelhő beazonosítása (Saját képernyőkép)
9. Kép: Hagományos módon nehezen mérhető geometria modellezése pontfelhő alapján (Saját készítésű)
10. Kép: Elkészült 3D modell a Siló épületről (Saját készítésű)
11. Kép: 11. emelet (I'5, Fotódokumentáció)
12. Kép: Belgrád, Siló
(https://www.diplomacyandcommerce.rs/wpcontent/uploads/2024/10/FotoSilosi_c.rs_.jpg)
13. Kép: Kína, Siló (<https://divisare.com/projects/272728>)
14. Kép: Budapest, Hengermalom (Saját fotó)
15. Kép: Egyesítés (Saját készítésű)
16. Kép: Részlet (Saját készítésű)
17. Kép: Részlet (Saját készítés)

PINCE

A L A P R A J Z

A

B

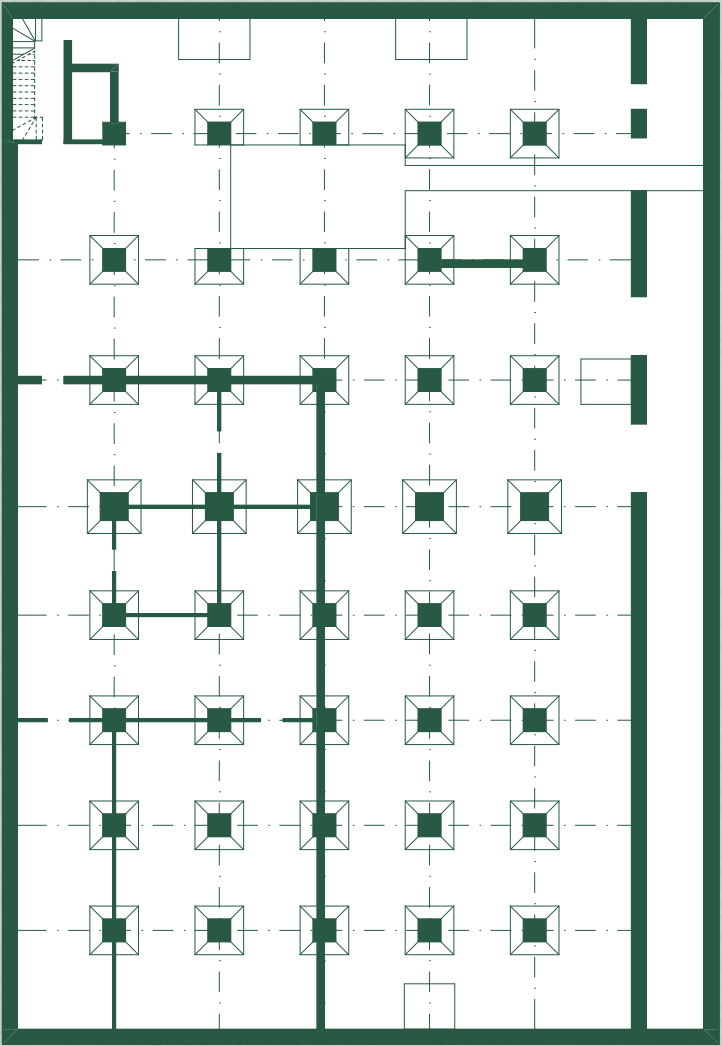
B

C

C

D

D

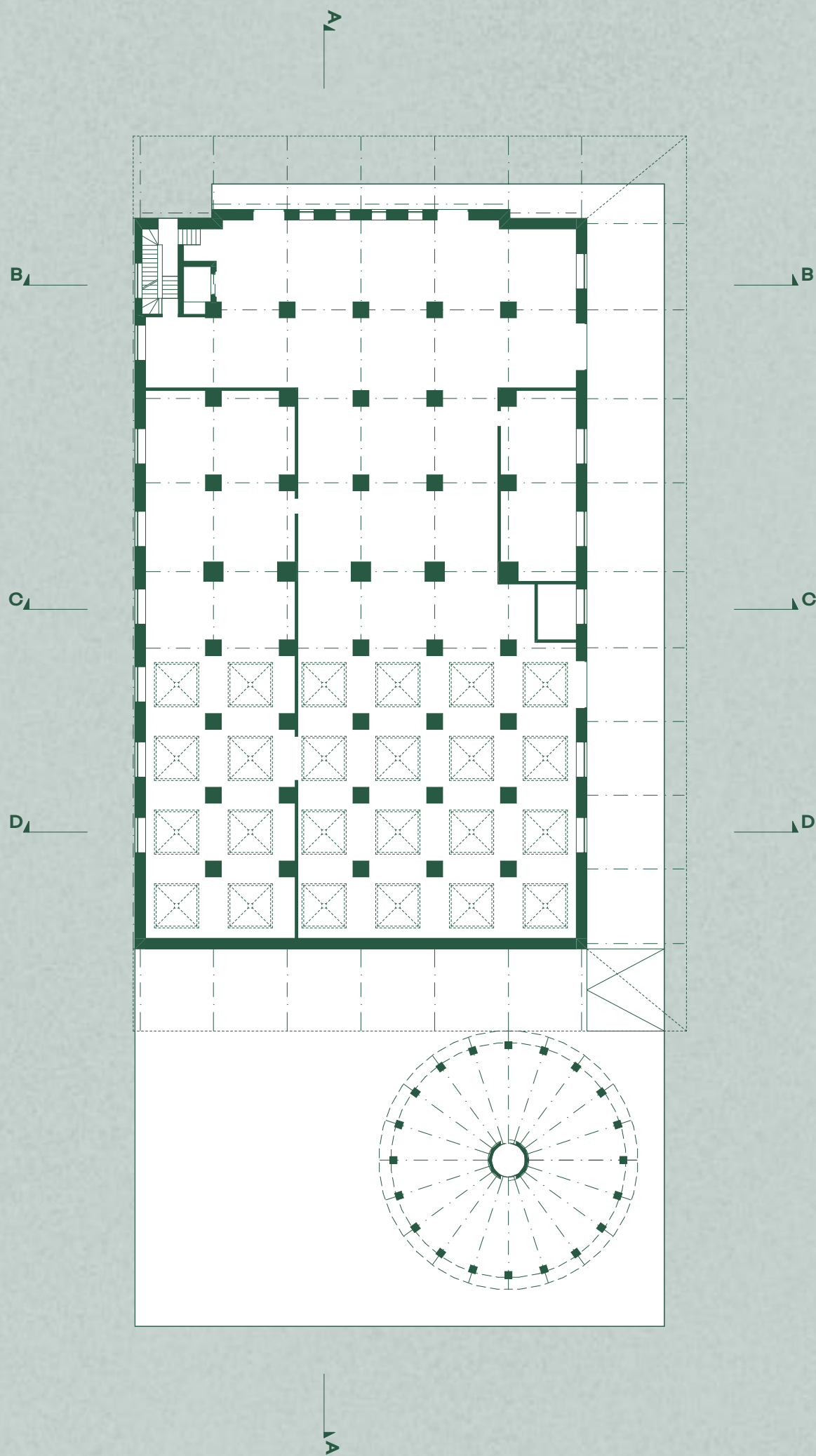


A

1 3 5 10 15

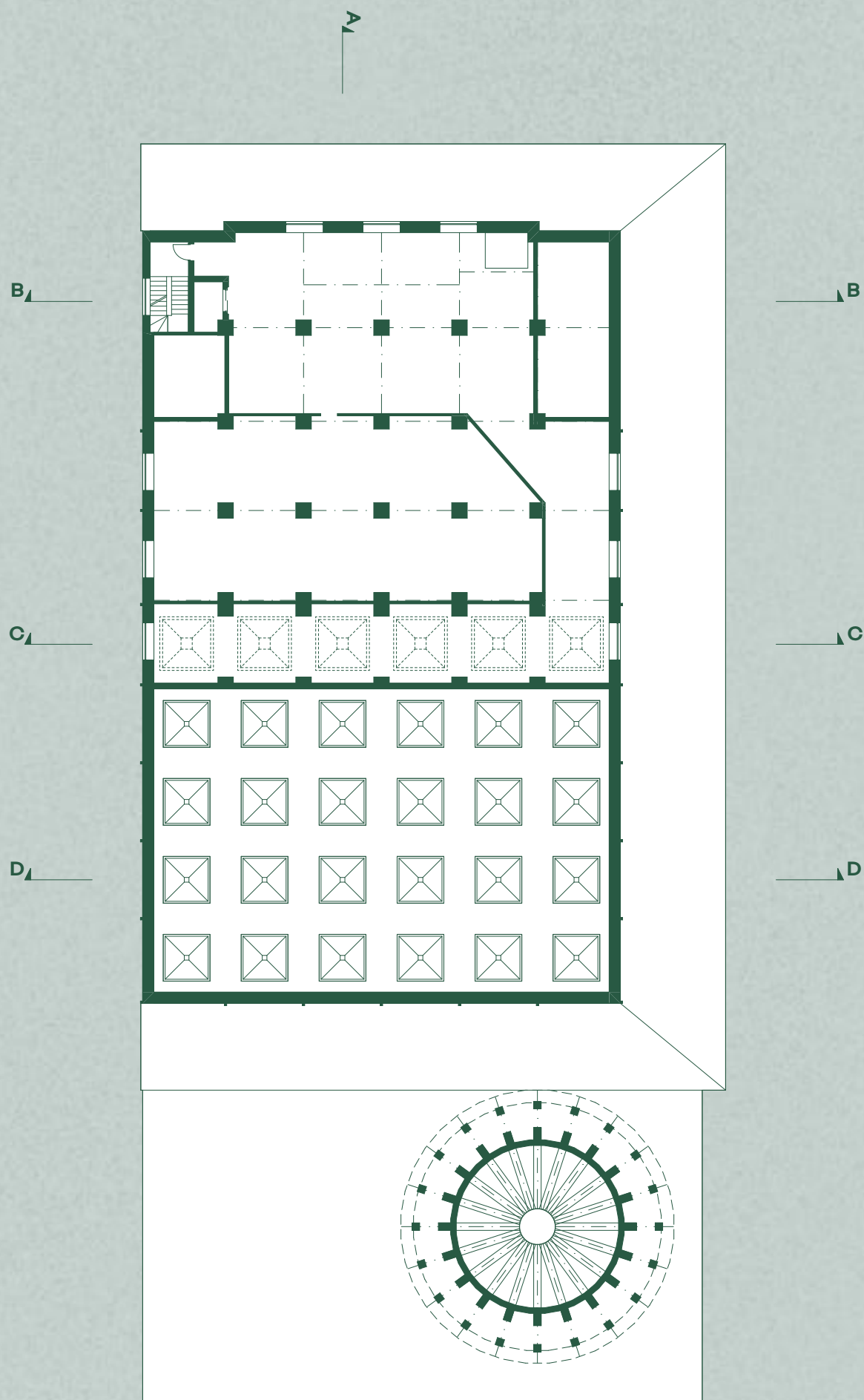
FÖLDSZINT

ALAPRAJZ



I . E M E L E T

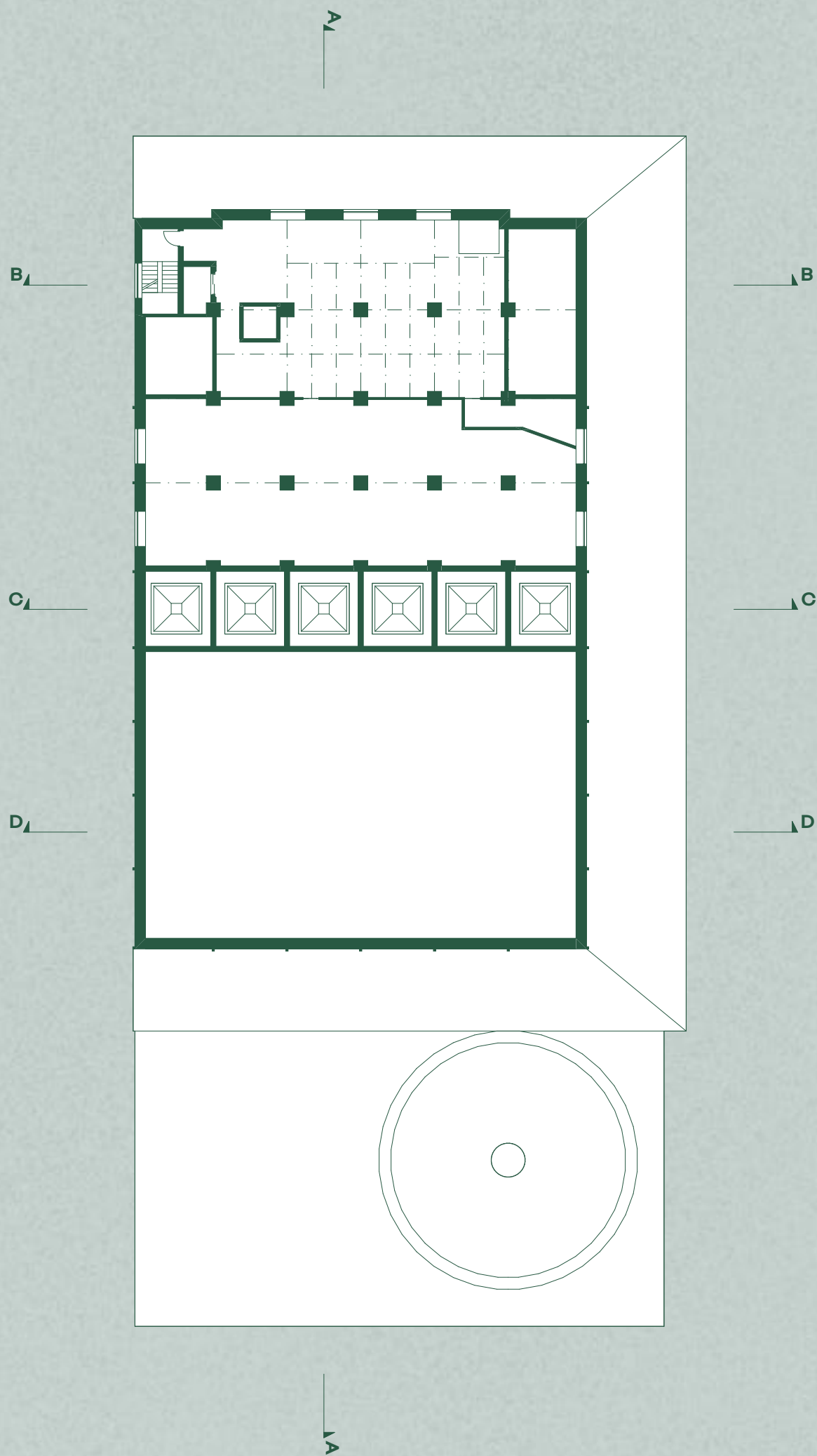
A L A P R A J Z



1 3 5 10 15

II. EMELET

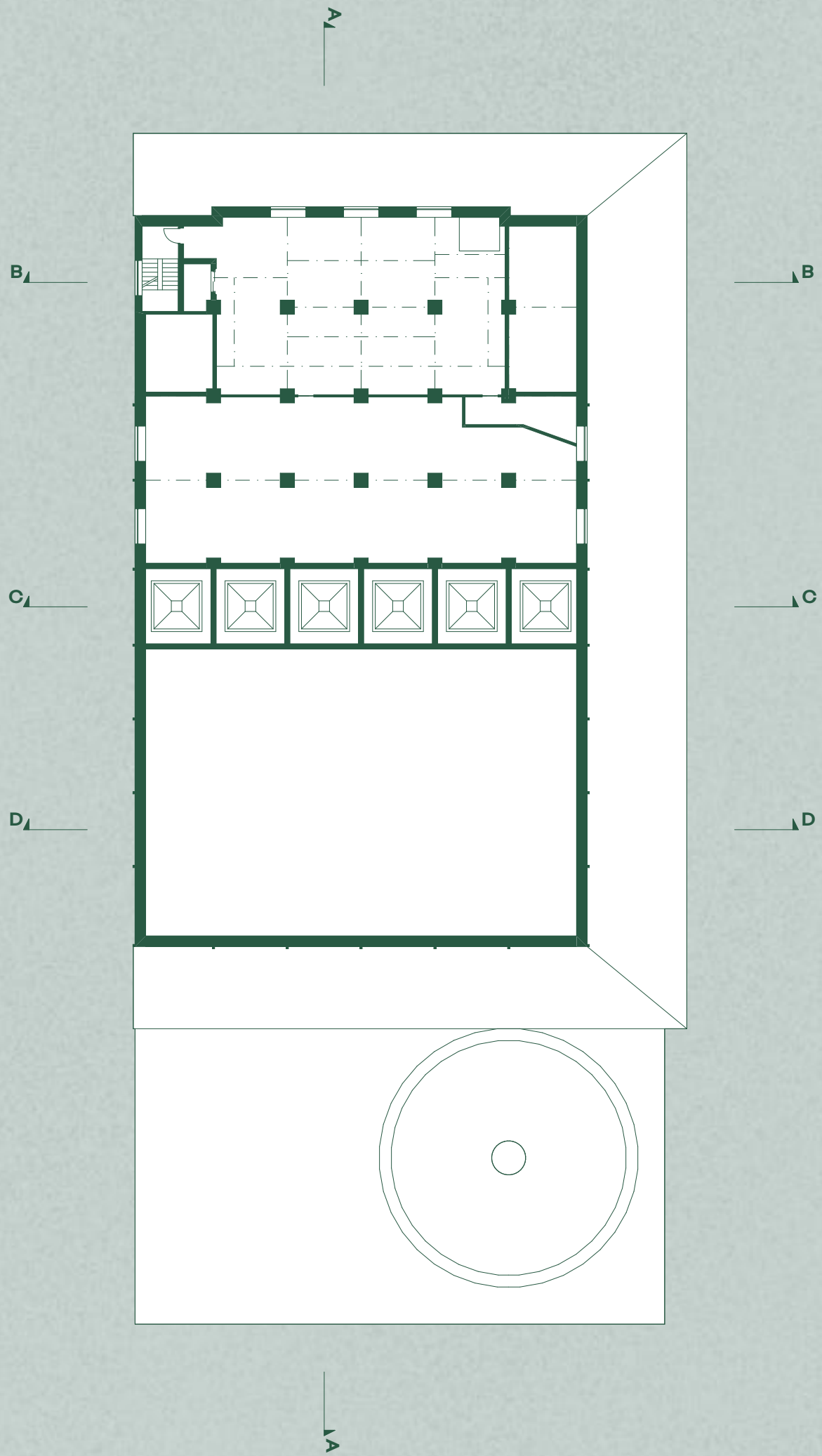
A L A P R A J Z



1 3 5 10 15

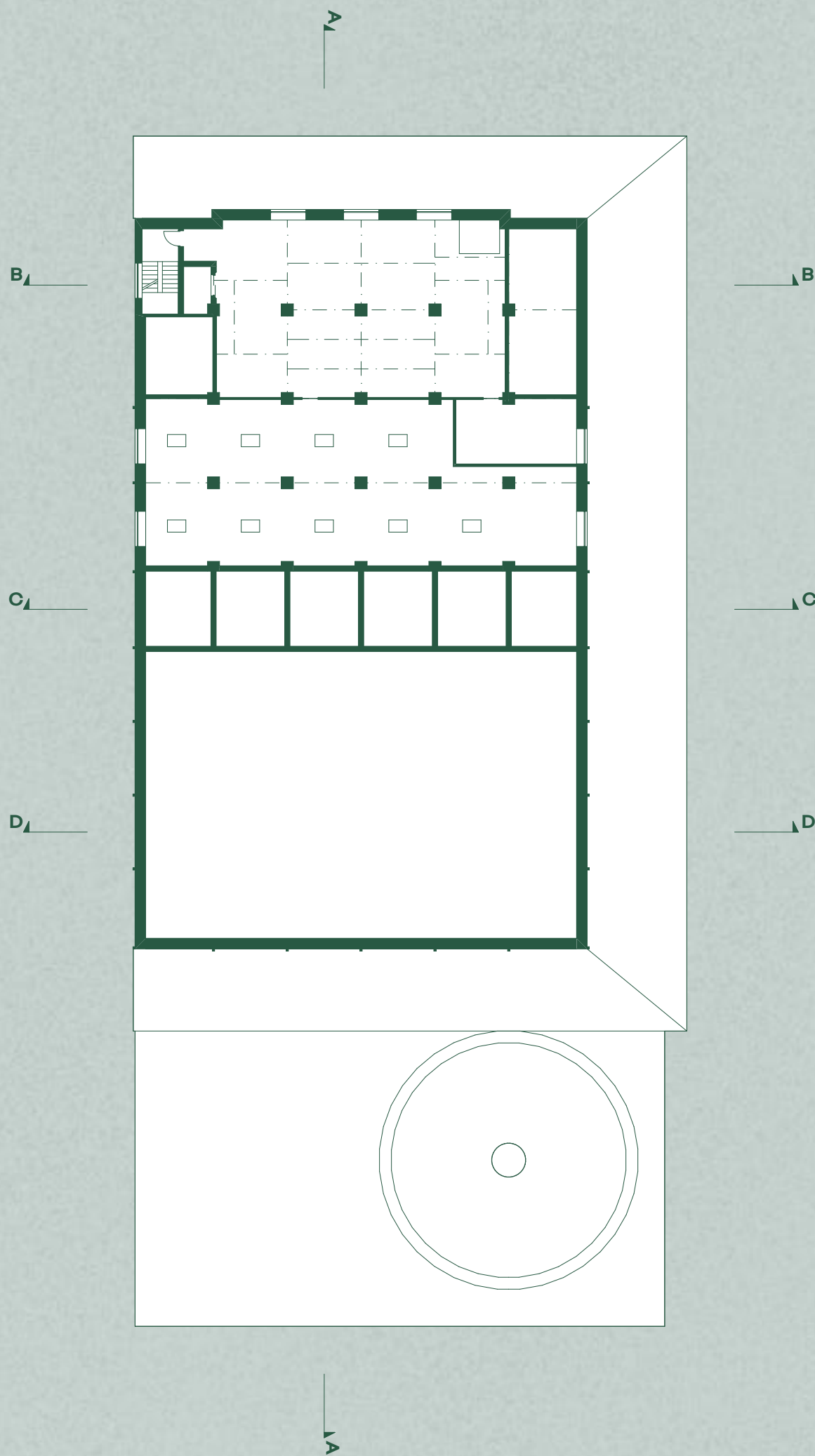
III. EMELET

A L A P R A J Z



IV. EMELET

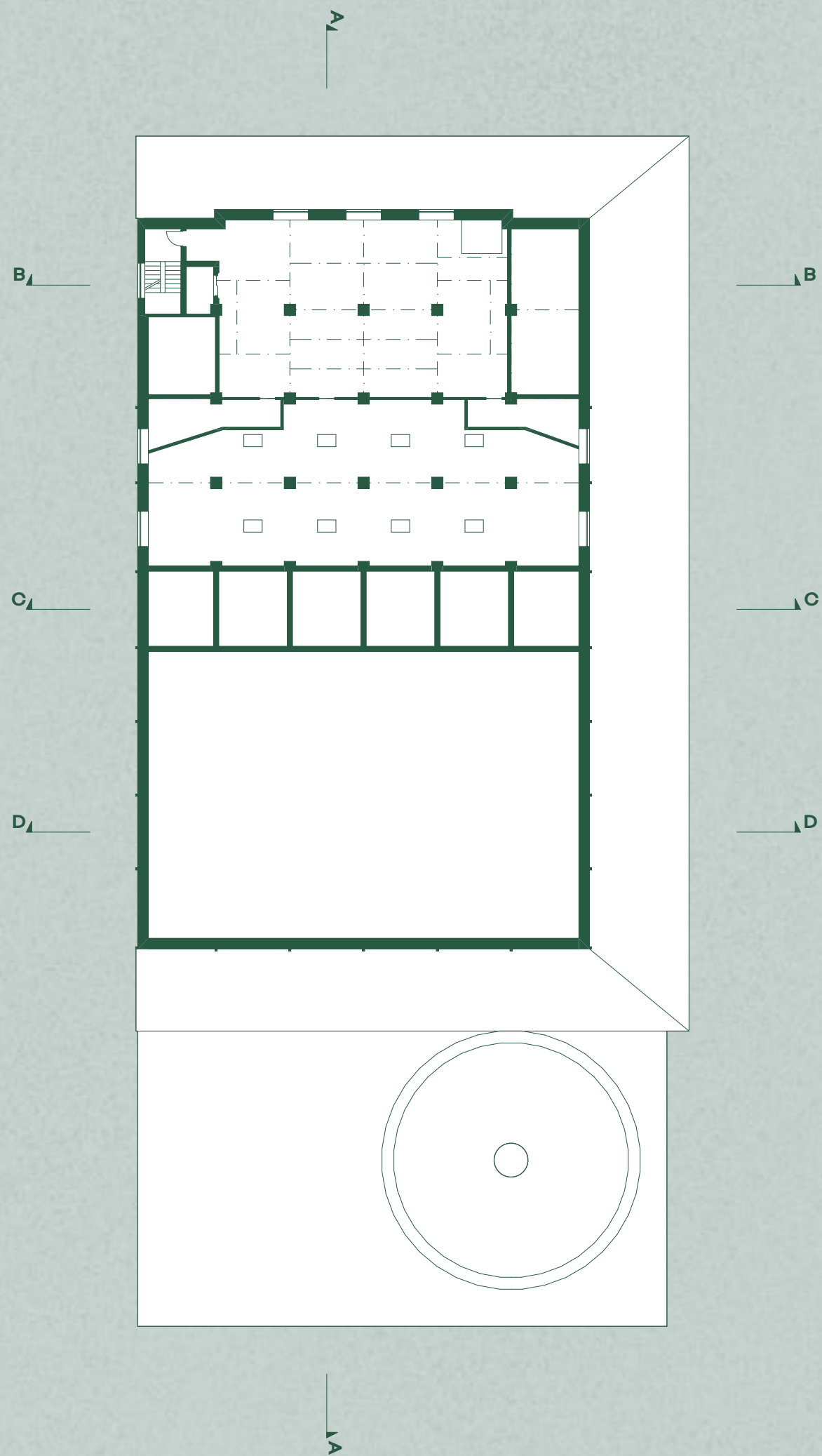
A L A P R A J Z



1 3 5 10 15

V. EMELET

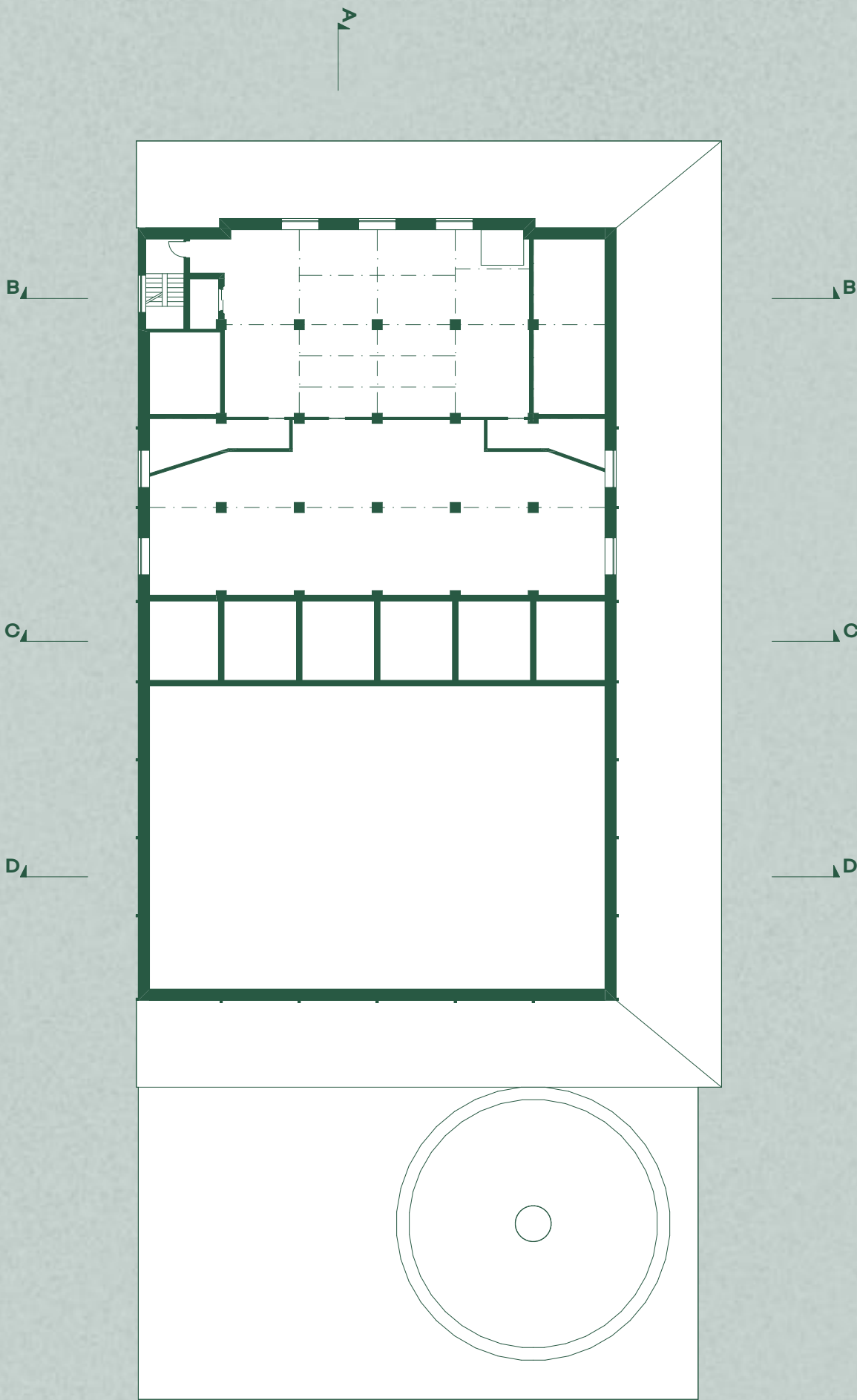
A L A P R A J Z



1 3 5 10 15

V I . E M E L E T

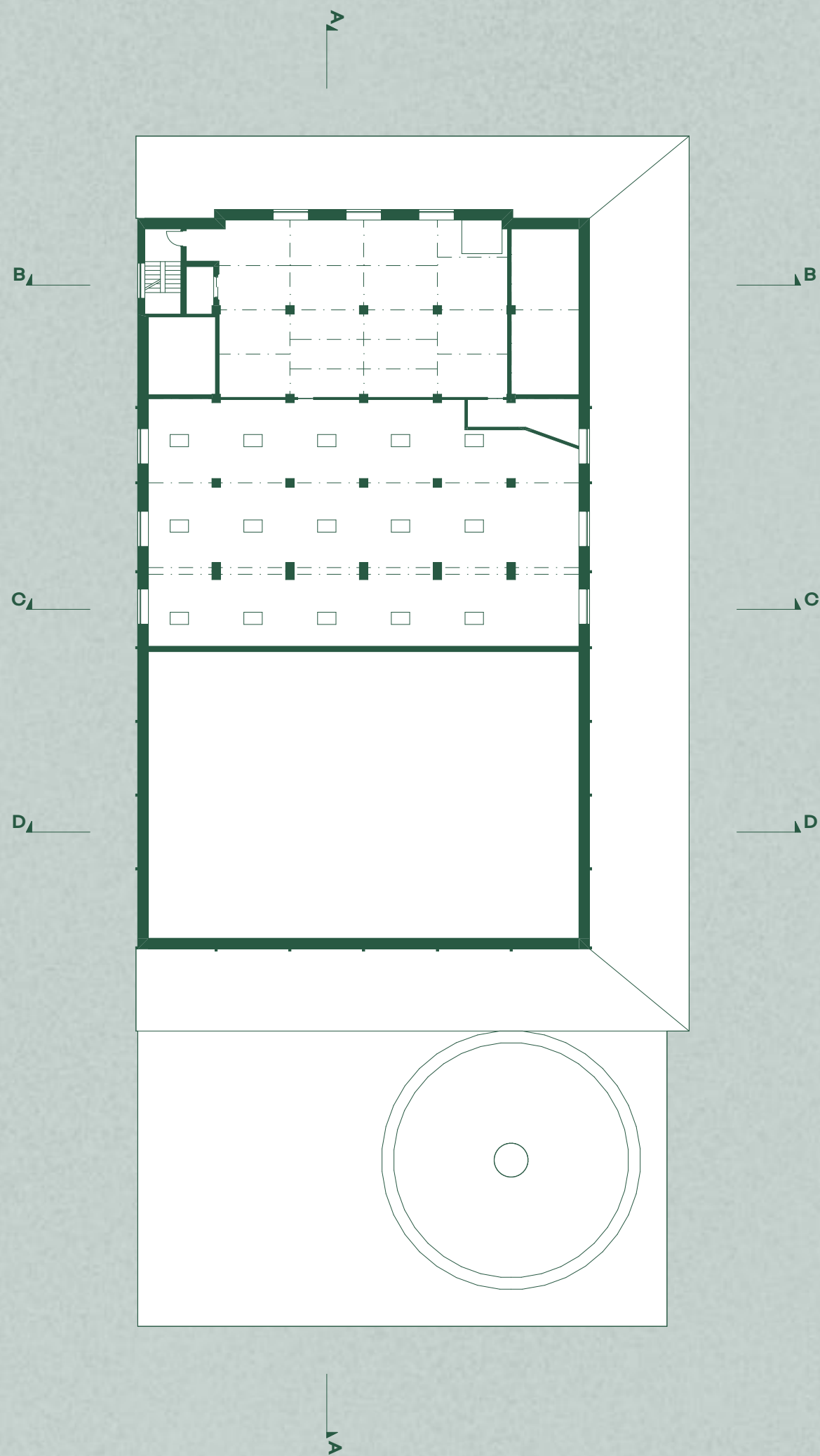
A L A P R A J Z



1 3 5 10 15

VII. EMELET

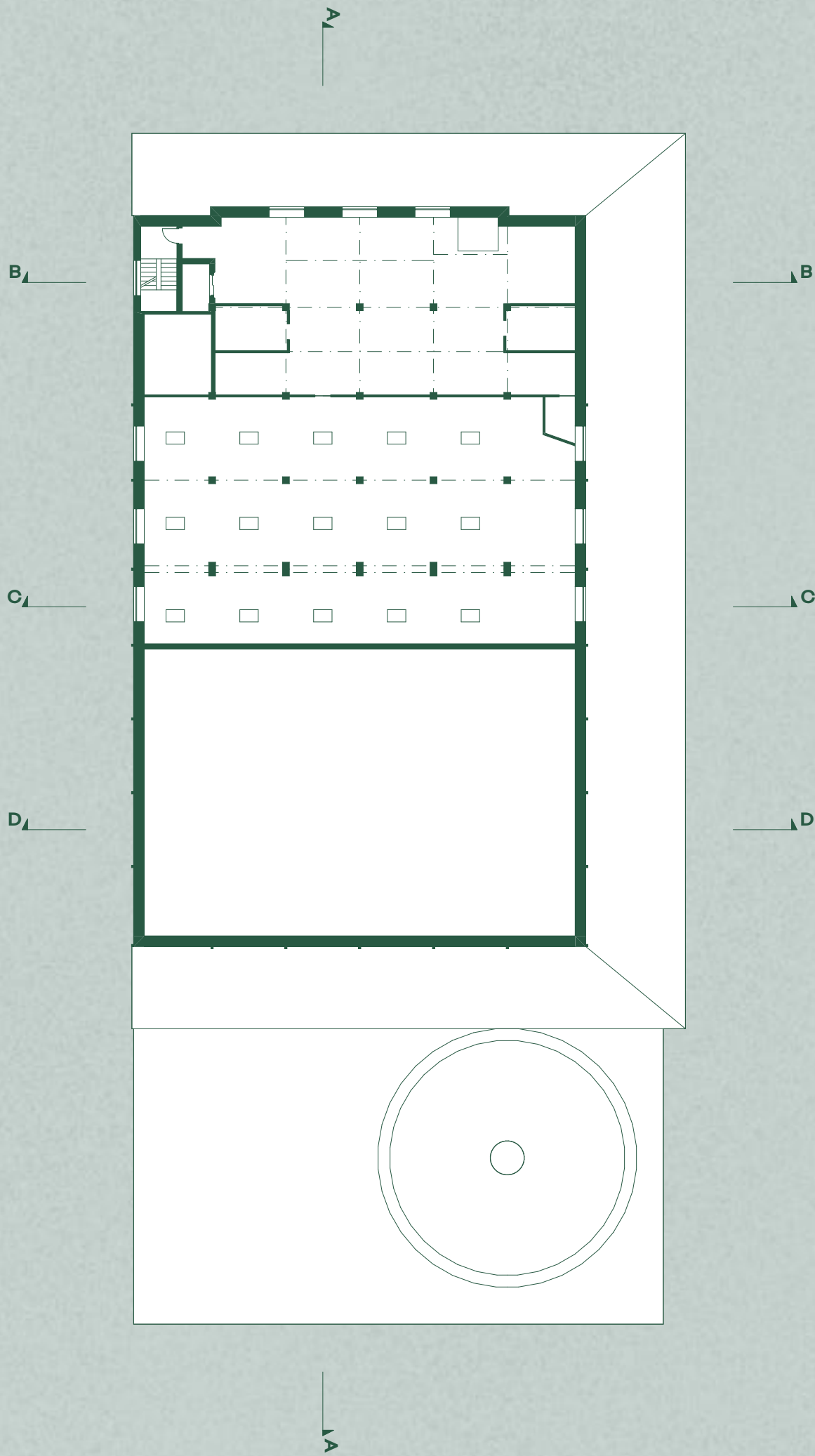
A L A P R A J Z



1 3 5 10 15

VIII. EMELET

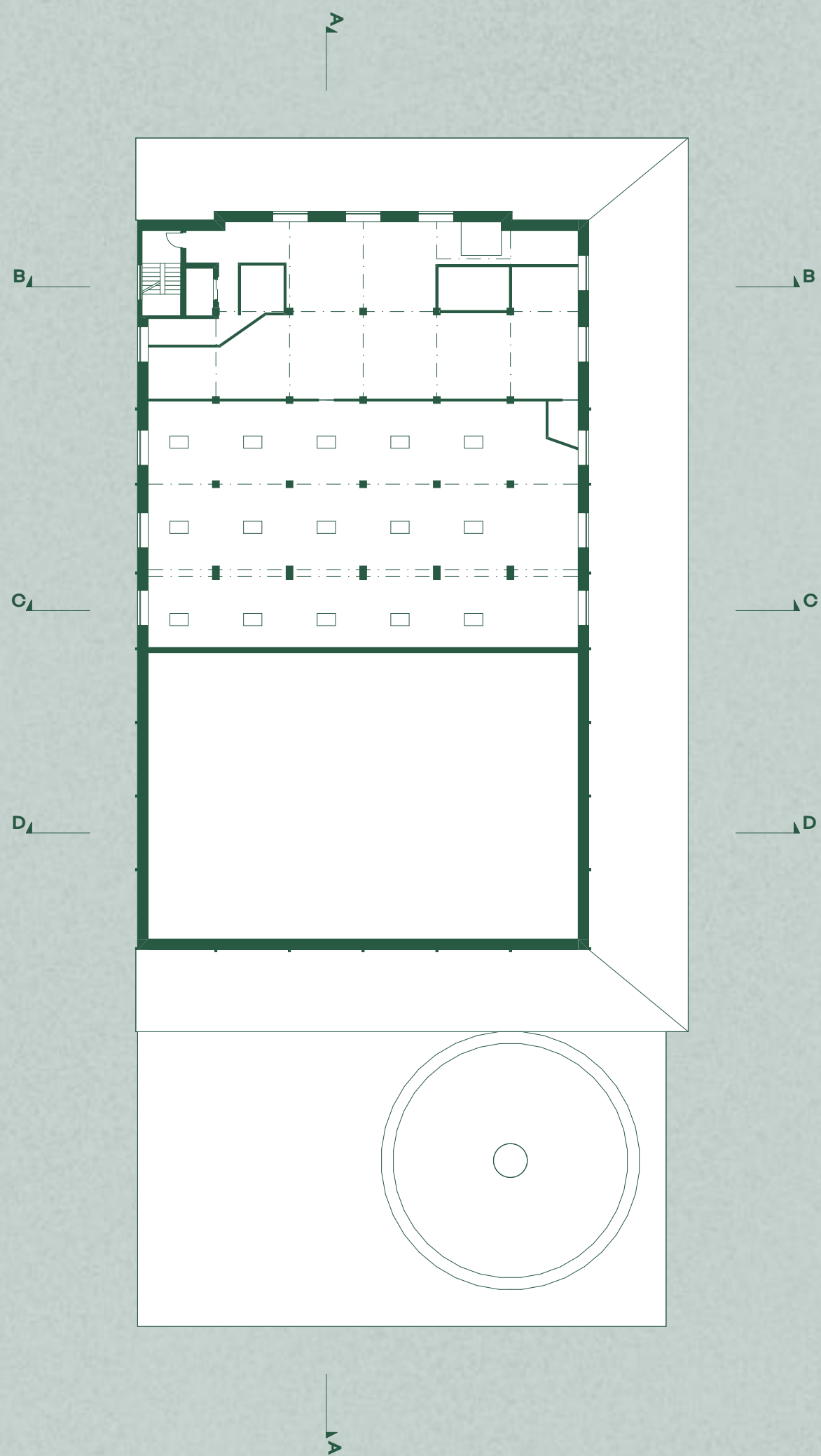
A L A P R A J Z



1 3 5 10 15

I X . E M E L E T

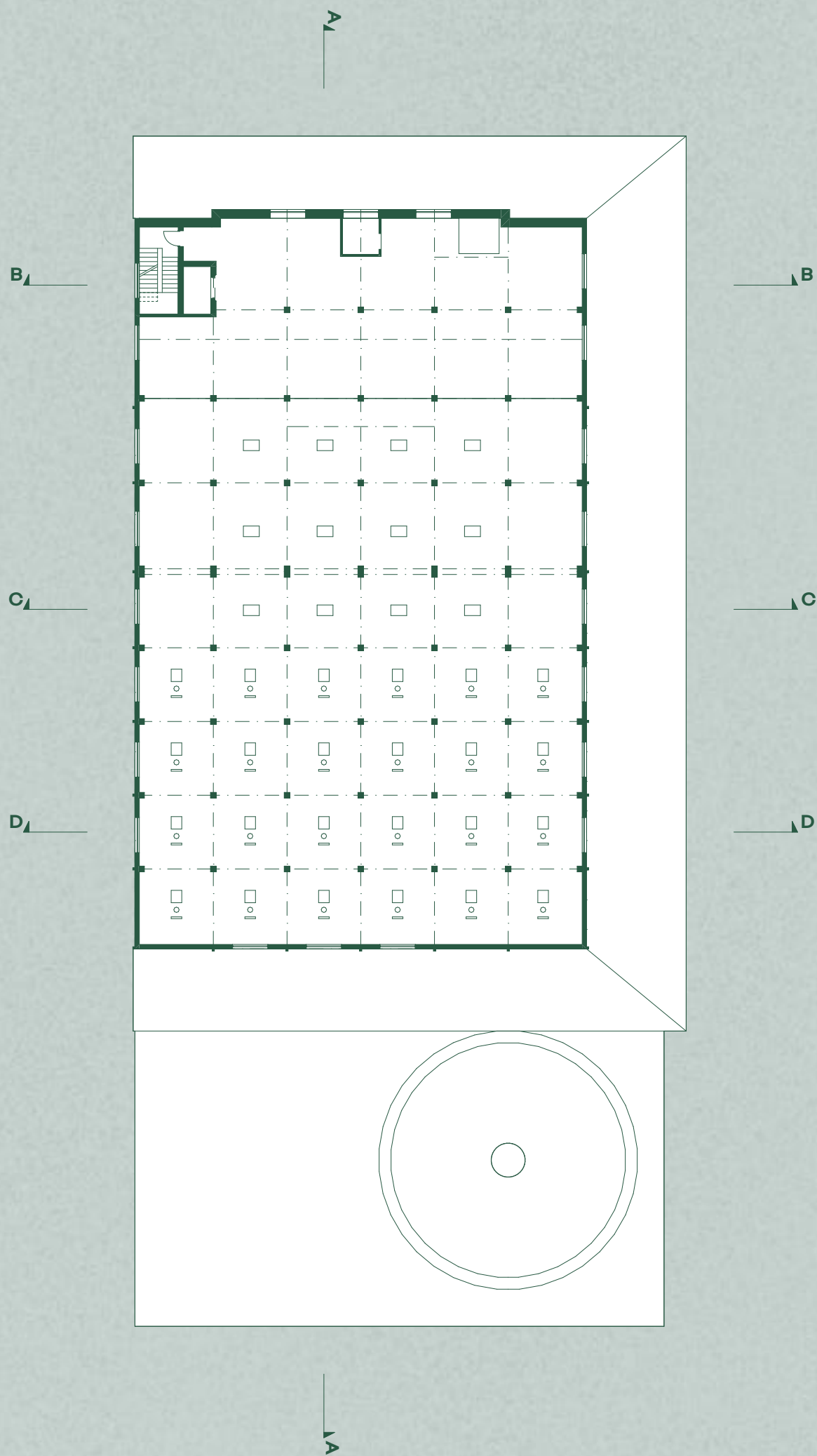
A L A P R A J Z



1 3 5 10 15

X . E M E L E T

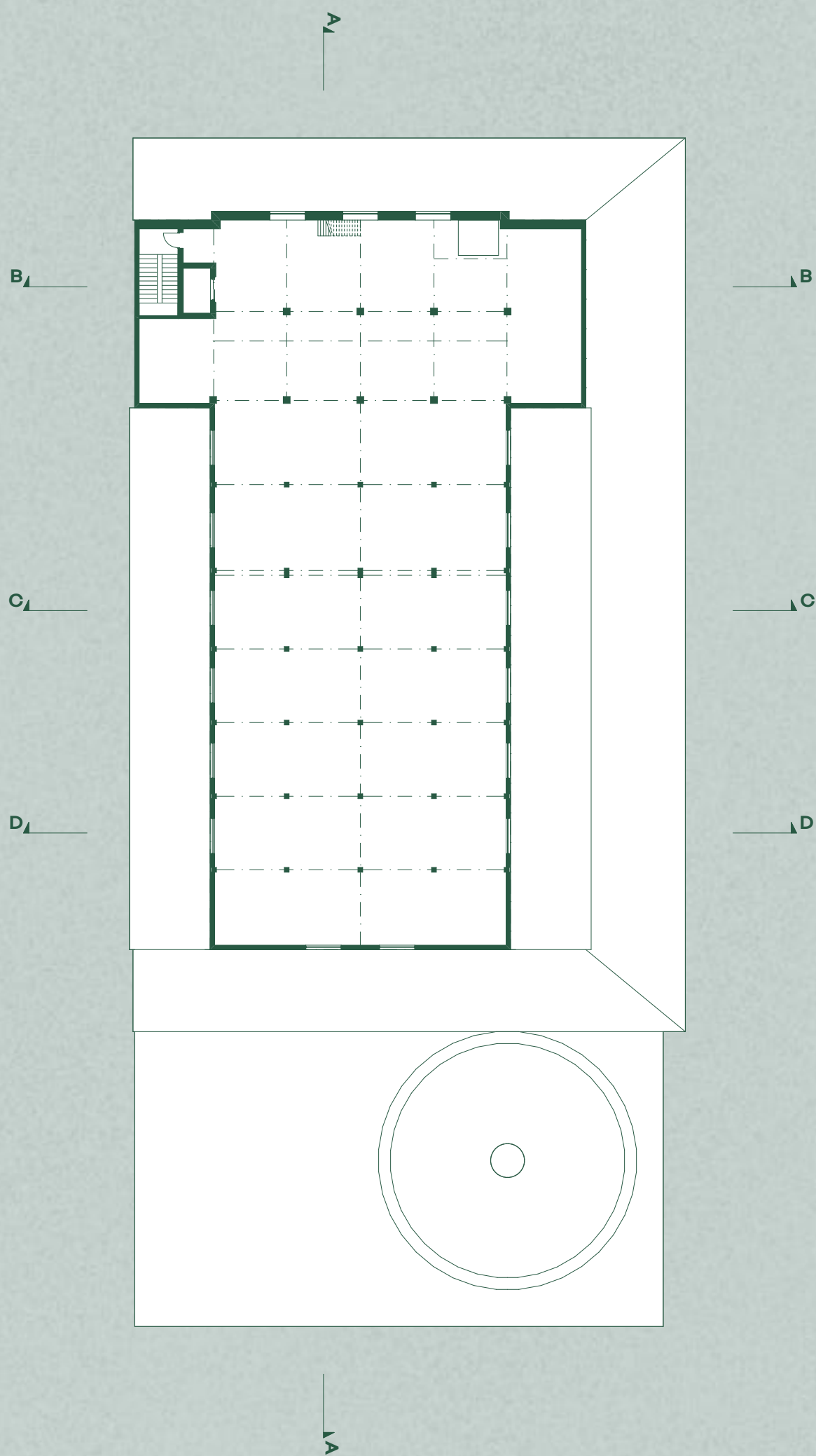
A L A P R A J Z



1 3 5 10 15

XI. EMELET

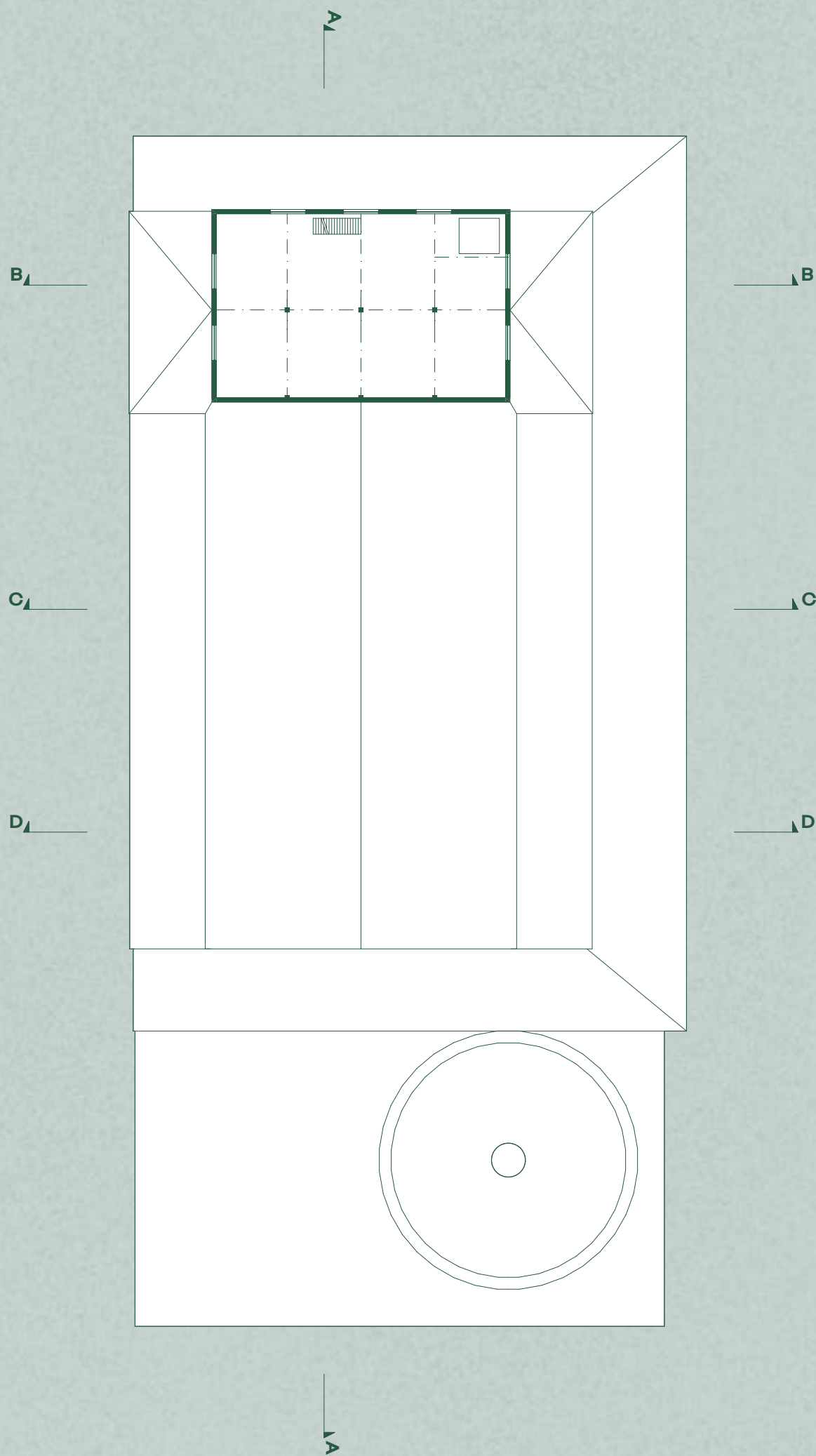
A L A P R A J Z



1 3 5 10 15

XII. EMELET

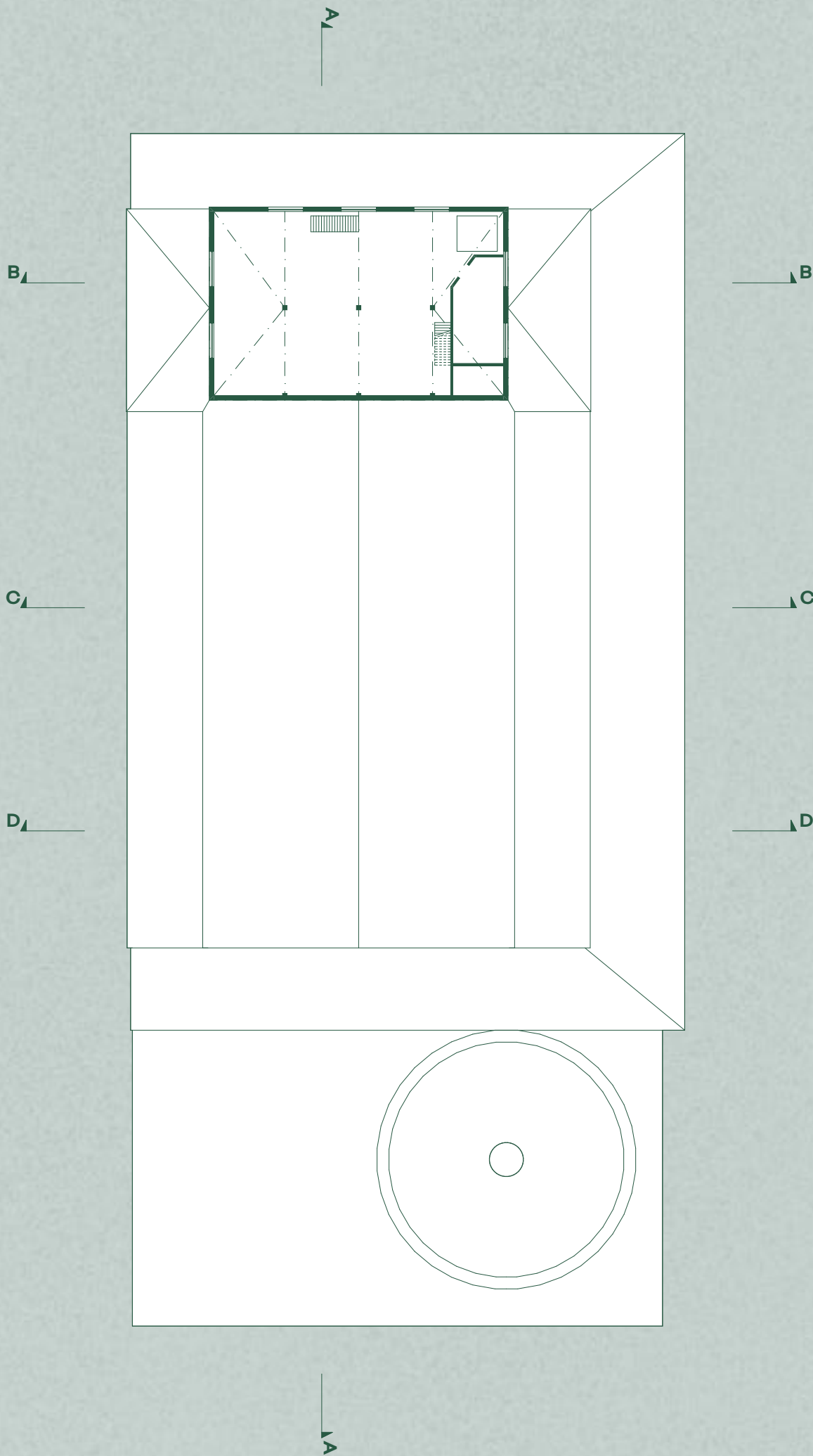
A L A P R A J Z



1 3 5 10 15

XIII. EMELET

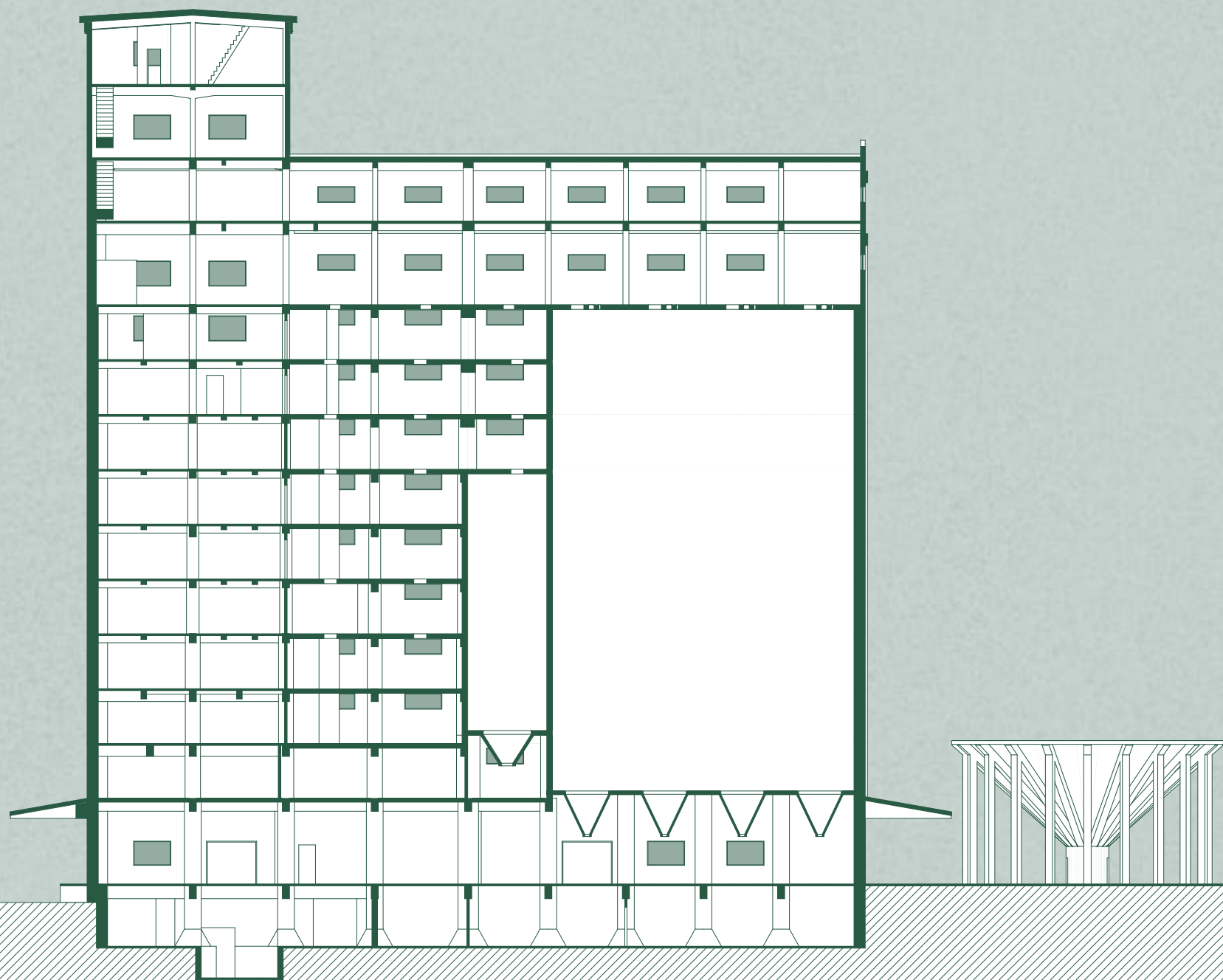
A L A P R A J Z



1 3 5 10 15

M E T S Z E T

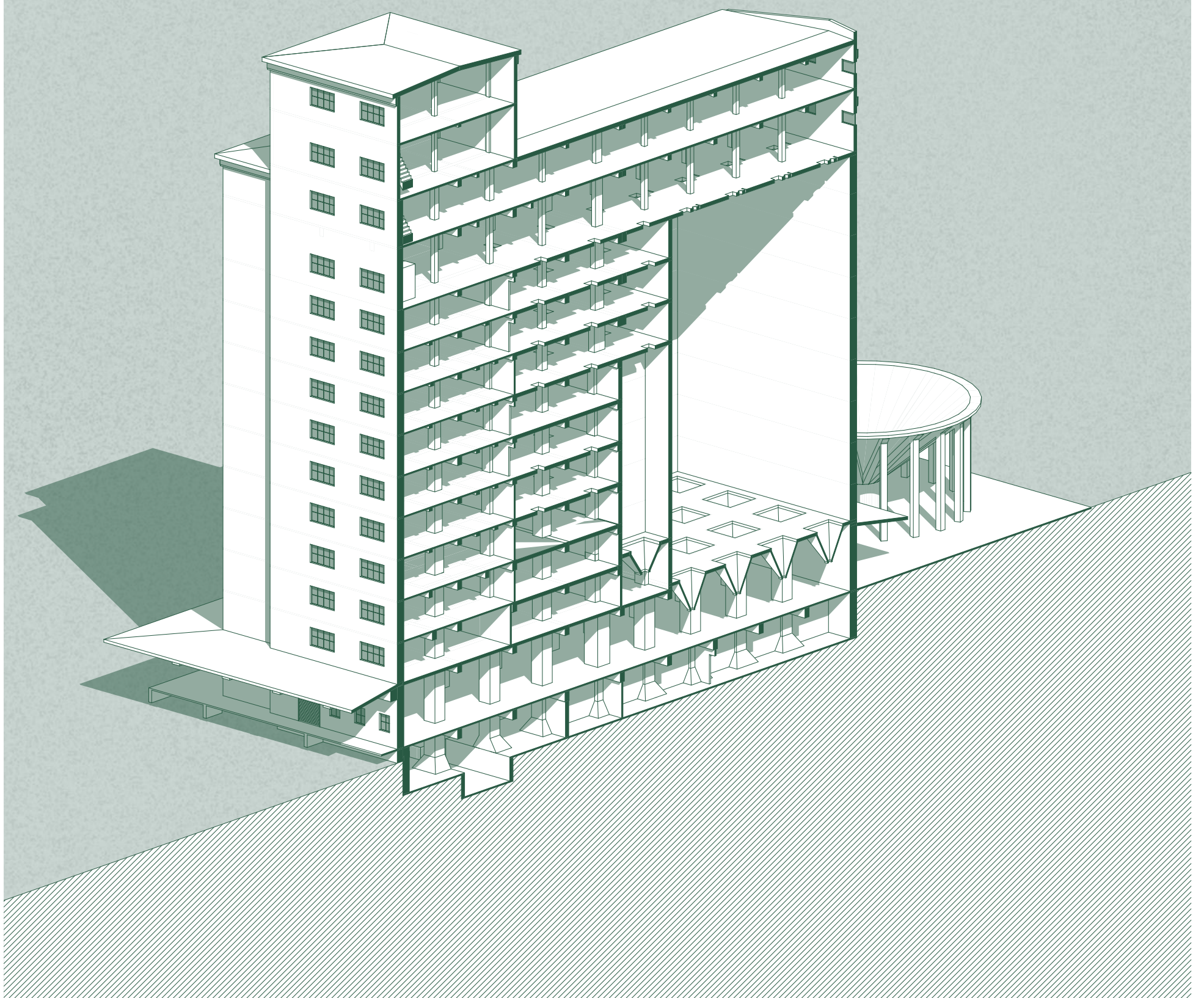
A - A



1 3 5 10 15

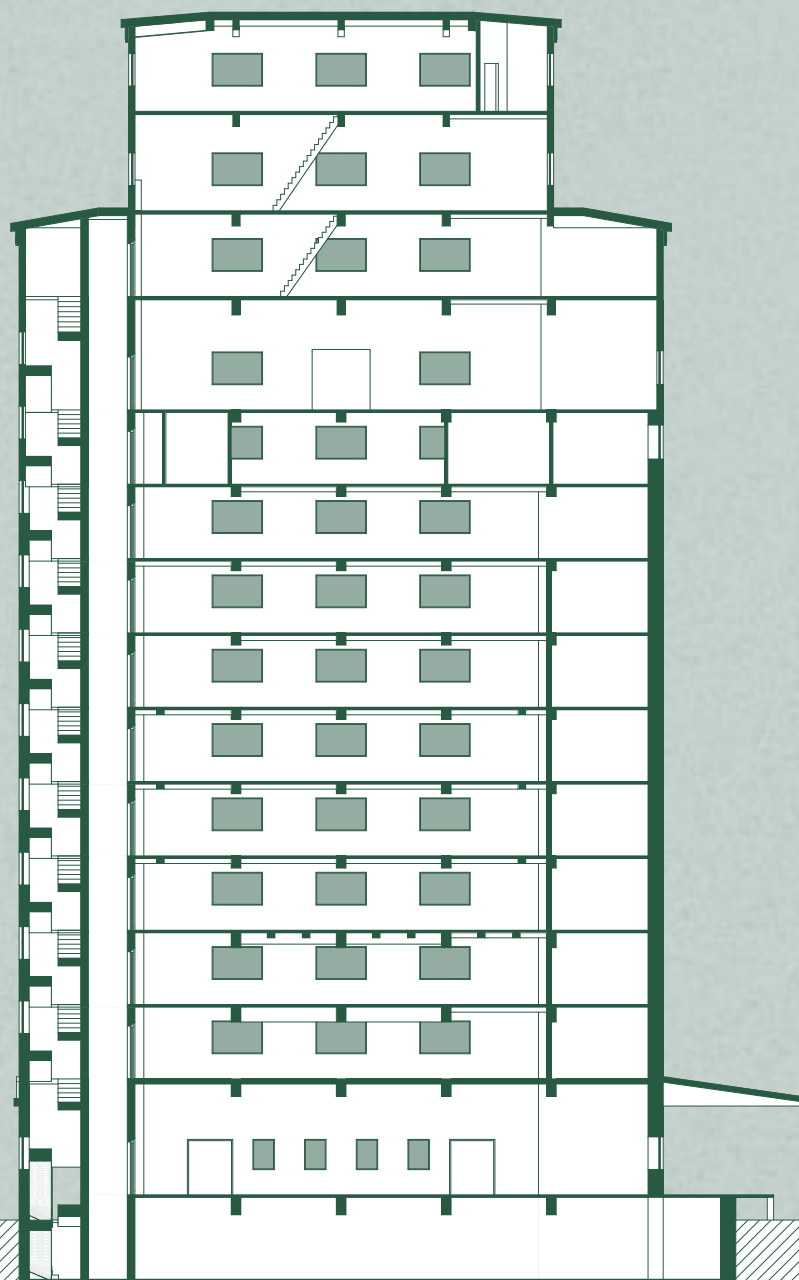
M E T S Z E T

A - A



M E T S Z E T

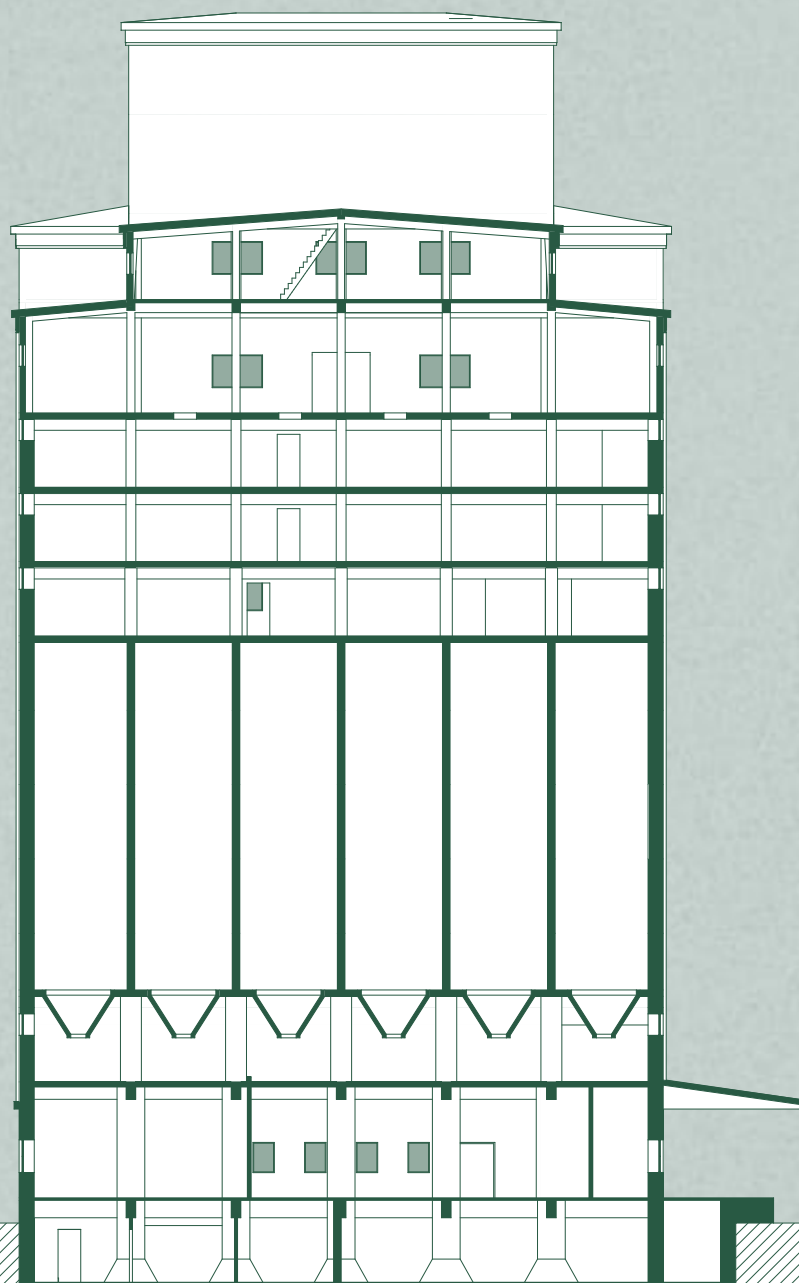
B - B



1 3 5 10 15

M E T S Z E T

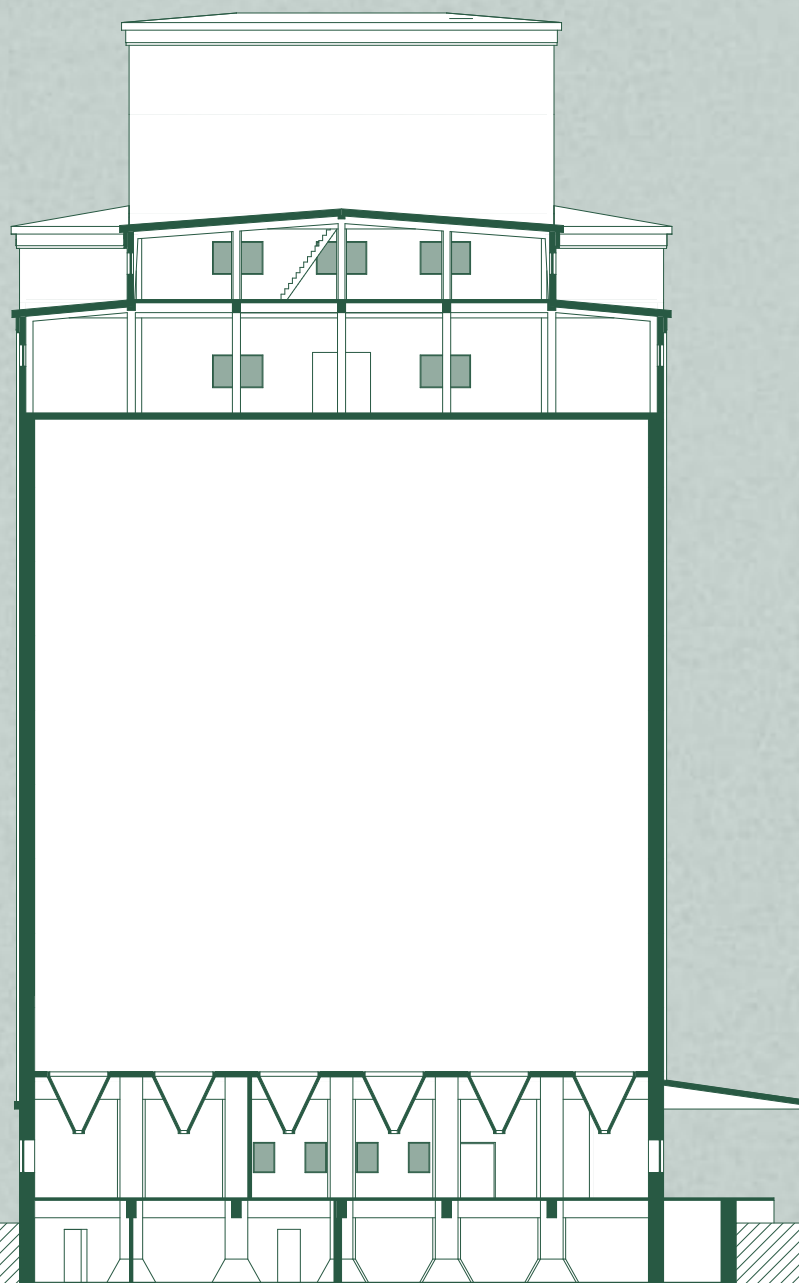
C - C



1 3 5 10 15

M E T S Z E T

D - D



1 3 5 10 15

ÉSZAKI

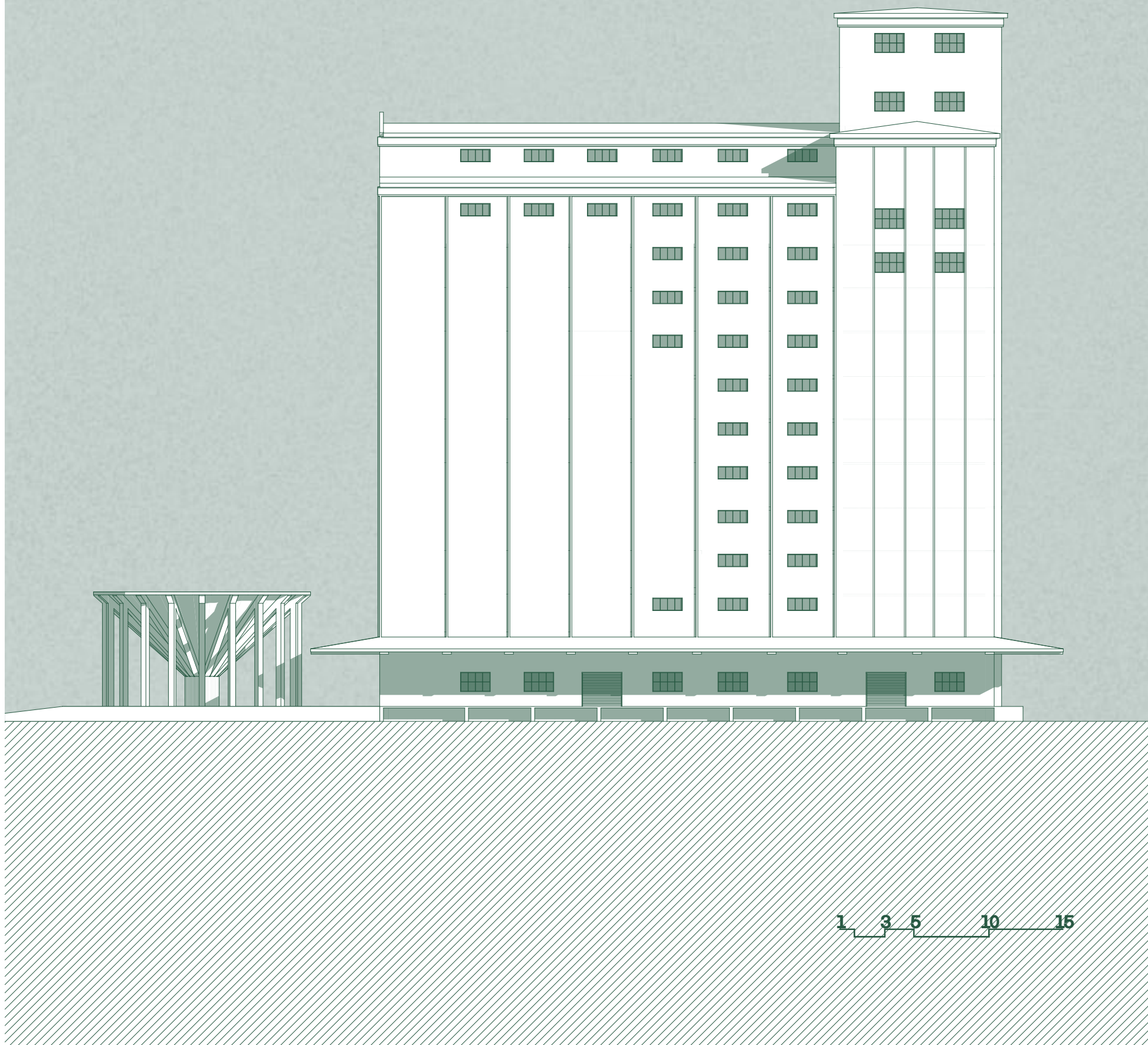
HOMLOKZAT



1 3 5 10 15

K E L E T I

H O M L O K Z A T



DÉLI

HOMLOKZAT



1 3 5 10 15

NYUGATI

HOMLOKZAT



1 3 5 10 15