FANINBEL bvba

De nieuwe marmervloer in de BP-building te Antwerpen

Evaluatie van de marmerkwaliteit en het schadepatroon

Report prepared for	**: Group Renotec, t.a.v. Jasper Hulsmans, hoofdprojectleider**
Work order no.	**: Patine Architecten, mail dd 8.1.2019**
Date	**: 18 februari 2019**
Issue	**: PAGRNT190218/MD/R0**

Inhoudstafel

1. Verantwoording 3
2. Plan van aanpak 4
3. Algemene kenmerken van het Arabescatomarmer 5
3.1. Naamgeving 5
3.2. Controle identificatie 9
4. Kenmerken en eigenschappen van het Arabescatomarmer in de BP-building, vergelijking tussen de oorspronkelijke en de nieuwe vloer 11
4.1. De oorspronkelijke vloer in de toegangshal 11
4.2. De nieuwe vloer in het auditorium 16
5. Schade aan de nieuwe vloer, vergelijking met de oorspronkelijke vloer 20
5.1. Schade aan de nieuwe vloer 20
5.2. Schadepatronen in de oorspronkelijke vloer 27
6. Discussie 30
7. Besluit: Mogelijke oorzaken van de waargenomen schadepatronen en mogelijke schadebeperkende maatregelen 33
8. Referenties 35

1. Verantwoording

De BP-building is een icoon van het modernisme in Antwerpen, gebouwd naar ontwerp van de architecten Léon Stynen en Paul De Meyer (Agentschap Onroerend Erfgoed, 2018). De open toegangshal op de gelijkvloerse verdieping werd in 1963 ingericht met een witmarmeren vloer in “Arabescato”marmer, aldus vermeld in het dossier nagelaten door Léon Stynen (info Anne Gorlé). Het auditorium, een ruimte die in spiegelbeeld staat ten opzichte van de toegangshal en integraal deel van het oorspronkelijk concept, werd uiteindelijk pas een tweetal jaar geleden aangebouwd volgens plan van Stynen en De Meyer, met een vloer eveneens afgewerkt in Arabescatomarmer (zie omslagfoto, © Anne Gorlé, Patine Architecten).

Bij een controle van de nieuwe vloer door de verantwoordelijke architect (Anne Gorlé) in maart 2018 werd op vele plaatsen afschilfering van de marmeren tegels vastgesteld die het glanspatroon onderbreekt (Foto 1). Er stelde zich de vraag naar de oorzaak van deze schade en mogelijke remedies. Een expertise-opdracht werd op 8.1.2019 verleend door Mevr. Gorlé.

Foto 1. Scherend zicht op een vloertegel in het auditorium, waarbij de schade kan worden opgemerkt als kleine geelwitte vlekjes die, vooral centraal in beeld, de grijze zones die de witte klasten omgeven aantasten (foto Anne Gorlé).

2. Plan van aanpak

De expertise-opdracht werd gestart met een plaatsbezoek aan de BP-building op 1.2.2019 onder begeleiding van Anne Gorlé, zaakvoerder Patine Architecten, en van Jasper Hulsmans, Hoofdprojectleider Group Renotec. Verschillende hypotheses over de oorzaak van de waargenomen schade werden reeds bedisccusieerd voorafgaand aan het plaatsbezoek, zoals overmatige blootstelling aan water na de plaatsing of een ondoelmatige afwerkingslaag op het marmer. Alras bleek dat een eenvoudige verklaring niet mogelijk is en dat zowel de intrinsieke kwaliteit van de natuursteen als de gebruiksschade in overweging moeten worden genomen. Een belangrijk aandachtspunt is de vergelijking met de oorspronkelijke vloer die ondanks een zekere nalatigheid in het onderhoud toch in betere staat zou verkeren.

Daarom bevat dit rapport een verduidelijking van het begrip Arabescato als een variëteit van wit marmer op basis van de algemene kenmerken en gebruikelijke definities, gezien de implicaties die dit heeft voor de vergelijking tussen de oude en de nieuwe vloer en voor een betere inschatting van de schadefenomenen. Dan volgt de eigenlijke vergelijking tussen de ‘oude’ en de ‘nieuwe’ marmervloer in twee luiken: vooreerst de karakterisering van de Arabescatomarmers, vervolgens de beschrijving en interpretatie van de waargenomen gebreken, om te eindigen met enkele reflecties over de schadebeperking.

Een Nederlandstalig overzicht op het ontstaan en de verschillende marmertypes van het Bekken van Carrara is als kadertekst opgenomen in een studiedocument over de marmers in de abdij Averbode (De Ceukelaire et al., 2017).

De primaire natuursteenobservaties staan ingeschreven in de monument databank van de Belgische Geologische Dienst onder monument nr 4073, Het verslag wordt gearchiveerd in de bibliografische databank over geologie in België van de Belgische Geologische Dienst als referentie 21050. Deze data blijven toegankelijk en kunnen worden geverifieerd in overleg met Marleen De Ceukelaire, geo-manager van de Wetenschappelijke Dienst Patrimonium van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen in Brussel.

3. Algemene kenmerken van het Arabescatomarmer

3.1. Naamgeving

Arabescato is een marmervariëteit uit het marmerbekken van Carrara, die gedefinieerd wordt op basis van zijn uitzicht. Het WTCB omschrijft de Arabescatovariant van het wit Carraramarmer als volgt: “Arabescato Carrara vertoont een witte tot gebroken witte grondmassa, met een patroon van onregelmatige grijze aders. Deze laatste lopen doorgaans volgens een welbepaalde richting en kruisen elkaar regelmatig. In begrensde gebieden en in welbepaalde groeves kan men nog subvarianten aantreffen die in de regel een specifieke commerciële naam dragen” (Bams & de Barquin, 2006).

Primavori (2015) die internationaal als voornaamste autoriteit op vlak van naamgeving wordt aanzien beschrijft Arabescato wat meer technisch en meer bruikbaar voor vergelijking als een metamorfe breccie[1], een gesteente opgebouwd uit aan elkaar gekitte fragmenten van wit marmer, die zijn ingebed in een volumetrisch duidelijk ondergeschikte grijze tot donkergrijze eveneens kalkige matrix, maar waarvan de brecciestructuur niet opvalt omwille van de grootte en onregelmatigheid van de breukvlakken. Dit blijkt effectief zo uit de voorbeelden die Primavori zelf opgeeft (Foto 2-3).

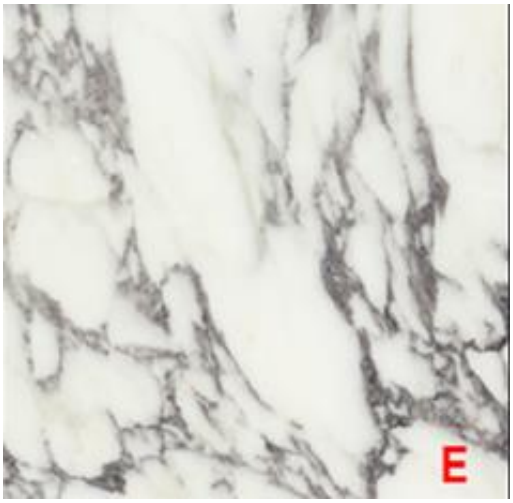
Arabescato wordt ontgonnen in verschillende deelgebieden van het marmerbekken van Carrara en kan een herkomstbenaming meekrijgen. De belangrijkste zijn Vagli in het noordoosten van het marmerbekken (het Garfagnana gebied), en Corchia en Cervaiole in het zuidoosten (het Versilia gebied)-(Foto 2-3). Anderzijds kan aan de Arabescato van verschillende herkomstgebieden ook een verschillend chromatisme worden toegewezen. Zo zou de Vagli meer bruinachtige tinten vertonen, terwijl de Corchia steeds grijs tot donkergrijs blijft. De link tussen een regionale marmervariëteit en verkleuring of intensiteit van de kleur leidt tot vanzelfsprekend complicaties in de naamgeving en beInvloedt de beoordeling.

Een opvallende Arabescatovariëteit volgens Primavori is “Marmo brouillé” met veelvuldige grijze lijnen die scherp afsteken tegen de witte kleur van de klasten. Marmo brouillé (wordt meestal brouille geschreven) wordt vooral gewonnen in het deelbekken van Carrara – Massa.

De grijze lijnen in Marmo brouille hoeven niet dik te zijn en worden meestal eerder benoemd als Bianco brouillé, en daarmee een variëteit van de meer gewone Bianco. Scigliano (2005) beschrijft ze als “swirling like the smoke of a cigar”, kringelerend gelijk de rook van een sigaar of sigaret (Foto 4-5). Daarmee kan de Brouillé bezwaarlijk een breccie worden genoemd en is enerzijds duidelijk afwijkend van de Arabescato Vagli en Corchia, maar

[1] Breccie : gesteente opgebouwd uit hoekige fragmenten (klasten) van een of meer moedergesteenten (in casu wit marmer of de zuivere kalksteenvoorloper ervan), versteend door cementatie en/of opvulling met een fijnkorrelig gesteente aangerijkt met fijner gruis waarin het moedergesteente is uit elkaar gevallen (matrix). Verschillende genetische processen kunnen aan de oorsprong van een breccie liggen. Tektonische breccies (in casu Arabescato) komen veelvuldig voor in metamorfe gesteenten die doorgaans aan sterke vervorming zijn blootgesteld. Breccievorming treedt op tijdens de diepe begraving die voorafgaat aan het metamorfisme. Dit heeft het gunstge gevolg dat de gebreccieerde metamorfe marmer weinig of geen cohesieverlies of sprongen in druk- en reksterkte zal vertonen op de contacten tussen klasten en matrix en dat de breccies op dezelfde wijze kunnen worden aangewend als de niet-gebreccieerde witte marmers.

anderzijds beantwoordt de tekening van de Brouillé veel preciezer aan het begrip arabesk. Op de zin en onzin van de naamgeving wordt hier verder niet ingegaan.



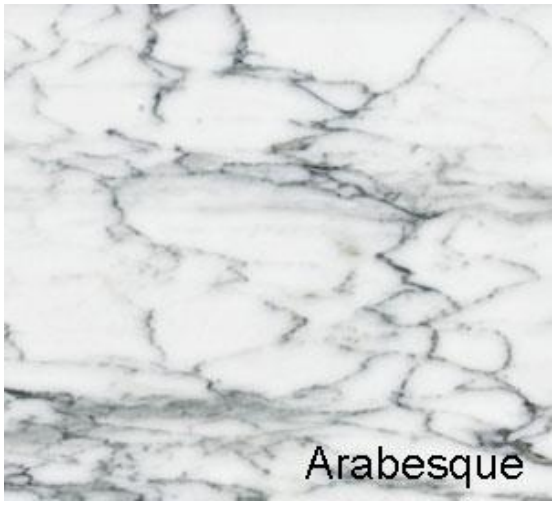


Foto 2-3. Arabescato Corchia (Primavori, 2015) en Arabescato (Vagli) (Primavori, 2017).

Foto 4-5. Arabescato brouillé (Primavori, 2017) links; Bianco brouillé (Marble Guide.com) rechts.

Een andere wijze om de identificatie van de gesteenten te testen, t.t.z. overeenkomst tussen naamgeving en uiterlijke kenmerken na te gaan, is de gangbare praktijk van betrouwbare bronnen in de marmerhandel vroeger en nu. Een belangrijke informatiebron is de voormalige collectie van de Université libre de Bruxelles, nu geïntegreerd in de natuursteencollectie van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, en hoofdzakelijk samengesteld door Paul Dumon in de 50er en 60er jaren. Arabescato wordt beschreven als witte metamorfe breccie met een scherp afgelijnd aderpatroon “dessinant des arabesques” (Foto 6). Calacata Vagli (dus afkomstig uit het herkomstgebied van de Arabescato Vagli) wordt niet als breccie omschreven maar als wit marmer van ‘statuario’ kwaliteit op onregelmatige wijze doorsneden door bruinige aders (Foto 7). Waarom dit monster Calacatta en neit Arabescato wordt genoemd is niet geheel duidelijk (cf. Foto 17 voor meer typische Calacatta). Blanc brouillé wordt omschreven als witachtige marmer vol brede aders die sterk door elkaar zijn gestrengeld met een “ton noir brouillé” (Foto 8). Ter vergelijking wordt een goed overeenkomende Arabescato afkomstig uit de collectie van de firma Renier (Aarschot) uit de 70er jaren toegevoegd (Foto 9).

In al deze voorbeelden wordt Arabescato weliswaar als een metamorfe breccie omschreven, maar wordt toch de arabeske-stijl van de zwarte lijnen beklemtoond en zijn deze lijnen dun en donkergrijs gekleurd, zeker geen brede banden die hoekige klasten aflijnen.

De naam arabesk betekent een grillige doch sierlijke beweging in paardendressuur, ballet, kunstsschaatsen, en komt komt van een versieringsmotief bestaande uit een sierlijk slingerende lijnvormige tak met bladeren, op gestileerde wijze veelvuldig toegepast in de Arabische architectuur, hoewel reeds bekend in de Oosterse – Grieks-Romeinse maar even goed in de Merovingische en Oudierse kunst. Vanaf de Italiaanse Renaissance werd dit siermotief opgenomen als decoratievorm in de architectuur en geraakte als arabescato uiteindelijk ook ingeburgerd als typologische omschrijving voor een decoratief wit marmer, gekenmerkt door grillige grijze lijnen (Grote Nederlandse Larousse Encyclopedie, 1972).

Foto 6. Arabescato uit de ULB collectie, natuursteencollectie KBIN. http://virtualcollections.naturalsciences.be/virtual-collections/geology/conabus/europe/italy/m086.jpg/view

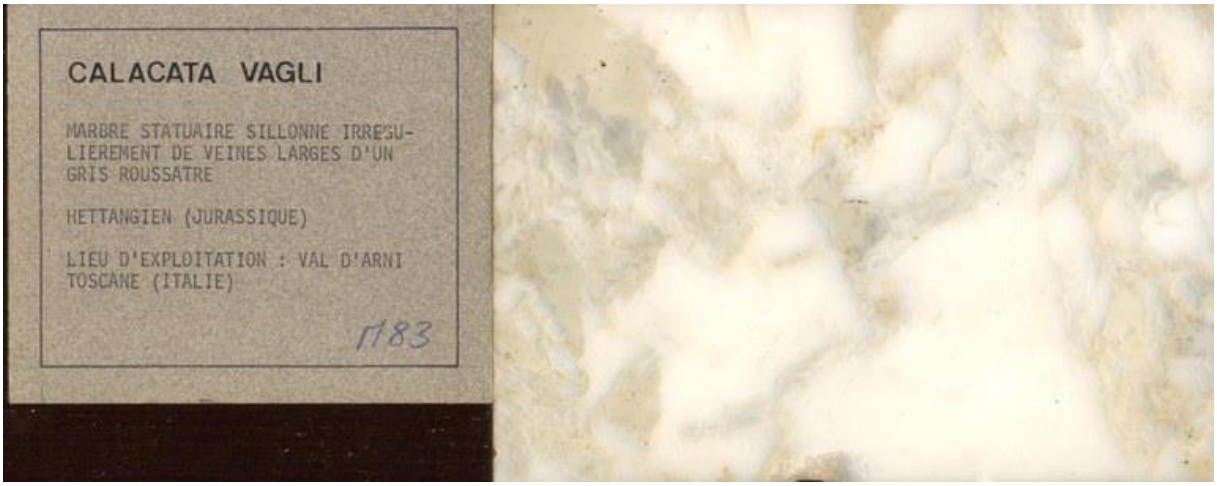


Foto 7. Calacatta Vagli uit de ULB collectie, natuursteencollectie KBIN. http://virtualcollections.naturalsciences.be/virtual-collections/geology/conabus/europe/italy/m083.jpg/view

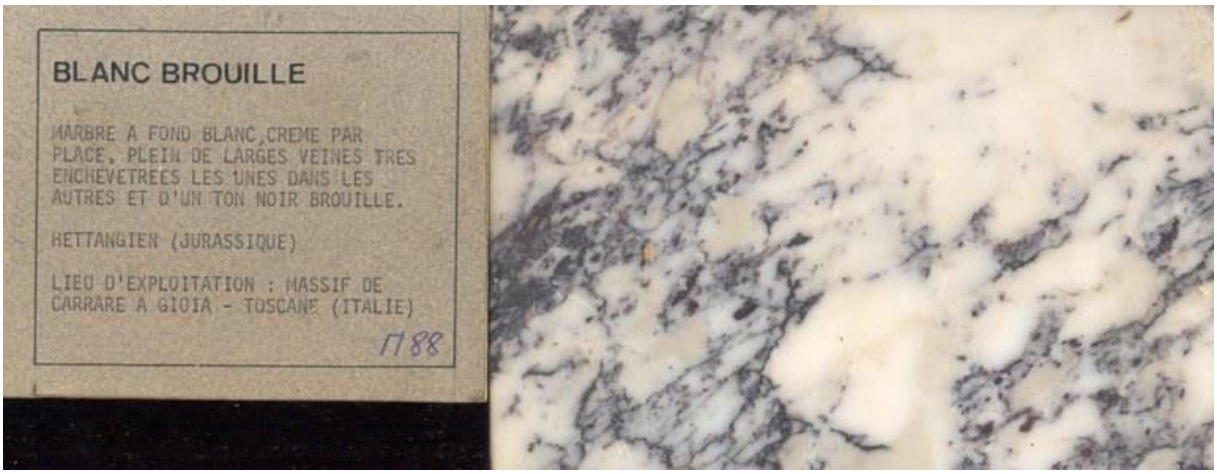


Foto 8. Bianco brouillé uit de ULB collectie, natuursteencollectie KBIN. http://virtualcollections.naturalsciences.be/virtual-collections/geology/conabus/europe/italy/m088.jpg/view

Foto 9. Arabescato uit de collectie Renier, natuursteencollectie KBIN. http://virtualcollections.naturalsciences.be/virtual-collections/geology/conabus/europe/italy/m374a-arabescato.jpg/view

De blokken kunnen worden verzaagd volgens groefleger, dan krijgen we een grilliger verloop van de grijze lijnen, of tegen groefleger, dan komt de hoekige witte klastvorm beter tot uiting, omgeven door een netwerk van grijze lijnen en banden. De wijze van verzagen van de blokken kan dus een grote invloed uitoefenen op het uitzicht van de tegels.

De gebruikelijke afwerkingstaat van Arabescato is gepolijst, zonder beschermlaag.

3.2. Controle identificatie

Het Arabescatomarmer voor het auditorium werd op basis van leveringsbon dd 26.4.2017 geleverd door de firma Bufalini marmi uit IT-54036 Marina di Carrara aan Artimar NV uit Zonhoven, die ook de marmervloer van het auditorium heeft geplaatst. Bufalini marmi s.r.l. is een gevestigde firma in het marmerbekken van Carrara en het leidt weinig twijfel dat het geleverde Arabescatomarmer effectief uit dit marmerbekken afkomstig is. Bufalini marmi heeft twee types Arabescatomarmer in aanbieding: Vagli en Corchia (Foto's 10-11). Blijkens de code van de bestelbon bestaat de levering uit Arabescato Vagli (http://www.bufalini.com/en/online-stock/stock-marble/556-arabescato-vagli-bm-2457/).

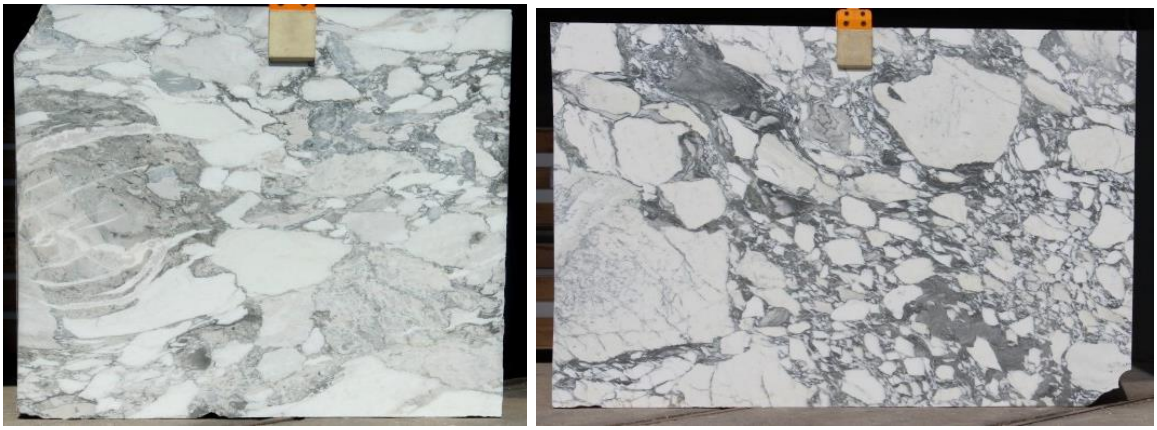


Foto 10-11. Arabescato Vagli (code Bm 2457) links en Arabescato Corchia (code Bm 2170) rechts in platen van Bufalini marmi (gedownload van www.bufalini.com, rubriek stock – marble).

De belangrijkste Belgische invoerder van natuursteen, de firma Brachot-Hermant, beschrijft Arabescatomarmer in een technische fiche als "Witte marmer met een breccie-textuur (grote individuele fragmenten zichtbaar tussen duidelijke donkerder lijnen); zwakke groen-grijze zones en grijs-bruine lijnen (aders) maken deel uit van de structuur" en geeft als variëteiten Arabescato Vagli en Arabescato Cervaiole op. In feite worden Arabescato Vagli (Foto 12-13) en Arabescato Corchia (Foto 14-15) aangeboden.

Foto 12-13. Arabescato Vagli in vooraanzicht en in plaatvorm (website Brachot-Hermant).

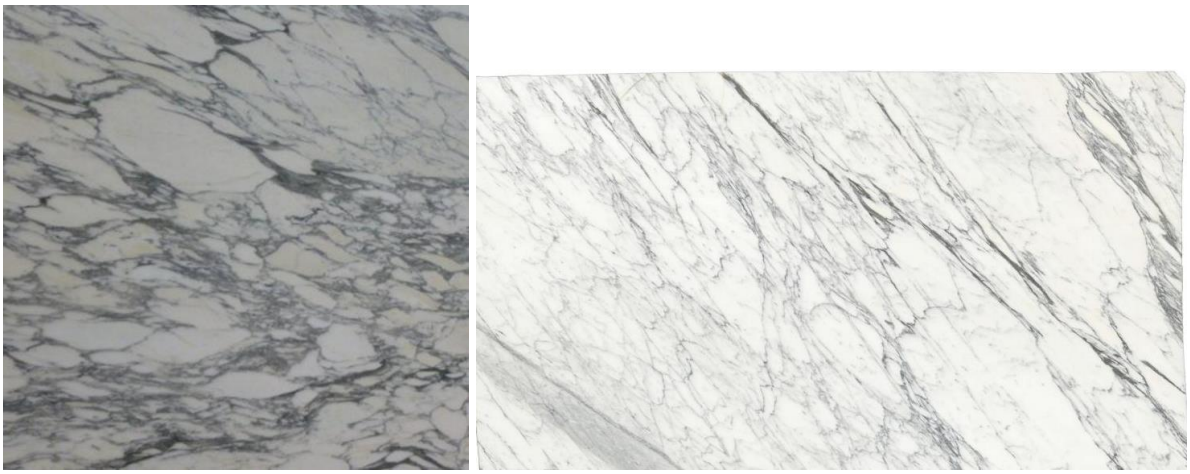


Foto 14-15. Arabescato Corchia in vooraanzicht en in plaatvorm (website Brachot-Hermant). Merk de textuurverschillen op die kunnen worden verklaard door de oriëntatie van de zaagsnede t.o.v. de tektonische structuur van het metamorfe gesteente. Afgezien daarvan is er geen wezenlijk verschil tussen Vagli en Corchia.

De meeste marmerverkopers hebben beide variëteiten in aanbieding, die een licht verschillend uitzicht etaleren maar nauwelijks verschillen in opgegeven technische eigenschappen (cf. de meestal rudimentair technische fiches), gebaseerd op verschillende proefstukken, maar waarvan de opgegeven waarden binnen de natuurlijke variabiliteit voor Arabescatomarmer vallen. De denominaties Vagli en Corchia zijn herkomstbenamingen die hun eigen leven zijn gaan leiden: marmerbreccies met bruinige strepen worden steevast Vagli genoemd (maar soms losgekoppeld van het Arabescato type, cf. foto 7), de variëteit Corchia lijkt doorgaans iets donderder grijs (cf. Foto's 10-11), maar het verschil blijft subtiel en niet door alle partijen op dezelfde wijze gemaakt.

In de gangbare praktijk is er dus geen lijn te trekken tussen de Vagli en Corchia variëteiten. Dit is eigen aan een breccie gesteente dat per definitie heterogeen van samenstelling en uitzicht is en zelfs per groeve al verschillend uitzich kan verkrijgen.

Ook de overgang tussen de verschillende marmervariëteiten zoals Arabescatao, Calacatta, Venato, Bianco CD blijkt weinig gestandaardiseerd en bovendien onderhevig aan betekenisverschuivingen doorheen de tijd (cf. Foto 16-17). Zo omschrijft Scigliano (2005) die meer een historisch perspectief inneemt Calacatta als volgt: "Calacatta is thickly swirled , like fudge-ripple ice cream but more delicate almost metallic gold and bronze green and an almost pure grey like tarnished silver". De harde bronze lijnen wijzen op een geheel ander type dan het huidige commerciële type met brede grijze matrix tussen de witte klasten en even goed een breccie zoals de Arabescato, zij het minder tektonisch georienteerd (cf. verschil in oplijning van de klasten tussen Foto's 16 en 17). Deze textuur is geheel verschillend van wat de ULB nog als Calacatta aanzag (cf Foto 7) maar sluit goed aan bij het marmertype dat vanuit de Oudheid en in de Renaissance als Calacatta werd bestempeld.

Wij kunnen dus besluiten dat de benaming Arabescato gebruikt wordt voor 2 verschillende marmertypes, het 'brouillé' type, wat allicht overeenkomst met de oorspronkelijke naamgeving, en een tektonische breccie, zoals die tegenwoordig op de markt wordt aangeboden.

Foto 16-17. Arabescato Corchia (ZEM marmi c039) links en Calacatta (ZEM marmi c139) rechts, van commerciële website. Calacatta is (volgens de huidige zienswijze) een metamorfe breccie met meer ivoorkleurige en bleekgrijze tinten, die meer witachtig overkomt dan Arabescato.

4. Kenmerken en eigenschappen van het Arabescatomarmer in de BP-building, vergelijking tussen de oorspronkelijke en de nieuwe vloer

4.1. De oorspronkelijke vloer in de toegangshal

De vloer van de toegangshal werd in 1963 aangelegd met Arabescatomarmer in grote rechthoekige platen van ca 78 x 66 cm gescheiden door smallere stroken van ca 111 x 32 cm. Het geheel oogt wat witter en de brecciatiestructuur is meer gevarieerd van uitzicht dan de nieuwe vloer in het auditorium (Foto's 18-19). Een groot deel van het wit marmer is weliswaar sterk gefractureerd met fijne grijze lijnen (wat een gecraqueleerd uitzicht verleent) maar nog niet uit elkaar gevallen in losse fragmenten, gescheiden door een grijze matrix, ten minste op schaal van de tegels (Foto's 19, 20). Dit beantwoordt goed aan de originele definitie van Primavori (2015). Petrologisch kan dit worden omschreven als een kataklastische breccie of 'protocataclasite' (Spry, 1969), waarbij het oorspronkelijk massief gesteente in steeds kleinere fragmenten uit elkaar valt ingebed in fijnvergruisde grijze matrix met beperkte volume (10-50%), zonder dat er al een veralgemeende brecciestructuur tot stand komt zoals in het nieuwe auditorium.

Ook zien we het effect van de tektoniek, laterale druk uitgeoefend op het gesteente tijdens de metamorfe herkristallisatie, onder de vorm van compressieve breuk-vergruizingszones met lokaal extensie-strookjes, de brede snel dichtgeknepen of juist uitwaaierende zwarte banden die doorheen de tegels lopen (Foto 18 onderaan, 22 links). De tektonische vergruizing kan aanleiding geven tot een zeer extensieve instortingsbreccie (collapse breccia),waarbij de opgebroken fragmenten of klasten op weinig geordende wijze een elkaar ondersteunende opstapeling (met puntcontacten) bouwen, opgevuld met grijze tot donkergrijze tamelijk

heterogene marmergruis (Foto 23). Al deze fenomenen doen zich op kleine schaal voor en kunnen dus verschillend uitzicht aan iedere tegel geven.

Het patroon van de fijne zwarte streepjes in het kataklastisch gebroken gesteente verwijzen eerder naar het brouillé type, zeker indien er toch een voorkeurorientatie merkbaar is (Foto 20).

De instortingsbreccie (Foto 23) komt vrij goed overeen met de Arabescato Vagli zoals die wordt aangeboden op de website van Brachot-Hermant (Foto 12-13) maar ook met de klassieke Calacatta. In dit type breccie is het niet uitgesloten dat de klasten niet alle uit dezelfde witmarmerbank komen maar dat er een mengeling optreedt van witte, gelige en grijzere klasten (Foto 24). Mogelijk zijn dit vervangstenen en daarom afwijkend.

Een ander kenmerk van de Vagli variëteit is het lokaal voorkomen van roestbruine verkleuring door oxidatie van pyriet (Foto 25). Dit moet zelf begrepen worden op schaal van de tegel. De roestbruine verkleuring is enerzijds gebonden aan de aanwezigheid van pyriet maar anderzijds ook aan water met oxidatieve eigenschappen. Dergelijke verkleuring kan optreden in de groeve als de steenblok is blootgesteld aan infiltratie van meteorisch water, in het steenverwerkend bedrijf bij het verzagen van de blok of door blootstelling aan agresief water tijdens plaatsing of onderhoud van de vloer. Het oxidatieproces is hetzelfde, maar in het eerste geval is het een groevekenmerk, in de andere gevallen een gebrek. Gezien de kleine schaal waarin het fenomeen zich voordoet opteren wij eerder voor de laatste optie.

Foto 18. Overzicht op de oorspronkelijke vloer met een wispelturige brecciatie gaande van tegels waarvan de witte marmer volgens het arabeskenpatroon is gefractureerd tot tegels met ongelijke, lokaal sterk verdikte en donkerder banden van grijze matrix.

Foto 19. Overzicht op een ander deel van de oorspronkelijke vloer waarin de brecciatie niet zozeer als hoekige klasten tot uiting komt maar als gefractureerde en doorgebroken klasten waarvan de afmeting die van de tegels kan overtreffen (‘kataklastische’ structuur).

Foto 20. Oorspronkelijke vloer in kataklastisch wit marmer, opgebroken in steeds fijnere fragmenten, afgelijnd door fijne donkere streepjes waarin een hoofdrichting kan worden onderscheiden. Dit patroon verwijst naar het brouillé type, eerder dan naar Arabescato, ten minste op het detail van één tegel.

Foto 21. Oorspronkelijke vloer, tektonisch breukcontact tussen kataklastisch gebroken wit marmer onderaan in beeld en een grijze vergruizingszone bovenaan.

Foto 22. Oorspronkelijke vloer in kataklastisch wit marmer dat is blootgesteld aan tektonisch scheur, laterale verplaatsing met deels compressie (leidend tot de fijne grijze subparalelle lijnen in de rechtertegel) en deels extensie (de brede doch uitgerafeldezone in de linkertegel opgevuld met een fijnkorreliger donkergrijze matrix).

Foto 23. Tegels in de inkomhal die een instortingsbreccie weergeven, witmarmerklasten als een elkaar ondersteunende opstapeling in een tektonische decompressiezone, opgevuld met fijner en donkderder gekleurd marmergruis.

Foto 24. Tegel in de inkomhal: instortingsbreccie met klasten van verschillende kleur.

Foto 25. Tegel in de inkomhal met lokaal roestbruine verkleuring die vooral de fijnkorrelige matrix maar even goed de wanden en halfopen barsten van de witmarmerklasten aantast. Dit is een fenomeen dat weliswaar de Vagli variëteit kenmerkt, maar waarvan het toch de vraag is of het een origineel groevekenmerk is dan wel ontstaan na contact met agressief water.

4.2. De nieuwe vloer in het auditorium

De vloer van het auditoriumwerd recent aangelegd met nieuw Arabescatomarmer volgens een zelfde patroon als de oorspronkelijke toegangshal, zij het in iets grotere maar wel slankere tegels, ca 82 x 64 cm en 12 x 30cm. Het geheel iets oogt grijzer dan de oudere vloer in de toegangshal omwille van de grotere regelmaat in de aflijning van de hoekige witte klasten door een grijze matrix (Foto 26). Het marmer wordt zodanig verzaagd dat de klasten een bij benadering ruitvorm verkrijgen en het geheel een schuppenstructuur; deze morfologie wordt als het meest esthetisch beschouwd. De klasten zijn meer gelijkaardig van vorm en homogeen grijswit, op een quasi fractale wijze opgebroken in steeds kleinere fragmenten, ingebed in een egaal grijze matrix, die hoofdzakelijk bestaat uit calcietmineralen van fijn vergruisd marmer, van vergelijkbare oorsprong als de macroscopisch nog herkenbare klasten met wat fijnverdeelde bijmenging van onzuiverheden (overeenkomend met het niet uit calciet bestaande deel van de gemetamorfiseerde kalksteen). Dit gesteente beantwoordt daarmee aan een tektonische breccie. Het is geen kataklastisch gebroken marmer zoals in de oudere vloer, maar een marmer met duidelijke beïnvloeding door foliatie (de metamorfe vorm van gelaagdheid) volgens een sigmoidal verloop (Foto 27); het gesteente vertoont dus verder niet te herkennen maar wel intense plooistructuren. In het bijzonder de grotere klasten vertonen lichtgrijze lijnen of vlekken volgens een patroon dat schuin staat op de foliatie of crenulatie (Foto 26). Dit is niet onlogisch en wijst erop dat de klasten vooraleer ze waren opgebroken tot

een metabreccie deel uitmaakten van een meer massieve marmer onderworpen aan een voorafgaande fase van rekristallisatie.

De contacten tussen de klasten onderling en tussen de klasten en de grijze matrix vertonen een licht gekarteld verloop als gevolg van gedeeltelijke resorptie van het wit marmer onder invloed van drukoplossing (Foto 28). Dit bevestigt het dynamisch metamorfisme tijdens diepe begraving van de Alpi Apuane onder invloed van de verkorting van de Tethys Oceaan tot de huidige Middellandse Zee tijdens het Oligoceen tijdperk.

Petrologisch kan dit gesteente worden omschreven - naargelang de intensiteit waarmee de grijze matrix opvalt - als een pseudo-protomyloniet (van 10 tot 50% matrix), soms op het randje van een -pseudomyloniet met 50% of meer grijze matrix (Spry, 1969). Het onderscheid tussen cataclasiet en myloniet hangt ervan af of het gesteente foliatie vertoont; eigenlijke foliatie wordt bepaald door de kristaltextuur van silicaatmineralen. Vermits marmer is opgebouwd uit idiotopische calcietkristallen kunnen we dus slechts van een ‘pseudo-protomyloniet spreken omdat de globale structuur die van een myloniet benadert.

Het weze benadrukt dat de grijze lijnen of banden weliswaar de onzuiverheden (zeg maar kleimineralen) uit de oorspronkelijke kalksteenafzetting concentreren maar toch hoofdzakelijk uit fijnvergruisde klasten van calciet bestaan. Anders zouden deze vloeren niet zo schitterend polijstbaar zijn.

Er zijn visueel merkelijke verschillen in de kleurtonaliteit van de matrix: sommigetegels (tegelreeksen of delen van tegels) ogen lichter grijs, andere (de minderheid) dan weer donkerder. Alhoewel globaal een verschil tussen blekere en donerder tegels op grond van hun matrix kan worden vastgesteld zijn dit toch geen twee verschillende populaties maar bestaan er gradaties en overgangsvormen (Foto 29). De verklaring voor dit verschil ligt allicht binnen de relatieve hoeveelheid matrix tussen de klasten: indien de klasten verder van elkaar liggen en door meer grijze matrix worden gescheiden oogt het geheel veel donkerder, al hoeft daarom de absolute hoeveelheid matrix van de tegel niet veel groter te zijn. Mineralogische verschillen binnen de matrix zijn weinig waarschijnlijk als verklaring voor het tonaliteitsverschil.

Sommige tegels bevatten witmarmerklasten die meer melkachtig wit zijn of roomkleurig geel, al dan niet in hun geheel of met kleurvariaties onder de vorm van strepen of vlakken. Dezelfde tegels kunnen ook klasten bevatten in diverse tinten grijs. Dit laatste type komt ook voor in tegels met het gewone grijsomlijnde breccie-uitzicht. De grijze matrix in deze tegels lijkt fijner van lijnvoering (Foto 30). Deze kleur- en textuurverschillen zijn groevekenmerken en wijzen op een afwijkende zone in de groeve waarvan het facies meer gelijkenis vertoont met de Calacatta variëteit (zoals ook is opgemerkt in de oudere vloer van in inkomhal).

Pyriet is een accessorisch mineraal van dit Arabescatomarmer, kristallijn en intact hoewel uitwendig roestig verkleurd, met concentraties in de grijze matrix en in de rand van de witte klasten. In de grijze matrix werden zelfs kubusvormige kristallen opgemerkt van 1 mm groot. De roestrode verkleuring van pyriet door oxidatie lijkt eerder een gevolg dan oorzaak van de verwering. Kleine pyrietkristallen worden echter minder frequent opgemerkt dan in de oude vloer van 1963. Dit kan te wijten zijn aan bijv. een fijnere kristalgrootte tot onder de resolutie van de loep of gewoon aan een kleinere hoeveelheid pyriet in deze marmer die zuiverder wit is terwijl de oudere vloer eerder roomkleurig wit is.

Foto 26. Overzicht op de nieuwe vloer in Arabescato die op een meer homogene wijze is breccieerd met meer gelijkmatige dikte van de grijze matrix tusen de witte klasten die daardoor ook meer opvalt.

Foto 27. Sigmoidale foliatie herkenbaar aan voorkeurorientatie en uitrekking van de klasten (rode lijnen) en crenulatie-assen, mogelijk overeenkomend met oorspronkelijke gelaagdheid (blauwe stippellijn).

Foto 28. Kalksteenbreccie met protomyloniet textuur, geaccentueerd door drukoplossing (stylolitisatie) parallel aan de voorkeurrichting (= foliatie), leidend tot licht gekartelde contacten.

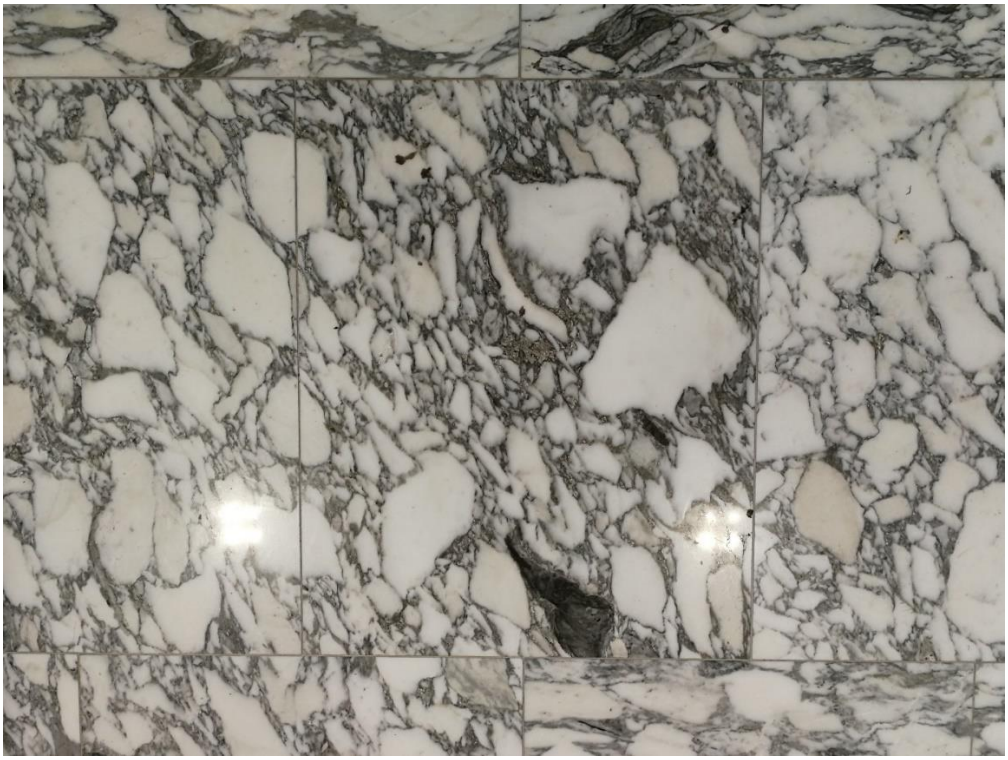


Foto 29. Kalksteenbreccie met duidelijke voorkeurorientatie (pseudo-protomyloniet), waarvan de fijnvergruisde matrix evolueert van grijs (linksonder) naar donkergrijs (rechtsboven) binnen eenzelfde tegel volgens een richting overeenkomend met de foliatie. Vermoedelijk heeft het kleuronderscheid in de matrix te maken met de hoeveelheid matrix (donkergrijs indien meer matrix tussen de klasten aanwezig is, grijs indien de klasten dichter tegen elkaar liggen). De donkergrijze matrix is aangetast door kleine afschilferingen.

Foto 30. Tegels in de auditoriumvloer met goed afgelijnde en vrij strak georienteerde klasten (meer de kleine dan de grote) die melkwit, romig geel of diverse tinten grijs kunnen zijn. Deze kleurvariaties zijn groevekenmerken. Kenmerken van deze klasten komen overeen met de Calacatta variëteit van wit marmer.

5. Schade aan de nieuwe vloer, vergelijking met de oorspronkelijke vloer

5.1. Schade aan de nieuwe vloer

De nieuwe tegelvloer in het auditorium vertoont schadepatronen die bijna vanzelfsprekend vergelijkbaar zijn met die van de inkomhal van 1963 maar toch verontrustend zijn, gezien de snelheid en intensiteit van hun optreden. We hebben het dan niet over de taroli, harsgevulde kleine holtes die inherent zijn aan wit marmer van Carrara en mogen daarom niet als een gebrek worden aanzien, ten minste niet als hun doormeter 5 mm niet overschrijdt (info Marelli Marmi e Pietre: https://docplayer.it/72755796-Marmi-e-pietre-schede-tecniche-istruzione-per-la-manutenzione-e-cura-dei-materiali.html download 15.2.2019)-(Foto 31).

Foto 31. 'Tarolo' of kalkmannetje, kleine natuurlijke holte in wit marmer met een bodem van bleekbeige kalkneerslag, ca 2 cm lang en enkele mm diep, opgevuld met hars door de steenzagerij. Taroli zijn een groevekenmerk en geen gebrek voor zover hun doormeter 5 mm beperkt blijft. Dit uitzonderlijk voorbeeld in de auditoriumvloer is op de limiet.

In het bijzonder de donkergrijze matrix is in een significant aantal tegels aangetast door fijne afschilfering dat tot uiting komt als kleine putjes in het oppervlak tot 1 cm lang en breed (meestal wel kleiner tot op millimeterschaal) met ongelijke verdiepte bodem met bleekbeige kleur en ruw oppervlak (Foto 32). Deze afschilfering komt gegroepeerd in de matrix voor en is soms pervasief in de zin dat soms gehele tegels erdoor zijn aangetast. In bovenzicht vallen ze niet op maar in scherend zijaanzicht komen ze beter tot uiting als evenzovele doffe onderbrekingen van het glanzend oppervlak (Foto 33). Het is anderzijds niet zo dat brede donkergrijze banden gemakkelijker worden aangetast: hoe breder hoe groter het aandeel van kalk in de donkere band zal zijn en het zijn daarentegen vooral de fyllietische kristallen van waaruit de afschilfering aanvangt en zich dan verder voortzet. In smalle donkergrijze voegen tussen witte klasten is de concentratie van kleimatrix (metamorf omgezet in fylliet) het hoogst, zodat ze zeker gevoeliger zijn voor aantasting. Dit euvel wordt dan weer tegengewerkt door de beperkte ruimte beschikbaar voor verwering tussen aangrenzende witte klasten.

De klasten lijken nergens aangetast, of ze nu wit zijn of grijs, dit in tegenstelling tot de taroli die over verschillende lithologieën doorlopen. Dit verschil wijst erop dat de afschilferingen geen groevekenmerk zijn, zelfs niet zichtbaar waren bij plaatsing en pas na verloop van tijd (maar dan wel snel, op minder dan een jaar tijd) tot uiting zijn gekomen.

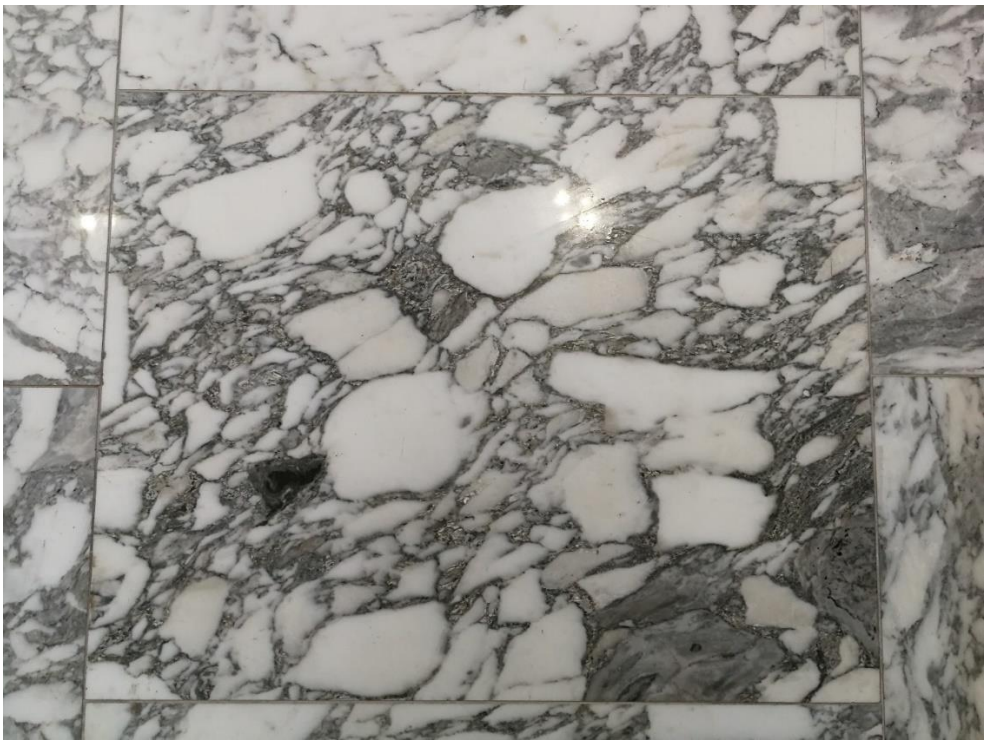


Foto 32. Bovenaanzicht op een vloertegel van het auditorium met donkergrijze matrix tussen de hoekige witte klasten. In deze donkergrijze matrix zijn overal kleine bleke vlekjes te zien die overeenkomen met kleine vlakke afschilferingen. Merk op dat grijze klasten (bijv. rechts onder in beeld) net als de witmarmeren klasten vrij zijn van dit soort aantasting.

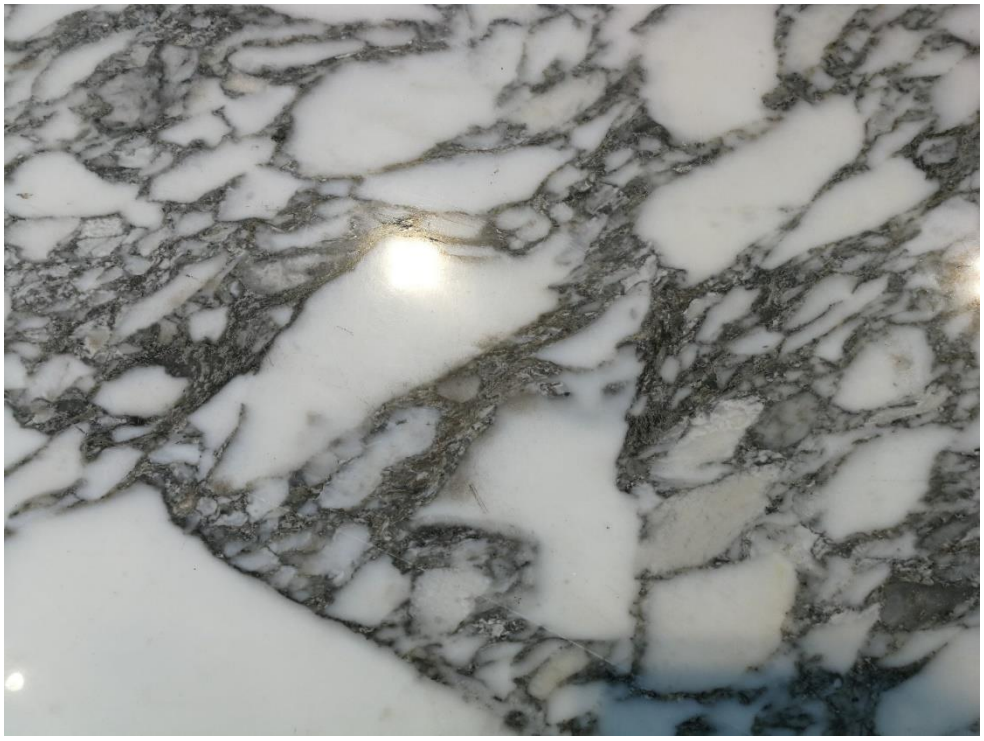


Foto 33. Scherend zicht op een vloertegel van het auditorium met donkergrijze matrix tussen de hoekige witte klasten. In deze donkergrijze matrix zijn overal kleine bleke vlekjes te zien die overeenkomen met kleine afschilferingen die zo beter in beeld te brengen zijn dan in loodrecht bovenaanzicht (cf. Foto 29).

De kleine holtes kunnen lokaal in grote getale voorkomen maar zijn minder structureel dan in de oudere vloer. De holtes worden duidelijk opgestart vanuit de fylliethoudende grijze banden maar volgen niet steeds de interne tektonische structuur ervan. Hun begrenzing is dan abrupt en hun vorm meer erratisch. Zones met grotere holtes wisselen af met zones waarin deze veel kleiner zijn alsof ze pas in het tegeloppervlak zijn geprikt (vergelijk bijv. de kleine ronde puncties linksonder Foto 34 met de groep van grotere langgerekte holtes centraal in beeld). Het weze benadrukt dat deze fenomenen zich slechts in enkele van de meer donker ogende tegels voorkomen.

De grotere en scherp afgelijnde uitschulpingen centraal in Foto 34 of omgeven door een rode cirkel in Foto 35 lijken onafhankelijk van het substraat tot stand te zijn gekomen. Hier kan enkel een externe oorzaak te hebben meegespeeld, namelijk mechanische beschadiging bijvoorbeeld door het indrukken van een scherp metalen voorwerp. De bodem van deze uitschulpingen komt sterk poreus over, alsof het uit geplet en samengeperst materiaal bestaat.

Fijne rechte krassen komen vrij algemeen voor (ook op de oude vloer) en verwijzen naar het verslepen van voorwerpen; uitzonderlijk komen millimetersbrede en -diepe groeves voor die opvallen in de witte klasten. Het is opmerkelijk dat deze even diep zijn als de uitschulpingen. Het spreekt voor zich dat de verschuivingen over de vloer, die tot dergelijke krassen in het wit marmer leiden, in de grijze banden de afschilfering van reeds verweerde vlekken zullen in de hand werken.

Foto 34. Detail van een tegel met uitgeproken donkergrijs uitzicht, waarin de grijze banden sterk zijn aangetast door uitschulpingen die echter niet de interne gefolieerde structuur van de grijze banden volgen. Er is ook gelokaliseerd verschil tussen zones met grotere uitschulpingen (centraal in beeld) of kleinere puncties (links onder).

Een ander meer verontrustend fenomeen dat slechts op dezelfde tegels voorkomt is de aanwezigheid van een melkwit opaak halo dat zichtbaar is rond fyllietinsluitsels die nog neit tot afschilfering hebben geleid (cf. de gele cirkels in Foto 35). Als hypothese stellen wij voorop dat de enkele tegels waarin dit schadefenomeen zich voordoet behandeld zijn door een of meerdere afwerkingslagen die niet compatibel zijn en/of te vroeg aangebracht zodat nog vochthoudende fyllieten opzwellen en de beschermlaag omhoogduwen.

Foto 35. Detail van een tegel met uitgeproken donkergrijs uitzicht, waarin de uitschilferingen samenvallen met fyllietische insluitsels bestaande uit soms centimetergrote bleekglanzende muscovietkristallen (met evidente splijtingsvlakken in de grote afschilfering midden boven in beeld). Opvallend is de aanwezigheid van een melkwit halo dat scherp afgelijnd een aantal kleinere fyllietische insluitsels omgeeft die al dan niet afgeschilferd zijn (enkele voorbeelden omgeven door gele cirkel). Ten slotte is er een diepe inkeping in het wit marmer, dus onafhankelijk van het substraat en geïnduceerd door een externe factor, in casu de druk uitgeoefend door een scherp voorwerp (rode cirkel).

Verder treedt er in sommige tegels beige-gele tot roestbruine verkleuring op. Die kan zich op twee wijzen voordoen. Vooreerst is er het voorkomen van een roestafzetting in een aansluitend systeem van fijne barstjes, wat slechts uitzonderlijk werd waargenomen (Foto 36). Dit betekent dat de steenblok waaruit deze tegel werd gezaagd uit een deel van het rotsmassief komt waarin open spleten voorkwamen die circulatie door ijzerhoudend meteorisch water en dientengevolge neerslag van ijzerhydroxiden in de ze barsten hebben toegelaten. Het impliceert dat de kleine barstjes die in de grijze banden of langs de rand van de klasten liepen tot een geconnecteerd systeem verbonden waren. Waarschijnlijk zijn dergelijke circulatiesystemen slechts tijdelijk actief geweest en de barstjes gevuld maar lokaal kunnen er nog halfopen stukken overblijven. Dit kan als een gebrek bestempeld worden, maar daartegenover staat dat de Vagli juist bekend staat om het voorkomen van dergelijke verkleuringen.

Foto 36. Geelbruine verkleuring die een tegel doorkruist, daarbij steeds microbarsten volgend die om en door de witte marmerklasten lopen. Dit fenomeen komt uitzonderlijk voor, gaat niet gepaard met schade door afschilfering en is allicht een oorspronkelijk groevekenmerk.Het is goed mogelijk dat wanneer deze marmerplaat zijn groevevocht nog bezat de verkleuring nauwelijks merkbaar was en pas goed tot uiting is gekomen na opdrogen van het groevewater en/of door contact met reinigingsvocht. Het wijst er wel op dat deze microbarsten op een gegeven moment toegankelijk moeten zijn geweest voor doorstroming van fluïda.

Meerdere stenen vertonen over hun gehele oppervlakte of een substantieel deel ervan een licht beige-gele verkleuring die als een diffuse sluier over de stenen hangt (Foto's 37-38). Een verklaring voor de verkleuring van marmer is niet eenvoudig te geven en wordt doorgaans gezocht ofwel in de oxidatie van pyriet (of polymorf marcassiet) ofwel in de reactie tussen grafiet (het mineraal waarin het oorspronkelijk organisch materiaal is gemetamorfiseerd) in de grijze banden en alkalische vloeistof uit het cement als bron voor het ijzer dat verantwoordelijk wordt geacht voor de verkleuring (Bams & de Barquin, 2016). Dit fenomeen veroorzaakt op de eerste plaats vlekvorming en lijkt bij integrale verkleuring van grote tegels dus geen rol van betekenis te kunnen spelen.

Een andere mogelijke verklaring heeft met het kuisen van de vloer te maken. Bezoekers brengen modder, leem en organisch materiaal mee dat op de vloer achterblijft. Dit vuil wordt tijdens het kuisen met water verwijderd, eventueel tijdens reiniging met detergenten. Zowel reinigingsproducten als het fijn-kwartshoudend vuil kunnen een bijtende werking op het tegelopeervlak uitoefenen, dit verruwen en kristalsplijtingsvlakken van de calciet of splijtvlakken van de fylliet openen zodat een deel van het vuil achterblijft en hetzelfde effect

teweegbrengt als de oxidatie van pyriet. Dit proces wordt bevorderd door de klassieke reinigingswijze waarbij telkens opnieuw het vuil water naar eenzelfde punt wordt gevoerd om dan te worden opgedweild, zodat welbepaalde tegels of groepen van tegels worden blootgesteld aan geconcentreerde vervuiling en langdurige bevochtiging. De leemkleur die de tegels verkrijgen, de grote egaal verkleurde oppervlakken en hun voorkomen dicht bij de ingang zijn indicaties hiervoor.

Foto 37. Tegel waarvan het oppervlak een beige-gele verkleuring vertoont, een fenomeen dat omgevende tegels niet vertonen.

Foto 38. Groep van tegels met wisselende graad van bleekbeige verkleuring die vooral wordt opgemerkt in de normaliter melkwitte marmerklasten. Deze vorm van verkleuring komt vooral voor nabij de straatingang van het auditorium en wordt in verband gebracht met leemhoudend vuil dat van buiten wordt binnengebracht.

5.2. Schadepatronen in de oorspronkelijke vloer

Hoewel allemaal Arabescato komt de oorspronkelijke vloer van 1963 toch uit een deel van het marmerbekken van de noordoostelijke Apuanische Alpen met enigzins verschillend uitzicht dat uiteraard gepaard gaat met licht verschillende eigenschappen. Dit uit zich ook in het schadepatroon. Globaal vertoont de vloer van 1963 door zijn hogere ouderdom meer slijtage (krassen, verkleuring) dan de nieuwe vloer, maar ook meer verwering van de grijze matrix. Die is op veralgemeend maar steeds kleinschalig beigegeel tot grijsbruin geworden in vlak afgeschilferde oppervlakken die ruw aanvoelen (Foto's 39-40).

De op millimeterschaal uitgeschuurde vlakjes blijven echter klein, volgens uitschulpingen op centimeterschaal die echter in elkaars verlengde kunnen liggen en de lineaties in de grijze banden volgen. Hun ontwikkeling is dus structureel bepaald, volgens lijnen waarin de calcietkristallen minder goed gehecht zijn en mogelijk omgeven door nog kleinere goed splijtende fyllietische mineralen (Foto's 41-42).

Hierin kan de oorsprong liggen: kleinere vlekjes op mm-schaal met gegroepeerde submillimetrische fyllieten (kleimineralen) met splijtvlakken die naar boven toe open staan (mogelijk door het zagen en polijsten van het oppervlak) en vocht kunnen absorberen. De uitschuring van de aansluitende eveneens zeer kleine calcietkristallen zou het gevolg kunnen zijn van mechanische verwering door passage of reiniging waardoor de niet meer goed gehechte mineralen verwijderd worden. Dit verklaart ook waarom de verweringszones allemaal ongeveer dezelfde diepte hebben (max. 2 mm); dieper onder het tegeloppervlak zijn er minder of geen openstaande splijtvlakjes meer en zal de impact van de mechanische verwering zich minder doen gevoelen.

Foto 39. Detail van dikke grijze tussenschakeling in een tegel van de oorspronkelijk vloer van de toegangshal met veralgemeende geelbruingrijze verkleuring waar de polijstlaag is afgeschilferd tot op een verruwd oppervlak.

Foto 40. Dikkere grijze tussenschakeling in een tegel van de oorspronkelijk vloer van de toegangshal die vooral naar de rand van de tegel toe (links midden) over de volledige breedte afschilfering vertoont.

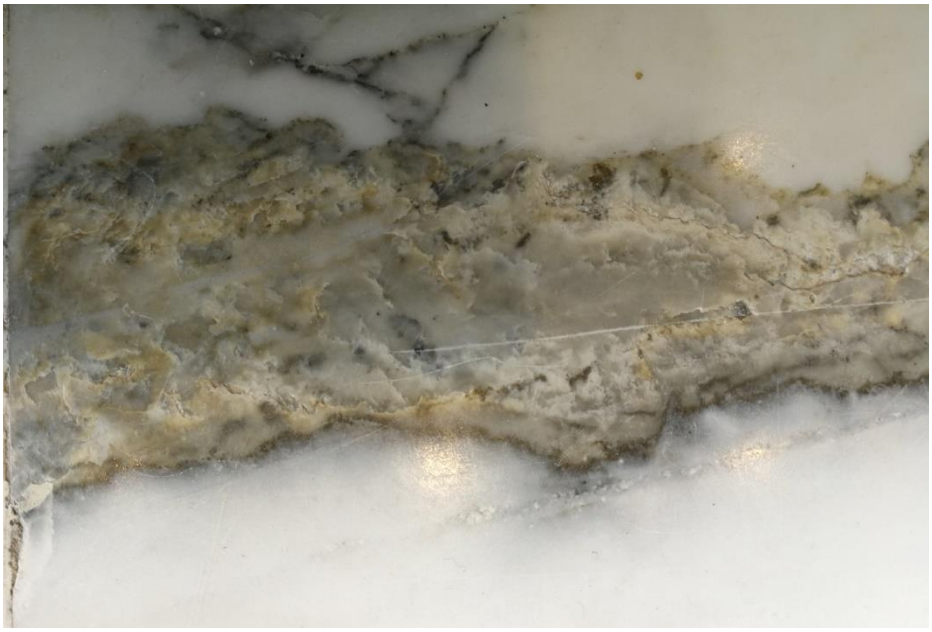


Foto 41. Detail van vorige foto 40. Grijze band van ca 4 cm breed die hoofdzakelijk uit fijnkristallijne calciet bestaat met weinig onzuiverheden, maar toch tal van kleinere afschilferingen met vlakke bodem ca 1 mm verdiept en met een geelbruin opstaand randje. De afschilferingen volgen de lengterechting van de grijze band, en lijken daarmee structureel-kristallografisch bepaald al lijken ze ook beïnvloed (mogelijk getriggerd) door kleine donkere vlekjes van geconcentreerde onzuiverheden. Ook de fijne grijze kataklastische breuklijntjes in het wit marmer vertonen kleine putjes en geelbruine verklering, die vermoedelijk secundair is (opvangen van uitwendige vervuiling in de gecorrodeerde depressies ook al zijn ze van sub-millimeterschaal). Merk ook de rechte krassen op het steenoppervlak op.

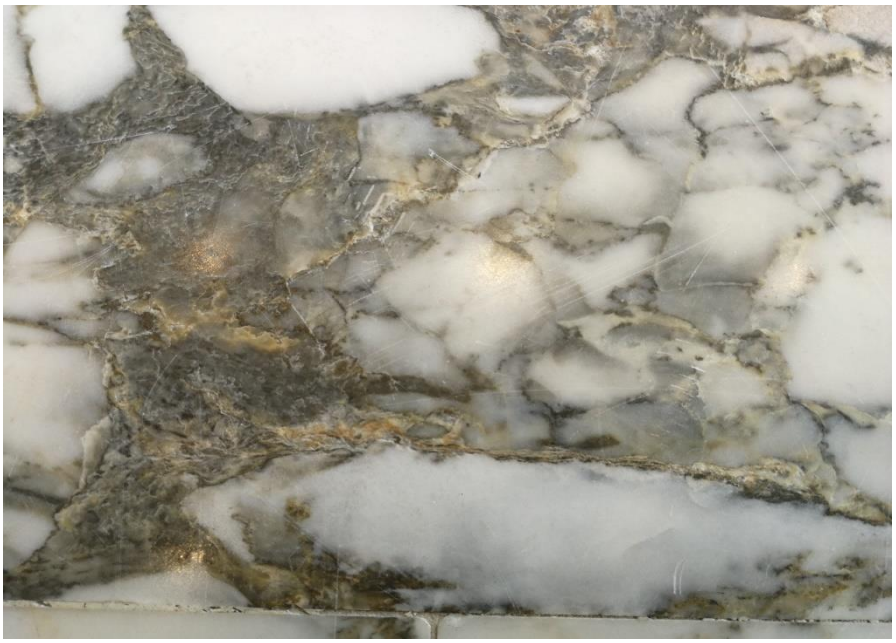


Foto 42. Detail van lokaal verdikte grijze tussenschakeling in een tegel van de oorspronkelijk vloer van de toegangshal met geelbruin verkleurde afgeschilferde oppervlakjes die zich uitstrekken volgens minuscule kataklastische breukvlakjes doorheen de grijze zone. Het is echter het gehele grijze oppervlak dat kwetsbaar is voor aantasting en reeds licht verruwd oppervlak vertoont. Ook hier weer vallen de fijne rechte krassen op.

De afschilfering en de verkleuring van de afgeschilferde oppervlakken heeft niets te maken met pyriet dat algemeen voorkomt (meer dan in de nieuwe vloer op grond van waarnemingen met de loep) in kristalgroottes rond 0,1 mm met nog metaalglanzende hoewel bruinrood geoxideerde oppervlakken en meer nog dan in de grijze matrix geconcentreerd zijn in de wand van de witmarmerklasten (Foto 43). De harde pyrietkristallen lijken zelfs weerstand te bieden tegen verwering.

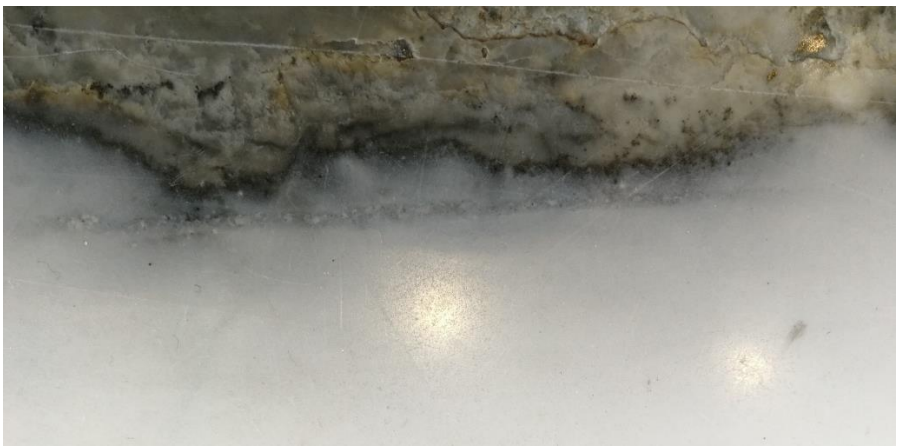
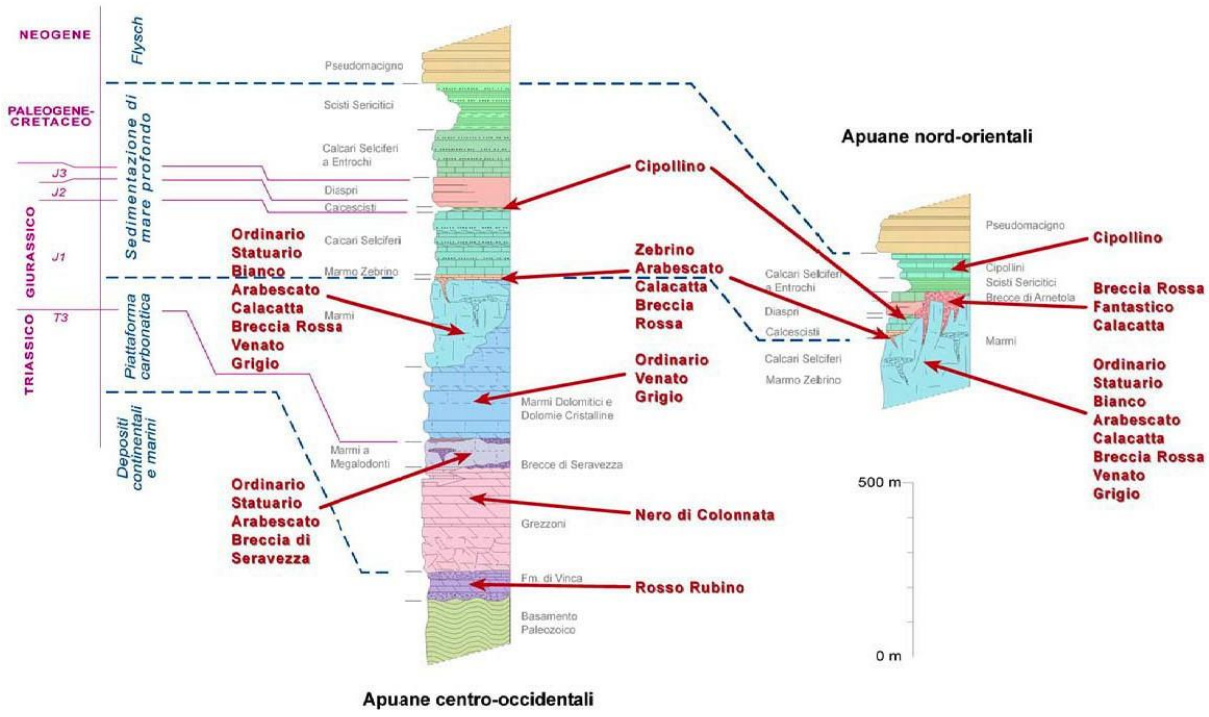


Foto 43. Detail van contact tussen witte klast en grijze matrix (lichtgrijs tot gelig door verwering). Het contact is fijngekarteld wat wijst op een zekere resorptie van de calcietkristallen tijdens de tektonische vervorming en aangegeven door een donkere lijn ten gevolge van de concentratie van pyrietkristalletjes (ca 0,1 mm groot) die echter niet mee afschilfert maar integendeel een barrière vormt (mogelijk door de grotere hardheid van pyriet t.o.v. calciet).

6. Discussie

De Arabescatomarmers van de oudere toegangshal en het recente auditorium zijn geplaatst, en ook aangekocht en ontgonnen met meer dan 50 jaar tussentijd. In die periode is de ontginning opgeschoven naar andere afzettingen en is ook de naamgeving anders geïnterpreteerd. Dit is niet verwonderlijk in een ontginningsgebied dat een extreem variabel materiaal - gebreccieerde marmer – exploiteert, waar de naamgeving slaat op specifieke types maar waar in de praktijk alle mogelijke overgangen van kenmerken bestaan (cf Fig. 44). Iedere groeve kan dus een ruim assortiment aan marmertypes ontginnen dat slechts ten dele aan alle kenmerken van één specifieke naam voldoet. De commerciële naamgeving zal dan de tendens in de ontginning volgen en zich aanpassen aan de petrografische kenmerken van de nieuw ontgonnen materialen. Zo was in 1963 de Arabescato petrografisch nog vooral gekenmerkt door kataklastisch gebroken marmer met grillig verloop van de breukvlakjes. Heden ten dage wordt onder de naam Arabescato vooral een gemylonitiseerde metamorfe breccie vermarkt.



Figuur 44. Stratigrafisch overzicht van de marmerafzettingen in het Bekken van Carrara (Apuanische Alpen). De afzettingen van Vagli behoren tot de noordoostelijke Apuanische Alpen. Aarabescato wordt er samen met andere witmarmervariëteiten gewonnen uit een metamorfe marmercomplex van Onder-Jura ouderdom, waarin alle witmarmervariëteiten door elkaar voorkomen (Carmignani et al., 2007).

De oorspronkelijke vloer van 1963 in de open toegangshal is een Arabescato Vagli marmer dat goed beantwoordt aan de oorspronkelijke definitie en een grote variabiliteit vertoont aan metamorfe texturen van tektonische oorsprong. Het petrologische basistype is een protocataclasiet. Vertaald naar de traditionele benamingen op basis van uitzicht in plaats van op herkomst bestrijkt dit een breed gamma van het brouillé type tot Calacatta.Deze variabiliteit speelt zich af op de schaal van de tegels, zodat de gehele tegelpartij desondanks

van eenzelfde groeveherkomst kan zijn (en vermoedelijk is). Dit leidt tot een meer variabele tekening maar ook tot een meer uitgesproken dominantie van de witte kleur.

De nieuwe vloer van het auditorium is eveneens een Arabescato Vagli marmer met meer homogeen uitzicht, met duidelijke gefolieerde en zelfs geplooide breccietextuur, en kan petrografisch worden omschreven als een pseudoprotomyloniet. Het belangrijkste verschil is de wijze waarop de matrix tussen de witmarmeren klasten het uitzicht bepaalt. Indien de matrix relatief breed is ten opzichte van de grootte van de klasten gaat de tegel meer donkergrijs overkomen. Men moet begrijpen dat kleurverschillen wijzen op texturele en mineralogische heterogeniteit van het gesteente. Er is geen fundamenteel kwaliteitsverschil tussen de verschillende tegels van de auditoriumvloer, maar op grond van de concentratie van onzuiverheden zou men kunnen stellen dat hoe donkerder grijs hoe kwetsbaarder voor verwering. Er moet echter steeds een externe katalysator zijn om de schade effectief tot uiting te brengen en dat is water. Eigenlijk geldt hetzelfde voor de vloer van 1963.

Koch (2006) heeft in dat verband het meest fundamenteel onderzoek verrricht naar de verweringsgevoeligheid en effectieve deformatie van verschillende marmersoorten waaruit systematisch naar voren kwam dat de Carraramarmers,inzonderheid de Arabescato met zijn duidelijke aanwijzingen voor foliatie het meest gevoelig zijn voor verwering en deformatie. Dit komt door de uitgesproken anisotropie van de calcietkristallen die opgelijnd zijn volgens de foliatierichting en daarenboven vrij gladde kristalvlakken hebben, waarlangs delaminatie wordt vergemakkelijkt. De grijze banden bevatten bovendien als secundaire maar niet verwaarloosbare mineralen grafiet en muscoviet. Grafiet is verntwoordelijk voor de donkere kleur en vormt fijnkristallijne aggregaten met calciet die gemakkelijk uit elkaar kunnen vallen. Het muscoviet (mica, bladsilicaten) is het voornaamste bestandeel van de fyllietische insluitsels en geeft aan de uitschilferingen de kenmerkende zilvergele kleur. Pyrietkristalletjes liggen tussen en tegen de kristalvlakken van muscoviet. Dit muscoviet kan uitgroeien tot 2 cm grote kristallen met perfecte bladvormige splijting: hoe groter de muscoviet des te sneller de microscheurtjes en verwering zich kunnen voortzetten. Dit speelt vooral de nieuwe vloer parten.

Vermits de geomechanische krachtenverdeling gelijk opgaat voor de calcietkristallen en de andere mineralen kunnen de microscheurtjes zich doorzetten tussen aangrenzende korrels en uiteindelijk afschilferingen tot op centimeterschaal veroorzaken (cf. Foto 35). Microscheurtjes op korrelschaal zulen al optreden bij de behandeling van het marmer: zagen, schuren, polijsten. Hierdoor ontstaat een microporositeit die veel groter is dan de opgegeven waarden voor massieve steen. Water is echter nodig om de wrijvingsweerstand te overwinnen en de microbarstjes te verwijden; daarenboven zorgt water voor corrosie van de wanden en bodem van de microbarstjes zodat deze een hogere porositeit verkrijgen en zo gemakkelijker loskomen. Dit vormt een zelfversterkend en onomkeerbaar proces.Dit proces wordt nog versneld door een opeenvolging van nat – droog cycli en het verwijderen van de verweerde losgekomen korrels zodat een afschilfering ontstaat.

Enkel de grijze banden worden aangetast omdat in de witmarmeren (of anderskleurige) klasten de kristalvorm meer equigranulair is en de kristalranden in elkaar grijpen zodat gebeurlijke microscheurtjes zich niet over grotere lengtes kunnen doorzetten.

WTCB onderzoek op Arabescato Corchia heeft overigens uitgewezen dat ijzeroxidatie op de eerste plaats leidt tot verdonkering van de grijze banden en in mindere mate van de witte

klasten, dus tot intensifiëring van de kleuren (Bams & de Barquin, 2016). Deze fenomenen lijken op natuurlijke wijze reeds te zijn gebeurd en dragen bij tot het decoratieve uitzicht van de Arabescato. Verdonkering van de grijze matrix zou dus kunnen wijzen op meer dan gebruikelijke oxidatie sensu verwering van ijzerhoudende kleimineralen, voornamelijk aanwezig in de fyllieten, en daarmee op toegenomen gevoeligheid voor afschilfering.

Afschilfering in de grijze banden komt zowel in de oudere als de nieuwe vloer voor, allicht als gevolg van het openen van verticale splijtvlakjes tussen de calciet – grafiet aggregaten en in de fylliet-onzuiverheden die in de grijze matrix voorkomen. Het lijkt dus een oppervlakkig fenomeen dat van boven naar onder gaat en niet omgekeerd. Toch zijn er enige verschillen tussen de oude en de nieuwe vloer. In de oude vloer volgt de afschilfering de mineralogische en structurele contacten en is vrij willekeurig maar op coherente wijze verspreid over de vloer (cf.Foto 41). De nieuwe vloer lijkt meer kwetsbaar voor schade door de meer uitgesproken foliatie of mylonitisatie en door de grote muscovietkristallen aanwezig in de grijze banden (en die blijkens een waargenomen afschilfering tot 2 cm groot kunnen zijn). In de nieuwe vloer gebeurt er soms een ontkoppeling tussen de microtektonische structuur en de vorm van de afschilfering, weliswaar beperkt tot sommige tegels. Diezelfde tegels vertonen bovendien een horizontale decohesie tussen de insluitsels en een horizontale toplaag (cf. Foto 35). Dit zou kunnen wijzen op aanwezigheid van een beschermlaag die de vochtregulatie verstoort.

Pyriet is omnipresent in de Arabescatomarmer, even goed in de oorspronkelijke vloer van de toegangshal als in de nieuwe vloer van het auditorium. Het komt vooral voor in de gijze matrix maar is soms opvallend geconcentreerd in de rand van de witte klasten. Pyriet kan met de loep worden herkend in de vorm van zeer kleine kristallen die lokaal echter tot een mm groot kunnen worden en dan een kubusvorm laten zien. Aan het steenoppervlak zijn deze pyrietkristallen rood geoxideerd maar de kristalvorm is intact bewaard; er treedt dus geen desintegratie op van de pyriet. Gebeurlijk kan het wel aanleiding geven tot roestvormige verkleuring. Pyriet draagt echter niet bij tot de verwering van de (donker)grijze stroken in het marmer of uitschilfering van het oppervlak. Er is geen positieve relatie vastgesteld tussen verkleuring van de tegels en mate van afschilfering.

De vloeropbouw is de volgende in overeenstemming met de gangbare normen:

Tegels arabescato marmer 2cm
Legmortel
Vloerverwarming in chape 6 cm
Gespoten PUR 8 cm
Betonnen draagvloer
Kruipkelder/parking

Te veel aan vocht dat doorheen de tegels moet worden afgevoerd zal inderdaad nadelig zijn maar zich ook uiten door verkleuring en dit lijkt niet geassocieerd met de afschilferingen. Het is dus niet waarschijnlijk dat slechte plaatsing aan de oorzaak van het probleem ligt.

7. Besluit: Mogelijke oorzaken van de waargenomen schadepatronen en mogelijke schadebeperkende maatregelen

Arabescato is een decoratieve marmersoort omwille van de contrasten tussen het witte marmer en de grijze tot donkergrijze lijnen die het witte marmer doorsnijden. Dit impliceert heterogeniteit van het materiaal en aanwezigheid van fylliet (kristallijne klei) in de vorm van tot centimetergrote muscovietblaadjes of als microscopisch kleine schilfers tussen de eveneens zeer kleine calcietkristallen en calciet – grafietaggregaten van de grijze lijnen. Dit is een natuurlijk kenmerk van het gesteente en zeker geen gebrek, maar het maakt dit type marmer wel kwetsbaar. Carraramarmer in het algemeen en Arabescato in het bijzonder bezit een hoge mate van anistropie in de kristalvormen en geomechanische eigenschappen (aangeduid door de foliatie en gevolgd door de grijze banden) zodat voorkeursplijting in de kristallen en tussen mineralen een gelijke oriëntatie bezit en microscheurtjes snel kunnen doorlopen. Onder invloed van water en vooral van herhaalde nat – droog cycli zullen de microscheurtjes die in het steenoppervlak aanwezig zijn verwijden en hun vlakken verweren waardoor dit proces zelfversterkend en onomkeerbaar is. Afsplintering met volumeverlies kan gebeuren onder zijdelingse mechanische druk door intens beloop, verplaatsen van voorwerpen of kuisen van de vloer.

Zowel de oude als de nieuwe vloer vertonen dit type van afsplintering dat max enkele millimeters diep gaat en doorgaans niet opvalt wanneer de afschilfering de bestaande texturen van de grijze banden volgt. Wanneer het niet opvalt is het best de toestand te laten zoals ze is en voorkomen dat het schadepatroon zich verder zet (door vermijden van inensieve of langdurige bevochtiging).

Bovendien vertonen beide vloeren veel krassen door verplaatsen van zware of puntige voorwerpen, en twee types van verkleuring, een uitzonderlijk roestkleurig langs een barstvormig patroon en vermoedelijk groevekenmerk, en een leemkleurig dat grotere oppervlakken of gehele tegels van een sluier voorziet en vermoedelijk te wijten is aan impregnatie van ijzerhoudende leem in meer gecorrodeerde oppervlakken (mogelijk ten gevolge van een vast patroon in de wijze van reiniging van de vloer. Deze verkleuring is geen intrinsieke schade; indien het visueel storend wordt bevonden kan afschuren en herpolijsten een optie zijn.

In ieder geval blijven de algemene richtlijnen voor onderhoud van marmer van kracht:
- verschuif geen zware voorwerpen of voorwerpen met puntige uiteinden of metalen poten over de vloer; er zijn reeds opmerkelijk veel krassen, soms zelfs diepe krassen, voor dergelijke jonge vloer;
- gebruik zo weinig mogelijk water en laat dit water niet lang in contact met de steen;
- gebruik neutrale detergenten, in ieder geval afgestemd op de wijze waarop het marmer is afgewerkt, volgens de instructues van de plaatser van het marmer;
- na eventuele verwijdering van verkleuring dient het marmer opnieuw te worden gepolijst;
- vermoedelijk is ten minste een deel van het marmer van het auditorium behandeld met een of meer beschermlagen (in tegenstelling met de oude vloer van 1963 die enkel gepolijst is) die mogelijk nadelige effecten hebben op de vochtregulatie binnen de tegels; vermits er geen

informatie beschikbaar was over de aard van deze behandeling kan ook niet worden gesteld of het zinvol is deze eventuele lagen te verwijderen of opnieuw een dampdoorlatende laag aan te brengen.

Meer problematisch is de veralgemeende afschifering vastgesteld in enkel der meer donkergrijze tegels van de nieuwe vloer die intensief zijn aangetast door kleine uitschulpingen. Bovendien geven opaak-witte halo's rond nog niet uitgeschulpte fyllieten aan dat dit een voortschrijdend proces is. Harsopvulling van de holtes ligt moeilijk gezien hun geringe diepte. Gebeurlijke afschuring ter verwijdering van de uitschulpingen zou in de orde van grootte van 2-3 mm liggen en kan de onderliggende fyllieten en kristalaggregaten klaarmaken om zelf te verweren en eroderen. Vervanging van de aangetaste tegels is een optie, op voorwaarde dat de vervangstenen hetzelfde brecciepatroon en kleurtonaliteit bezitten, wat geen evidentie is bij dergelijk heterogeen materiaal. Het is uiteraard wel van belang de oorzaak van deze afwijkende schade te kennen. Dit ligt mogelijk bij de voorbehandeling van de tegels, waarover geen informatie voorhanden was. In dat geval zou afschuren en herpolijsten weliswaar de uitschulpingen niet wegnemen maar ze minder opvallend maken en het verweringsproces op zijn minst vertragen.

8. Referenties

Agentschap Onroerend Erfgoed, 2018. BP-building (auteur Jo Braeken, 2012) - [online], https://id.erfgoed.net/erfgoedobjecten/6958 (geraadpleegd op 25 januari 2019).

Bams, V. & de Barquin, F., 2006. Geelbruine verkleuring van witte marmers. WTCB-Dossiers – Katern nr. 5 – 4e trimester 2005 (verschenen Februari 2006), 13 p.

Carmignani, L., Conti, P., Meccheri, M., Vaselli, L., Mancini, S., Massa, G. & Simoncini, D., 2007. Carta giacimentologica dei marmi del le Alpi Apuane a scala 1:10. 000 e sua informatizzazione. Convenzione Regione Toscana - Università di Siena, Universita degli Studi di Siena, Centro di GeoTechnologie, 105 p.

De Ceukelaire, M.; Doperé, F.; Dreesen, R.; Dusar, M.; Janssens, H.; Tourneur, F., 2017. De abdij van Averbode, een verhaal van steen en marmer. Uitgeverij Averbode / Erasme, 187 p. (ISBN 9789090304427).

Grote Nederlandse Larousse Encyclopedie, 1972. Arabesk. In: Deel 2. Heideland-Orbis, Hasselt.

Koch, A., 2006. Deformation von Fassadenplatten aus Marmor. Schadenskartierungen und gesteinstechnische Untersuchungen zur Verwitterungsdynamik von Marmorfassaden. Universitätsverlag Göttingen (ISBN 978-3-938616-47-5), 173 p.

Primavori, P., 2015. Carrara Marble: a nomination for ‘Global Heritage Stone Resource’ from Italy. In: Pereira, D., Marker, B. R., Kramar, S., Cooper, B. J. & Schouenborg, B. E. (eds) 2015. Global Heritage Stone: Towards International Recognition of Building and Ornamental Stones. Geological Society, London, Special Publications, 407: 137–154.

Primavori, P., 2017. Different varieties of marble from Carrara. In: Litos online.com. https://www.litosonline.com/en/article/2017-sep-13/different-varieties-marble-carrara

Scigliano, E., 2005. Michelangelo’s Mountain: The quest for perfection in the marble quarries of Carrara. Simon & Schuster, Free Press, New York (ISBN 9780743254779), 355 p.

Spry, A., 1969. Metamorphic textures. Pergamon Press, Oxford (reprint 1974 ISBN 080133150), 350 p.

Compilatie Michiel Dusar

Versie 1, 18.2.2019