



L'eliminazione delle ombre nelle ortofoto: notazioni teoriche e procedure sperimentali

Giulia Lazzari

Abstract

Nell'ambito della documentazione del patrimonio culturale la fotogrammetria digitale rappresenta oggi una valida alternativa rispetto all'impiego dei *laser scanner*. Allo stesso tempo, però, condizioni ambientali avverse, così come fenomeni di riflessione generati da determinati materiali (non-lambertiani), possono inficiare i risultati. La documentazione delle superfici dei corpi di fabbrica che compongono la *Facultad de Arte Teatral de La Habana* a Cuba ha consentito di testare un'ampia casistica di situazioni nelle quali non è stato possibile operare in condizioni di illuminazione ideale, consentendo di definire delle *pipeline* di acquisizione e di restituzione, diversificate a seconda delle circostanze che possono verificarsi e validate sperimentalmente, in grado di garantire la corretta corrispondenza tra elaborati fotogrammetrici e oggetto reale.

Parole chiave

Fotogrammetria, documentazione, ombre, Facultad de Arte Teatral, Cuba



Scatto da drone: teatro all'aperto (blocco 12) (elaborazione dell'autore).

Introduzione

La documentazione cromatica e quella morfometrica costituiscono i due principali obiettivi del rilevamento architettonico. I sensori passivi consentono di immagazzinare i dati relativi al colore apparente di una qualsiasi superficie che possa essere 'catturata' fotograficamente [Luhmann et al. 2011].

Durante la fase di acquisizione, le condizioni ambientali rappresentano il fattore che maggiormente influisce sulla resa finale di un fotopiano; nell'impossibilità di approntare dei set fotografici *ad hoc* che consentono di controllare l'illuminazione della scena, la presenza di ombre proprie e portate costituisce ancora oggi un problema di difficile soluzione. Negli spazi aperti tale questione è, in genere, ancora più critica; le condizioni ideali si hanno solo in presenza di cielo coperto, assenza di precipitazioni e luce diffusa, che raramente sono conciliabili con la tempistica di una usuale campagna di rilevamento.

Caso studio

Dal 2003 le cinque Scuole d'Arte di Cubanacán a La Habana sono inserite nella *Temporary List* UNESCO e dal 2010 sono monumento nazionale della Repubblica di Cuba. Gli edifici vennero realizzati su commissione di Fidel Castro a partire dal 1961, quando egli incaricò l'architetto cubano Selma Diaz, militante della Rivoluzione e moglie di Osmany Cienfuegos, di sovrintendere all'iniziativa [1].

L'area prescelta fu quella dell'ex *Country Club*; 560.000 mq posti nell'odierno Municipio di Playa. Inizialmente la scelta del progettista ricadde sull'architetto cubano Ricardo Porro [2] (Camagüey, 1925 – Parigi, 2014) che, a sua volta, decise di includere nel gruppo di lavoro i colleghi italiani Vittorio Garatti [3] (Milano, 1927) e Roberto Gottardi [4] (Venezia, 1927 – La Habana, 2017). Le lezioni presero avvio nel 1965 a Scuole non ancora ultimate [5] a causa del mutamento delle politiche interne di Cuba [Unfinished Spaces: 2011] legato alla collaborazione con l'Unione Sovietica [6].

Gli ambienti delle cinque scuole subirono pertanto un processo di adattamento alle necessità dell'insegnamento, che nel tempo ha contribuito a snaturare, almeno in parte, gli impianti originari. La *Facultad de Arte Teatral* si colloca nella zona Sud del complesso, su un piccolo rilievo vicino al *Rio Quibú*, circondata da una rigogliosa vegetazione composta principalmente da alberi ad alto fusto.

La Facoltà è composta da 14 blocchi collegati da rampe e scale (fig. 01), ad eccezione di due incompiuti e del grande teatro mai realizzato.

I manufatti, in alcune loro parti fortemente degradati, sono realizzati principalmente con murature in laterizio con cordoli in calcestruzzo armato (fig. 02) e sono coperti con *bovédas tabicadas*.



Fig. 01_ Ortofoto del complesso della FAT (elaborazione dell'autore).



Fig. 02_ Stato di degrado delle strutture (foto dell'autore).

La documentazione del colore apparente

La documentazione del colore apparente dei 508 fronti che compongono la Scuola è stata effettuata attraverso l'utilizzo delle fotocamere reflex Canon EOS 7D con obiettivo Canon EF-S 15-85 mm, Canon 700D e Nikon D3000 e della fotocamera *mirrorless* Sony ILCE-6000; i parametri che si è cercato di mantenere costanti durante tutta la campagna sono stati quelli relativi agli ISO (tra 100 e 200), all'apertura del diaframma (tra 5.6 e 8 mm) e al tempo di esposizione (mantenuto sotto 1/60 sec). I fotopiani sono stati prodotti attraverso il software Agisoft Metashape Pro.

Accorgimenti in fase di acquisizione

Durante la campagna di rilevamento l'illuminazione tipica del tropico ha obbligato gli operatori a realizzare i set fotografici seguendo l'orientamento del sole e, conseguentemente, l'andamento delle ombre. Per quanto le acquisizioni avrebbero dovuto essere fatte solamente delle parti in ombra, la complessa geometria dei vari blocchi ha fatto sì che alcuni fronti presentassero comunque delle porzioni soggette a una diversa illuminazione e/o delle ombre portate. È stato quindi necessario realizzare due set distinti di immagini fotogrammi (Fig. 03); nel primo gli scatti sono stati calibrati sulla porzione in luce (tempo di esposizione breve e diaframma quasi chiuso), mentre con il secondo sono stati regolati sulla parte in ombra (tempo di esposizione più lungo e diaframma più aperto).



Fig. 03_ Maschere relative alla doppia esposizione (elaborazione e foto dell'autore).

In entrambi i casi sono state scattate immagini contenenti il cartoncino del grigio 18% per poter procedere al bilanciamento del bianco su Adobe *CameraRaw*. Prima di proseguire con quest'ultima operazione è stato necessario intervenire sui parametri "Luci" e "Ombre" per attenuare le differenze di illuminazione tra i due gruppi di immagini.

Accorgimenti in fase di calcolo

All'interno del programma Agisoft Metashape Pro sono state di volta in volta mascherate, a valle del processo di allineamento dei fotogrammi, le parti che presentavano una errata esposizione, consentendo così al programma di poter lavorare con un numero maggiore di punti di controllo. Alcune correzioni, non particolarmente efficaci in caso di ombre portate, ma

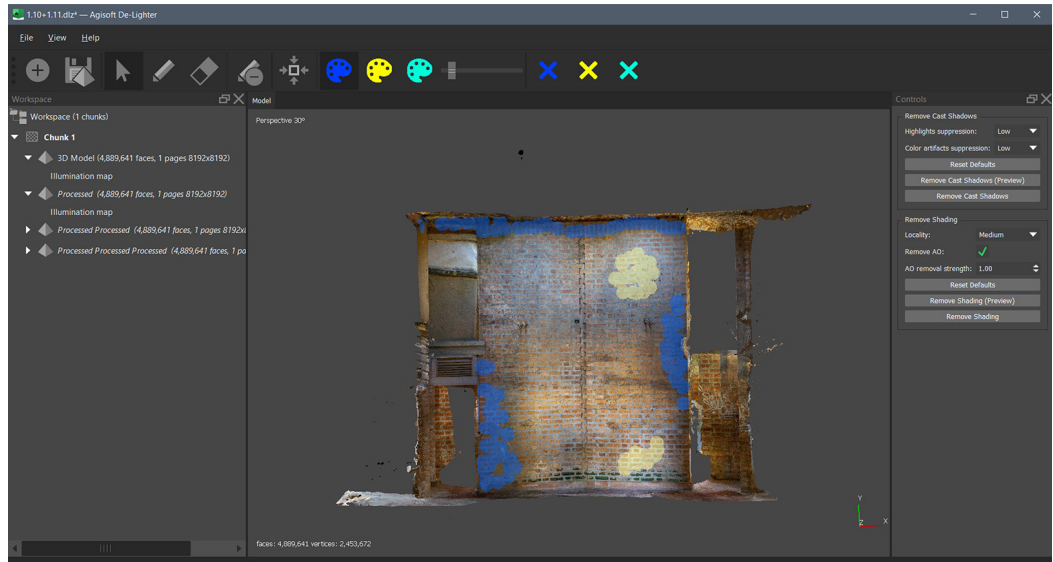


Fig. 04_ Elaborazione all'interno di Agisoft De-Lighter (elaborazione dell'autore).



Fig. 05_ Elaborato geometrico e del colore apparente (elaborazione dell'autore)

abbastanza utili per quelle proprie, possono essere realizzate anche nel corso della procedura di estrazione dell'ortomosaico all'interno del *software* Agisoft Metashape Pro. Una volta calcolata la *mesh* e la relativa *texture*, è possibile utilizzare il comando *Remove Lighting* (accessibile dal menù a tendina *Tools*), che consente di uniformare la luminosità della *texture*. Se il risultato ottenuto non è ancora soddisfacente, è possibile esportare la *mesh* da Agisoft Metashape Pro in un formato che mantenga anche la *texture* (ad esempio .dae) e importarla nel *software* Agisoft De-Lighter.

Qui è possibile aprire il modello, individuare le zona in ombra e in luce tramite l'uso di un "pennello morbido" e utilizzare i comandi *Remove Shading* o *Remove Cast Shadows* (consente di limitare la presenza di ombre anche nel caso in cui l'oggetto che le proietta non faccia parte della geometria della superficie interessata) (fig. 04). A questo punto è possibile salvare la nuova *texture*, reimportarla in Agisoft Metashape Pro e procedere al calcolo dell'ortomosaico (fig. 05).

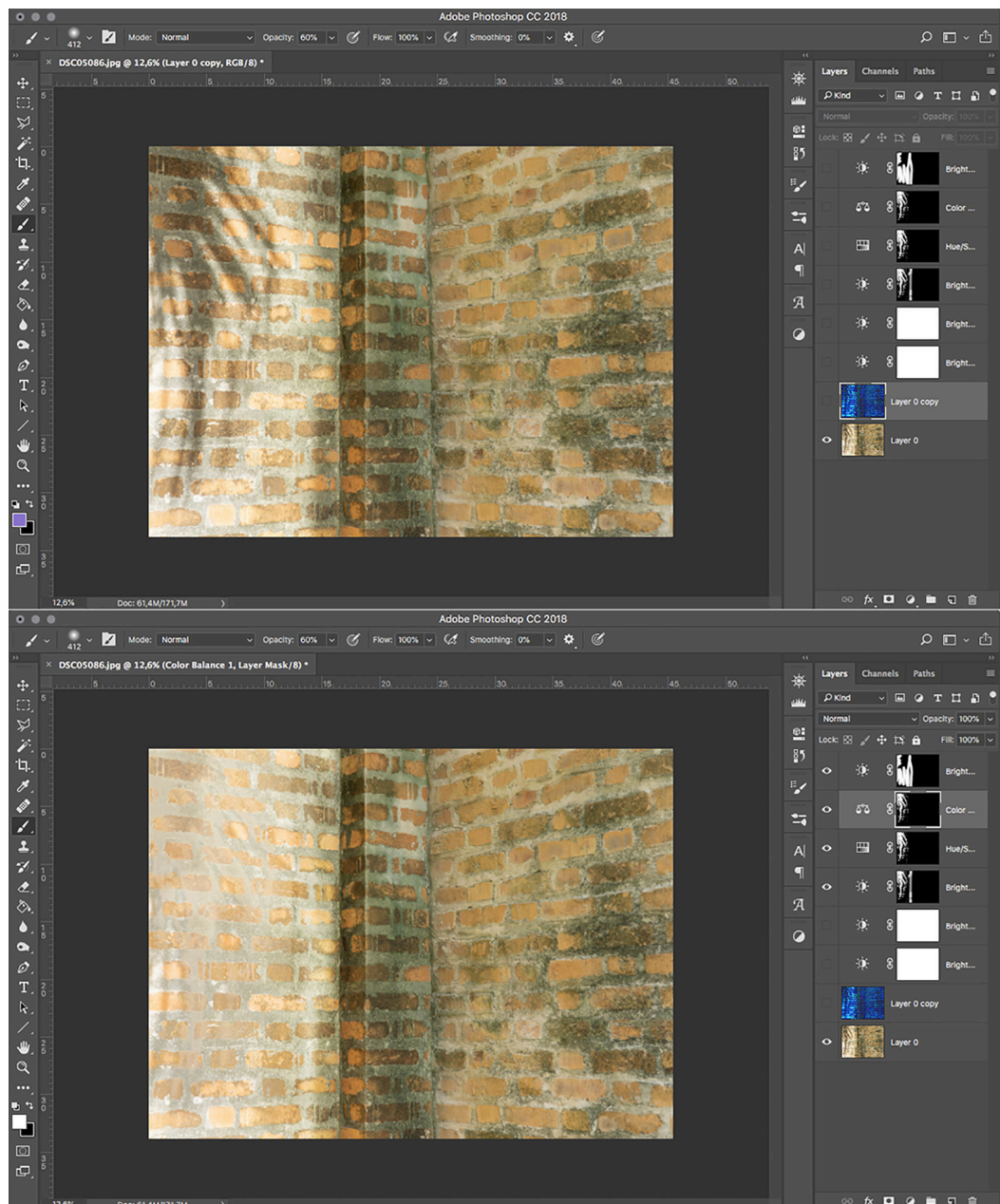


Fig. 06_ Operazioni con filtri e maschere in Adobe Photoshop (elaborazione dell'autore).

Accorgimenti in fase di restituzione [7]

Qualora le operazioni condotte per limitare le ombre in fase di acquisizione, di conversione e di calcolo non avessero assicurato i risultati sperati e laddove, come in questo caso, non sia possibile effettuare una seconda campagna di rilevamento, si dovrà far ricorso ad alcuni correttivi in fase di restituzione. Il programma Adobe Photoshop presenta una vasta gamma di strumenti che possono essere utilizzati sulla base di forma e intensità delle ombre presenti sull'ortomosaico. Il comando Filtro *CameraRaw* è solitamente sufficiente per eliminare ombre proprie appena visibili, mentre in caso di ombre portate molto nette sarà necessario procedere ad una selezione, effettuata tramite i consueti strumenti messi a disposizione dal programma, dell'area interessata e all'inserimento di maschere di regolazione che consentano di intervenire solamente sulla parte in ombra, variando l'esposizione e il contrasto, e bilanciando il colore (la parte in luce presenta una dominante gialla, mentre quella in ombra ne presenta una blu). Nel caso di ombre portate dalla geometria poco definita, prima di agire sui comandi sopra descritti è necessario selezionare l'area sulla quale intervenire utilizzando alcuni strumenti in grado di individuare le differenze di illuminazione tramite i canali; di particolare efficacia è risultato il Filtro HSB/HSL e il comando *Calculations*, che consentono di individuare solo il canale che definisce le differenze di luminosità e, attraverso la "cottura" dei canali, trasformarlo in maschera di regolazione (fig. 06).

Conclusioni

L'eliminazione delle ombre è un processo difficilmente standardizzabile poiché influenzato da una serie di fattori dipendenti dal contesto nel quale si opera (proprietà ottiche, chimiche e fisiche degli elementi che compongono la scena, condizioni ambientali, etc.). Le procedure presentate in questo contributo, frutto dell'esperienza acquisita sul campo in condizioni di luminosità 'estreme', consentono di ovviare almeno in parte alle problematiche più comuni. Al fine di ottenere dei fotopiani in grado di restituire fedelmente il dato cromatico è infatti necessario mettere in atto una serie di accorgimenti in tutte le fasi del processo fotogrammetrico: dal momento dell'acquisizione delle immagini a quello del bilanciamento del bianco, da quello di calcolo dell'ortofoto alla post-produzione del risultato finale.

Note

[1] "Yo iba a recoger mi carro para regresar a mi oficina. Fidel me montó en su carro, dando instrucciones para que alguien llevara el mío, y durante el viaje me explicaba sobre la belleza de los terrenos del campo de golf del Country Club en el que quería que yo proyectara y dirigiera la construcción de las más bellas Escuelas de Arte del Mundo" [Diaz Llera, 2016].

[2] Si laurea come architetto all'Università de La Habana; successivamente segue per due anni i corsi umanistici a La Sorbona, a Parigi, e i corsi organizzati dal CIAM a Venezia. Rientrato a Cuba, viene esiliato in Venezuela per la sua opposizione al regime di Batista.

[3] Si laurea presso il Politecnico all'età di 30 anni; si trasferisce quasi subito a Caracas per riunirsi alla famiglia che lì era emigrata.

[4] Studia architettura a Venezia presso l'Istituto Superiore di Architettura sotto la guida di Bruno Zevi e Carlo Scarpa. Dal 1956 al 1957 collabora con Ernesto Nathan Rogers presso lo studio B.B.P.R. e si reca a Caracas su invito dello stesso Rogers.

[5] La "crisi dei missili" pose fine a tutte le erogazioni di fondi che esulassero dall'ambito militare.

[6] Dopo il periodo di libertà e creatività che caratterizza i primi anni dalla Rivoluzione cubana, l'architettura viene investita da una nuova influenza: la presenza sempre maggiore dell'Unione Sovietica impone a La Habana di applicare i principi della prefabbricazione per porre rimedio alla carenza di abitazioni. Così Fidel Castro si convince che la soggettività che ha caratterizzato le opere di architettura come le Scuole d'Arte sia contraria agli ideali della Rivoluzione, preferendo la via dell'oggettività estrema data dagli elementi prefabbricati [Teboul: 2019].

[7] Non è stata presa in considerazione, in questo caso, la procedura descritta in Vianello [2016] poiché estremamente efficace in relazione a un manufatto singolo, acquisito in medesime condizioni di illuminazione in ogni sua parte, nella quale si procede al calcolo della mappa di illuminazione attraverso il software The Foundry Modo, in modo da poterla utilizzare come maschera di esposizione in Adobe Photoshop; in questo caso avrebbe necessitato di tempistiche di acquisizione non sostenibili.

Riferimenti Bibliografici

- Cipriani, L., Fantini, F., Bertacchi, S., (2014), Affidabilità ed ottimizzazione del texturing del colore apparente dei modelli da sensori attivi e passivi: casi studio nel settore dei Beni Culturali. In: *Colore e colorimetria. Contributi multidisciplinari. Atti della X Conferenza del Colore*, X A. 23-35.
- Cipriani, L. et al. (2015). Mappe del colore e rimozione delle ombre: applicazioni di una tecnica. In: *Colore e colorimetria. Contributi multidisciplinari. Atti della X Conferenza del Colore*, XI A. 63-73.
- Cipriani, L., Fantini F., Vianello, S., (2017). La mappatura del colore dei modelli 3D a dettaglio variabile: avanzamenti ed automatismi fra geometric e colour processing. In: *Atti della Tredicesima Conferenza del Colore, 4-5 Settembre, Napoli*.
- D'Eredità, A., (2020). Il rilievo fotogrammetrico di Doclea. In *Archeologia e Calcolatori*. 31, 1. 213-230.
- Diaz Llera, S., (2016). Cuando todo empezó. In: Paradiso M. (a cura di), *Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana. Pasado, presente y futuro*. Firenze: DIDAPress.
- Gabellone, F., (2012). La trasparenza scientifica in archeologia virtuale: una lettura critica al principio n.7 della Carta di Siviglia. In *Scires-IT*, 2, 2. 99-124.
- Loomis, J.A., (2019). *Una rivoluzione di forme. Le Scuole Nazionali d'Arte a Cuba*. Milano: Mimesis. [ed. orig. aggiornata: (2011). *Revolution of Forms: Cuba's Forgotten Art Schools*. Princeton: Princeton Architectural Press].
- Luhmann, et al., (2011). *Close Range Photogrammetry. Principles, techniques and applications*. Dunbeath: Whittles Publishing.
- Teboul, S. (2019). *Cubañia*. Tesi di laurea, Ecole Spéciale d'Architecture, Paris.
- Unfinished Spaces*, (2011). Stati Uniti: Ajna Films. <<http://ajnafilms.com/unfinishedSpaces.html>> (consultato il 16 gennaio 2022).
- Vianello, S., (2016). *Il Vestibolo di Piazza d'Oro Rilievi per la modellazione 3D ed il texturing*. Tesi di laurea, AlmaMater Studiorum – Università di Bologna.
- Ye, Q., Xie, H., Xu, Q., (2012). Removing shadows from high-resolution urban aerial images based on color constancy. In: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXII ISPRS Congress, 25 August – 01 September 2012, Melbourne, Australia, XXXIX*, B3. 525-530.

Autore

Giulia Lazzari, Università degli Studi di Firenze, DIDA-Dipartimento di Architettura. giulia.lazzari@unifi.it

Per citare questo capitolo: Lazzari Giulia (2022). L'eliminazione delle ombre nelle ortofoto: notazioni teoriche e procedure sperimentali/Removing shadows from orthophotos: theoretical indications and testing procedures. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2593-2606.



Removing shadows from orthophotos: theoretical indications and testing procedures

Giulia Lazzari

Abstract

Digital photogrammetry can be considered a valid alternative to laser scanners in the field of Cultural Heritage Documentation. At the same time, however, adverse environmental conditions, as well as reflection phenomena generated by certain materials (non-lambertians), can affect the results.

The documentation of the surfaces of the buildings that make up the *Facultad de Arte Teatral of La Habana* in Cuba has made possible to test a wide range of situations in which it has not been possible to operate under ideal lighting conditions, allowing the definition of acquisition and restitution pipelines, diversified according to the circumstances that may occur and experimentally validated, able to ensure the correct correspondence between photogrammetric processed and real object.

Keywords

Photogrammetry, documentation, shadows, Facultad de Arte Teatral, Cuba



Shot from drone: outdoor theater (block 12) (author's elaboration).

Introduction

Chromatic and morphometric documentations are the two main targets of architectural survey. Passive sensors allow to store the apparent color data of any surface that can be photographically captured [Luhmann et al. 2011]. During the acquisition phase the environmental conditions represent the factor that most affects the final result of an orthophoto; when setting up a photographic set, that allow to control the lighting of a scene, is impossible, the presence of shades and cast shadows is still a difficult problem to solve. In the outdoor, this issue is generally even more critical; ideal conditions occur only in the presence of overcast sky, absence of precipitation and diffuse light, which are rarely compatible with the schedule of a survey campaign.

Case study

The five Art Schools in Cubanacán in La Habana have been included in the UNESCO Tentative List since 2003 and have been a national monument of the Republic of Cuba since 2010. The buildings were commissioned by Fidel Castro in 1961, when he hired the Cuban architect Selma Diaz, militant of the Revolution and wife of Osmany Cienfuegos, to oversee the initiative [1]. The area chosen was that of the former Country Club; 560,000 square meters located in today's municipality of Playa. Initially the choice of the designer fell on the Cuban architect Ricardo Porro [2] (Camagüey, 1925 - Paris, 2014) who, in turn, decided to include in the project team Italian colleagues Vittorio Garatti [3] (Milan, 1927) and Roberto Gottardi [4] (Venice, 1927 - La Habana, 2017). The lessons started in 1965, when the School weren't finished yet [5], due to the change of the internal policies of Cuba [Unfinished Spaces: 2011] related to the collaboration with the Soviet Union [6]. The classrooms of the five schools therefore underwent a process of adaptation to the needs of teaching, which over time has contributed to distort, at least in part, the original layouts. The *Facultad de Arte Teatral* is located in the South of the complex, on a small hill near the *Rio Quibú*, surrounded by lush vegetation composed mainly of tall trees. The School consists of 14 blocks connected by ramps and stairs (fig. 01), except for two unfinished buildings and the great theater never realized. The buildings, in some of their parts strongly degraded, are mainly made with brick walls with reinforced concrete curbs (fig. 02) and are covered with *bovédas tabicadas*.

The documentation of apparent color

The documentation of the apparent color of the 508 fronts that make up the School was carried out through the use of Canon EOS 7D with Canon EF-S lens 15-85 mm, Canon 700D and Nikon D3000 reflex cameras and a mirrorless camera Sony ILCE-6000; the pa-



Fig. 01_ Orthophoto of the complex of FAT (author's elaboration).



Fig. 02_ State of decay of the structures (author's photo).

parameters that have been tried to keep constant throughout the campaign have been those relating to ISO (between 100 and 200), aperture (between 5.6 and 8 mm) and shutter speed (kept below 1/60 sec). The orthophotos have been created through the use of the software Agisoft Metashape Pro.

Forethoughts during acquisition phase

During the survey campaign, the typical lighting of the tropic forced operators to make the photographic sets following the orientation of the sun and, consequently, the trend of the shadows. Although the theory recommends taking the photos only of the shaded parts, the complex geometry of the artifacts meant that some fronts presented portions subject to a different lighting and to the presence of cast shadows. It was therefore necessary to create two distinct sets of images (fig. 03); in the first the shots were calibrated on the portion in light (short exposure time and almost closed diaphragm), while with the second the photos were adjusted on the shaded part (longer exposure time and more open diaphragm). In both cases images containing 18% grey cardboard were taken in order to proceed with the white balance on Adobe CameraRaw. Before proceeding with this last operation, it was necessary to intervene on the parameters "Highlights" and "Shadows" to mitigate the differences in lighting between the two sets.



Fig. 03_Masks relating to the double exposition (author's photo and elaboration).

Measures to be taken during the calculation phase

Within the calculation software the parts that had a wrong exposure were, from time to time, masked downstream of the process of alignment of the frames thus allowing the program to work with a larger number of control points. Some corrections, not particularly effective in the case of cast shadows, but useful enough for shades, can also be made during the orthomosaic extraction procedure within the Agisoft Metashape Pro software. Once the mesh and its texture have been calculated, it's possible to use the Remove Lighting command (accessible from the Tools drop-down menu), which allows to standardize the brightness of the texture. If the result is not yet satisfactory, it's possible to export the mesh from Agisoft Metashape Pro in a format that also maintains the texture (eg .dae) and import it into the Agisoft De-Lighter software. Once done the opening of the model, the areas in shadow and light can be identified using a "soft brush" and the commands Remove Shading or Remove Cast Shadows (this command allows the presence of shadows to be limited even if the object

that casts them is not part of the geometry of the affected surface) (Fig. 04). At this point the new texture can be saved, re-enter it in Agisoft Metashape Pro and it's possible to proceed to the calculation of orthomosaic (Fig. 05).

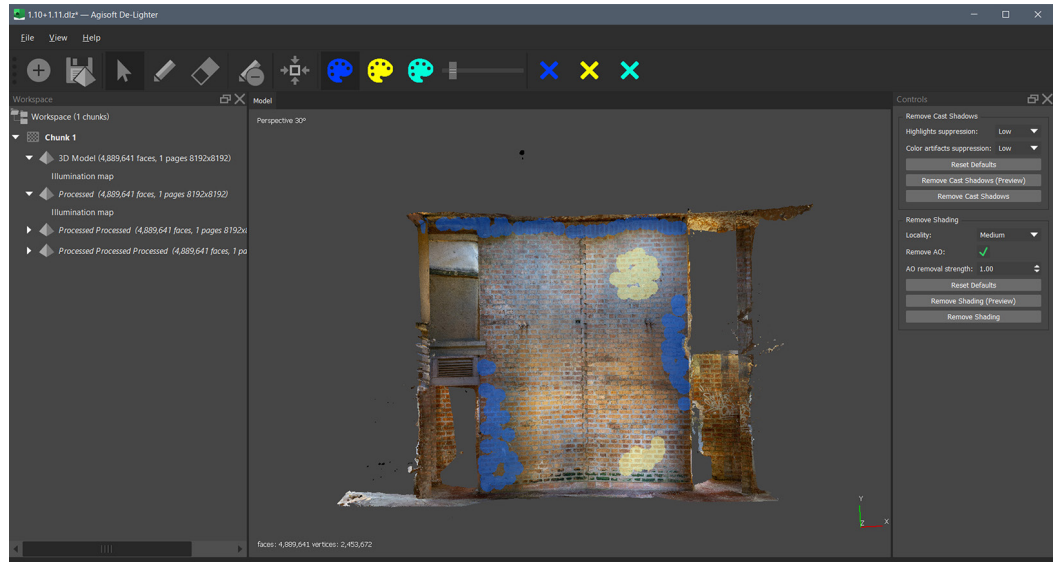


Fig. 04_ Elaboration within Agisoft De-Lighter (author's elaboration).

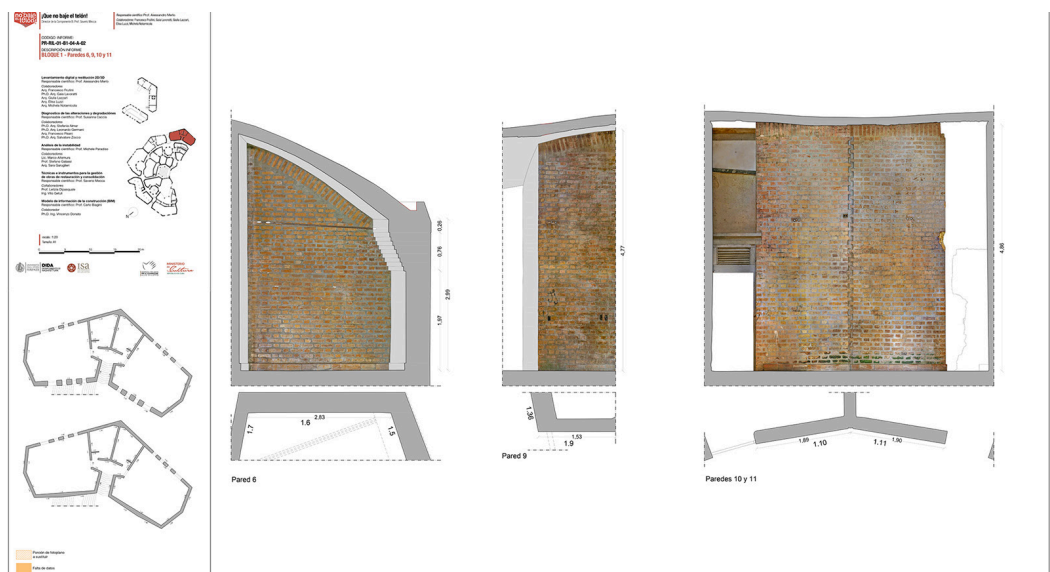


Fig. 05_ Geometrical and apparent color documentation (author's elaboration)

Tricks during the restitution phase [7]

If the operations carried out to limit the presence of the shadows during the acquisition, conversion and calculation were not sufficient and if, as in this case, it was not possible to carry out a second survey campaign, some corrective measures could be used during the restitution phase. The software Adobe Photoshop presents a wide range of tools that can be used based on the shape and intensity of the shadows present on the orthomosaic. The CameraRaw Filter is usually sufficient to remove light shadows, while in the case of sharp cast shadows will be necessary to proceed to make a selection, made through the usual tools, of the affected area and to insert adjustment masks that allow to work only on the shaded part, varying the exposure, contrast, and color balance (the part in light has a yellow dominant, while the one in shadow has a blue one). In case of cast shadows with a not well-defined geometry, before acting on the commands described above, it is necessary to select the area

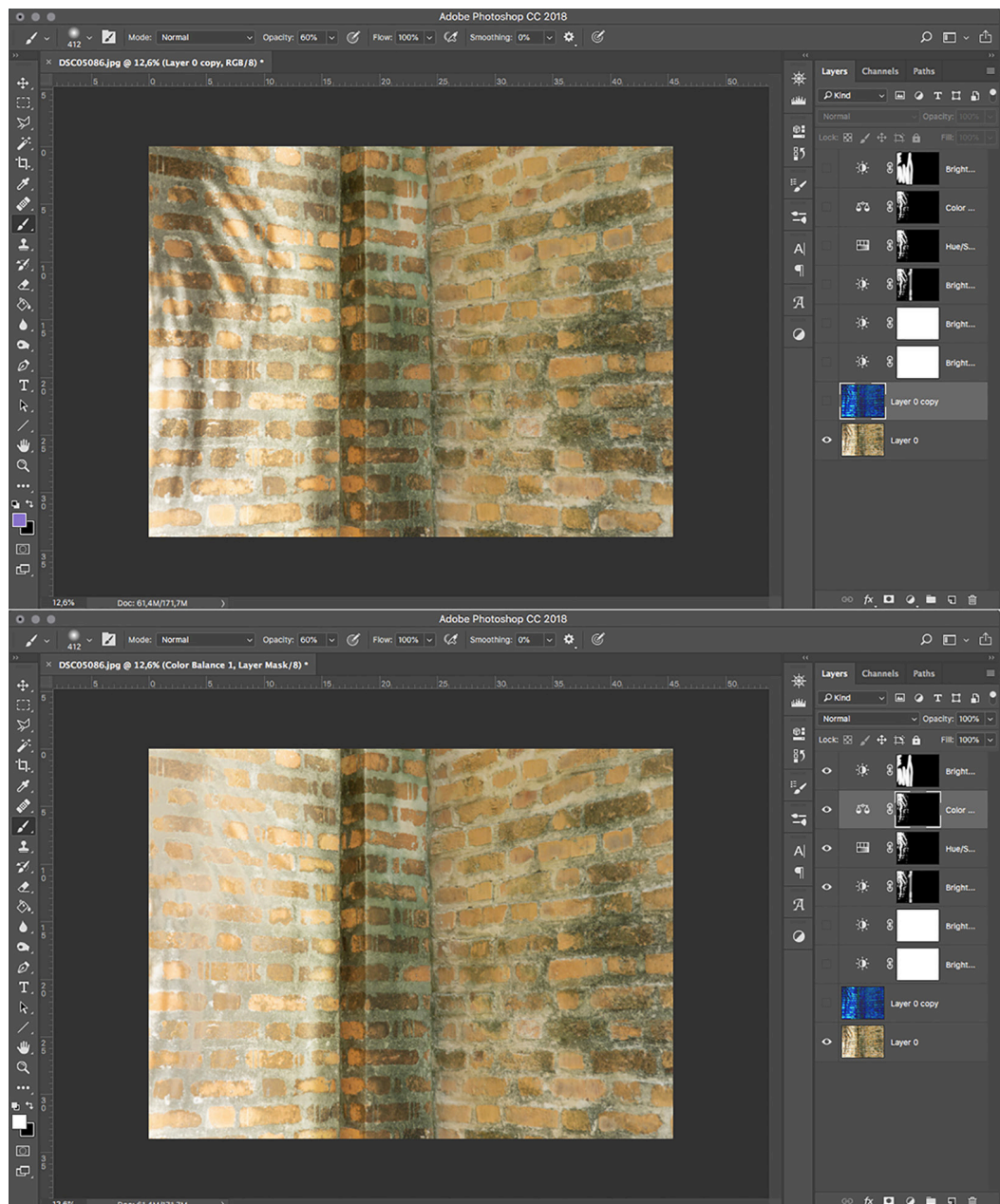


Fig. 06_ Working with filters and masks in Adobe Photoshop (author's elaboration).

on which to act using some tools that can identify the differences in lighting through the channels; particularly effective was the HSB/HSL Filter and the Calculations command, which allow to identify only the channel that defines the differences in brightness and, through the “cooking” of the channels, turn it into an adjustment mask (fig. 06).

Conclusions

Removing shadows is a process difficult to standardize because it is influenced by a series of factors dependent on the context in which it operates (optical, chemical and physical properties of the elements that make up the scene, environmental conditions, etc.). The procedures presented in this paper, the fruit of the experience gained in the field in “extreme” lighting conditions, make it possible to overcome, at least in part, to the most common problems. In order to obtain orthophotos able to faithfully document the chromatic data, it is in fact necessary to implement a series of measures in all phases of the photogrammetric process: from the moment of the acquisition of images to that of the white balance, from the calculation of the orthophoto to the postproduction of the final result.

Notes

[1] “Yo iba a recoger mi carro para regresar a mi oficina. Fidel me montó en su carro, dando instrucciones para que alguien llevara el mío, y durante el viaje me explicaba sobre la belleza de los terrenos del campo de golf del Country Club en el que quería que yo proyectara y dirigiera la construcción de las más bellas Escuelas de Arte del Mundo” [Diaz Llera, 2016].

[2] He graduated as an architect at the University of La Habana; then he followed for two years the humanities courses in La Sorbona, Paris, and the courses organized by CIAM in Venice. Returning to Cuba, he was exiled to Venezuela for his opposition to the Batista regime.

[3] He graduated from the Polytechnic at the age of 30; he moved almost immediately to Caracas to rejoin the family that had emigrated there.

[4] He studied architecture in Venice at the Istituto Superiore di Architettura under the guidance of Bruno Zevi and Carlo Scarpa. From 1956 to 1957 he collaborated with Ernesto Nathan Rogers at the B.B.P.R. studio and went to Caracas at the invitation of Rogers himself.

[5] The “missile crisis” put an end to all disbursements of funds outside the military sphere.

[6] After the period of freedom and creativity that characterized the first years of the Cuban Revolution, architecture is invested with a new influence: the growing presence of the Soviet Union requires Havana to apply the principles of prefabrication to remedy the housing shortage. Thus Fidel Castro is convinced that the subjectivity that has characterized the works of architecture such as the Schools of Art is contrary to the ideals of the Revolution, preferring the way of extreme objectivity given by the prefabricated elements [Teboul: 2019].

[7] In this case, the procedure described in Vianello [2016] has not been taken into account because it is extremely effective in relation to a single artifact, acquired under the same lighting conditions in all its parts; in this procedure it's possible to proceed to the calculation of the lighting map through the software The Foundry Way, so that it can be used as an exposure mask in Adobe Photoshop; in the case of the Arts Schools it would require unsustainable acquisition time.

References

- Cipriani, L., Fantini, F., Bertacchi, S., (2014), Affidabilità ed ottimizzazione del texturing del colore apparente dei modelli da sensori attivi e passivi: casi studio nel settore dei Beni Culturali. In: *Colore e colorimetria. Contributi multidisciplinari. Atti della X Conferenza del Colore*, X A. 23-35.
- Cipriani, L. et al. (2015). Mappe del colore e rimozione delle ombre: applicazioni di una tecnica. In: *Colore e colorimetria. Contributi multidisciplinari. Atti della X Conferenza del Colore*, XI A. 63-73.
- Cipriani, L., Fantini F., Vianello, S., (2017). La mappatura del colore dei modelli 3D a dettaglio variabile: avanzamenti ed automatismi fra geometric e colour processing. In: *Atti della Tredicesima Conferenza del Colore, 4-5 Settembre, Napoli*.
- D'Eredità, A., (2020). Il rilievo fotogrammetrico di Doclea. In *Archeologia e Calcolatori*. 31, 1. 213-230.
- Diaz Llera, S., (2016). Cuando todo empezó. In: Paradiso M. (a cura di), *Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana. Pasado, presente y futuro*. Firenze: DIDAPress.
- Gabellone, F., (2012). La trasparenza scientifica in archeologia virtuale: una lettura critica al principio n.7 della Carta di Siviglia. In *Scires-IT*, 2, 2. 99-124.
- Loomis, J.A., (2019). *Una rivoluzione di forme. Le Scuole Nazionali d'Arte a Cuba*. Milano: Mimesis. [ed. orig. aggiornata: (2011). *Revolution of Forms: Cuba's Forgotten Art Schools*. Princeton: Princeton Architectural Press].
- Luhmann, et al., (2011). *Close Range Photogrammetry. Principles, techniques and applications*. Dunbeath: Whittles Publishing.
- Teboul, S. (2019). *Cubania*. Tesi di laurea, Ecole Spéciale d'Architecture, Paris.
- Unfinished Spaces*, (2011). Stati Uniti: Ajna Films. <<http://ajnafilms.com/unfinishedSpaces.html>> (consultato il 16 gennaio 2022).
- Vianello, S., (2016). *Il Vestibolo di Piazza d'Oro Rilievi per la modellazione 3D ed il texturing*. Tesi di laurea, AlmaMater Studiorum – Università di Bologna.
- Ye, Q., Xie, H., Xu, Q., (2012). Removing shadows from high-resolution urban aerial images based on color constancy. In: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXII ISPRS Congress, 25 August – 01 September 2012, Melbourne, Australia, XXXIX*, B3. 525-530.

Author

Giulia Lazzari, Università degli Studi di Firenze, DIDA-Dipartimento di Architettura. giulia.lazzari@unifi.it

To cite this chapter: Lazzari Giulia (2022). L'eliminazione delle ombre nelle ortofoto: notazioni teoriche e procedure sperimentali/Removing shadows from orthophotos: theoretical indications and testing procedures. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2593-2606.