

Antonio Marino

# Studio dei domi nella regione del cratere Milichius

## Aggiornamento secondo le carte lunari LAC

Sezione Luna - UAI - [antoniomarino@libero.it](mailto:antoniomarino@libero.it), [luna@uai.it](mailto:luna@uai.it)

### Abstract

*Domes known in the Milichius region are discussed and revised.*

### Introduzione

Uno dei programmi di ricerca curati dalla Sezione Luna dell'UAI, è quello mirato alla classificazione dei domi. Si tratta di rilievi cupoliformi, simili ai vulcani a scudo terrestri, osservabili solo in luce solare radente per la loro esigua altezza e per la pendenza poco accentuata dei loro declivi. Il loro studio da Terra conserva grande interesse perché le sonde automatiche e le missioni Apollo non sono riuscite a documentarli col dettaglio sperabile.

Da alcuni decenni l'ALPO (*Association of Lunar and Planetary Observers*) ha in corso un programma di catalogazione dei domi osservati sulla superficie lunare da parte di vari osservatori di tutto il mondo, tra i quali quelli della Sezione Luna dell'UAI. Attualmente il catalogo ALPO [1] dei domi lunari comprende 713 formazioni.

Col passare degli anni, e quindi con l'avvento di nuove tecnologie e di strumenti sempre più prestanti a disposizione dell'astrofilo, ci si sta rendendo conto che alcune di queste formazioni non possono essere in realtà classificate come domi. L'autore sta approfondendo lo studio di alcune formazioni comprese nel catalogo ALPO, per accertare se le loro caratteristiche fisiche e morfologiche permettano di confermarne la natura vulcanica, oppure portino alla proposta di escluderli dalla lista, perché si tratta di formazioni di tutt'altra natura. Ricordiamo che [2], sebbene non esistano sulla Luna imponenti apparati vulcanici, sono presenti edifici nella forma di coni e domi di più modeste dimensioni, con altezza di solito non superiore a qualche centinaio di metri e diametro medio di 10-15 km. Alcuni domi mostrano un cratere sommitale, di solito poco esteso, dovuto al collasso della bocca del camino vulcanico una volta esaurite le fasi eruttive. Generalmente essi si presentano in gruppi e oltre ai tipici domi presenti spesso ai margini dei mari se ne trovano anche all'interno di grandi crateri ed alcuni sono stati individuati anche sugli altipiani. Per quest'ultimo caso è stata ipotizzata la presenza di criptomari, cioè distese laviche ricoperte da depositi di piccolo spessore degli altipiani e delle quali i domi sono l'unico testimone. Diverse teorie sono state proposte per spiegare l'origine dei domi lunari: una delle più criticabili ritiene che durante una fase di generale impoverimento in elementi volatili della crosta lunare, parte dei gas è rimasto intrappolato sotto zone leggermente arcuate della superficie, contribuendo al sollevamento della stessa con formazione finale dei domi; per altri autori il magma si è intruso nella crosta lunare ed ha formato laccoliti a bassa profondità incurvando verso l'alto gli strati e creando così il domo; altri ritengono semplicemente che i domi siano l'equivalente dei vulcani a scudo terrestri; c'è infine chi sostiene che una variazione di fase dei minerali presenti abbia causato un aumento di volume della massa rocciosa di circa il 25% e, accompagnato da variazioni di temperatura, abbia provocato il sollevamento della superficie e la formazione di un domo.

Attualmente sono maggiormente accreditate le teorie che prevedono una causa dovuta ad intrusione localizzata di magma a bassa

profondità e/o la creazione di un apparato vulcanico vero e proprio, localizzato ai bordi dei grandi bacini di impatto dove è maggiore la presenza di estesi sistemi di fratture radiali e concentriche al bacino stesso, che rappresenterebbero le vie di fuga verso la superficie dei fusi magmatici. Tali teorie hanno anche il vantaggio di ammettere l'esistenza di domi di forma più o meno regolare, con o senza un cratere centrale e colate laviche affioranti.

### L'oggetto della ricerca

In questo lavoro vengono esaminati alcuni domi presenti nei dintorni di Milichius, un cratere del diametro di 12 km situato nella parte settentrionale del *Mare Insularum*. Nel catalogo ALPO, i domi segnalati in prossimità del cratere Milichius sono otto. Nella tabella 1 è riportato l'elenco di questi domi, numerati da 1 a 8 per facilitarne l'identificazione nel seguito.

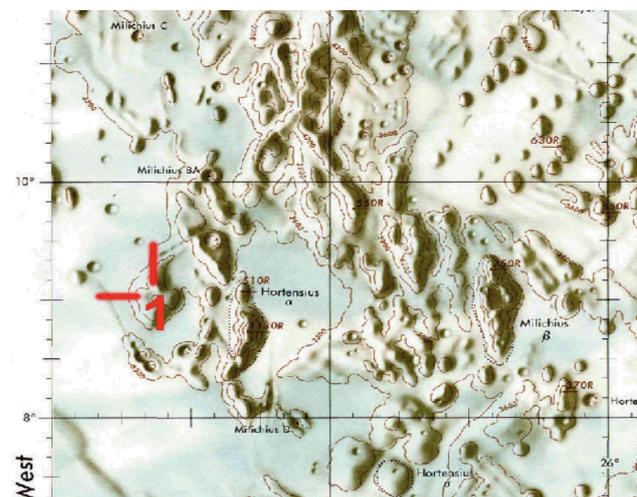
**Tabella 1.** Longitudine e latitudine selenografica, in gradi e primi d'angolo, del centro delle formazioni considerate e diametro in chilometri tratti dal catalogo ALPO [1].

Formazione numero	Longitudine	Latitudine	Diametro km
1	-29° 17'	09° 02'	8
2	-31° 14'	11° 32'	30
3	-31° 12'	10° 05'	9.6 (da [5])
4	-32° 08'	10° 33'	10.8
5	-32° 10'	08° 06'	3x5
6	-32° 39'	09° 33'	3
7	-32° 45'	07° 49'	Collina
8	-33° 17'	11° 22'	15

Per precisare la posizione degli otto domi in questione, e quindi identificarli, sono state utilizzate le carte lunari LAC (*Lunar Astronomical Chart*) della NASA [3].

Le carte che comprendono la regione in questione sono la LAC 58, dove è raffigurato il domo numero 1, e la LAC 57, dove sono raffigurati i domi recanti i numeri da 2 a 8.

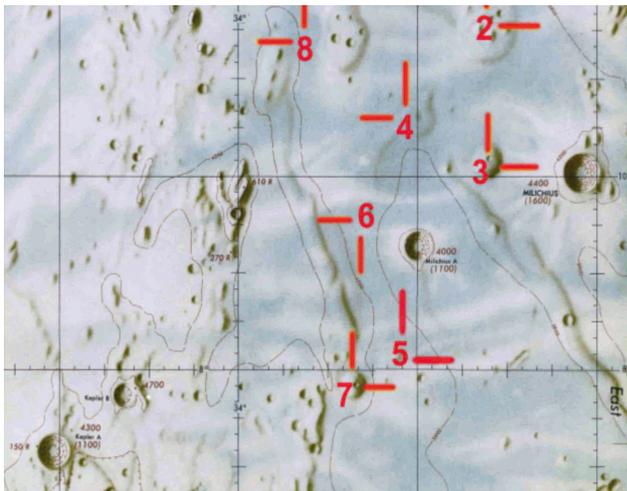
Applicando i dati della tabella 1 sulle tavole lunari LAC 58 e LAC 57, si ottiene la mappatura illustrata nelle figure 1 e 2, rispettivamente.



**Figura 1.** Carta LAC 58 dove è identificato, in colore rosso, il domo numero 1 della tabella 1.

Lo studio dei domi in esame è stato eseguito su alcune immagini CCD ottenute durante osservazioni telescopiche fatte in

condizioni ottimali per la loro visione. Ovvero, con un *seeing* discreto, ed il terminatore al ridosso della struttura o regione in cui sono situati. Insomma l'altezza solare deve essere tale da proiettare l'ombra del domo sul suolo circostante.



**Figura 2.** Carta LAC 57 dove sono identificati, in colore rosso, i domi associati ai numeri da 2 a 8 nella tabella 1.

### Risultati e discussione

Nell'immagine di figura 3, ripresa da Marco Sellini (v. didascalia), sono evidenziati:

- il domo A, che corrisponde al numero 3 della tabella 1 e della figura 2;
- il domo C, che corrisponde al numero 8 della tabella 1 e della figura 2;
- un gruppo di altri domi, B, che appartengono alla regione del cratere Hortensius nella lista dei domi ALPO e che quindi non verranno esaminati in questa sede.

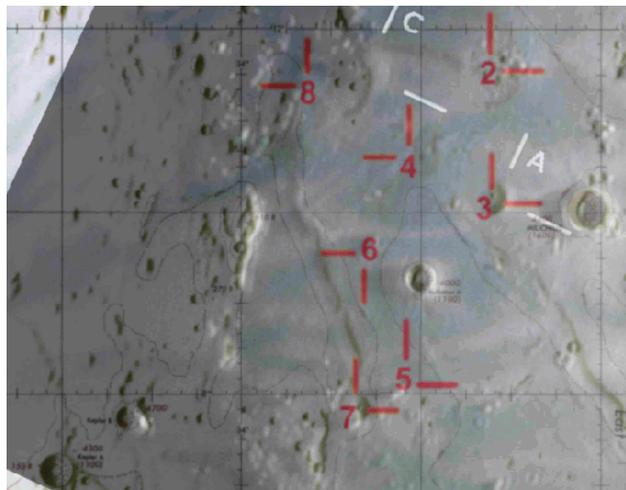


**Figura 3.** Immagine CCD ripresa da Marco Sellini il 16 luglio 2005, alle 19<sup>h</sup> 00<sup>m</sup> TU, con un telescopio Maksutov da 18 cm di diametro corredato da una lente Barlow 2x e una camera DMK 21AF04.AS monocromatica.

Sovrapponendo l'immagine CCD di Sellini (figura 3) alla figura 2, avendo cura di far coincidere tutti i particolari riconoscibili, si ottiene la figura 4, che permette di confrontare le posizioni dei domi A e C visibili nella figura 3 con di quelle dei domi catalogati dall'ALPO.

La figura 4 mostra che il domo A ripreso da Sellini coincide con il domo n. 3 della tabella 1. E da un'attenta analisi della figura 4, si può notare che, facendo combaciare i crateri Milichius e Milichius A, si ottiene anche la corrispondenza della perfetta sovrapposizione del promontorio presente 2° a Nord-Ovest di Milichius A. Tra questo promontorio (long. -34°) e il bordo orientale di Mi-

lichius (long. -30°), intercorrono 4° di latitudine. La sovrapposizione dei particolari in latitudine evidenzia una corrispondenza molto precisa lungo tutta la verticale dell'immagine fotografica di Sellini, che copre oltre 5° di latitudine. Si deduce quindi che in quell'area lunare (4° di longitudine per 5° di latitudine), le differenze di prospettive tra le due immagini non impediscono il riconoscimento delle formazioni. A eccezione del domo n. 3, le coordinate ALPO degli altri domi risultano poco precise. Questo potrebbe essere dovuto alla non precisa analisi degli osservatori che hanno segnalato la formazione in origine.



**Figura 4.** Sovrapposizione dell'immagine di Sellini (figura 3) con la figura 2, dove sono riportati sulla LAC 57 i domi identificati in tabella 1 coi numeri da 2 a 8.

Per stimare le dimensioni dei particolari studiati si è proceduto alla misura della scala dell'immagine in chilometri per pixel. Per questa calibrazione sono stati presi come riferimento i crateri con diametro noto: Milichius (12 km) e Milichius A (9 km), per cui i valori finali sono arrotondati al chilometro.



**Figura 5.** Ingrandimento della figura 3 che mostra la regione del domo n. 1 del catalogo ALPO di tabella 1.

### Il domo n. 1 (Long. -29° 17' Lat. 09° 02')

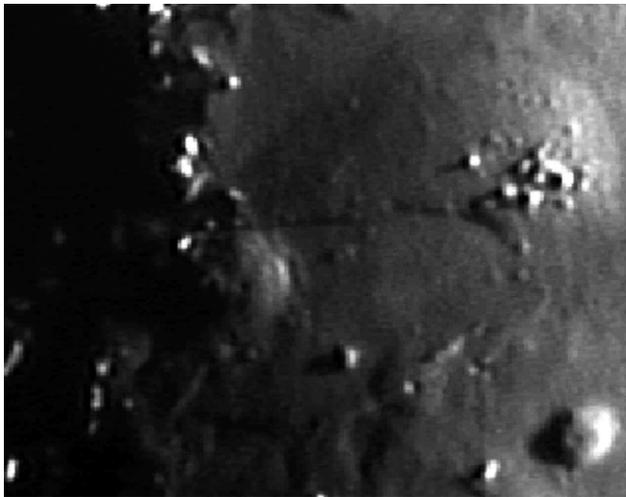
Nella figura 1 è riportata una porzione della LAC 58 sulla quale è identificato il domo n. 1 della tabella 1. Ingrandendo l'immagine di Sellini (figura 3) si ottiene la figura 5. Sebbene

la LAC 58 riporti una formazione che sembra un promontorio piuttosto pronunciato, dalla figura 5 si evidenzia una formazione poco pronunciata, di modesta altezza e con pareti poco ripide (si veda la modesta ombra, indicata dalla freccia). Inoltre risalta la differenza con le formazioni a Est, verosimilmente colline di ejecta provenienti dal *Bacino Imbrium*.

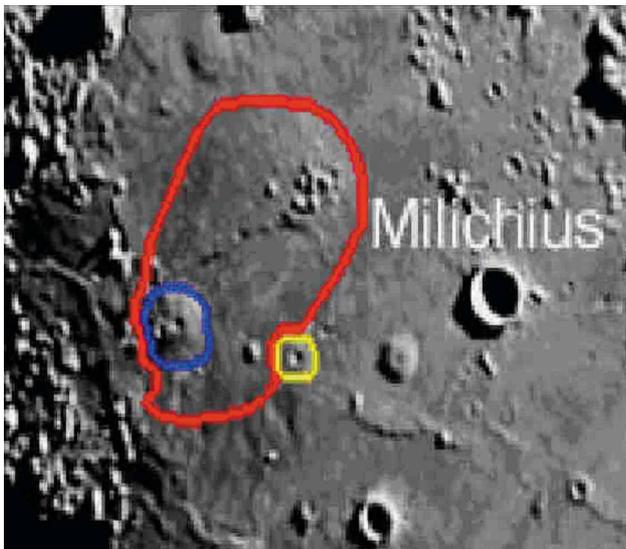
Si conferma quindi la natura di domo e si propone la classificazione Westfall DUW/2c/6i/8k.

#### Domo n. 2 (Long. -31° 14' Lat. 11° 32')

Per questa formazione, il catalogo ALPO riporta una forma circolare con un diametro di 30 km. Dalla figura 2 risulta che, nella carta LAC 57, il domo n. 2 è disegnato di forma ovale, allungato in direzione Nord-Sud, di dimensioni circa 30 km x 20 km. Nell'immagine di figura 5, ripresa da Gerardo Sbaruffatti, sulla superficie del domo n. 2 si riscontrano le colline riportate nella carta LAC 57, ma non è rivelabile il contorno del domo così come è tracciato sulla LAC 57. Dalla figura 6 si può invece rilevare la presenza di un domo di dimensioni molto maggiori di quelle del catalogo ALPO, di forma allungata in direzione Sud-Ovest/Nord-Est, identificato in colore rosso sulla figura 7.



**Figura 6.** Immagine CCD ripresa da Gerardo Sbaruffatti il 20 marzo 2005 alle ore 20<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> TU con un telescopio SC da 20 cm corredato da una Barlow 2X e una camera Philips Vesta Pro.

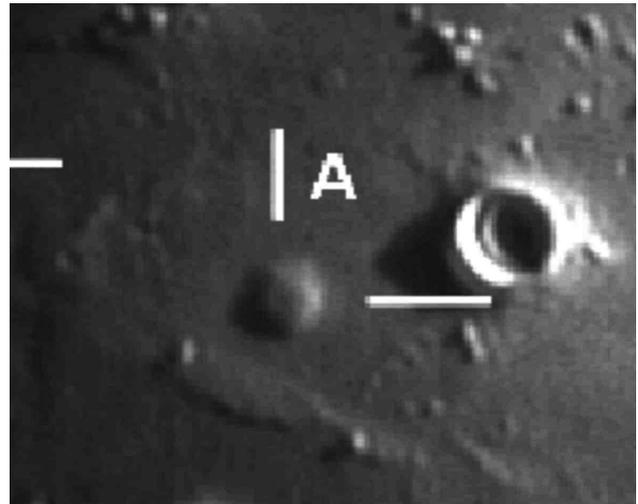


**Figura 7.** Nuovo contorno proposto per il domo n. 2 (in colore rosso). In colore blu il domo n. 8 e in colore giallo il domo n. 4. Da un'immagine di Jim Phillips del 19 maggio 2005 pubblicata sul sito LPOD [4].

Secondo l'autore, il domo n. 2 riportato nella lista della ALPO è solo una porzione di un domo più vasto, caratterizzato a settentrione da numerose colline (che coincidono con il domo ALPO), e al centro da una faglia che lo taglia circa in direzione Est-Ovest (figura 5). La classificazione di questo domo secondo Westfall risulta DCUW/4b/5i/789k. Questi caratteri morfologici, le colline e la faglia trasversale, ricordano da vicino le analoghe caratteristiche del domo Valentine, nel *Mare Serenitatis* [5]. Sempre tramite la misura della scala dell'immagine in chilometri per pixel, sono state stimate le dimensioni del domo n. 2 nella forma proposta nel presente lavoro, che risultano essere: asse maggiore = 71 km circa; asse minore = 40 km circa.

Il domo n. 2 descritto qui presenta sovrapposti altri due domi che appaiono nel catalogo ALPO sotto il n. 4 e il n. 8 (figure 3 e 7) e che saranno descritti più avanti.

#### Domo n. 3 (Long. -31° 12' Lat. 10° 05')



**Figura 8.** Dettaglio della figura 3 che mostra il domo n. 3: *Milichius π*. Il cratere è *Milichius*.

-Le caratteristiche di questo domo, che ha forma rotondeggiante e presenta un cospicuo cratere sommitale, sono visibili in figura 8. Denominato anche "*Milichius π*", è già stato studiato più volte, per esempio da Albino Carbognani [7], il quale gli attribuisce i seguenti parametri, confermati anche dalle ultime analisi sulle immagini presenti in questo articolo:

#### Tabella 2. Caratteristiche del domo *Milichius π* (da [7])

Diametro domo	9.6±0.5 km
Diametro craterino sommitale	3 km
Altezza domo	220±15 m
Inclinazione media pareti	2.6±0.2°
Coordinate selenografiche	31.19775° W, 10.07866° S
Classificazione di Westfall	DW/2a/6g/7j

#### Domo n. 4 (Long. -32° 08' Lat. 10° 33')

Il domo n. 4 è illustrato in figura 9, che è un dettaglio ingrandito della figura 3. Si tratta di uno dei due domi che sono stati descritti poco sopra in quanto sovrapposti al domo n. 2 (cfr. figure 6 e 7). Il domo n. 4 presenta un craterino sommitale e la sua classificazione secondo Westfall è DCUW/2a/6g/7j.

#### Domo n. 5 (Long. -32° 02' Lat. 08° 06')

Il domo n. 5 riportato nella tabella 1 è descritto dal catalogo ALPO di forma ovale e di dimensioni 3 km x 5 km. Nell'immagine della regione a disposizione dell'autore (figura 3), alle coordinate corrispondenti al domo n. 5 risulta presente la formazione ovale mostrata in figura 10 (ingrandimento della figura 3) contrassegnata dalla lettera "a". La formazione è net-

tamente ovale, e in questi termini potrebbe accordarsi alla descrizione del domo ALPO n. 5. Tuttavia, nella figura 10 questo rilievo mostra un'ombra allungata e aguzza che ne rivela notevole altezza e dei fianchi molto ripidi. Dopo aver calcolato la lunghezza massima dell'ombra in questione, è possibile calcolarne l'altezza attraverso alcuni calcoli trigonometrici.

Con il *Lunar Observer's Tool Kit* [6] che ci viene in aiuto a semplificare tali calcoli, si è provveduto a misurare l'altezza della formazione contrassegnata con la lettera "a" che è risultata essere circa 320 metri. Con una dimensione dell'asse maggiore di circa 5 km, la formazione mostra una pendenza media dei fianchi di oltre  $7^\circ$ , che aumenta a circa  $12^\circ$  lungo l'asse minore. Si tratta di valori piuttosto alti per un domo. Secondo l'autore è più probabile che si tratti di una collina formata dalla caduta di ejecta provenienti dal Bacino Imbrium, anche in accordo alla direzione dell'asse maggiore della formazione, radiale col centro del bacino.

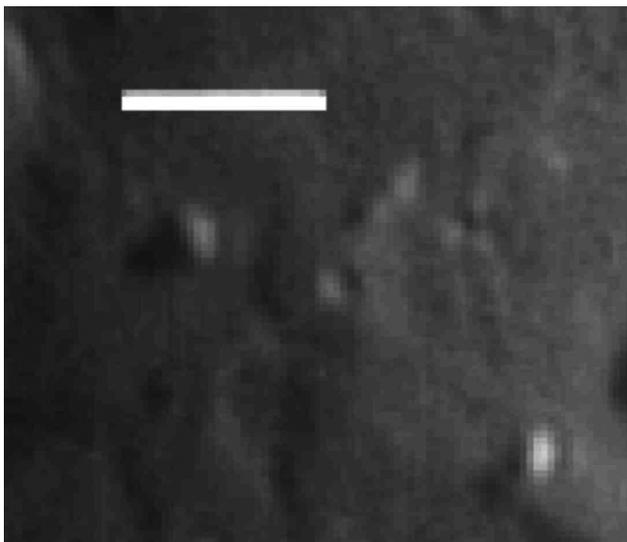


Figura 9. Dettaglio della figura 3 che mostra il domo n. 4 al centro.

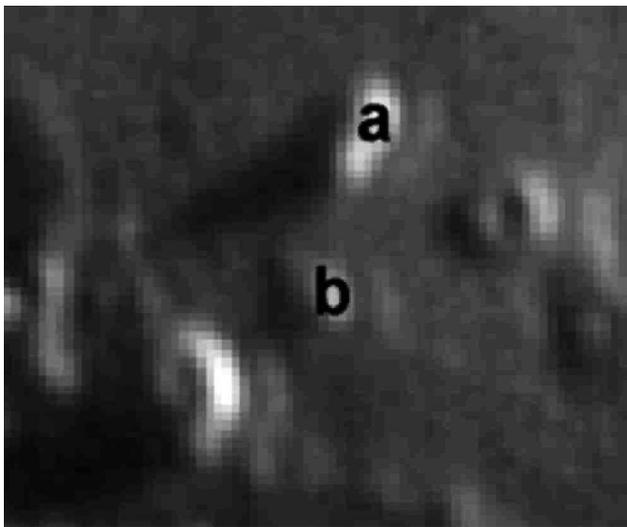


Figura 10. Dettaglio, estratto dalla figura 3, della regione del domo n. 5. La lettera "a" identifica la collina descritta nel testo.

#### Domo n. 6 (Long. $-32^\circ 39'$ Lat. $09^\circ 33'$ )

Il catalogo ALPO indica in questa posizione un domo con un diametro di 3 km (tabella 1). A Nord-Ovest del cratere Milichius A è presente un rilievo allungato, indicato dalla freccia in figura 11, prossimo alle coordinate corrette. Tuttavia, la forma allungata e irregolare del rilievo e il fatto che sia caratterizzata da due picchi (uno connesso con un craterino) che gettano

ombre distinte, rendono poco probabile una sua interpretazione come domo. Potrebbe trattarsi anche in questo caso di una collina, formata da ejecta del Bacino Imbrium, sulla quale si sia impostato, successivamente alla formazione, un craterino da impatto. La figura 12, tratta dall'immagine del *Lunar Orbiter* IV-133-H2, conferma l'aspetto riscontrato nella figura 11).

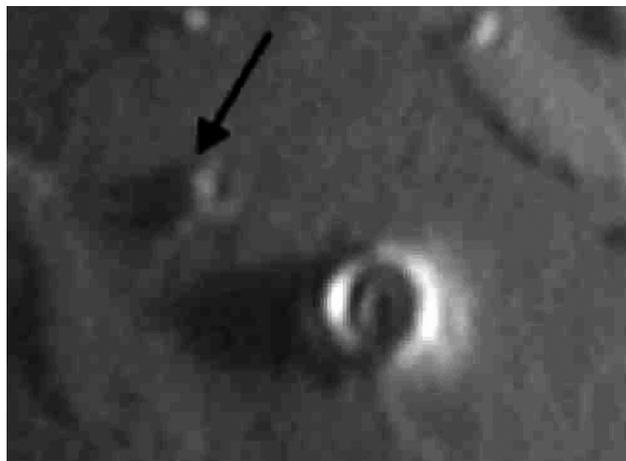


Figura 11. Ingrandimento della figura 3, dove si è tentata l'identificazione del domo n. 6. Il cratere è Milichius A.



Figura 12. Particolare dell'immagine Lunar Orbiter IV-133-H2.

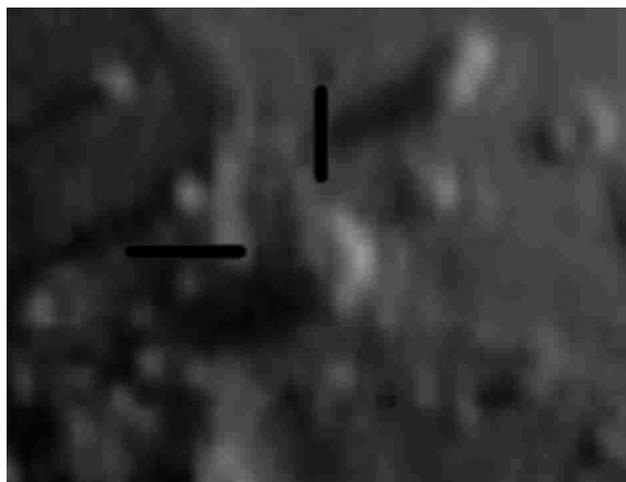
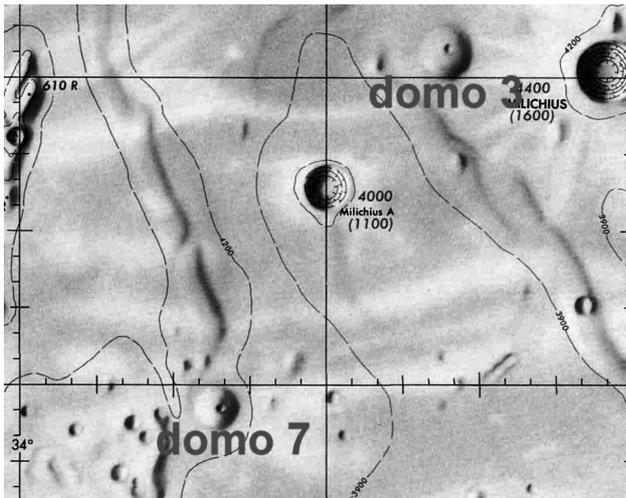


Figura 13. Ingrandimento della figura 3 che mostra il domo n. 7.

#### Domo n. 7 (Long. $-32^\circ 45'$ Lat. $07^\circ 49'$ ).

La tabella 1 mostra che il catalogo ALPO classifica la formazione n. 7 come una collina. L'autore, invece, ingrandendo l'immagine di Marco Sellini (figura 3), ha ottenuto la figura 13, dalla quale ha ricavato la convinzione che si tratti proprio di un domo, di morfologia del tutto simile a quella del domo n. 3 (Milichius  $\pi$ ), compresa la presenza di un cratere sommitale. Tale giudizio viene confermato dalla rappresentazione di questa formazione

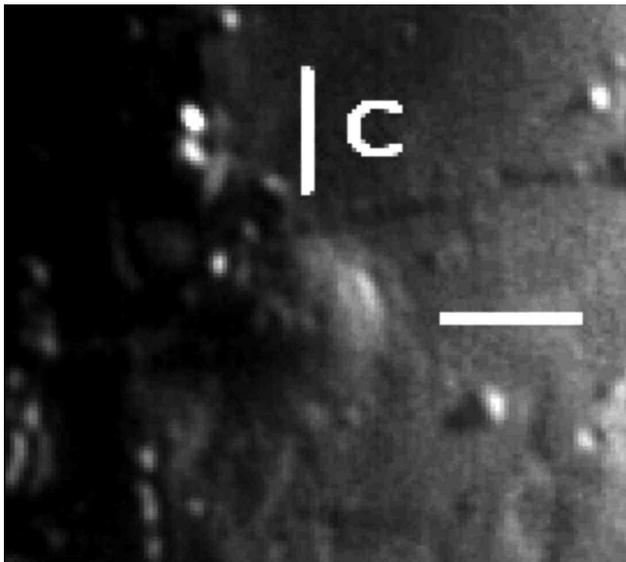
riportata dalla LAC 57 (figura 14). La classificazione secondo Westfall del domo n. 7 è DW/1a/6g/7j.



**Figura 14.** Dettaglio fornito dalla LAC 57 del domo n. 7. Si noti la forte somiglianza del domo n. 7 col domo n. 3, presente nella stessa immagine, cioè Milichius π.

#### Domo n. 8 (Long. -33° 17' Lat. 11° 22').

Si è già detto che il domo n. 8 è sovrapposto al domo n. 2 (figura 7). Ingrandendo l'immagine di Gerardo Sbarufatti (figura 6) è stata ricavata la prospettiva del duomo n. 8 riportata in figura 15.



**Figura 15.** Dettaglio della figura 5 che mostra il domo n. 8, indicato con la lettera C nell'immagine di Sellini (figura 3).



**Figura 16.** Dettagli superficiali del domo n. 8 riportati nella LAC 57.

Dalle figure 3 e 15 si può dedurre che il domo n. 8 ha una forma irregolare, allungata in direzione Nord-Sud. La presenza di alcuni craterini sommitali che non sembrano da impatto, ben visibili anche in figura 16 che mostra il domo come riportato nella LAC 57, depone a favore della sua natura di domo. Dalle due immagini a disposizione non è possibile fare un'analisi più precisa perché il domo capita a ridosso del terminatore, il che pone in ombra la sua parte occidentale. Per questo le dimensioni di 18 km x 15 km sono solo indicative. Tuttavia, la classificazione secondo Westfall dovrebbe essere DCUW/2d/6i/7k.

#### Conclusioni

Questo studio ha riguardato 8 domi esistenti nella regione circostante il cratere Milichius, compresi nel catalogo ALPO e raccolti nella tabella 1.

I dati a disposizione sembrano confermare la natura di domi per le formazioni n. 1, 2, 3, 4, 8.

Nel dettaglio, la forma e l'estensione del domo n. 2 sono state rivedute, dato che si è potuto delinearne confini molto più estesi di quanto era noto in precedenza.

Per i domi n. 5 e n. 6 è stato proposto un declassamento da domo a collina di ejecta.

Per la formazione n. 7, che nel catalogo ALPO era descritto come collina, è stata proposta una classificazione come domo.

I risultati ottenuti, riassunti nella tabella 3, hanno permesso di precisare le coordinate selenografiche e le dimensioni dei domi confermati.

Si auspica che i collaboratori della Sezione Luna dell'UAI, e in generale gli appassionati della Luna, saranno stimolati da questo lavoro a portare il loro contributo nella discussione di queste formazioni e di altre della stessa natura presenti sulla faccia visibile del nostro satellite.

**Tabella 3** Longitudine e latitudine selenografica, in gradi e primi d'angolo, del centro delle formazioni considerate e diametro in chilometri calcolati dall'analisi dell'immagine di Marco Sellini (figura 3).

Formazione numero	Longitudine	Latitudine	Diametro km
1	-29° 17'	09° 02'	8x14
2	-31° 52'	11° 21'	71x40
3	-31° 11'	10° 09'	10
4	-31° 54'	10° 38'	9
5	-32° 10'	08° 08'	Collina
6	-32° 28'	09° 42'	Collina
7	-32° 41'	07° 52'	7
8	-32° 38'	11° 26'	18x15 Da precisare

#### Ringraziamenti

L'autore ringrazia Marco Sellini, Gerardo Sbarufatti e Jim Phillips per aver messo a sua disposizione le immagini che hanno permesso di effettuare questo studio. Ringrazia inoltre il Responsabile della Sezione Luna - UAI, Giancarlo Favero, per l'aiuto dato nella stesura del presente articolo.

#### Bibliografia

- [1] Jamieson H. D., Phillips J. H., *Lunar Dome Catalog* (April 30, 1992), JALPO, 36, 3, 123-129 (1992).
- [2] [http://luna.uai.it/domi/domi\\_lunari.htm](http://luna.uai.it/domi/domi_lunari.htm)
- [3] <http://www.lpi.usra.edu/resources/mapcatalog/>
- [4] <http://www.lpod.org/>
- [5] <http://digilander.libero.it/gibbidomine/valentinerille/htm>
- [6] Jameson H. D., *The Lunar Observer's Tool Kit*, ALPO, 2000
- [7] <http://www.fis.unipr.it/~albino/documenti/luna/Milichius/Milichius.html>