

Marco Morucci

Tra Geofisica e Spazio Sacro:

Il Labrum in Granodiorite di Bolsena come Precursore Sismico e Risonatore Acustico

1. Introduzione: Il contesto geofisico e il superamento del paradigma decorativo



Nella storiografia dell'arte romana, i *labra* scolpiti in pietre colorate o esotiche (porfido, granito del Foro, basanite) sono tradizionalmente catalogati come elementi d'arredo di prestigio destinati a complessi termali, *domus* aristocratiche o aree santuariali. L'approccio del presente saggio ribalta tale visione tradizionalmente passiva, postulando che la scelta del materiale e della specifica forma geometrica potesse rispondere a precise esigenze tecnico-funzionali ed empiriche.

La città di Bolsena sorge sui resti della *Volsinii* romana, un'area situata all'interno della caldera vulsina, storicamente caratterizzata da un'intensa attività geodinamica, vulcanismo secondario, sorgenti idrotermali e sismicità freatica. In questo panorama, il *labrum* rinvenuto nell'area del porto antico – ma originariamente collocato in un differente contesto urbano – offre lo spunto per un'indagine interdisciplinare.

Il manufatto è interamente scolpito in granodiorite (frequentemente assimilabile al "granito del Foro" proveniente dal complesso egiziano del *Mons Claudianus* o a varietà microgranitiche elbane

di Capo Sant'Andrea). Se la storiografia ufficiale ha interpretato l'uso di questa pietra come una semplice ostentazione di status, l'analisi fisica e acustica suggerisce un'intenzionalità legata alle sue proprietà meccaniche, densitometriche e risonanti.

2. Analisi morfologica e geometrica: L'umbone come perno vibrazionale

L'efficacia del *labrum* di Bolsena come potenziale rilevatore ed amplificatore sismico risiede nelle sue specifiche caratteristiche geometriche, che rispondono coerentemente alle leggi della propagazione ondulatoria:

1. **Il profilo concavo a parabola (Specchio concentratore):** La vasca presenta una sezione interna concava a curvatura calibrata. In fisica acustica, questa geometria agisce come uno specchio parabolico: le onde d'urto e i segnali di compressione provenienti dal terreno attraverso il piedistallo non si disperdono, ma vengono rifratte e concentrate verso un unico punto focale.
2. **La funzione dell'umbone centrale:** Elemento morfologico cruciale del reperto è l'umbone (risalto emisferico) situato esattamente al centro del bacino. Se l'archeologia classica lo interpreta abitualmente come punto di raccordo per la fuoriuscita dell'acqua, sotto il profilo archeoacustico esso funziona come il *core* di un trasduttore meccanico-acustico invertito. L'umbone raccoglie le vibrazioni aggregate dal fondo concavo della vasca e le trasmette direttamente alla massa liquida soprastante, massimizzando e ordinando il fenomeno della risonanza.

3.



Dinamica geofisica: Onde P, Onde S ed Onde di Faraday

Per comprendere il funzionamento del dispositivo, è fondamentale chiarire la distinzione terminologica tra *precursore sismico* in senso moderno (fenomeni geochimici o elettromagnetici che precedono la rottura di faglia di ore o giorni) e *avvisatore sismico a brevissimo termine* (sismoscopia/amplificatore d'onda).

Il *labrum* opera primariamente in questa seconda categoria.

- **Onde P (Primarie / Longitudinali):** Sono onde di compressione che viaggiano nel sottosuolo a velocità elevate (5–8 km/s). Non producono grandi oscillazioni distruttive nell'immediato, ma generano impulsi di pressione idrostatica e vibrazioni acustiche a bassa frequenza (infrasuoni / boati sismici).
- **Onde S (Secondarie / Trasversali):** Più lente (3–4.5 km/s), sono le dirette responsabili del danno strutturale.
- **Finestra di preavviso:** L'intervallo temporale tra l'arrivo dell'onda P e l'arrivo dell'onda S distruttiva (specie con ipocentri superficiali o a breve distanza epicentrale, tipici dell'attività vulcanico-freatica vulsina) varia da pochi secondi a diverse decine di secondi. Per la classe sacerdotale, un preavviso di 5–15 secondi rappresentava un margine sufficiente per mettere in atto azioni rituali di impatto teatrale e sacrale devastante sugli astanti.

Il meccanismo delle Onde di Faraday

Quando il *labrum* colmo d'acqua viene sottoposto alla vibrazione verticale dell'onda P, la superficie liquida supera una determinata soglia di accelerazione perdendo la sua planarità. Si sviluppano così le **onde stazionarie di Faraday**: l'energia sismica invisibile viene convertita in un fenomeno visivo macroscopico, organizzando l'acqua in pattern geometrici regolari (reticoli, celle esagonali o righe).

Nota sulle proprietà piezoelettriche

La granodiorite contiene quarzo (SiO_2) in percentuali rilevanti (20–40%). Il quarzo, privo di centro di simmetria cristallina, possiede note proprietà piezoelettriche (genera potenziale elettrico se sottoposto a stress meccanico). Tuttavia, dal punto di vista della fattibilità geofisica, la piezoelettricità diretta della roccia del *labrum* in risposta alle sole onde d'urto genererebbe micro-potenziali ridotti. Tale proprietà funge da fattore sinergico o ipotesi complementare, mentre il meccanismo primario rimane la risposta meccanico-acustica idrodinamica.

4. La documentazione storiografica: Il Tempio di Apollo e l'Etrusca Disciplina



L'ipotesi di una destinazione cultuale legata al monitoraggio geodinamico trova un riscontro fondamentale nelle fonti moderniste. Nella sua *Storia di Volseno* (1734), l'erudito Andrea Adami localizza originariamente il *labrum* presso il **Tempio di Apollo**, collocato nell'area dell'attuale complesso della Collegiata e delle Catacombe di Santa Cristina a Bolsena.

Questa contestualizzazione è cruciale per tre ragioni:

1. **Faglie e oracoli:** I santuari oracolari del mondo antico (Delphi, Hierapolis, Klaros) sorgevano quasi invariabilmente su faglie attive o snodi neotettonici caratterizzati da sorgenti termali, emissioni gassose (CO₂, H₂S) e sismicità ricorrente. La localizzazione sotto Santa Cristina conferma la presenza di un nodo geomorfologico ad alta sismicità freatica.
2. **Apollo e l'Omphalos:** Apollo è la divinità dell'ordine geometrico, della musica (frequenze, armonia) e della profezia. La configurazione del *labrum* con umbone centrale richiama visivamente e funzionalmente l'*Omphalos* (l'ombelico del mondo) di Delfi. Il *labrum* unisce la simbologia del centro del mondo con una funzione pratica di monitoraggio del "respiro" della caldera.
3. **La dimensione ctonia e la teologia dei Prodigia:** Nel contesto vulsiniese, legato all'eredità dell'Auspicina e dell'*Etrusca Disciplina*, l'interpretazione dei *prodigia* (terremoti, rombi sotterranei, emissioni gassose) era centrale nel sapere sacerdotale. Plinio il Vecchio (*Naturalis Historia*) ricorda la frequenza di tali eventi a *Volsinii*. Un dispositivo in grado di rendere "visibile" l'invisibile codificava perfettamente la tecnologia sacra romana.

5. Il parallelismo vitruviano:



Il labrum dei Musei Vaticani forse proveniente dalla Domus Aurea

Gli Echeia del *De Architectura*

Che la cultura architettonica romana possedesse una comprensione empirica della risonanza acustica è attestato dal Libro V del *De Architectura* di Marco Vitruvio Pollione. Nei capitoli IV e V, Vitruvio descrive l'uso degli *echeia* ($\epsilon\chi\epsilon\iota\alpha$), vasi risonanti in bronzo collocati sotto le gradinate dei teatri:

"Si dispongano vasi di bronzo rispondenti per dimensione alle proporzioni della voce [...] affinché la voce dell'attore, urtando nel muoversi contro la cavità dei singoli vasi, venga amplificata e giunga più chiara e dolce all'orecchio degli spettatori." (Vitruvio, *De Arch.*, V, 5, 1)

Vitruvio applica la teoria musicale aristossenica per accordare volumi cavi. Il *labrum* di Bolsena si configura come un *echeion* rovesciato e monolitico: come si accordava un vaso di bronzo per la voce umana, così si sagomava un bacino in pietra ad alta densità per entrare in risonanza con le frequenze di vibrazione del suolo (scosse telluriche e flussi freatici).

6. Prospettive di ricerca e verifiche sperimentali

Per perfezionare e convalidare il modello interpretativo presentato, si delineano tre sviluppi metodologici futuri:

1. **Caratterizzazione Petrochimica della Pietra:** È necessaria un'analisi spettrometrica e petrochimica esatta per confermare la cava d'origine della granodiorite (Mons Claudianus vs. Isola d'Elba / Capo Sant'Andrea). La determinazione precisa della composizione mineralogica e della densità consentirà di calcolare l'esatto Modulo di Elasticità di Young (E) e la velocità di propagazione del suono all'interno della matrice lapidea.
2. **Rilievo 3D e Analisi agli Elementi Finiti (FEM):** L'esecuzione di un rilievo fotogrammetrico ad alta risoluzione o tramite *laser scanner* consentirà di ricostruire il modello geometrico digitale del *labrum*. Su tale modello sarà possibile condurre un'Analisi Modale Numerica (FEM) per individuare le frequenze proprie di risonanza del bacino.
3. **Simulazione Fluidodinamica:** Attraverso modelli di interazione fluido-struttura (FSI), si potrà simulare la risposta dell'acqua contenuta nel bacino al passaggio di onde di compressione P a diverse frequenze, verificando la soglia di accelerazione necessaria alla formazione delle onde stazionarie di Faraday.

7. Conclusione

L'integrazione tra geofisica moderna, teoria acustica vitruviana e storiografia erudita settecentesca permette di formulare un'ipotesi interpretativa solida e innovativa. Il *labrum* in granodiorite di Bolsena cessa di essere un mero arredo di prestigio o un semplice bacino lustrale. Esso si rivela come un sofisticato strumento di ingegneria acustico-sismica empirica: un dispositivo capace di captare le onde di compressione sotterranee e tradurre le tensioni invisibili della faglia vulsina in segnali idrodinamici visibili, riaffermando il legame indissolubile tra scienza della natura e spazio sacro nel mondo antico.

Bibliografia

1. Fonti Antiche e Storiografiche

- **Adami, A.** (1734). *Storia di Volseno antica metropoli della Toscana descritta in quattro libri*. Roma: Antonio de' Rossi. (Fonte storiografica primaria che documenta la collocazione originaria del *labrum* presso il Tempio di Apollo a Bolsena).
- **Plinius Secundus, C.** (Plinio il Vecchio). *Naturalis Historia*, Libri II e XXXVI. (Riferimento fondamentale per l'osservazione dei fenomeni sismici e la classificazione delle rocce nel mondo romano).
- **Vitruvius Pollio, M.** (Vitruvio). *De Architectura*, Liber V (cap. IV-V). (Trattato essenziale sulle proprietà acustiche, la risonanza armonica e l'impiego degli *echeia* nei complessi architettonici).

2. Archeologia di Bolsena, Santuari e *Etrusca Disciplina*

- **Bloch, R.** (1976). *Recherches archéologiques à Bolsena (Volsinii)*. Paris: De Boccard.
- **Brizzi, B.** (1998). *Volsinii e il suo territorio: storia e archeologia di Bolsena*. Roma: Quasar.
- **Gagte, J.** (1955). *Apollon romain: Essai sur le culte d'Apollon et la peinture religieuse à Rome*. Paris: BEFAR.
- **Torelli, M.** (1985). *L'arte degli Etruschi*. Roma-Bari: Laterza. (Particolare riferimento ai capitoli dedicati alla divinazione, alla decodifica dei prodigi e alla topografia del sacro).

3. Archeoacustica, Petrofisica e Geofisica dei Precursori Sismici

- **Debertolis, P., & Bisconti, N.** (2014). *Archaeoacoustic analysis of an ancient sanctuary*. Journal of Anthropology and Archaeology, 2(1), 17-31.
- **Larmor, J.** (1927). *On the piezoelectric properties of quartz and seismic stress propagation*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London.
- **Faraday, M.** (1831). *On a peculiar class of acoustical figures; and on certain forms assumed by groups of particles upon vibrating surfaces*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 121, 299-340. (Saggio classico di riferimento per la formazione di onde stazionarie nei fluidi vibranti).
- **Pensabene, P.** (2002). *I marmi nella Roma antica*. Roma: Carocci. (Analisi dei materiali lapidei quali il "granito del Foro" e la granodiorite del Mons Claudianus).
- **Viti, M., & Mantovani, E.** (2003). *Sismotettonica dell'Italia centrale e vulcanismo del Distretto Vulsino*. Italian Journal of Geosciences, 122(2), 145-158.

Autore: Marco Morucci – marcomorucci60@gmail.com