



**RIESUMARE LA GLORIA DI PRATOLINO
COME SVELARE I SEGRETI DI BUONATALENTI**

Ignazio Becchi

Emerito di Ingegneria Idraulica all'Università di Firenze

- Michel Eyquem de Montaigne (1533 – 1592)



Nel Viaggio in Italia scrive il 21 novembre 1580

Bellezza e magnificenza di questo luogo non si descrivere minutamente. Più in alto del palazzo esiste, fra l'altro, un viale lungo largo cinquanta piedi e lungo intorno a cinquecento passi; ai due lati, ogni cinque o dieci passi, s'incontrano lunghi e bellissimi sostegni in pietra di taglio, e accosto a tali sostegni appaiono certe fontanelle sprizzanti dal muro, di modo che non esiste un sol punto, lungo tutto il viale, privo di zampilli. In fondo si vede una bella fontana riversantesi in un gran bacino attraverso la statua in marmo d'una donna intenta al bucato; quest'ultima torce una tovaglia di marmo bianco donde sgocciola l'acqua, mentre sotto si scorge un recipiente in cui sembra che essa acqua stia bollendo per il bucato.

Come nasce Pratolino?

Il Committente →

Francesco I de' Medici
Primogenito di Cosimo I
Firenze, 25/03/1541
Poggio a Caiano,
19/10/1587

← *l'Architetto*

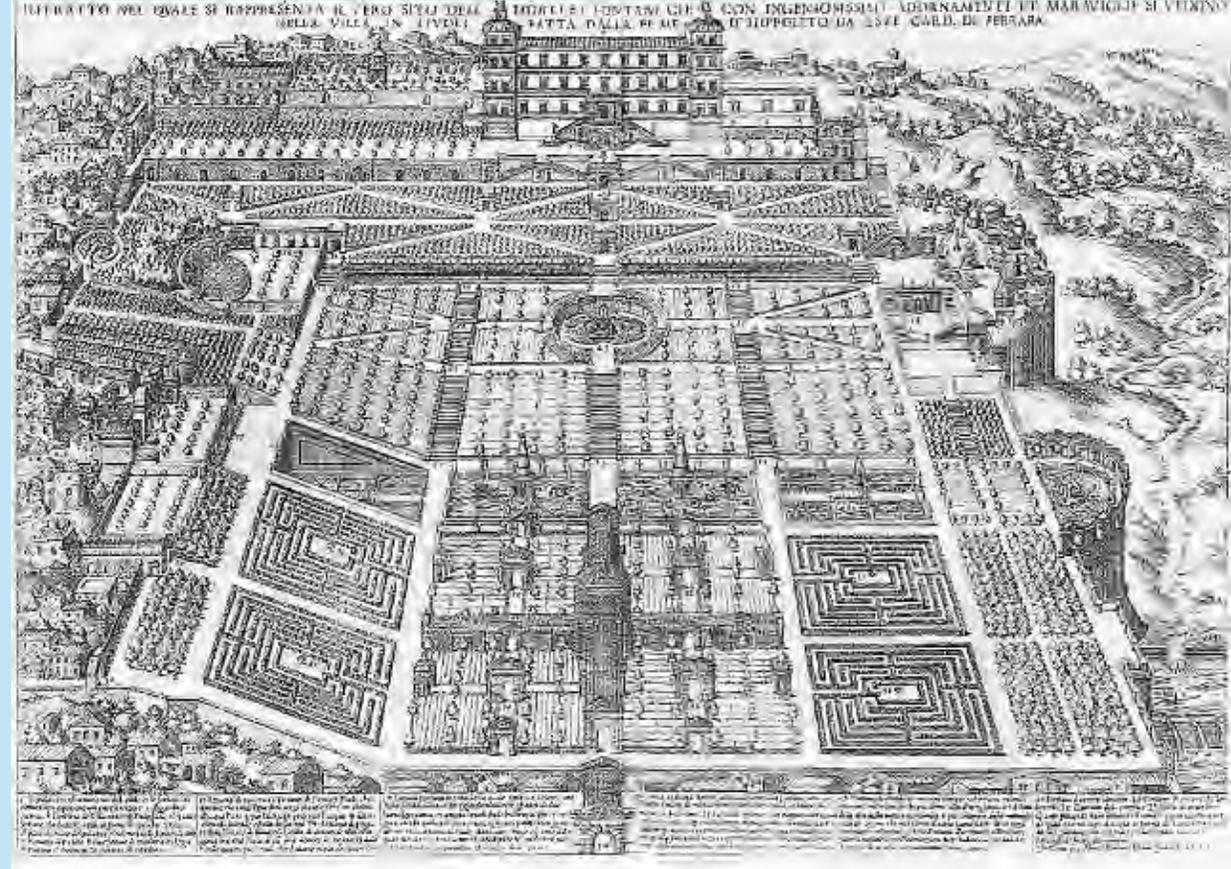
Bernardo Buontalenti,
vero nome **Bernardo**
Timante Buonacorsi^[1]
Firenze, 1531
Firenze, 6/06/1608



La sfida delle ville cardinalizie



Villa Gambara a Bagnaia di Viterbo –
1511 - 1566 di Jacopo Barozzi da Vignola



Villa d'Este a Tivoli – 1566-1572
di Pirro Ligorio

Ma come sono fatte tutte quelle fontane?

In gran parte il merito va a Tommaso Ghinucci, senese nato nel primo decennio del 1500, che fornisce una serie di esempi tratti da antichi testi ellenistici (descritti da Erone di Alessandria [1° sec. D. C.] ma anche da studi più antichi come quelli di Ctesibio e Archimede [3° sec. A.C.]).

Tutte queste meraviglie sono visitate dai due fiorentini.



E Montaigne dice:

[La Villa Gambera] Prima ha l'acqua di fontana viva, che non ha Tivoli, e tanto abbondevole (che non ha Pratolino) ch'ella basta a infiniti disegni.



I due Fiorentini vanno in Spagna (1562-63)

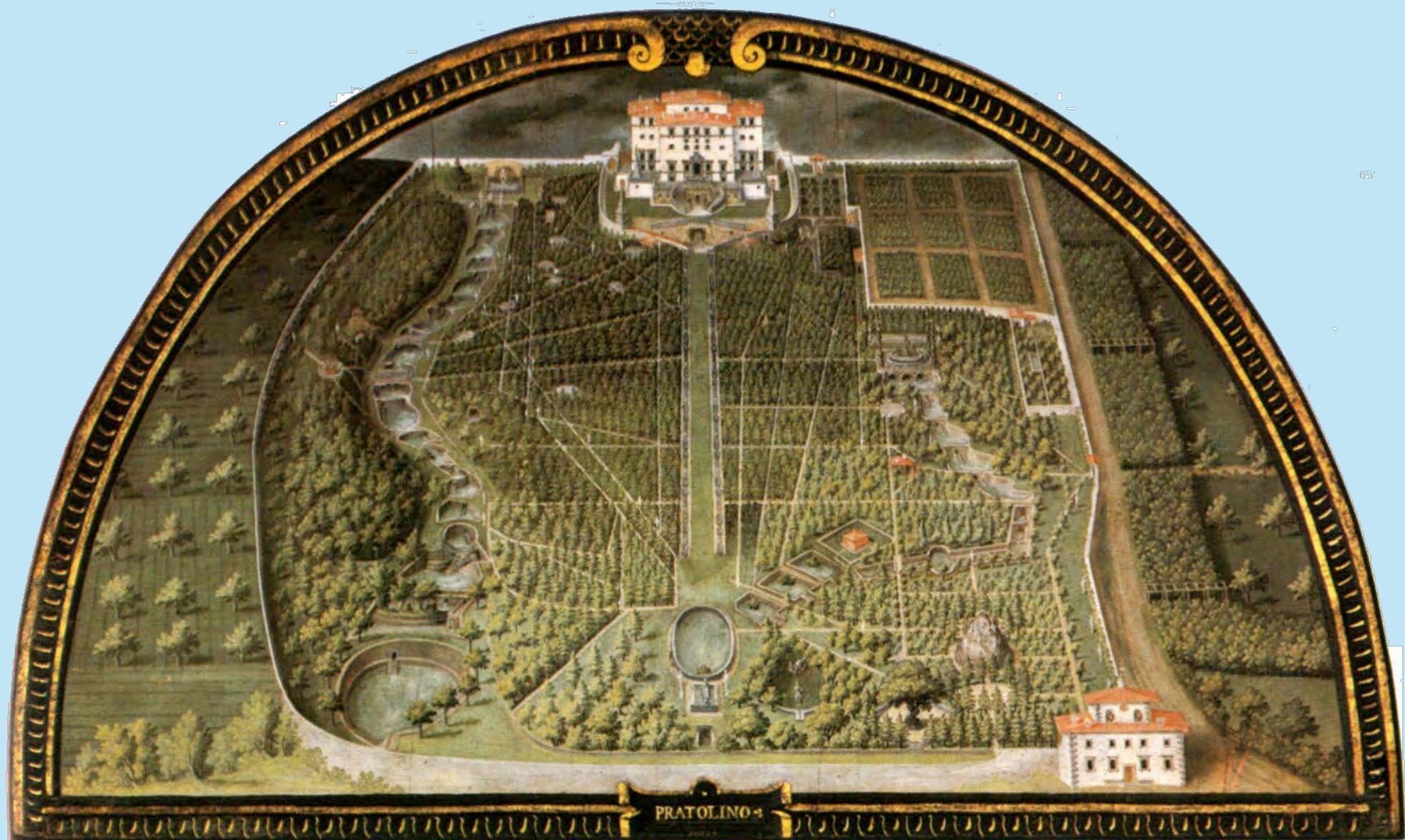
A Granada videro le meraviglie dell'Alhambra e del giardino Generalife fatto sotto Maometto II nel periodo 1273 – 1302.

Molto probabilmente anche qui vedono applicazioni degli insegnamenti di Erone di Alessandria, documentati in numerosi testi arabi.



Così nasce la Villa dei Mille Zampilli

Dal 1568 al 1580 Bernardo realizza il sogno di Francesco I



Il Parco è strutturato su un pendio



Giove

Appennino

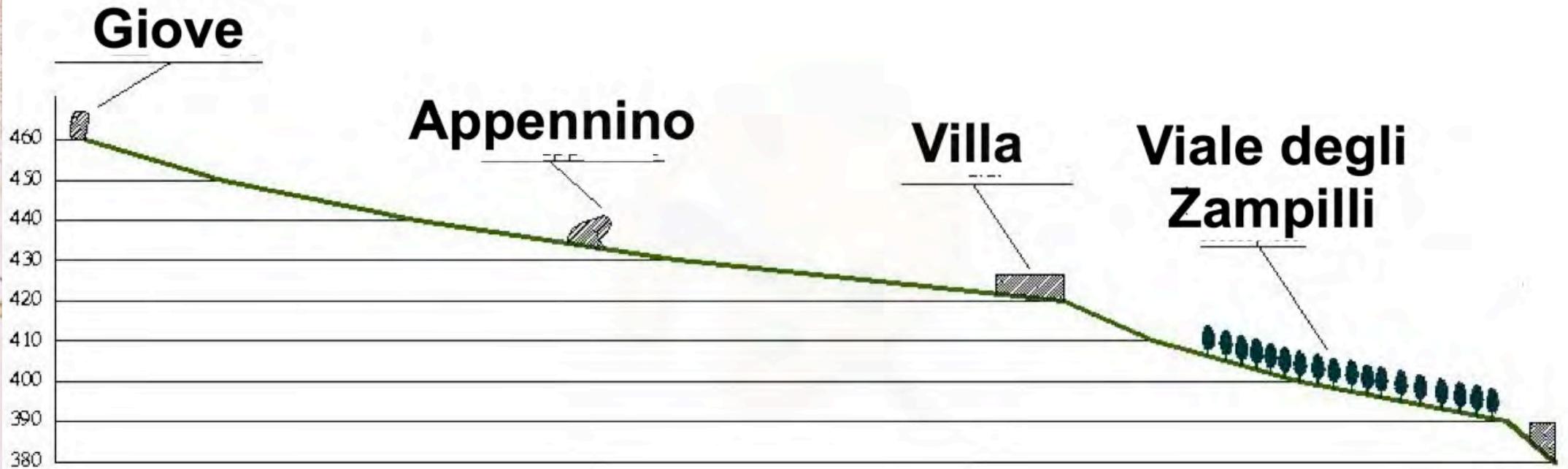
Villa

**Viale
Zampilli**

Prato della Villa
Fons Baccaloni
delle acque caldissime
quella che è comune
dentro la Mura
del Varsello
Prato

Scala di Braccio Torrese Parmense

Il Parco è strutturato su un pendio



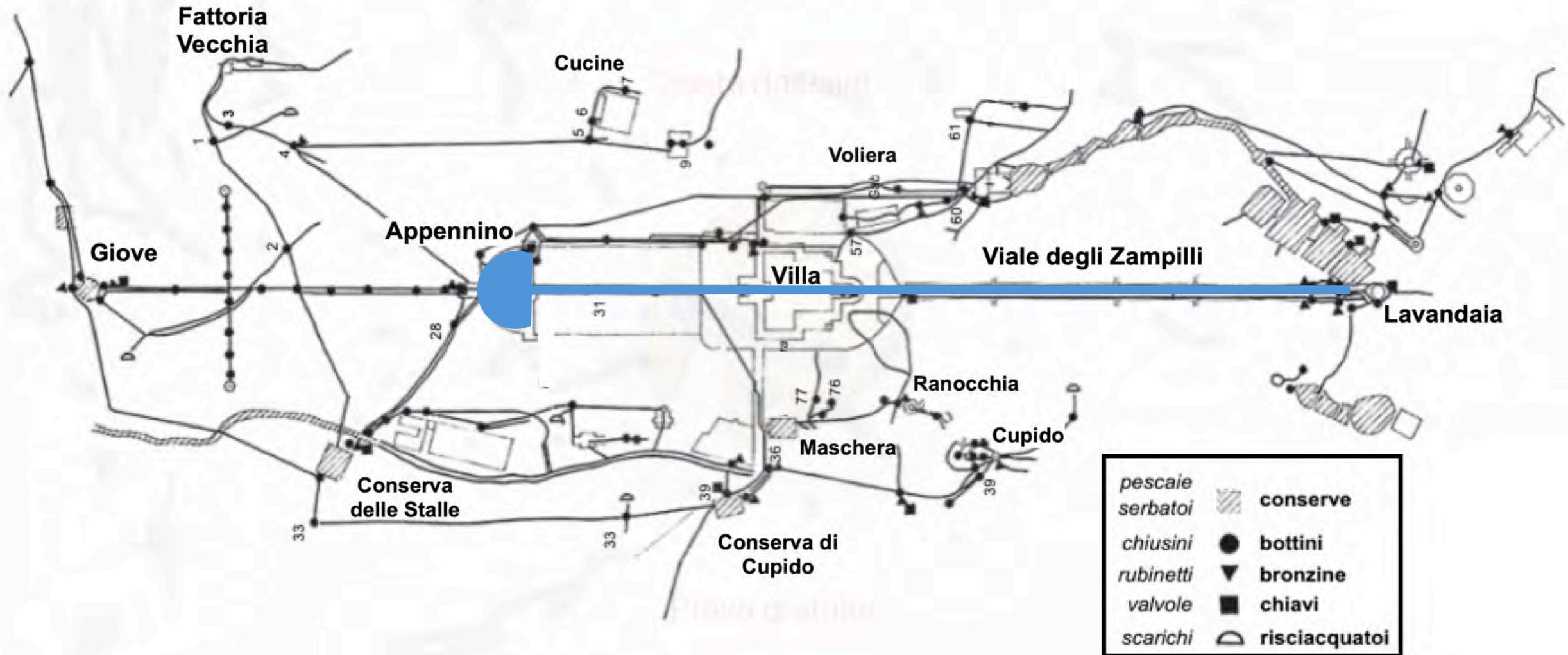
Ma ci vuole Acqua

Per avere mille fontane ci vuole tanta acqua, le alture di Pratolino non ne hanno molta, allora Bernardo si ingegna reperendo ben 18 sorgenti ai piedi di Monte Senario e portandone 8 l/s fino alla Fattoria Vecchia con un acquedotto con più di 13 km di condotte



Ma ci vuole Acqua

Distribuzione interna delle acque



Il Viale degli Zampilli



Addio allo splendore

Le condotte che alimentano le fontane sono fatte con tubi in terracotta (tubuli fittili), uniti con calce cementizia, fatalmente i lenti movimenti del terreno li lesionano causando perdite d'acqua. Il pendio si inzuppa e comincia a franare, piano piano tutto si lesiona e deve essere riparato continuamente.

Quando nel '700 i Lorena subentrano nel Granducato i costi per il mantenimento del Parco cominciano a essere proibitivi. Il richiamo fornito dai resoconti dei viaggiatori dei secoli precedenti non bastò a motivare il mantenimento, così iniziò l'abbandono.

Dopo Napoleone, nel 1818 venne incaricato l'ingegnere boemo Joseph Frietsch per trasformare il giardino in un parco romantico.



Addio allo splendore

Le condotte
fatte con
con calce
movimen
perdite d
mincia a
e deve es

Quando
Granduc
Parco co
richiamo
dei seco
mantenir

Dopo Na
l'ingegn
trasform



Dopo il Frietsch



Nel 1824 la Villa viene demolita, tutto è modificato, solo la statua monumentale dell'Appennino costruita nel 1578 da Giambologna rimane a specchiarsi su un laghetto che ha perso la sua linea geometrica semicircolare. Rimangono alcune grotte e le gamberaie.

Nel 1845 l'ultimo dei Granduchi compra dal demanio della corona toscana il parco che rimane alla famiglia Lorena anche dopo l'unità d'Italia.

Nel 1872 gli eredi Lorena vendono al principe Demidoff il parco e questi vi realizza alcuni nuovi edifici, tra cui una semplice residenza e aggiungono diverse decorazioni neoclassiche.

Nel 1963 gli eredi Demidoff cedono il parco alla Società Generale Immobiliare

Nel 1981 la Provincia di Firenze esercita il diritto di prelazione del bene monumentale

Com'era fatto il viale degli Zampilli?



Secondo la mappa del Ruggeri vi sono due sequenze di pile alimentate da condotte che provengono dalla peschiera dell'Appennino, su 280 m le pile sono 34 distanziate circa 9 m (15 bf), gli zampilli sono 2x93 distanziati 2,9 m (5 bf)

Ma come funzionava il Viale degli Zampilli?

Le nostre conoscenze scientifiche sui getti d'acqua cominciano con Evangerlista Torricelli, allievo di Benedetto Castelli, che nel 1644 pubblica il suo studio «*De motu gravium naturaliter descendentium et proiectorum*», uno studio di tipo balistico, in cui sulla base dell'accelerazione di gravità, pubblicata da Galileo nel 1638, dimostra che la velocità del getto, e quindi la distanza che può coprire, dipende dalla radice del battente idraulico. Successivamente, dopo la pubblicazione di Newton del primo principio della meccanica nel 1687, Bernoulli nel 1738 definisce compiutamente tale legge con la pubblicazione di *Hydrodynamique* .

Ma Buontalenti conosceva le regole balistiche di Tartaglia del 1546

$$V = \sqrt{2gh}$$

Ma come fare per attraversare un viale?

Il Buontalenti collaborando con i Sangallo aveva appreso molti elementi dell'architettura militare e senza dubbio sapeva che la gittata massima di un cannone si otteneva con un alzo di 45° , come aveva pubblicato Nicolò Tartaglia nel 1546, in competizione con Cardano



Ma come fare per attraversare un viale?

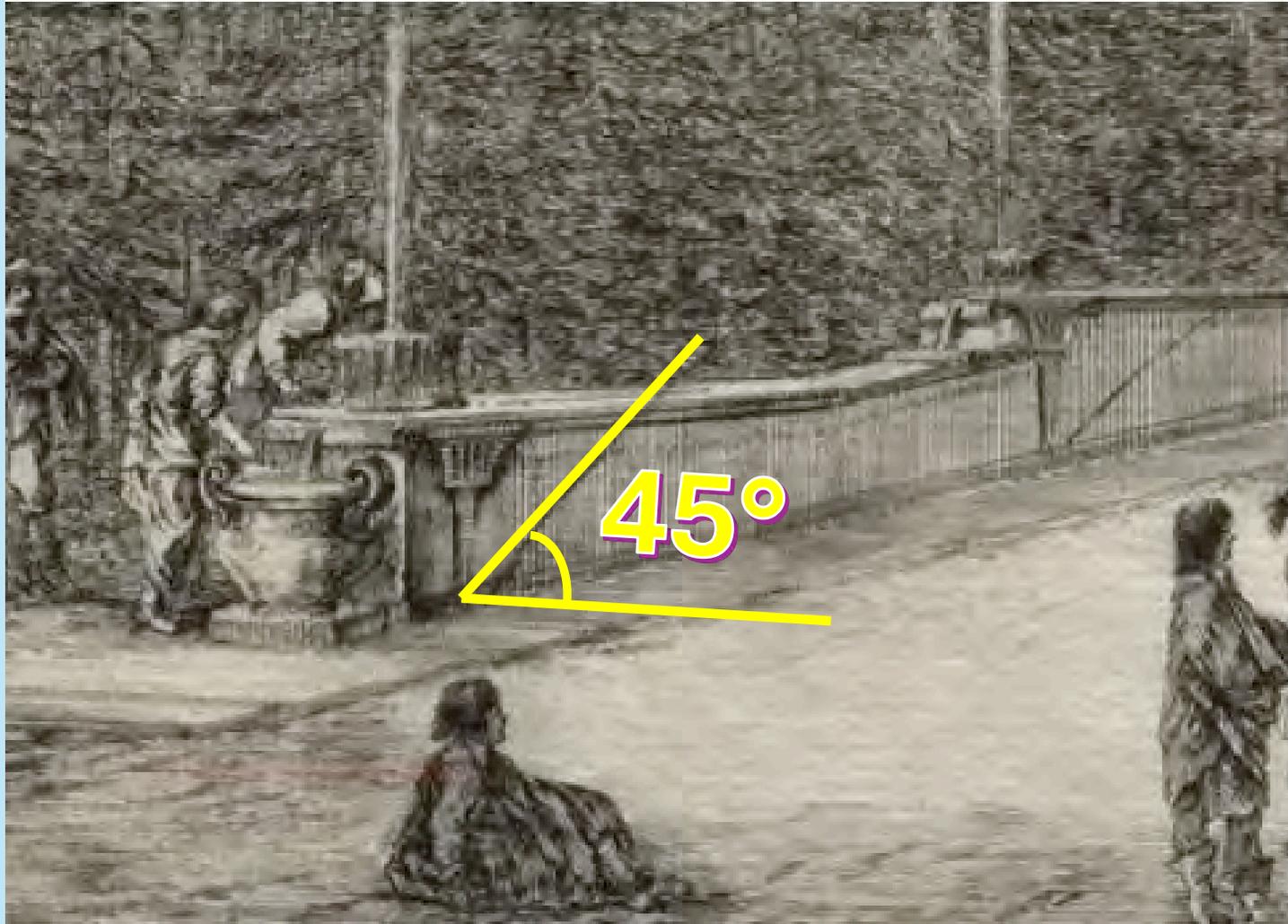
Il Buontalenti collaborando con i Sangallo aveva appreso molti elementi dell'architettura militare e senza dubbio sapeva che la gittata massima di un cannone si otteneva con un alzo di 45° , come aveva pubblicato Nicolò Tartaglia nel 1546, in competizione con Cardano



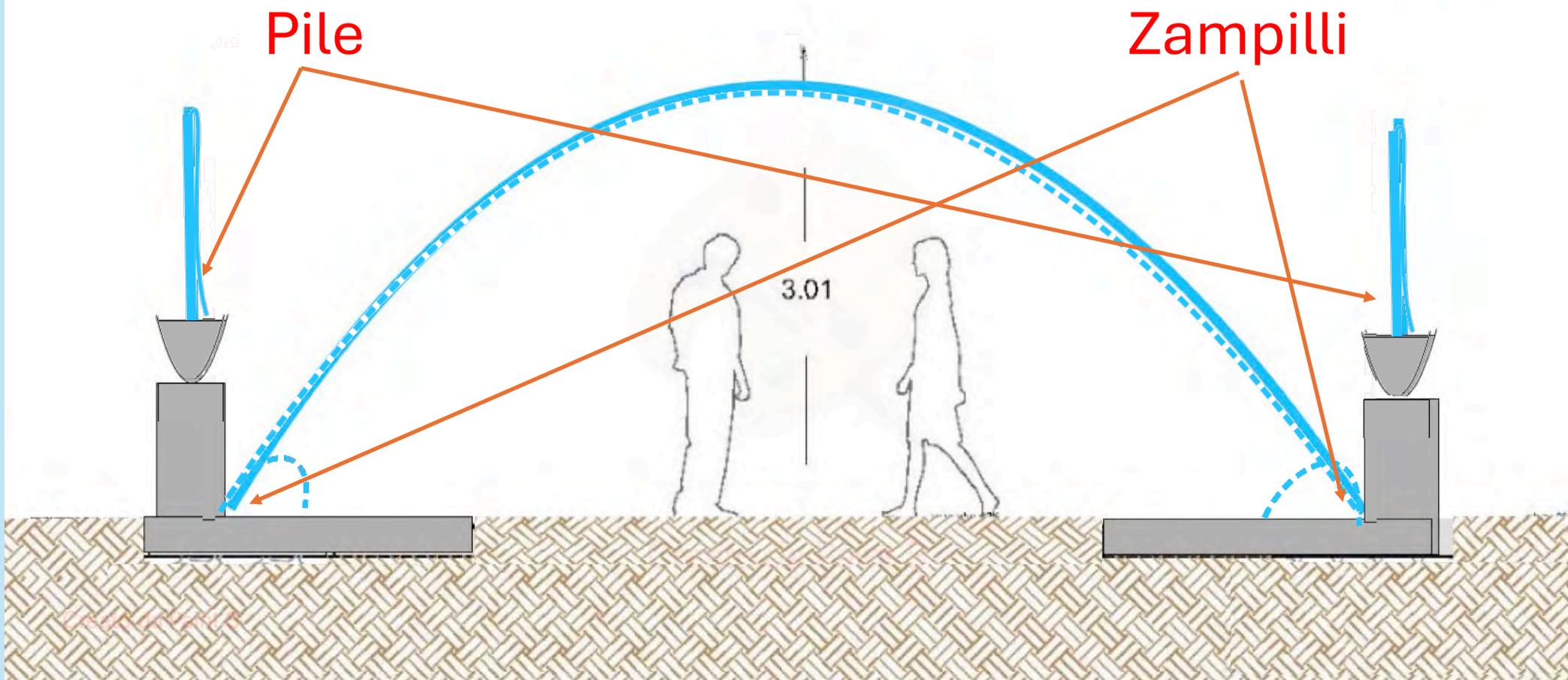
Ma come fare per attraversare un viale?

Quindi per Bernardo la dinamica dei getti d'acqua è analoga

a quella delle palle di cannone. Allora progetta gli zampilli con un alzo di 45° alla partenza, come si vede nell'incisione di Della Bella del 1650.



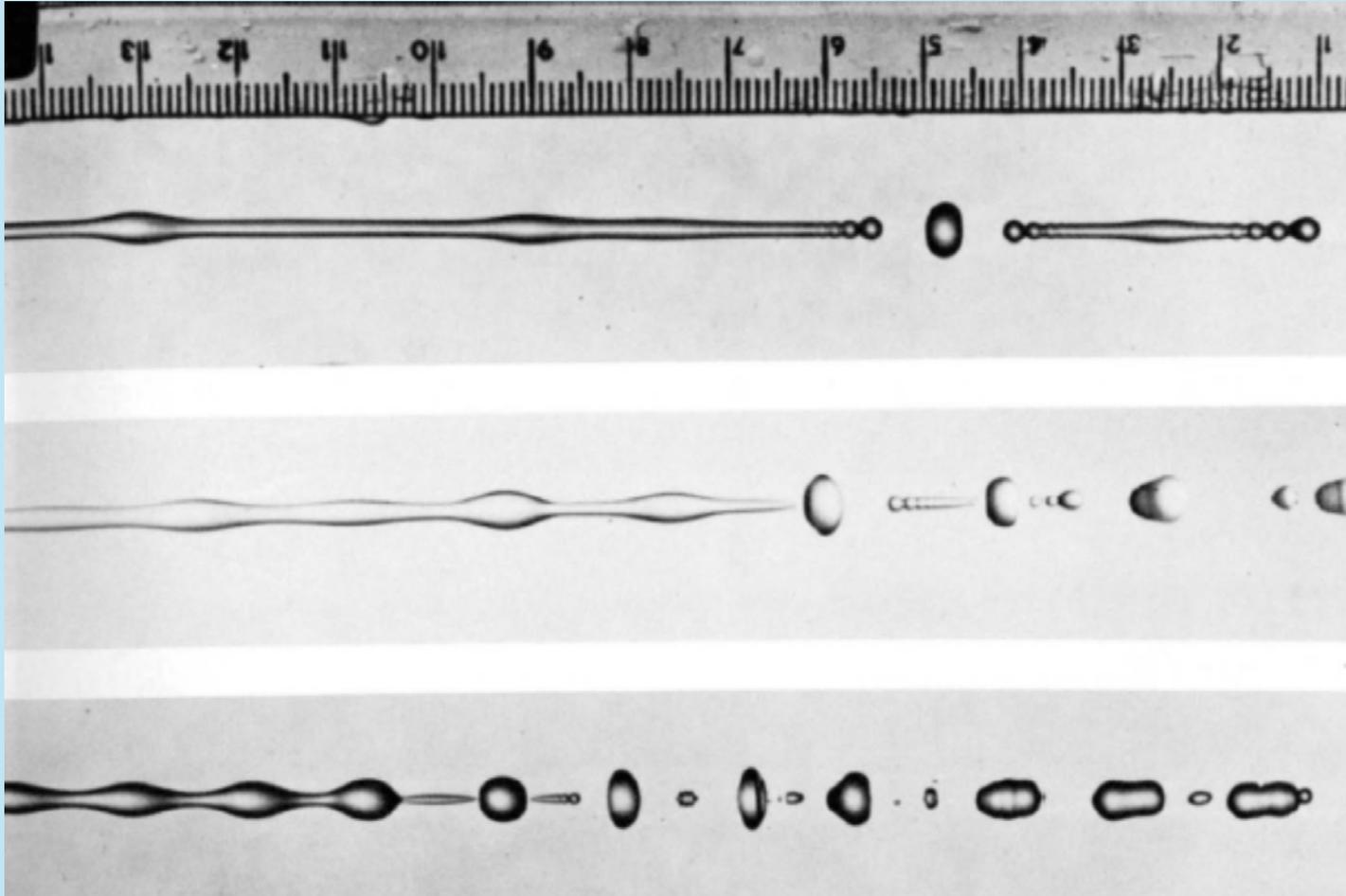
Ma come era il viale?



Dalle illustrazioni e descrizioni arrivate a noi si può ricostruire che la larghezza del viale risulta di 6 metri circa (10 bf), per cui la velocità di uscita del getto doveva essere 10 m/s con un battente di 6 m, per un diametro del getto di 2 mm risulta complessivamente una portata d'acqua di 6 l/s e quindi, aggiungendo quella delle pile, superiore a quella dell'acquedotto.

Gli scavi archeologici hanno confermato alcuni di questi valori.

Ma come evitare che sotto piova?

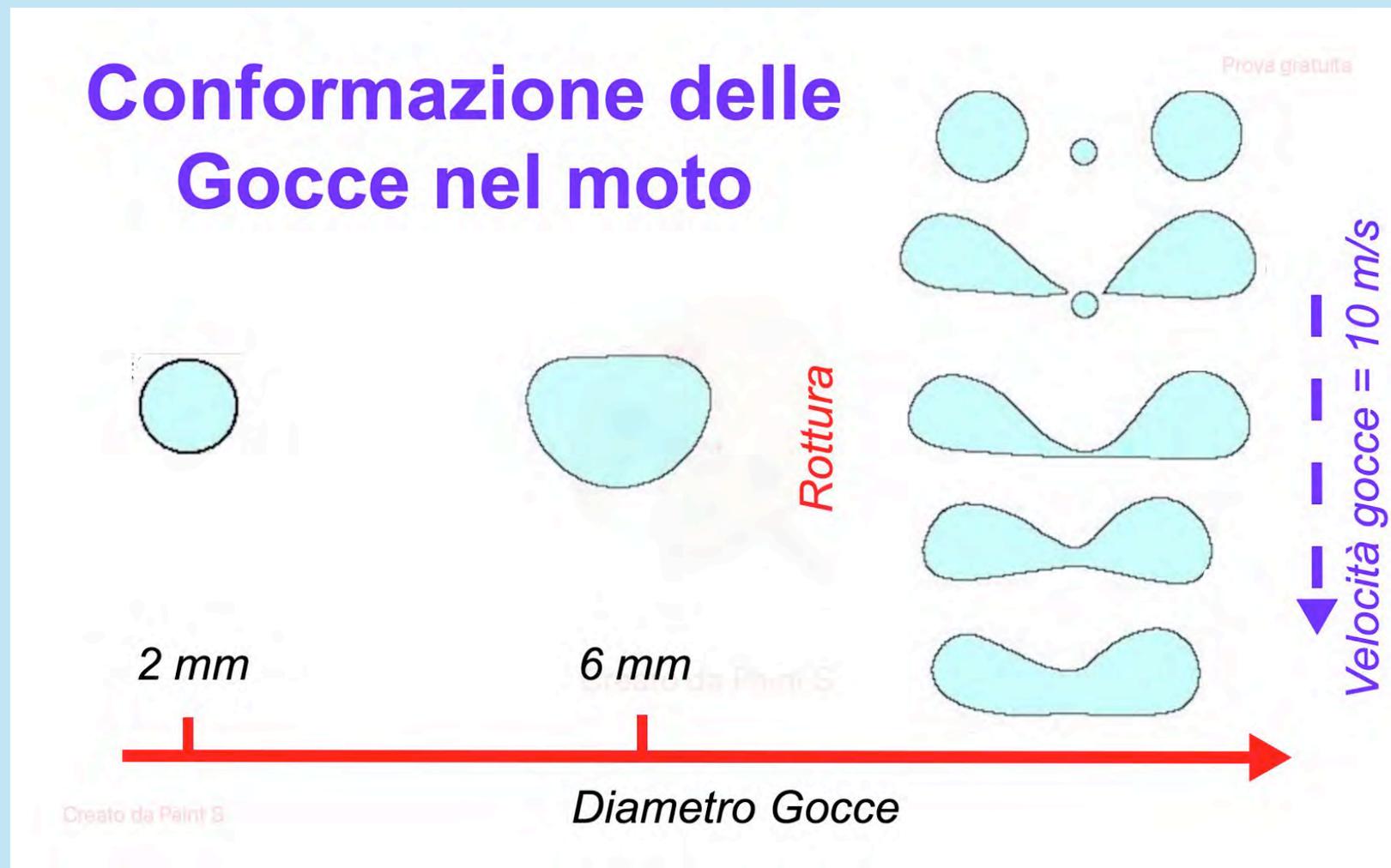


Un getto subisce instabilità per effetto della tensione superficiale o capillarità, i getti piccoli tendono a spezzarsi in gocce che di norma sono di diametro doppio rispetto al getto Savart 1833.

Le gocce hanno una dinamica particolare interagendo con l'aria che le frena. Quanto più le gocce sono piccole tanto più sono frenate e cadono a pioggia, come nei sistemi di irrigazione.

Ma come evitare che sotto piova?

Le gocce si modificano per effetto del moto nell'aria, di fatto sono sferiche fino a 2 mm, crescendo subiscono una deformazione appiattente e oltre a 6 mm divengono instabili e si rompono in gocce più piccole, quindi per evitare la precipitazione conviene produrre gocce di 5-6 mm

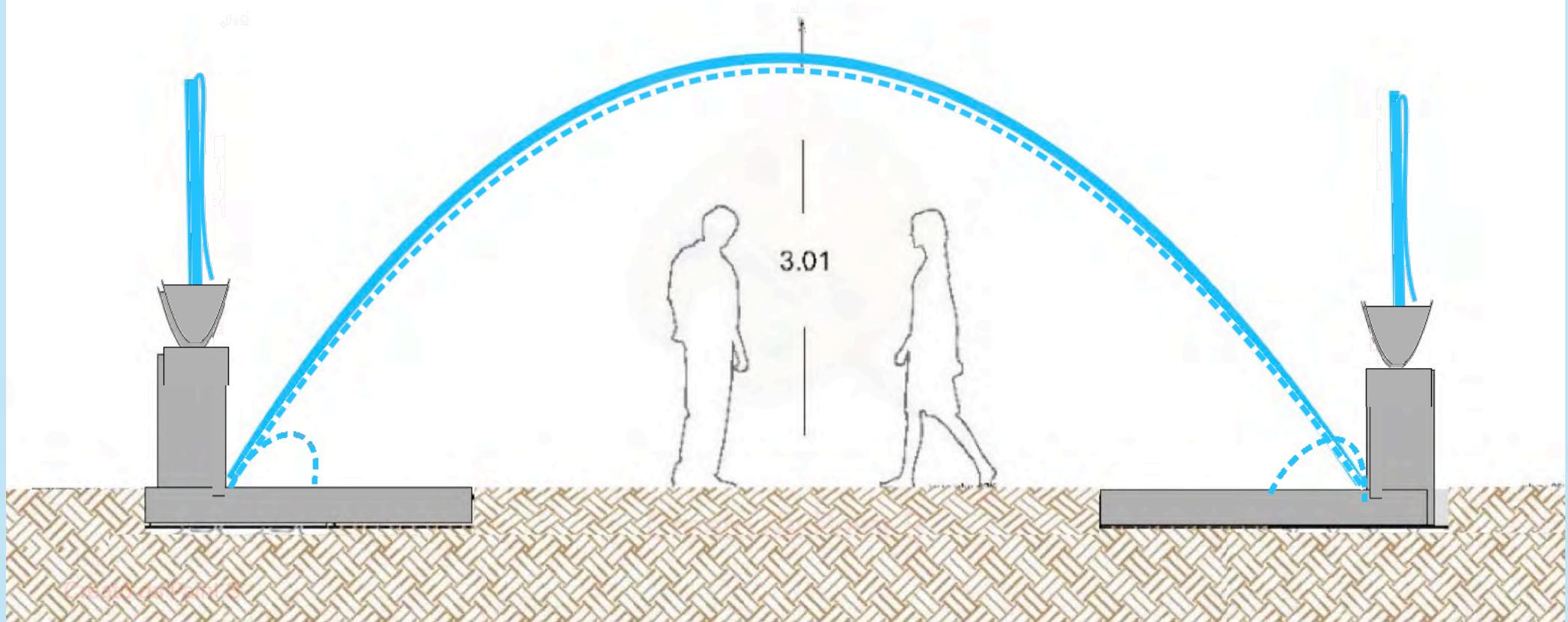


Ma come evitare che sotto piova?

Nel 1799 il viaggiatore francese Castellan visita Pratolino e ne dà una descrizione ricca, in particolare racconta così del viale degli zampilli:

«Dalla base stessa della balaustra zampillano un'infinità di nuovi getti, molto ravvicinati, il cui impulso è tale che essi descrivono degli archi di cerchio da un lato all'altro del viale e formano una culla continua e diafana dalla quale si possono distinguere gli oggetti. Gli zampilli passano rapidamente, si incrociano sopra la testa dei passanti e non provocano che una leggera pioggerella, che rinfresca senza bagnare. Su questa volta di diamanti liquidi, i giochi dei raggi del sole producono infiniti iridi:...»

Ma come si producevano gli zampilli?



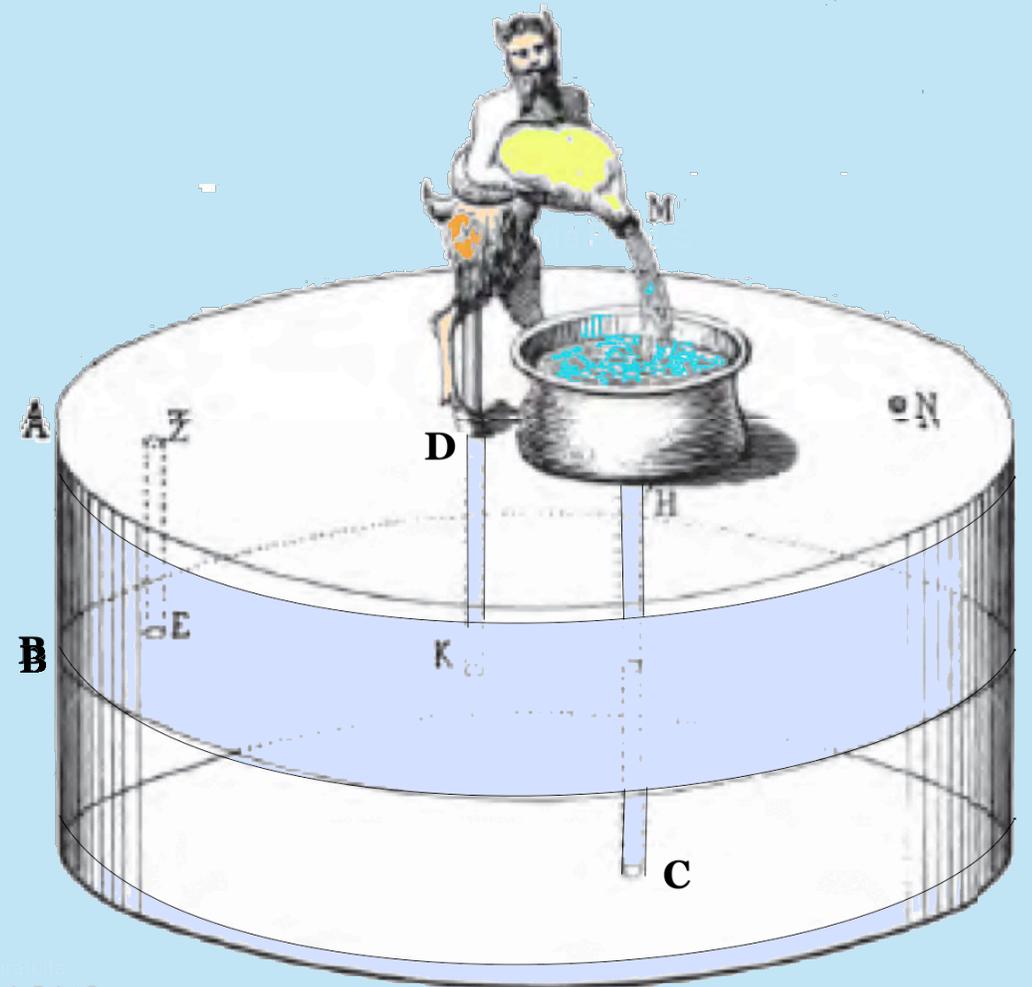
Per poter produrre un sistema di zampilli che potesse ricoprire uniformemente tutto un viale lungo 300 metri era necessario fornire gli ugelli con acqua a pressione costante, perché la geometria degli zampilli è garantita dalla pressione dell'acqua e dalla forma degli ugelli. Poiché la pressione richiesta era di 6 metri d'acqua e la condotte in cotto per reggerla dovevano avere un diametro inferiore a 6 cm

Come si faceva una fontana a pressione costante?

La soluzione è un controllo pneumatico come nella fontana di Herone: due serbatoi stagni sovrapposti e collegati con tre tubi.

Il serbatoio A, superiore, è inizialmente pieno e col tubo KDM alimenta la fonte; il serbatoio B è vuoto e riceve l'acqua dal tubo HC.

Mentre B si riempie, l'aria che esce sale nel tubo EZ e si comprime spingendo l'acqua di A nella fontana



Dove ha preso l'idea Buontalenti?

Questa è la fontana del Generalife chiamata fontana del Cortile della Gora (Fuente del Patio de la Acequia) senza dubbio vista dal Buontalenti nell'Alhambra, probabile elegante esempio ispiratore del viale degli zampilli

La Soluzione di Buontalenti



Buontalenti sa che una singola condotta di 6 cm di diametro non può alimentare l'intero sistema per cui opera suddividendo in tre condotte di cui due alimentano separatamente i primi duecento metri dei due lati, e il terzo alimenta gli ultimi cento metri di ambo i lati dopo il punto K, e deve fare sì che la pressione si mantenga costante

Cosa inventa Buontalenti?

Dai volumi di Erone trova un sistema per controllare il carico idraulico e per risparmiare acqua ricorre al sistema di Archimede inventato per poter avere una clessidra a consumo limitato.

Secondo la tradizione arabo-persiana la clessidra a risparmio idraulico fu inventata da Archimede e pertanto prende il suo nome.

Il risparmio d'acqua era conseguito grazie a un trattenitore a galleggiante, che manteneva il battente idraulico costante senza bisogno di acqua corrente.

Il trattenitore di Archimede era un poco diverso dai dosatori a galleggiante in uso oggi, ma funzionava bene per pressioni limitate.

Cosa inventa Buontalenti?

La figura, ripresa da un testo arabo del 6° secolo dall'Egira, presenta una clessidra di Archimede di grandi dimensioni, come quella di Damasco o di Fez, in cui è possibile vedere il sistema di regolazione a galleggiante evidenziato da un cerchio rosso



La Soluzione di Buontalenti



Buontalenti sistema in **K** due pozzetti trattenitori a galleggiante alimentati da una condotta pneumatica che consente di regolare la lunghezza degli zampilli, i getti sono prodotti con ugelli (di piombo?) saldati sopra dei tubi di piombo (fistule), la regolazione è affidata al sistema pneumatico e all'orientamento delle fistule, i trattenitori consentono di limitare il consumo idrico al minimo

La Soluzione di Buontalenti

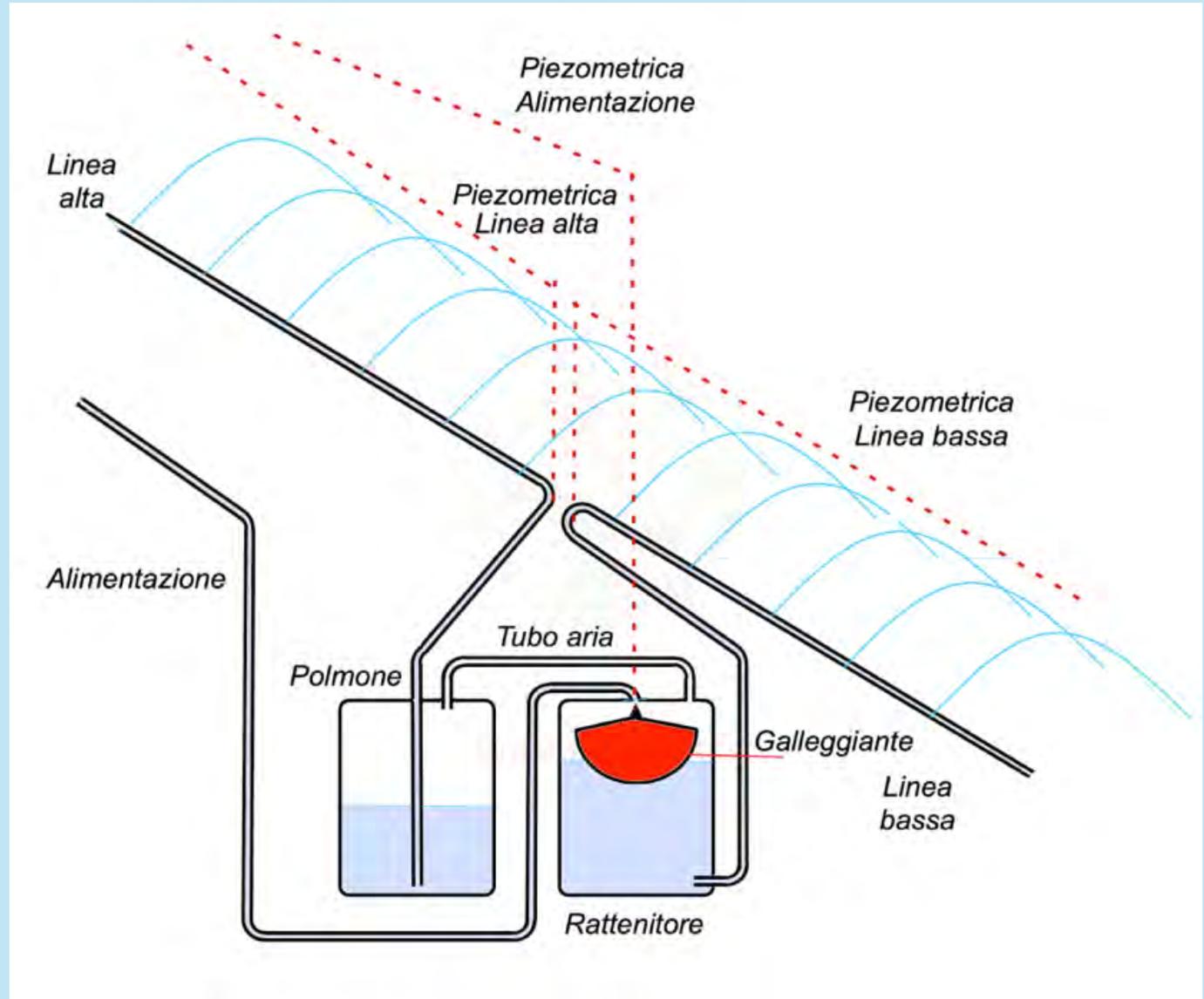
Gli zampilli uscivano da «fistule» di piombo che portavano l'acqua agli ugelli, la foto mostra quanto è rimasto



Buontalenti sistema in K due gigante
alimentati da una condotta pne regolare
la lunghezza degli zampilli, i ge (di
piombo?) saldati sopra dei tubi lazione
è affidata al sistema pneumatico e all'orientamento delle fistule, i
trattenitori consentono di limitare il consumo idrico al minimo

Il sistema del Rattenitore

Il sistema inventato da Buontalenti utilizza sia il controllo pneumatico della pressione, descritto da Erone, sia il sistema di regolazione a galleggiante inventato da Archimede. Così il polmone e il galleggiante forzano la sezione successiva alla stessa pressione della precedente risparmiando acqua.



Conclusione



Sperimentiamo
per scoprire il segreto degli zampilli nel
tentativo di restaurare quella meraviglia