

Vite aerea

“L’elicottero è una macchina volante originale poiché non esistono in natura modelli che ne abbiano potuto fornire l’ispirazione. I volatili, ad esempio, hanno suggerito all’uomo l’aeroplano. L’elica da cui è nato l’elicottero può ritenersi, come la ruota, una pura creazione dell’ingegno umano.” (I Padri dell’ala rotante di Iginio Mencarelli)

Quanto al fatto che, non appena staccato dal suolo, l’apparecchio cesserebbe di funzionare perché privo di un vincolo che si opponga al movimento torcente dell’elica, si ipotizza che il progetto di Leonardo fosse inteso a misurare l’efficienza trattiva di questa vite, che in tal caso non avrebbe dovuto, però, venire concepita da lui come capace di “farsi la femmina nell’aria e montare in alto”.

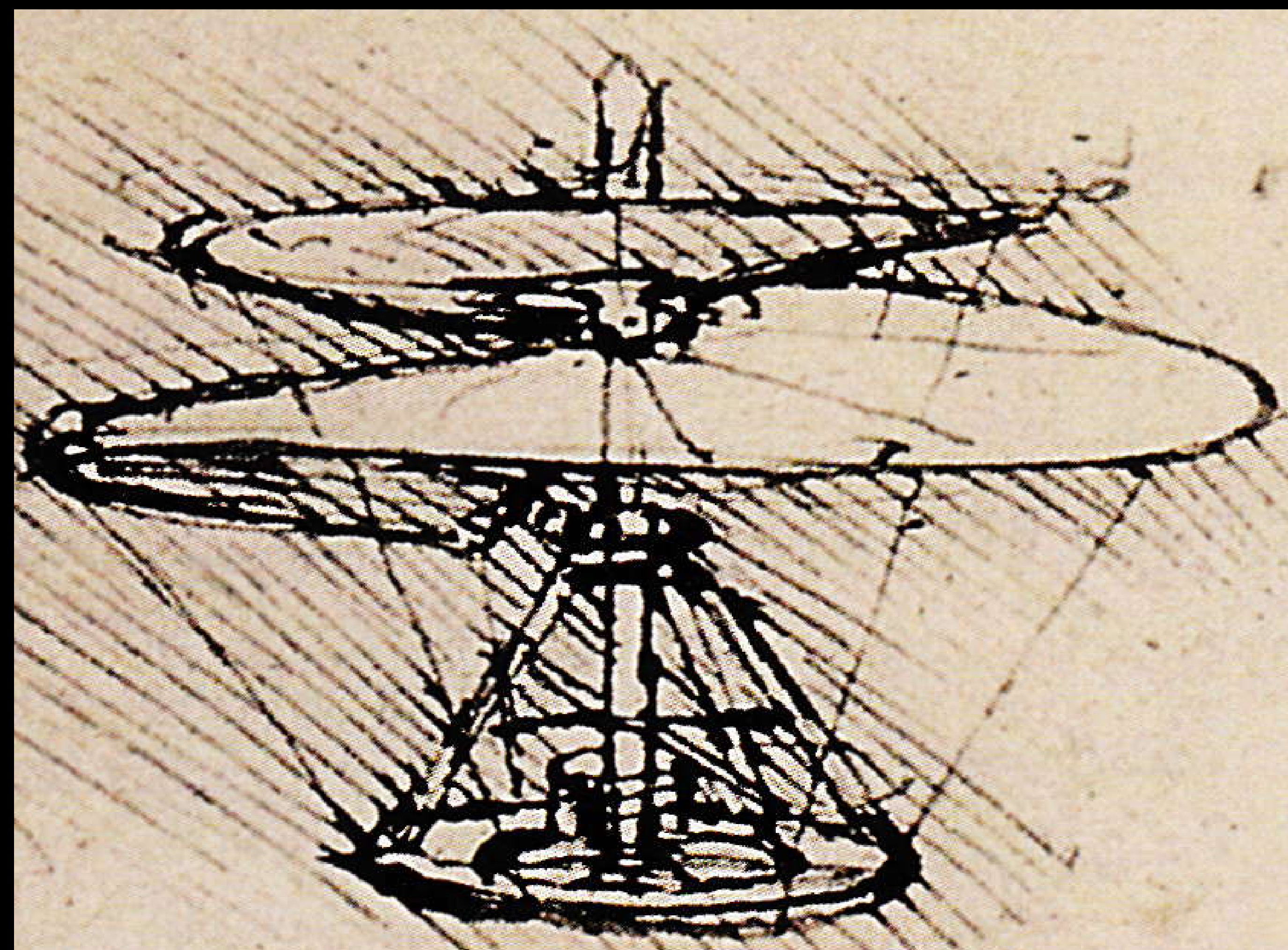
Il modello di “Vite aerea” di Leonardo è spesso considerato come il prototipo dell’elicottero moderno. Lui disegnò una vite con un raggio di 4,80 m, con un telaio in metallo per sostenere la tela.

La rotazione è ottenuta mediante una guida a manovella. Per azionarla, sono necessarie quattro persone che sostengono la potenza necessaria, posizionate al di sopra di una piattaforma che circonda l’albero centrale. L’idea è che la macchina si comporterà da vite, trasformando l’aria attorno a sé in un dado attraverso il quale il macchinario si avviterà risalendo verso l’alto.

Leonardo scrisse: *“Penso che, se il sistema di vite verrà costruito in maniera appropriata e verrà fatto ruotare con sufficiente energia, la vite trasformerà l’aria circostante in un dado, dopodiché risalirà nell’aria.”*

A dimostrazione del fatto che il Corpus leonardesco è tutt’ora in costante divenire in rapporto all’interpretazione dei suoi progetti, sta proprio il fatto che recentemente si è ipotizzato

che in realtà, a rendere possibile il movimento dell’elica fosse una molla posizionata alla base dell’albero centrale e che la stessa fosse azionata da quattro uomini.



Disegno d’Elicottero,
ca. 1486 - 1490,
Matita ed Inchiostro, 231x 167 mm
Manoscritto B, f. 83v
Istituto di Francia, Parigi



La città di Milano riassume in sé un paradosso: è distante dai grandi fiumi, ma allo stesso tempo è ricchissima d'acqua.

Dove sia quest'acqua, pochi lo sanno, ma già citando la parola Navigli, possiamo dare una parziale spiegazione.

Il termine 'navigli' significa letteralmente 'navigabili' e si riferisce al sistema dei canali che in passato circondava la città.

Costruiti fra il XII ed il XVI secolo, i navigli sono sostanzialmente dei canali artificiali, progettati, almeno inizialmente, a scopo difensivo, ma utilizzati in seguito anche al fine di fornire l'acqua necessaria per la vita della città e per le attività artigianali e mercantili.

Il Naviglio Grande, il Naviglio Pavese e la Martesana sono i tre canali principali -ancora oggi esistenti- dell'intero sistema dei navigli, che comprendeva anche una serie di canali più piccoli, i quali scorrono ora sotterraneamente.

I Navigli di Leonardo

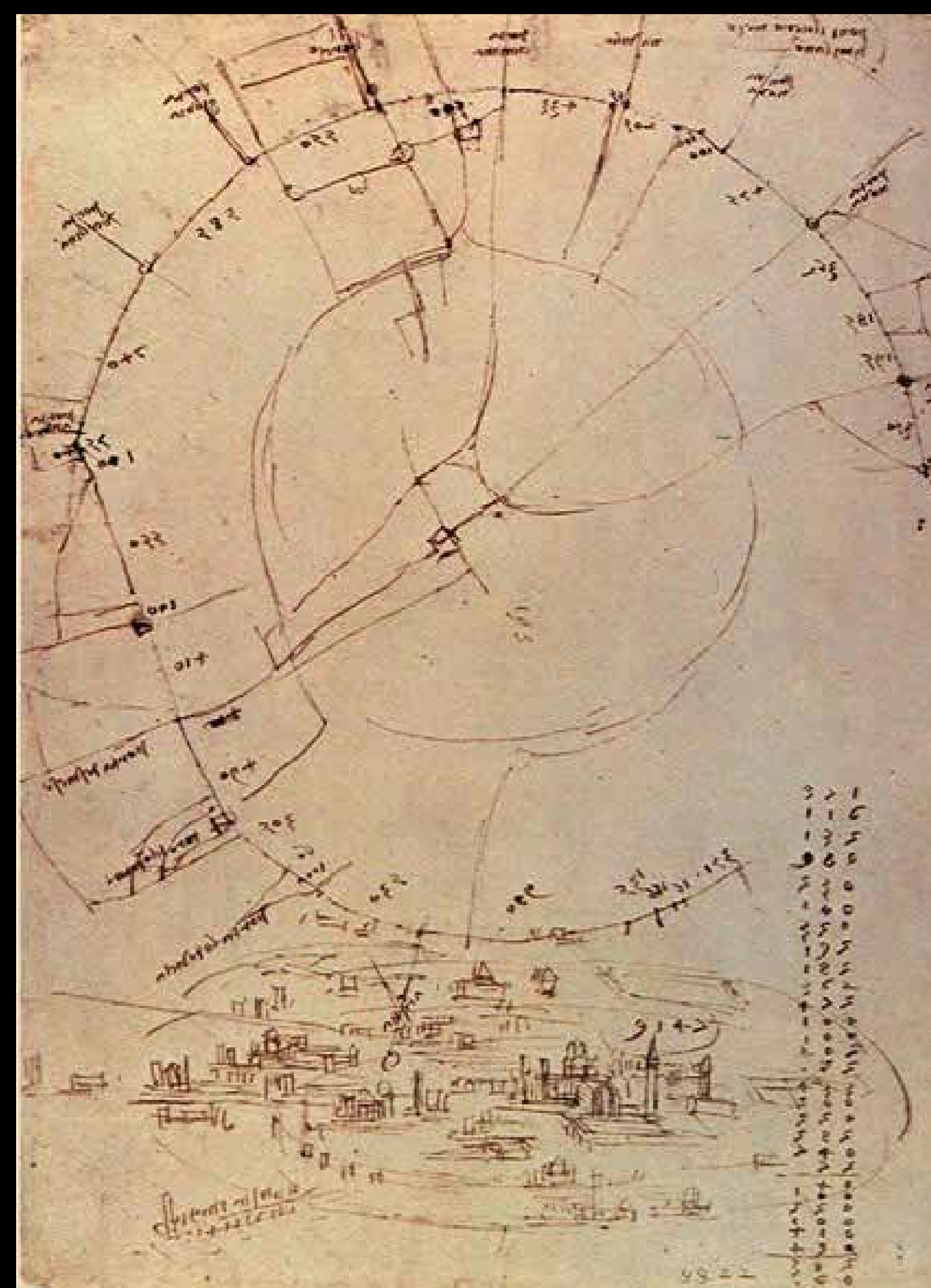
Appena arriva a Milano, Leonardo decide di impegnarsi ed applicarsi per apportare ulteriori miglioramenti all'intero sistema dei canali: *“prima farò alcuna esperienza avanti che io proceda”*.

Tra tutti i navigli milanesi, quello a cui dedica maggiore attenzione, è il Naviglio Grande: *“vale 50 ducati d'oro. Rende 125.000 ducati l'anno il Naviglio ed è lungo 40 miglia e largo braccia 20”*.

È così che Leonardo definisce il Naviglio Grande, sintetizzandone le caratteristiche tecniche ed economiche prima di elaborare le note idrauliche sulle quantità erogate dalle *“bocche”*.

Dobbiamo sapere che anche all'epoca di Leonardo, l'acqua di irrigazione veniva fatta pagare e per questo, una delle prime innovazioni del genio fiorentino, fu quella di migliorare il funzionamento delle bocche, in modo da far corrispondere effettivamente le onces d'acqua erogate con il prezzo pagato.

(Michele Broccoletti)



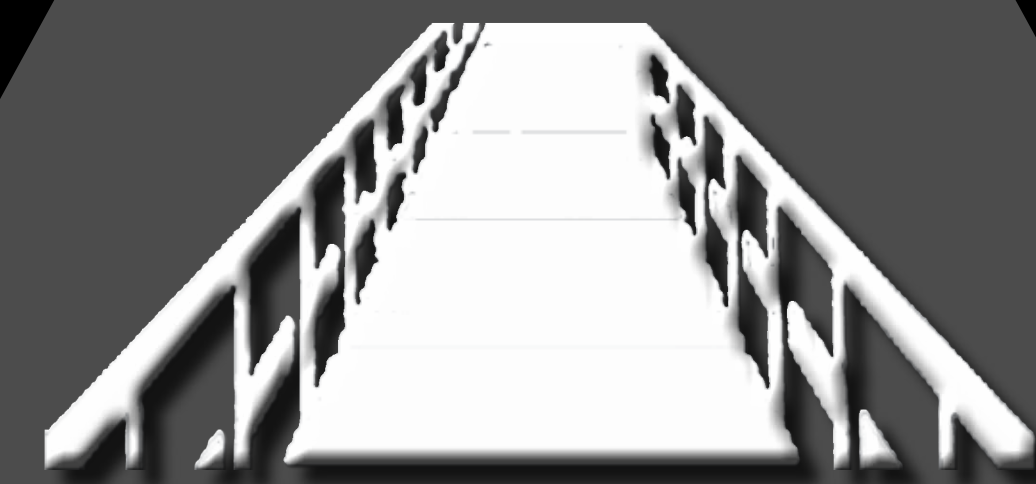
Pianta e veduta prospettica di Milano, 1497,
Biblioteca Ambrosiana
Milano

Atelier Leonardo

L'interesse di Leonardo per l'ingegneria idraulica, presente sin da giovane, era legato indissolubilmente ai suoi studi di Geologia ed Aerostatica. Si occupò infatti della "costruzione di pozzi" sin da quando lavorava presso la bottega del Verrocchio. Qui progettò inoltre, meccanismi di ruote ed ingranaggi al fine di poter accumulare "riserve d'acqua" in apposite torri. Nel campo dell'idrodinamica alquanto interessanti risultano essere i suoi studi sul fenomeno della "propagazione ondulatoria". Osservò a tale riguardo, che "la velocità alla quale il flusso di un fiume scorre, diminuisce proporzionalmente all'incremento della profondità o della larghezza". Sulla base di questa asserzione, giunse ad affermare che la miglior forma per il letto di un fiume è quella a "semicerchio", in quanto in grado di generare un'accelerazione del flusso d'acqua proporzionale alla portata del corso stesso.

Energia e flussi

I navigli sono da sempre stati importanti anche per fornire energia alle molte ruote idrauliche che, nel XV secolo, contribuiscono a rendere il sistema produttivo milanese uno dei più sviluppati in Europa. Leonardo si sbizzarrisce disegnando e progettando numerose macchine utensili che sfruttano l'energia dell'acqua: basandosi sulle sue conoscenze di meccanica, produce movimenti sempre più complessi ed automatizzati applicando tali innovazioni, in particolar modo alle macchine tessili. In età sforzesca infatti, l'industria tessile era molto vivace e sviluppata, e il commercio di tessuti di lusso aveva una grande importanza per l'economia del Ducato: è proprio grazie alle invenzioni di Leonardo, sia nel campo della filatura che in quello della tessitura, che si iniziano ad avere i primi telai completamente automatici, anticipando di tre secoli i modelli utilizzati durante la Rivoluzione Industriale. *(Michele Broccoletti)*



Ponte a due piani

Questo progetto, presentato nel Manoscritto B, è in relazione con gli studi di architettura che Leonardo effettua tra il 1487 e il 1489. L'apice di questi studi sarà il progetto della "città ideale a due livelli", concepita per poter separare le zone riservate al lavoro e al commercio da quelle destinate alla vita civile. Il nuovo piano urbanistico avrebbe eliminato le problematiche tipiche del sistema viario medievale. All'epoca i vicoli erano sporchi, sovraffollati, condivisi con gli animali e costituivano un pericoloso focolaio per la diffusione di malattie. Il nuovo spazio urbano doveva essere scandito dal rigore della geometria, con spazi ampi e una fitta rete di canali sotterranei che fungeva sia da sistema fognario che da via di trasporto mercantile. La soluzione del ponte a due piani permette l'attraversamento di un corso d'acqua su due livelli diversi e rende possibile separare i sensi di circolazione. Oppure si può decidere di destinare il livello superiore all'attraversamento pedonale e quello inferiore alla circolazione dei veicoli e degli animali.

La parte superiore del ponte è stata ideata per i pedoni, la parte inferiore per il traffico veicolare.

L'idea di Leonardo, prevedendo un flusso continuo di traffico, si sviluppa nell'ambito dei suoi studi sulla "città ideale". È infatti verso il 1486, che a seguito della pestilenza che ucciderà a Milano 50.000 persone (la metà della popolazione), Leonardo inizia a prestare particolare attenzione ai problemi urbanistici. Leonardo voleva una città comoda e spaziosa, ben ordinata non solo nelle strade, ma anche nelle sistemazioni architettoniche, con "alte fortissime mura", con "torri e merli d'ogni necessaria e piacevole bellezza", con "la sublimità e magnificenza de' sacrali templi", con "la conveniente composizione de' privati abituri".

Il disegno di questo ponte è importante anche per il tentativo di ottimizzazione della struttura reticolare delle travi, ottenuto posizionando una passerella sull'estremità inferiore e l'altra su traverse appoggiate sugli incroci dei montanti inclinati.

I primi ponti di questo tipo furono realizzati solamente nel XIX secolo.



Scorcio preso dalla Città Ideale progettata da Leonardo da Vinci (Modello tridimensionale realizzato dal Museo della Scienza e della Tecnologia di Milano)

Attraversamento a pontone

“Ho modi de ponti leggerissimi et forti, et atti a portare facilissimamente, et cum quelli seguire, & alcuna volta fuggire li inimici, et altri securi et inoffensivi da foco et battaglia, facili e commodi da levare et ponere. Et modi de arder et disfare quelli de l'inimico”.

(Lettera a Ludovico il Moro)



Nella figura sono individuati i componenti principali:

- 1 – Passerella*
- 2 – Barche di sostegno.*
- 3 – Argano di manovra.*
- 4 – Puleggia di rinvio.*

Come riferisce nella sua lettera di presentazione a Ludovico il Moro, Leonardo descrive numerosi ponti girevoli, a incastro e a cavalletti, spesso con funzione militare.

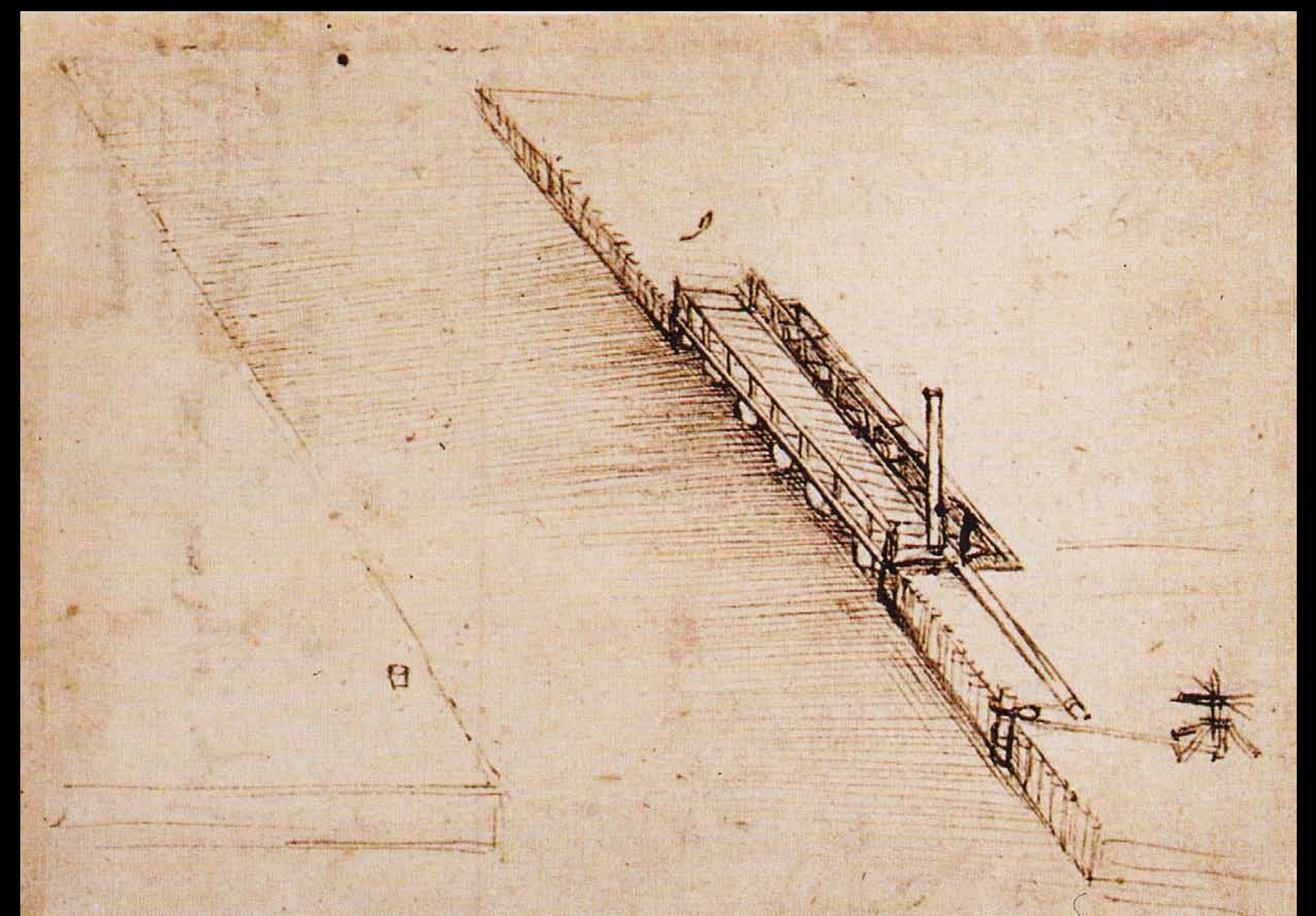
Questi ponti dovevano essere edificabili con materiale facilmente reperibile e trasportabile.

Questo ponte fu progettato da Leonardo probabilmente nel primo periodo milanese. Anche in questo caso la struttura consente il passaggio da una sponda all'altra e, successivamente, di ripristinare il transito lungo il fiume o il canale.

Naturalmente può essere usato solo nei casi in cui l'acqua scorra con una certa tranquillità. Una passerella piana è sostenuta da corpi galleggianti, normalmente imbarcazioni o anche botti.

Un argano, per mezzo di cavi, ne consente la rotazione intorno ad un asse piantato nel terreno.

Per poter realizzare questo ponte, però, è necessario che sulla sponda dove è fissata la struttura esista, o venga realizzata, una sorta di insenatura nella quale far rientrare il ponte quando si trova nella posizione aperta.



Disegno di studio di attraversamento a pontone, 1490

Matita ed inchiostro, 135*182

Codice Atlantico, f. 857r

Biblioteca Ambrosiana, Milano

Ponte girevole

Gli appunti di Leonardo contengono numerosi progetti volti a risolvere i problemi legati all'attraversamento dei corsi d'acqua e le soluzioni tecniche da lui adottate stupiscono per la loro modernità e per la loro genialità.

“Farò ponti leggerissimi e forti atti a portare facilissimamente, e con quelli seguire e alcune volte fuggire li nemici, e altri securi e inoffensibili da foco di battaglie, facili e comodi da levare e ponere”

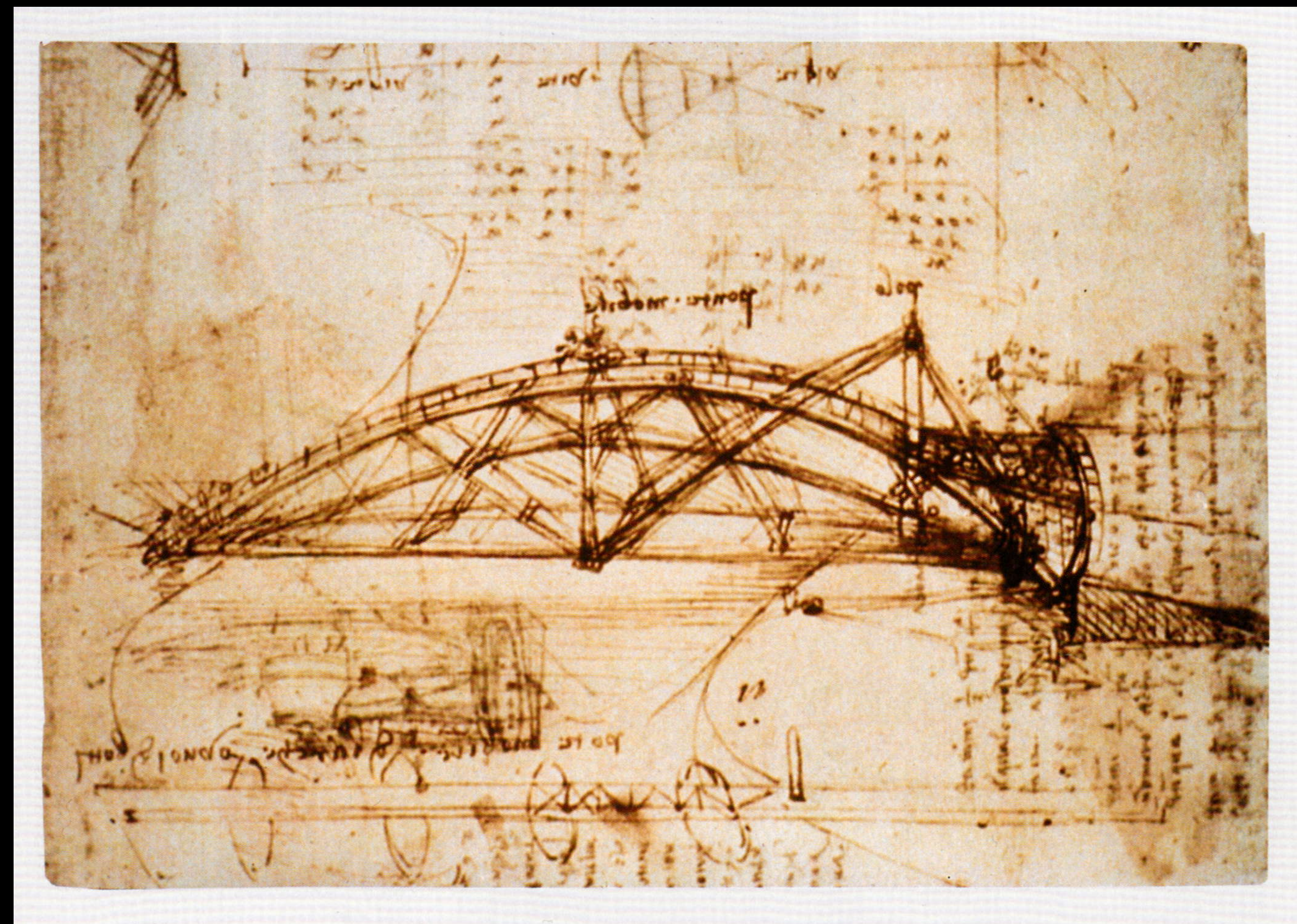
Il ponte girevole è stato disegnato per uso militare.

Il ponte ad arco è costituito da una sola campata sostenuta da una serie di travi a reticolo ed è assicurato alla riva con un cuscinetto di supporto.

Il ponte è fissato ad una delle due sponde mediante un perno verticale, intorno al quale può esser fatto agevolmente girare di 90° per mezzo di argani di manovra collocati lateralmente sul terreno.

Il movimento è attuato mediante un sistema di corde ed argani. Il ponte è dotato di un contrappeso, in grado di assicurargli una posizione di equilibrio.

Disegno di studio per Ponte girevole,
ca. 1490
Matite ed inchiostro, 206*250
Codice Atlantico, foglio 855r
Biblioteca Ambrosiana, Milano



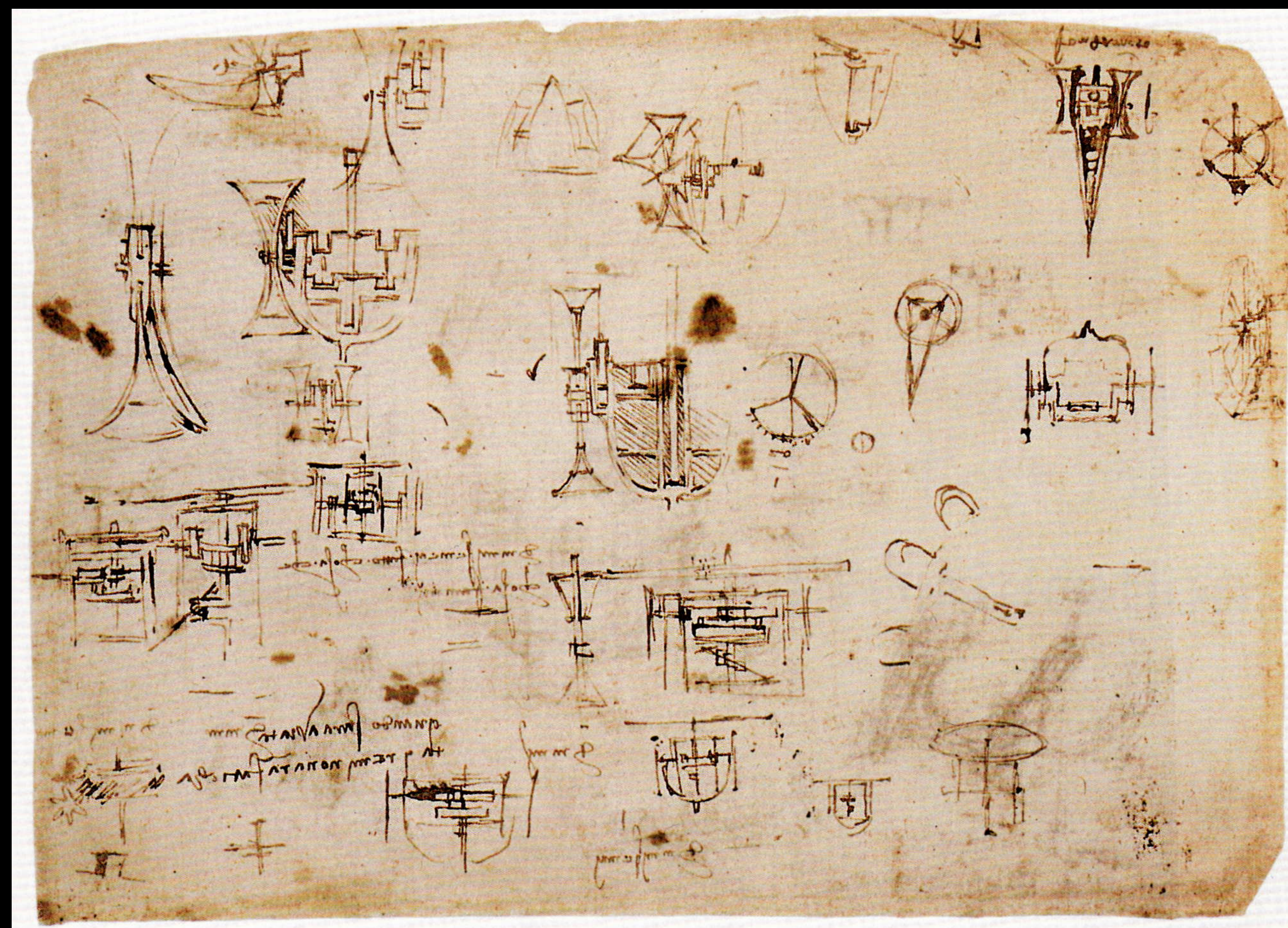
Imbarcazione a pale

Da questa idea poi nacque anche la barca a pedali, che si basa sullo stesso principio. Nel progetto di Leonardo ogni pala era lunga circa novanta centimetri e le ruote misuravano circa 60 cm. Secondo i suoi calcoli, si poteva raggiungere una velocità di "50 milia per ora" facendo compiere alla ruota 50 giri al minuto. L'interno dell'imbarcazione, secondo il progetto del Genio fiorentino, era composto da un'intelaiatura che collegava una barra di trasmissione a due ruote dentate ai due lati del natante. Le ruote dentate venivano azionate a braccia da due uomini ma nell'evoluzione di questa idea le pale potevano essere azionate con i piedi con semplici pedali. Gli uomini che dovevano azionare le ruote erano posizionati sotto il ponte della barca e da lì, tramite un sistema di cinghie e funi, mettevano in movimento il grande tamburo centrale che ingranava con un sistema a ruote, con pioli e lanterna.

L'idea della barca a pale venne al grande Leonardo dopo aver considerato che una corrente di acqua metteva in movimento una ruota dotata di pale. In questo modo l'acqua generava la rotazione dell'albero al quale si potevano così collegare le macchine utilizzatrici. Leonardo pensò di sfruttare il sistema in maniera inversa, cioè invece di ricevere il moto dall'acqua per permettere la rotazione e generare energia, pensò di fornire energia su delle speciali ruote dotate di pale e poste ai lati di un'imbarcazione. L'obiettivo di Leonardo era sempre lo stesso. Permettere di muoversi in modo sempre più agile e sempre meno faticoso, rendendo così più facile e efficace la navigazione.

In questo modo le ruote, azionate da una semplice manovella e poste in semi immersione in acqua, garantivano al natante un movimento più agevole e continuo, in confronto alle semplici barche a remi. I remi infatti dovevano essere manovrati in maniera ripetitiva e con un'energia non continua. In questo modo invece si sarebbe azionata in maniera costante la manovella che avrebbe

messò in rotazione le ruote rendendo più continuo il movimento e facilitando notevolmente la navigazione.



Disegno per barca a pedali,
ca. 1495
Matite ed inchiostro, 196*276
Codice Atlantico, f. 1063r
Biblioteca Ambrosiana, Milano

Scrittura speculare

Tempo fa si riteneva che la particolarità della sua grafia fosse solo la difesa di un uomo geniale desideroso di rendere più riservati i suoi scritti, specialmente i Codici.

Secondo alcuni Leonardo scriveva in questo modo in seguito ad un incidente che lo aveva obbligato a diventare mancino: egli ritrovatosi in difficoltà avrebbe escogitato un modo per scrivere comodamente anche con la mano sinistra. Anche Vasari, nella sua "Vita di Leonardo", associa il suo tipico modo di scrivere al suo essere mancino: "[...] ed in quegli, a parte a parte, di brutti caratteri scrisse lettere, che son fatte con la mano mancina a rovescio; e chi non ha pratica non l'intende, perché non si leggono se non con lo specchio".

Altri ancora ipotizzano che lo scrittore abbia scoperto in gioventù il piacere di questo tipo di scrittura, in quegli anni molto diffusa, e che abbia voluto coltivarlo come vezzo.

Una delle caratteristiche più insolite di Leonardo riguarda proprio il suo modo di scrivere. Egli infatti utilizzava la scrittura speculare, che consiste nello scrivere le lettere come se fossero riflesse in uno specchio, da destra verso sinistra.

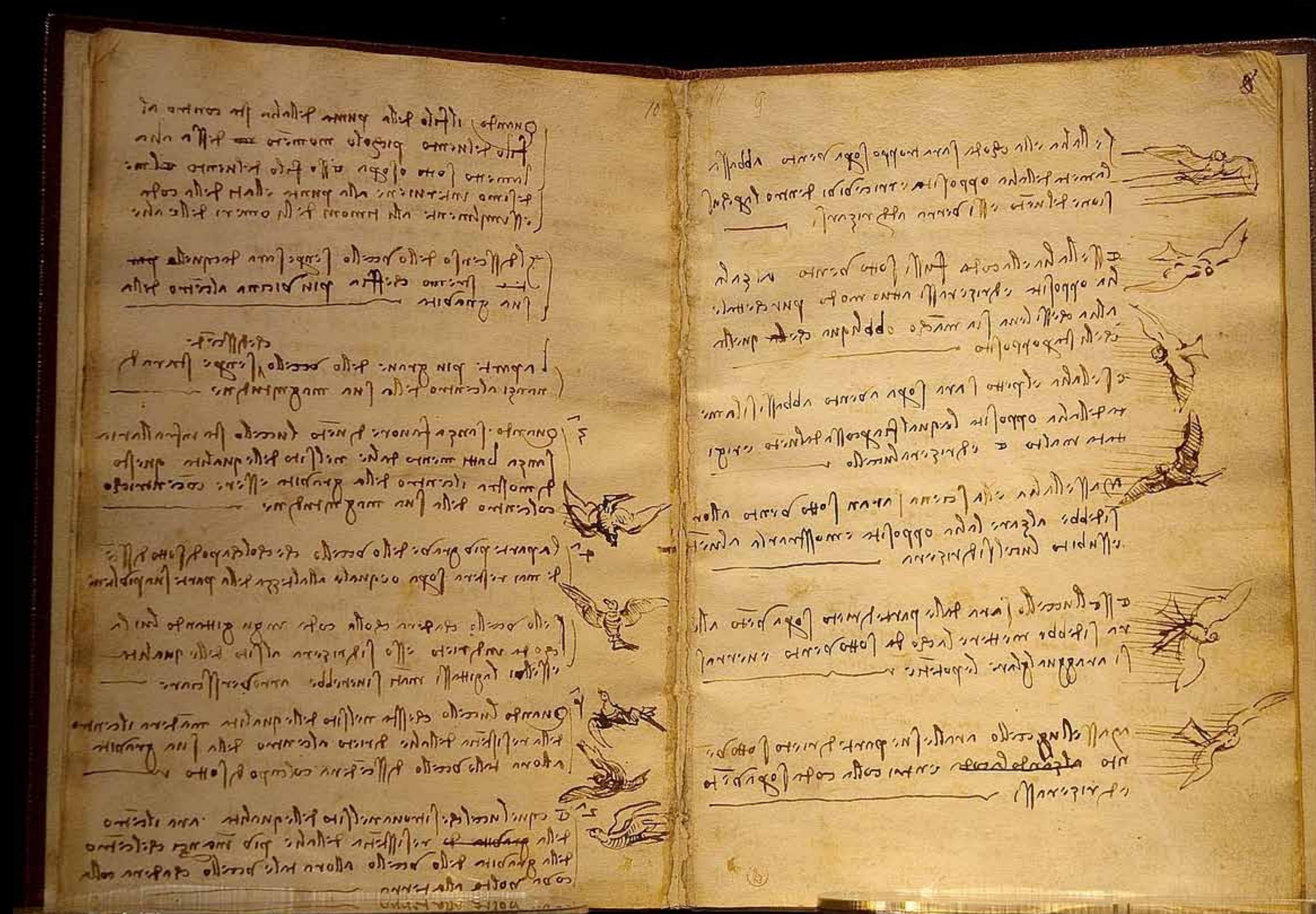
Questo tipo di scrittura però non comportava solamente un cambio di direzione, ma anche la presenza nelle lettere di forme curve e ampie, di tracciati centrifughi e centripeti. La scrittura di Leonardo conteneva infatti ritmo, movimento ed un notevole senso dello spazio e delle forme, quasi fosse una sorta di ricerca del gesto estetico.

Le tesi sulla decisione di Leonardo di utilizzare questa scrittura sono molteplici.

Max Pulver, nel suo scritto "La simbologia della scrittura", sostiene che la stesura della grafia sia sottoposta all'agire di quattro vettori: alto, basso e sinistra, destra. A seconda del proprio vissuto, lo scrittore proietta attraverso la scrittura sé stesso, occupando in maggiore o in minore modo i diversi vettori. Così la scrittura di Leonardo per Pulver significherebbe la voglia dell'individuo di

tornare all'origine, come desideroso ogni volta di ricominciare tutto da capo.

(Giulia Scotto)



Esempio di scrittura speculare
Codice sul volo degli uccelli
ca. 1505
Torino, Biblioteca Reale