

UNA BELLA STORIA DI INGEGNERIA: QUANDO L'ECCESSIVA FIDUCIA NELLE PROPRIE CAPACITÀ UNITA ALLA SCARSA CONOSCENZA DEI PRINCIPI STRUTTURALI E DEL COMPORTAMENTO DEI MATERIALI PUÒ CAUSARE ENORMI DISASTRI.

LA CATTEDRALE DI SAINT-PIERRE A BEAUVAIS

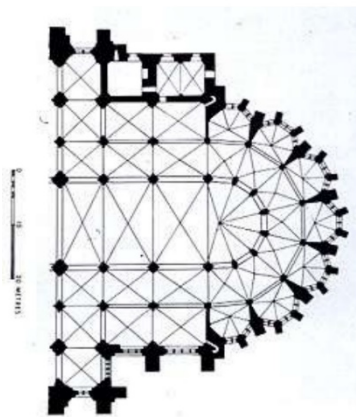
Il Gotico nasce in Francia nel XII secolo e da lì si diffuse presto in tutta Europa, ma la Francia resterà per così dire la capitale di tale stile con le costruzioni più ardite, vere e proprie opere d'arte; basti pensare che solo in Francia tra il 1180 ed il 1270 furono costruite 80 cattedrali e 500 abbazie gotiche! Le città e i costruttori dell'epoca furono coinvolti in una specie di gara tra chi costruiva in modo più azzardato e stupefacente, un po' come accade oggi per i grattacieli più alti e per le costruzioni fatte per meravigliare, la gara consisteva essenzialmente nel costruire navate, guglie e campanili sempre più alti utilizzando strutture sempre più esili. La gara diede ottimi risultati contribuendo alla costruzione di opere che ancora oggi destano stupore e ammirazione nel visitatore: Notre Dame a Parigi, cattedrale del 1163, raggiunse i 35 m sotto volta; Chartres del 1194, i 36,50 m; Reims del 1212, i 37,50 m; Amiens del 1221, raggiunse i 42 metri di altezza da terra sotto volta!

Ma il costruttore o meglio i costruttori della cattedrale di *Saint-Pierre a Beauvais* vollero davvero esagerare, e si sa che quando si esagera si va incontro a molti rischi e pericoli sempre.

La **cattedrale di San Pietro** (in francese *cathédrale Saint-Pierre*) è la chiesa principale della città e della diocesi di Beauvais, in Francia; è uno dei più importanti esempi di architettura gotica. Gioiello del gotico francese, venne costruita con l'intento di erigere la più alta chiesa cristiana in assoluto. Effettivamente, pur rimasta incompiuta, è celebre per essere la chiesa più alta del mondo, con le volte che toccano i 48,5 metri d'altezza.

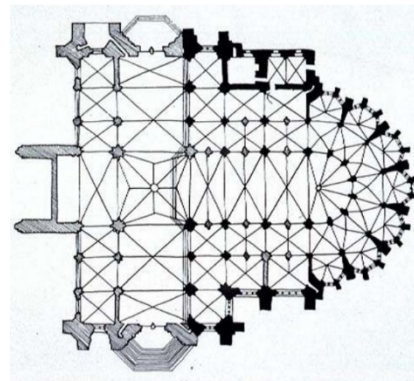
La chiesa si compone del coro a deambulatorio¹, del transetto e della sola prima campata delle navate, costruiti secondo i canoni del gotico francese sui resti di un tempio carolingio del X secolo, figura 1.

CATTEDRALE DI BEAUVAIS



Plan old

a) Pianta originaria



Plan new

b) Pianta modificata in seguito al primo crollo

¹ Il coro nell'architettura cristiana è la parte terminante di una chiesa, contenente il presbiterio e quindi l'altare maggiore. Spesso questa parte si trova rivolta verso est, in direzione del sorgere del sole e della città santa di Gerusalemme.



c) La Cattedrale oggi

Figura 1 - Cattedrale di *Saint-Pierre a Beauvais*

Della prima cattedrale carolingia del X secolo restano solo alcune campate del piedicroce, detta *Basse Œuvre* ("bassa opera"), in contrapposizione alla *Haute Œuvre* ("alta opera") della cattedrale gotica. L'incendio del coro del 1225, l'ennesimo di una lunga serie, con la conseguente distruzione, fecero optare il vescovo-conte di Beauvais, Milo de Nanteuil, per erigere una nuova arditissima cattedrale, più che restaurare l'edificio danneggiato, dando incarico al *primo capomastro* per il progetto e la costruzione della cattedrale.

Il capomastro sicuramente conosceva gli esempi precedenti di cattedrali gotiche di rilievo ed in particolare quella di Chartres e di Bourges, egli però artista originale e capace ingegnere volle apportare una serie di modifiche sui temi principali. Innanzitutto rese la cattedrale più luminosa portando a circa 10 m la luce (la distanza) dei pilastri interni delle navate, figura 1a, così da lasciar penetrare più luce dalle navate laterali, inoltre creò aperture su tutti i muri, cappelle e trifori, infine alzò le volte del coro e dell'abside fino a raggiungere la considerevole altezza di circa 48 m, ancora oggi imbattuta.

Come di consueto per le tecniche dell'epoca, la costruzione fu iniziata dal coro, che aveva sette absidi e che si distingueva per l'estrema riduzione della massa delle pareti, resa ancora più inconsueta dall'altezza.

Il primo capomastro lavorò a Saint-Pierre per 20 anni, arrivò a completare tutta l'abside sino alla quota delle navate interne. Dopo 5 anni di lavoro sotto un altro anonimo *secondo capomastro*, subentrò il *terzo capomastro* (anch'egli anonimo) che audacemente completò il coro e l'abside nel 1272.

Il 3 ottobre 1272 vengono cantati i vesperi per l'inaugurazione del nuovo coro. Poi, quasi senza avvisaglie, le volte principali del coro crollarono, il 29 Novembre 1284.

Per quanto riguarda le cause del crollo non si hanno notizie nelle cronache di eventi naturali, le proporzioni della struttura erano probabilmente regolari, se aveva resistito 12 anni, cedimenti del terreno sono da escludere in base ai rilievi odierni: Viollet-le-Duc² che analizzò i dettagli costruttivi ed il diverso comportamento nel tempo dei materiali, ipotizzò che le esili colonne in pietra con il passare del tempo dovessero essersi caricate per le progressive deformazioni della muratura. Oggi invece si presume che le vibrazioni causate dalla pressione del vento sui finestrini abbiano causato danni all'edificio.

La ripresa dei lavori fu particolarmente elaborata, venne incaricato un *quarto capomastro* che (purtroppo!) volle prevedere alcune misure cautelative per garantire la dovuta stabilità molto invasive, figura 1c. Le arcate di sostegno diventarono più fitte e furono quindi costruiti molti più pilastri rispetto al progetto originale. Ciò garantiva un miglior sostegno ma appesantiva l'insieme. I restauri sembrano terminare nel 1347, e stavolta il progetto del coro riuscì, ma la costruzione non progredì ulteriormente: la *guerra dei cent'anni* impose una lunga pausa nella costruzione della cattedrale.

Solo nel 1500, 150 anni dopo, sotto l'impulso del vescovo-conte Louis de Villiers de L'Isle-Adam si riprese la costruzione dal transetto, affidata al *quinto capomastro* Martin Chambiges, il primo di cui si conosca il nome. Quest'ultimo non vide il completamento dell'opera, morendo il 29 agosto 1532.

Nel 1548 il transetto è terminato ad opera del *sesto capomastro* Jean Vast.

Subito dopo la costruzione del transetto, si incominciò a discutere dell'erezione di un'enorme torre lanterna proprio sulla crociera, in posizione staticamente delicata; alcuni la volevano in legno altri in pietra. Fu richiesta la consulenza di diversi capomastri ed esperti. Alla fine, nel 1558, si prese la cattiva decisione di costruire la

² Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc (Parigi, 27 gennaio 1814 – Losanna, 17 settembre 1879) è stato un architetto francese, conosciuto soprattutto per i suoi restauri degli edifici medioevali, in particolare quello della cattedrale di Notre-Dame.

torre in pietra, che Jean Vast iniziò nel 1564 e completò nel 1569. Si trattava di una slanciatissima torre campanaria a tre piani coronata da un'enorme guglia, figura 2, che raggiungeva l'allora fantastica quota di 153 metri.

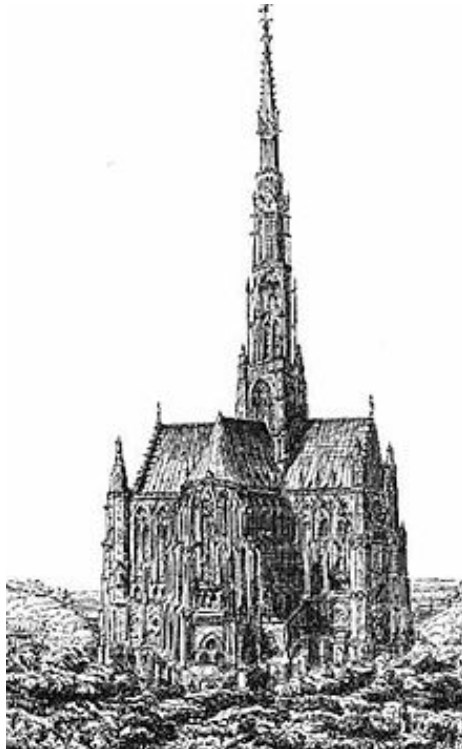


Figura 2 - La cattedrale di Beauvais con la guglia di ben 153 m, da una stampa del XVI secolo.

Ma già dall'inizio si manifestarono problemi di staticità: 4 pilastri centrali della crociera non erano a piombo, pendevano di 4 e 10 cm sul lato dell'abside e di 15 e 26 cm sul lato della navata non costruita. Si cominciò così ben presto a dibattere sulla costruzione di ulteriori supporti strutturali all'opera. Solamente anni dopo, il 17 aprile 1573, furono cominciati i lavori. Pochi giorni più tardi, il 30 aprile, giorno dell'Ascensione, all'uscita dei fedeli dalle celebrazioni, la torre crollò; le 3 persone rimaste in chiesa si salvarono miracolosamente e da quella data il giorno dell'Ascensione nella cattedrale si tiene una cerimonia che ricorda ai fedeli del miracolo. Il crollo destò l'orrore di tutti, al punto che nessuno osava demolire quanto rimaneva delle rovine; venne chiesto ad un criminale di compiere questo lavoro in cambio della vita. La leggenda racconta che accettò l'offerta, ma appena cominciato il lavoro scivolò, e sarebbe precipitato al suolo se non avesse agguantato una corda che pendeva da una trave del tetto. Disse uno storico francese: "la corda che avrebbe dovuto segnare la fine di questo disgraziato, ne fu invece la salvezza".

La ricostruzione delle volte del transetto e la riparazione dei danni al coro, privarono la cattedrale dei fondi necessari per l'edificazione delle navate, ferme alla prima campata. Del resto, si trattava di un progetto ormai anacronistico per l'epoca, dato che durante i lunghi periodi di interruzione del progetto si era ampiamente imposta l'*architettura rinascimentale*, non era più tempo per la costruzione delle cattedrali gotiche e così svanì il sogno della costruzione della "*più maestosa di tutte le cattedrali gotiche*"; i capomastri, gli scultori, i vetrai, i pittori, che avevano ispirato tale architettura non c'erano più ed erano stati sostituiti da altri artisti: gli architetti rinascimentali al posto dei capomastri e le nuove scuole di scultura e pittura. Nel 1605 la canonica decise di mettere fine alla costruzione di Saint-Pierre, e lasciarla così com'era, cioè con un coro, un abside, un transetto ma senza navata, figura 1 b-c.

Ancora oggi le condizioni statiche dell'edificio sono precarie, e le impalcature onnipresenti, necessarie per i continui lavori di manutenzione e stabilità della struttura dell'edificio. Negli anni sessanta del XX secolo vennero avviati interventi di restauro; si decise inizialmente di eliminare i tiranti metallici, inseriti dopo il crollo della torre alla fine del Cinquecento, perché considerati non necessari, sottovalutando la loro efficacia nel contrastare le azioni del vento. Contrariamente a una tenace leggenda, l'edificio è solidamente ancorato su un suolo stabile, come hanno confermato i test effettuati nel decennio 2000, ma la sua vertiginosa altezza e il fatto che non sia appoggiato a ovest dalle navate, crea una certa fragilità strutturale bisognosa di continui controlli, tanto che verso la metà degli anni novanta si è presa la decisione di chiudere provvisoriamente al

pubblico la Cattedrale, quando le oscillazioni create dal vento si ampliarono andando a creare una lesione tra il coro ed il transetto. Nel 2006 una caduta di frammenti di pietra dall'edificio ha imposto lavori urgenti che videro il ripristino dei tiranti intorno al coro per conferire nuovamente stabilità ai contrafforti, soggetti alle sollecitazioni del vento e quindi passibili di danni. Nel 2010 ha avuto inizio il restauro delle 120 tonnellate di placche di piombo del tetto, per una durata prevista di circa nove anni, operato tramite l'installazione di impalcature autoportanti, per non gravare ulteriormente sul fragile edificio.

Il crollo delle volte di Beauvais nel 1284 potrebbe essere stato causato da un ignoto difetto di progettazione e costruzione, ma il crollo della sua torre nel 1573 rivela invece una profonda ignoranza nei principi strutturali, in particolare in merito alla stabilità delle strutture alte come si è visto nei capitoli precedenti, e indica che la conoscenza intuitiva di questi principi era diminuita nei 350 anni trascorsi dall'inizio del cantiere. Forse questo fu dovuto al declino delle gilde e alla ridotta trasmissione dei segreti di generazione in generazione.

Ancora una volta i fattori umani, politici ed economici, e l'eccessiva fiducia nelle proprie capacità, supportata da pareri di "esperti", avevano provocato una catastrofe che solo la fortuna (o l'intervento divino) aveva evitato la perdita di vite umane. La storia si ripete se è vero che la maggior parte dei crolli o disastri strutturali sono dovuti o a fatti imprevedibili (ad esempio le Torri Gemelle) o errori umani (ad esempio il Tacoma Bridge); con le parole del maestro P.L. Nervi: *"Il disastro strutturale è causato o da fatti imprevedibili, o da errori assolutamente grossolani ed elementari."*

Tratto dal libro "Principi Strutturali" di V. Nunziata