ANALISI ARCHEOASTRONOMICA DELLE CHIESE DELL'AREA DI VALBREMBO

di
Adriano Gaspani
I.N.A.F - Istituto Nazionale di Astrofisica
Osservatorio Astronomico di Brera - Milano
adriano.gaspani@brera.inaf.it

Introduzione

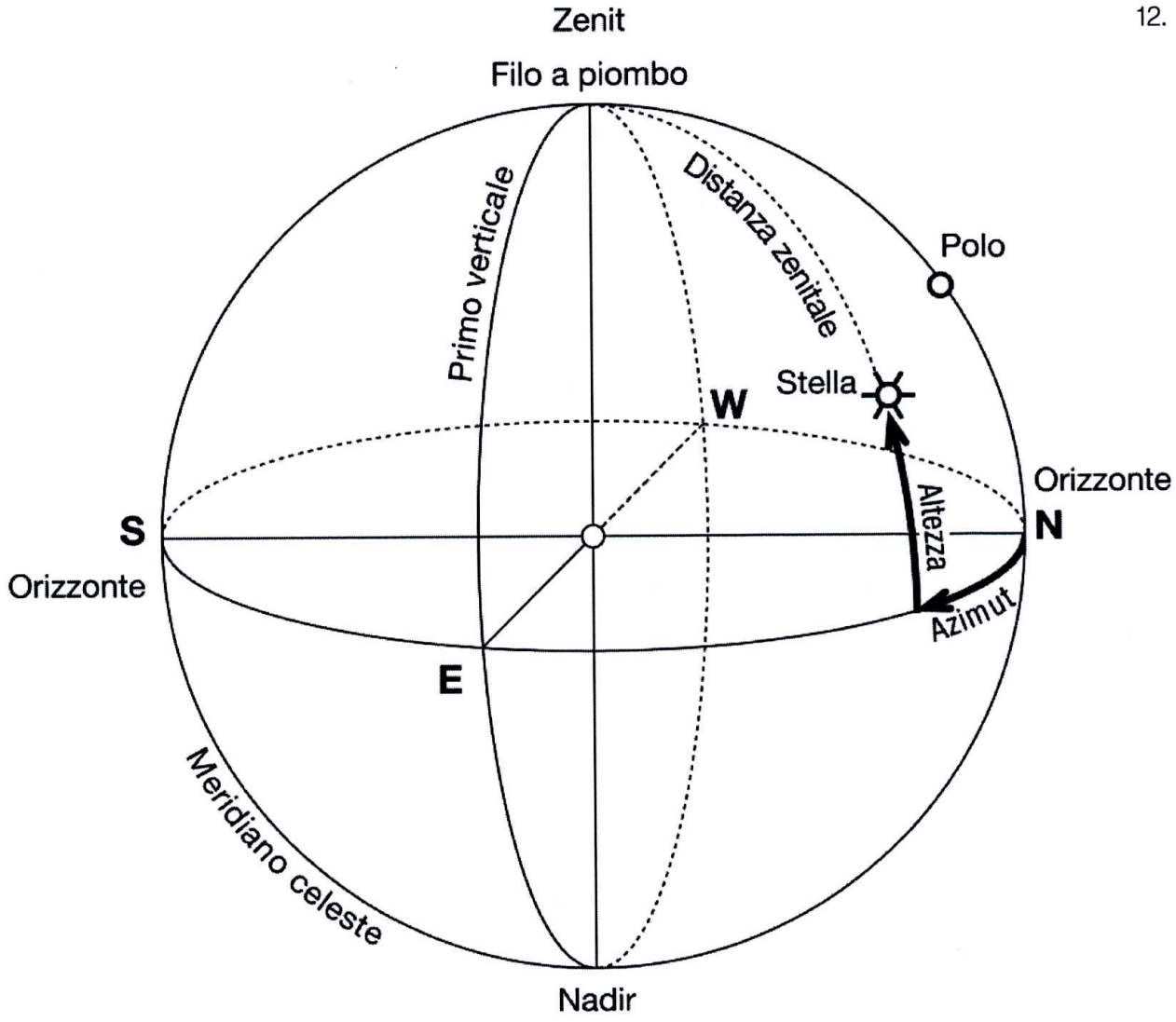
Nel territorio intorno alla località di Valbrembo sono presenti alcune chiese tra le quali la parrocchiale di Ossanesga, SS. Cosma e Damiano a Scano al Brembo. Ciascuna di esse ha subito nei secoli svariati restauri che ne hanno variato l'aspetto esterno, interno e planimetrico, ma che non hanno assolutamente modificato la loro orientazione rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali, tranne il caso di SS. Cosma e Damiano a Scano al Brembo che nei secoli fu ruotata di 180°. Gli attuali edifici di culto conservano ancora quindi pressoché intatte le informazioni relative ai criteri astronomici seguiti dai edificatori nei secoli scorsi. Lo scopo di questo studio è quindi quello di mettere in evidenza quanto risultato dall'analisi dell'orientazione delle chiese citate, eseguita in un'ottica di tipo archeoastronomico. Prima di entrare nel merito della descrizione dei risultati raggiunti è utile richiamare brevemente alcune nozioni di Astronomia Generale che permetteranno di comprendere meglio la problematica relativa ai criteri astronomici applicati dagli architetti medioevali durante le fasi di progettazione e di edificazione di un luogo di culto cristiano. Per capire che cosa pensassero gli antichi del mondo che li circondava dobbiamo tentare di osservare i fenomeni celesti con i loro stessi occhi. Per poter fare questo è necessario conoscere almeno i principi fondamentali dell'Astronomia di Posizione che è quella branca della Scienza del Cielo che si occupa di descrivere la posizione e il movimento dei corpi celesti utilizzando come base di osservazione un punto posto sulla superficie della Terra. Questo ci permetterà di capire cosa gli uomini vissuti nel periodo altomedioevale

Thank you for trying PDF Suite

potessero osservare nel cielo ed intuire dei meccanismi che regolano la posizione ed il moto dei corpi celesti. Queste nozioni sono basilari qualora si desideri affrontare lo studio dei manufatti architettonici che abbiano rilevanza anche dal punto di vista astronomico.

La posizione degli astri nel cielo

Gli astronomi definiscono univocamente la posizione di un astro sulla sfera celeste mediante una coppia di coordinate riferite a un determinato sistema di riferimento. Ogni corpo celeste visibile nel cielo è caratterizzato, in una data epoca, da una posizione ben precisa rispetto ad un osservatore posto in un punto sulla superficie della Terra.



12.

Il Sistema Altazimutale di coordinate astronomiche

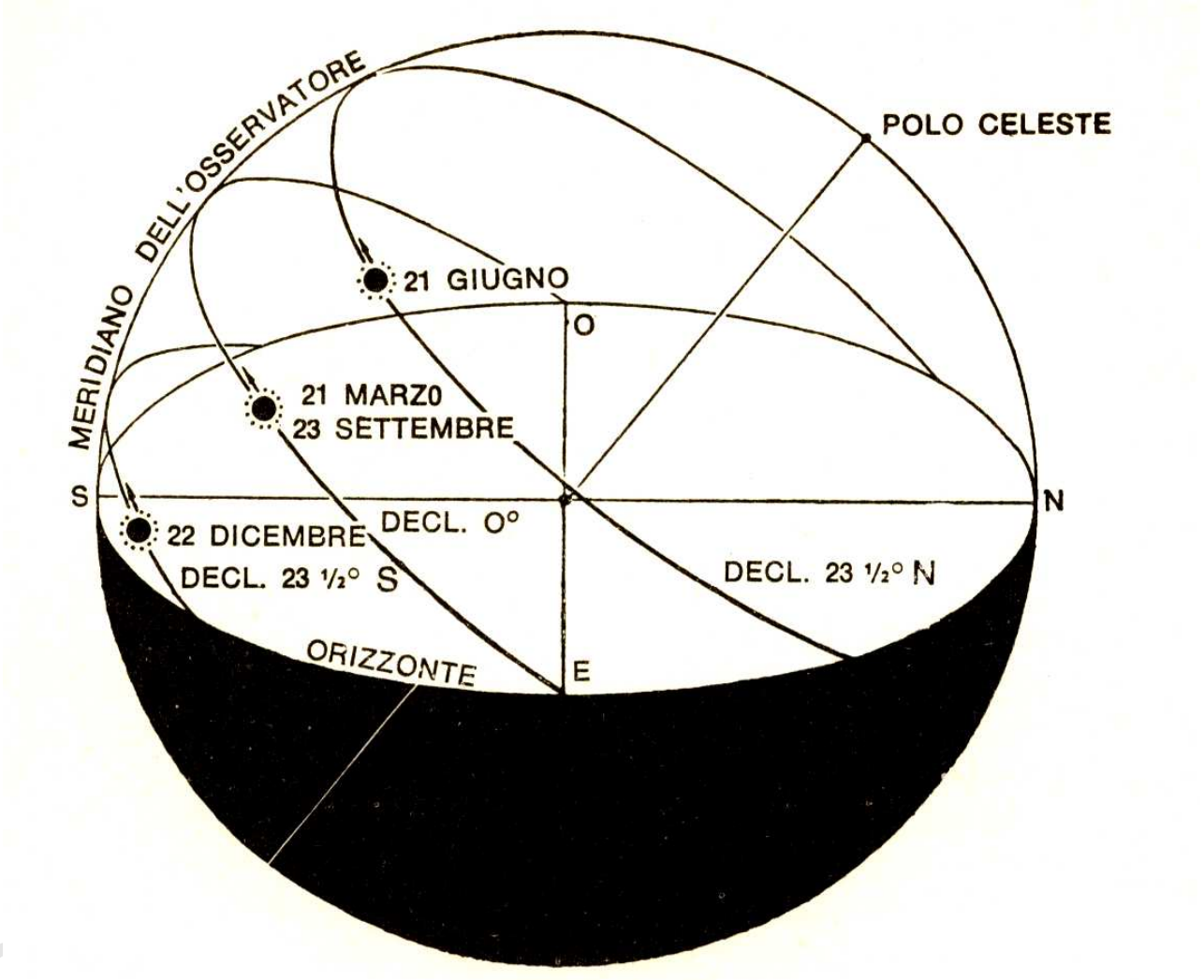
Tale posizione può essere definita facendo uso di uno dei quattro sistemi fondamentali di coordinate celesti noti in Astronomia, di cui tre importanti nel contesto dell'analisi archeoastronomica delle chiese antiche. Il primo è il sistema cosiddetto **altazimutale** il quale utilizza come coppia di coordinate di riferimento l'**azimut** astronomico, contato in senso orario, cioè in senso concorde con il movimento apparente degli astri sulla sfera celeste, e l'**altezza** dell'astro rispetto all'orizzonte astronomico locale, materializzato ad esempio dalla linea del profilo del mare. L'orizzonte astronomico locale è differente dall'orizzonte naturale locale in quanto quest'ultimo si riferisce al profilo del paesaggio localmente visibile da un punto di osservazione posto sulla superficie terrestre. Se il punto di osservazione fosse posto in mezzo al mare aperto l'orizzonte marino materializzerebbe sia l'orizzonte astronomico locale sia quello naturale. Se invece il nostro punto di osservazione fosse posto in montagna l'orizzonte astronomico locale sarebbe difficilmente visibile, mentre il profilo del paesaggio montuoso definirebbe l'orizzonte naturale locale. I cerchi fondamentali del sistema di coordinate altazimutali sono quindi l'Orizzonte Astronomico Locale e il Meridiano Astronomico Locale che interseca il cerchio dell'orizzonte nei punti cardinali (astronomici) Nord e Sud. Il sistema altazimutale ha il difetto di essere legato alla posizione locale dell'osservatore, nel senso che due osservatori situati in località geograficamente differenti sulla Terra misureranno alla stessa ora del giorno, per lo stesso astro, valori differenti sia di Azimut che di Altezza sull'orizzonte. Oltre a questo, con questo sistema di coordinate esiste anche un altro problema e cioè che esse sono dipendenti dall'istante temporale in cui l'osservatore misura la posizione di un dato astro visibile nel cielo. Infatti, essendo l'azimut legato all'angolo orario dell'astro, il suo valore varierà durante la giornata passando da un valore minimo corrispondente all'istante della levata dell'astro considerato ad un valore massimo misurato all'istante del suo tramonto. Allo stesso modo l'altezza sull'orizzonte raggiungerà il suo valore minimo al sorgere e al tramontare dell'astro e il suo valore massimo nell'istante di culminazione o, in altre parole, di transito al meridiano locale. Ovviamente il valore dell'altezza sull'orizzonte di un certo astro sarà funzione sia della latitudine che della longitudine geografica dell'osservatore. Nonostante tutti questi problemi, il sistema altazimutale è fondamentale per l'Archeoastronomia perché riflette perfettamente la situazione in cui si trovavano gli antichi uomini che osservavano gli astri ad

Thank you for trying PDF Suite

occhio nudo, i quali dovevano, con mezzi modesti, compiere osservazioni relativamente alla posizione apparente degli astri visibili nel cielo.

Il moto apparente del Sole sulla sfera celeste

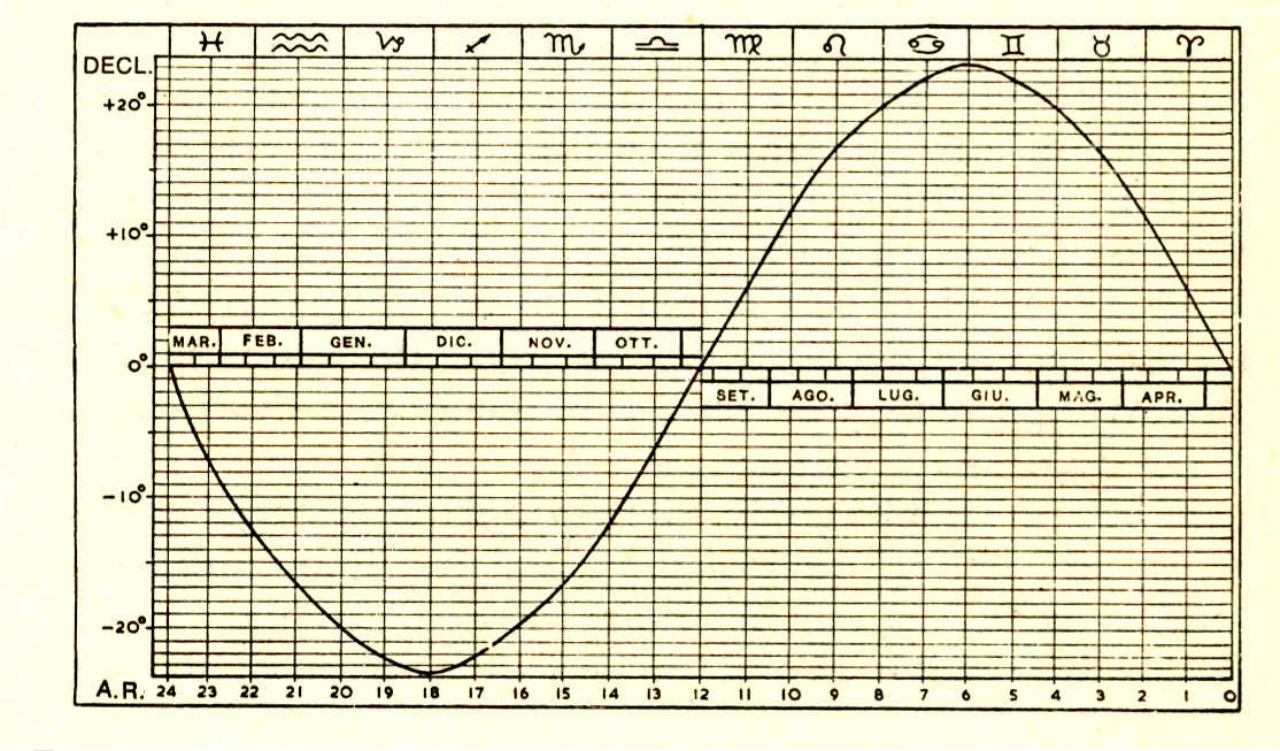
Quando un archeoastronomo studia l'orientazione di una chiesa antica si accorge invariabilmente che essa fu in origine orientata verso qualche punto dell'orizzonte naturale locale particolarmente importante dal punto di vista degli astri che erano visti sorgere in quella posizione.



Traiettoria apparente del Sole sulla sfera celeste durante l'anno solare tropico.

Quasi sempre il "*target*" astronomico è di tipo solare, molto raramente lunare, anche se può capitare, soprattutto nel caso dei luoghi di culto mariano; è bene quindi accennare a grandi linee al moto apparente percorso dal Sole sulla sfera celeste durante i vari giorni dell'anno e al cambiamento

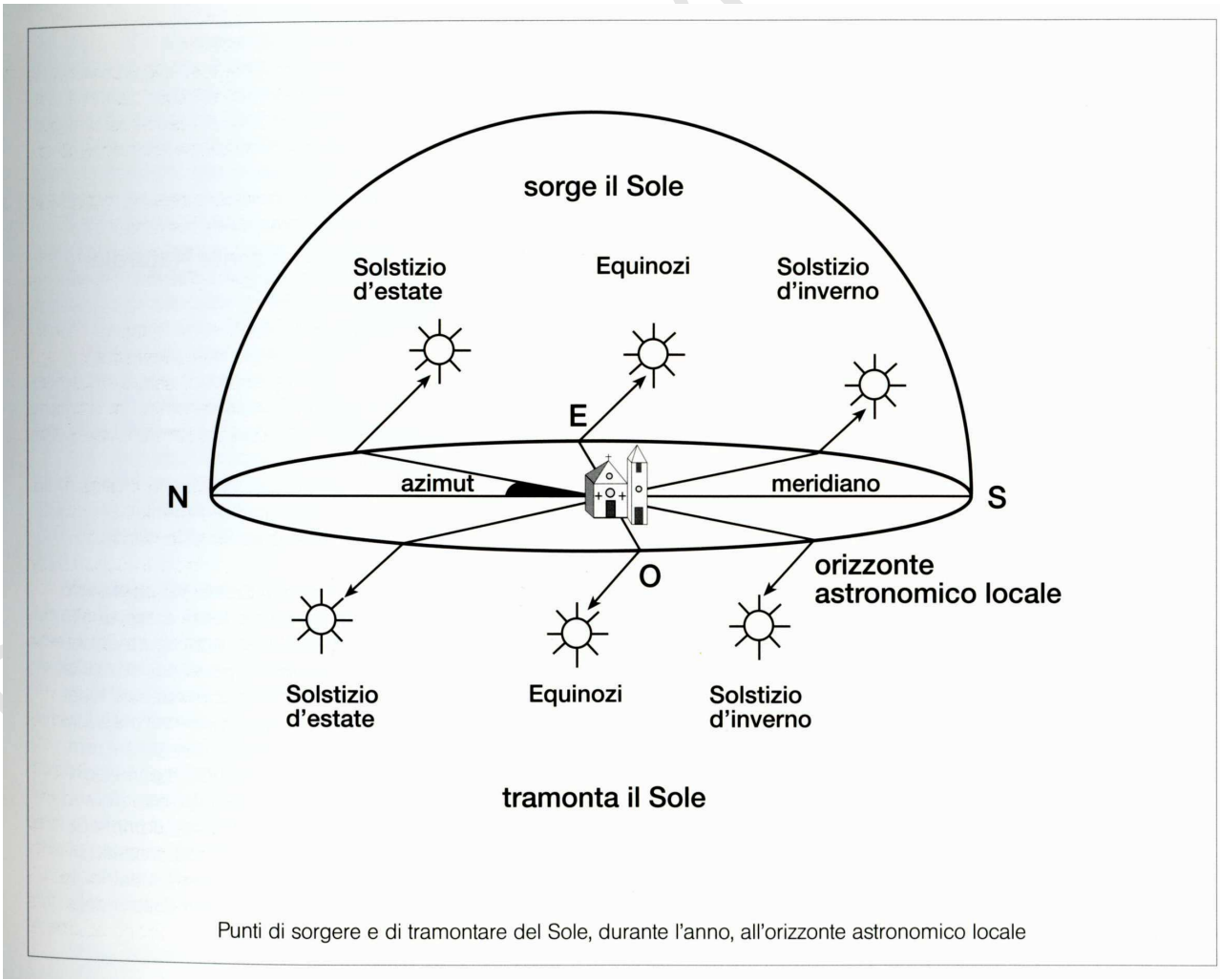
progressivo, ciclico, dei suoi punti di levata e di tramonto. La Terra compie annualmente una rivoluzione completa intorno al Sole. Il suo moto orbitale è regolato dalla legge di gravitazione universale e ben descritto dalle tre leggi scoperte dal matematico tedesco Giovanni Keplero, nel XVII secolo. L'orbita della Terra intorno al Sole è un'ellisse poco eccentrica e la distanza orbitale media a cui il nostro pianeta orbita è di circa 149,6 milioni di chilometri. Il globo terrestre ruota su se stesso in un giorno siderale pari a 23h 56m 04s, cioè un poco meno di un giorno solare medio che vale 24 ore, quindi un osservatore situato in una determinata località geografica vedrà il Sole muoversi apparentemente , assieme a tutta la sfera celeste da est verso ovest durante l'arco di un giorno. A causa del fatto che la Terra durante un giorno percorre anche una frazione della sua orbita, circa 1/365 del percorso annuale, il Sole avrà variato la sua posizione apparente, rispetto alle stelle visibili sulla sfera celeste, di poco meno di 1°. Il moto del Sole è quindi solamente apparente e dovuto in realtà al fatto che l'osservatore si muove solidalmente con la Terra su cui è ubicato.



Traiettoria del Sole lungo l'Eclittica durante l'anno

Il moto apparente del Sole nel cielo si compie sulla proiezione dell'orbita della Terra sulla sfera celeste o più rigorosamente sul cerchio immaginario ottenuto intersecando la sfera celeste con il piano dell'orbita terrestre. Questo cerchio è chiamato Eclittica, termine coniato dagli astronomi greci nell'antichità. Il movimento apparente del Sole sull'Eclittica avviene nello

stesso senso del moto orbitale della Terra lungo la sua orbita, direzione detta "*diretta*" o "*antioraria*" perché contraria a quella del moto apparente diurno della sfera celeste. Poiché, a causa del moto apparente diurno, un osservatore vede gli astri muoversi da est verso ovest (senso orario), vedrà per il moto apparente annuo, il Sole spostarsi tra le stelle in senso contrario, cioè da ovest verso est. La conseguenza è che se in un dato giorno durante l'anno il Sole transita al meridiano nello stesso istante in cui passa anche una stella, il giorno successivo esso passerà al meridiano circa quattro minuti dopo la stella in quanto si sarà spostato di circa un grado verso oriente e sarà quindi in ritardo rispetto ad essa. Quando il Sole si trova al punto di intersezione corrispondente al nodo indicato con il termine "*Punto Gamma*" o "*Punto d'Ariete*" si verifica l'Equinozio di Primavera, mentre quando il Sole passa per il punto diametralmente opposto (*Punto di Libra*), esso si trova al nodo contrario e quindi si avrà l'Equinozio d'Autunno. In definitiva, quando avvengono gli equinozi il Sole è posizionato sull'Equatore Celeste, in questi giorni le durate del giorno e della notte corrispondono allo stesso numero di ore.



Punti di sorgere e di tramontare del Sole, durante l'anno, all'orizzonte astronomico locale

Attualmente le date in cui si verificano gli Equinozi sono il 21 marzo e il 23 settembre rispettivamente per l'Equinozio di Primavera e per quello d'Autunno, ma nel tempo anche le date degli Equinozi e dei Solstizi sono soggette ad una lenta, ma consistente, variazione particolarmente evidente quando si va indietro nel tempo. Il Sole, a causa della variazione della posizione della Terra nello spazio per effetto del suo moto orbitale, durante il corso dell'anno cambia in modo periodico la posizione dei punti di sorgere e di tramontare sull'orizzonte astronomico locale. La traiettoria apparente percorsa dal Sole nel cielo varia giornalmente non solo con il variare della data lungo l'anno, ma anche in funzione della latitudine geografica dell'osservatore. I punti estremi verso sud e verso nord toccati dalle posizioni di sorgere e tramontare del Sole sull'orizzonte in corrispondenza di una data località geografica corrispondono ai giorni dei solstizi, così chiamati perché, in quei giorni, si ha l'impressione che il punti di levata e di tramonto del Sole stazionino in quella posizione estrema per qualche tempo, in quanto essi si muovono molto lentamente. Il punti estremi di sorgere e tramontare in direzione nord-est vengono toccati in corrispondenza della data del solstizio estivo, mentre al solstizio d'inverno i punti di sorgere e di tramontare sono i più vicini alla direzione sud-est. Ovviamente in corrispondenza dei giorni dell'anno che sono intermedi tra le due date di solstizio le posizioni sull'orizzonte occupate dai punti di sorgere e tramontare saranno a loro volta intermedie tra i due punti solstiziali. Dal punto di vista archeoastronomico le posizioni sulla linea dell'orizzonte del sorgere e del tramontare del Sole in corrispondenza dei solstizi è fondamentale in quanto le testimonianze archeologiche ci suggeriscono come l'uomo antico tenesse in grande considerazione l'osservazione e la marcatura permanente della posizione di questi punti.

Regole medioevali connesse con l'edificazione di un edificio di culto cristiano

Sin dagli albori del cristianesimo era diffusa la tradizione di orientare i templi, o più in generale i luoghi di culto, verso la direzione est secondo il criterio denominato "*Versus Solem Orientem*" in quanto, analogamente ai pagani, anche per i cristiani la salvezza e la rinascita erano collegate alla generica direzione cardinale orientale. Gesù Cristo aveva come simbolo il Sole (*Sol justitiae, Sol Invictus, Sol Salutis*) e la direzione est era simbolizzata

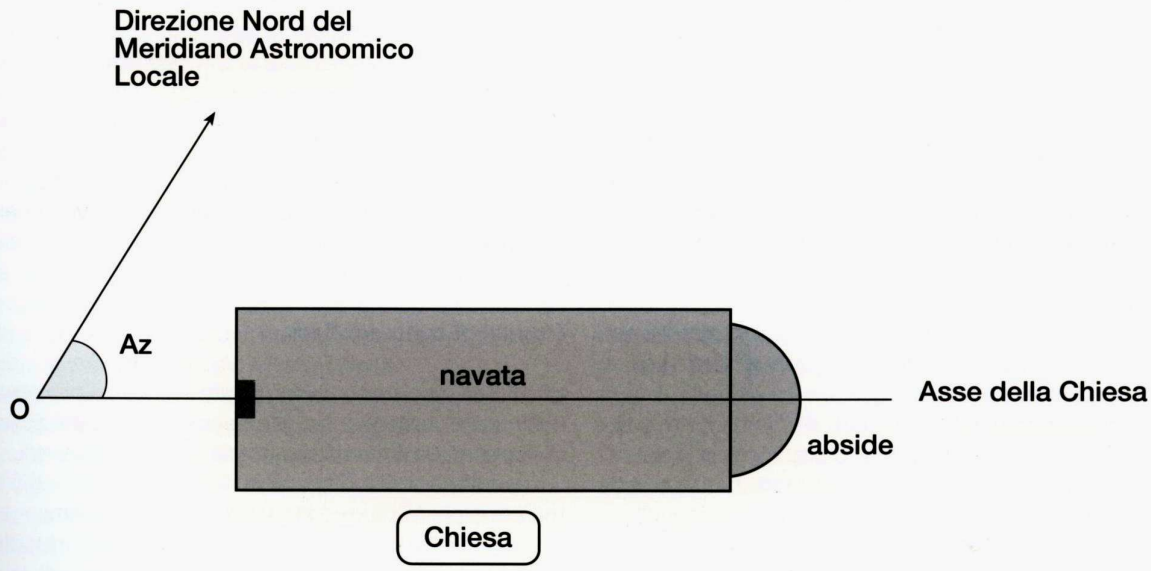
Thank you for trying PDF Suite

dalla croce, rappresentazione del simbolo della vittoria. La simbologia solare così direttamente collegata al Cristo richiedeva quindi un'attenta progettazione dei luoghi di culto e un'altrettanto attenta loro orientazione rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali. Nelle Costituzioni Apostoliche (II,7) del IV e V secolo veniva raccomandato ai fedeli di pregare dirigendosi verso l'est e lo stesso celebrante durante l'"*Actio Liturgica*" doveva parimenti essere rivolto in quella direzione; le Costituzioni Apostoliche, pur non risalendo agli stessi Apostoli, riflettono sicuramente le usanze e le consuetudini più antiche in questo senso. Come conseguenza di tali prescrizioni, tecnicamente si rese necessario progettare e costruire le chiese orientate con l'abside verso oriente e la facciata con la porta d'ingresso in direzione occidentale rispetto al baricentro della costruzione. Una delle personalità più prestigiose che contribuì a diffondere l'idea e l'abitudine di orientare i luoghi di culto verso direzioni solari astronomicamente significative fu Gerberto D'Aurillac, noto anche come Gerberto da Reims, nato intorno nel 937 in Alvernia, nella Francia centrale, e monaco benedettino ad Aurillac e a Reims.

Thank you for trying PDF Suite

Il Papa Silvestro II (Gerberto d'Aurillac) rappresentato in una lunetta affrescata da un pittore anonimo bergamasco nel XVI sec., presente nel Chiostro Superiore del Priorato di San Giacomo Maggiore a Pontida (BG).

Gerberto, dopo essere stato abate del Monastero di Bobbio nel 983 e poi vescovo di Ravenna, salì alla cattedra di S. Pietro nel 999 d.C. con il nome di Papa Silvestro II, ponendo fine al cosiddetto "Periodo Ferreo del Papato". Amico di Ottone II e precettore di Ottone III di Sassonia, fu il principale artefice della conversione al Cristianesimo di Stefano I d'Ungheria garantendo vari feudi terrieri in quel paese alle abbazie benedettine. In gioventù, studiò Astronomia, Matematica e Geometria nella Spagna allora quasi interamente occupata dai Saraceni, quindi ebbe numerosi contatti con la Matematica e l'Astronomia araba che a quel tempo era molto sviluppata.



L'Azimut Astronomico di orientazione di una Chiesa

Di lui possediamo molti documenti che tra cui oltre 200 lettere scritte tra il 983 e il 997, il "*Tractatus de Astrolabio*" e dal 999, anno in cui salì al soglio pontificio, numerose bolle papali da lui emesse. Egli redasse anche il "*Geometria*" in cui riportò e descrisse un centinaio di soluzioni di vari problemi geometrici e molte loro applicazioni pratiche; soprattutto in questa opera rileviamo l'uso originale dell'astrolabio nella soluzioni di svariati problemi pratici in architettura che contribuirono alla diffusione dell'uso di questo particolare strumento ai fini di stabilire linee e proporzioni astronomicamente significative nelle chiese cristiane medioevali. Fino al 1400-1500 questo testo fu il riferimento ufficiale adottato dai progettisti e costruttori di chiese e cattedrali. In una delle sue bolle papali è raccomandato esplicitamente il criterio "*Versus Solem Orientem*", che consiste nell'orientare i luoghi di culto verso la direzione del punto dell'orizzonte in cui il Sole sorge, ed in particolare il criterio "*Sol Aequinoctialis*", che utilizza il punto di levata dell'astro diurno quando la sua declinazione è pari a zero, cosa che avviene solamente agli equinozi. In realtà il concetto non era del tutto originale e Mandrieu nel suo "*Les Ordines Romani II*" riporta questa consuetudine come già seguita da almeno 200 anni prima delle indicazioni di Silvestro II. Non fu però sempre così, infatti per un certo periodo, fino alla seconda metà del 400 d.C. i luoghi di culto furono costruiti con l'abside diretta verso occidente invece che verso oriente. Successivamente, appunto dalla seconda metà del

400, le orientazioni vennero invertite e le chiese furono progettate e costruite con l'abside rivolta ad oriente in modo che sia l'officiante che i fedeli pregassero rivolti nella direzione del sorgere del Sole. Durante l'VIII secolo questa abitudine si interruppe di nuovo per alcuni anni, per venir ripristinata durante i secoli successivi. Le causa di queste inversioni di tendenza non sono note, anche se gli studiosi hanno formulato alcune ipotesi plausibili. Generalmente sono poche le chiese risalenti al periodo in cui avvennero le inversioni della direzione di orientazione sopravvissute fino ai giorni nostri e di cui sia possibile un'accurata misurazione della direzione del loro asse. Nonostante ciò, esistono illustri eccezioni, che conservano la temporanea tradizione di orientare l'abside verso occidente, esse si trovano entrambe a Roma e sono la Basilica di S. Pietro e quella di S. Giovanni in Laterano. Nell'alto Medioevo la costruzione delle chiese, e più generalmente dei luoghi di culto cristiani, era basata su un forte simbolismo mistico: si prevedeva l'orientazione di tutta la costruzione con l'abside ad oriente, meglio ancora se l'asse coincideva con la linea equinoziale. Le ragioni per cui vennero adottati criteri astronomici sia per l'orientazione dell'asse della chiesa sia per la disposizione delle monofore praticate nell'abside maggiore e nelle absidiole laterali furono spesso dettate da esigenze mistiche e simboliche più che reali. Infatti è scritto che la Croce di Cristo fu eretta sul monte Calvario in modo da essere rivolta verso ovest, quindi i fedeli in adorazione devono essere rivolti ad est, che per antica tradizione è la zona della luce e del bene (*pars familiaris*) in contrapposizione con la "*pars hostilis*" che identifica la direzione occidentale. Per tradizione Cristo salì in cielo ad oriente dei discepoli ed è consuetudine che cosi facessero anche i Martiri. Sempre secondo la tradizione, l'aurora è il simbolo del Sole della Giustizia che si annuncia e anche il Paradiso Terrestre veniva ritenuto, dai primi cristiani, collocato genericamente ad oriente. Il Concilio di Nicea ribadì chiaramente il criterio "*Vesus Solem Orientem*", spesso, sin dalla remota antichità, comune anche ai templi pagani, soprattutto greci. I padri conciliari affermarono nel 325 d.C.: «*ecclesiarum situs plerimque talis erat, ut fideles facie altare versa orantes orientem solem, symbolum Christi qui est sol iustitia et lux mundi interentur*» (Carolus Kozma "*De Papi*", 1861). Dal punto di vista pratico, per quanto concerne le antiche chiese costruite lungo l'arco alpino, talvolta si rilevano orientazioni tali da addensarsi intorno a valori di azimut pertinenti alle direzioni di levata del Sole ai solstizi; altre volte invece gli assi delle navate sono allineati alcuni gradi più a settentrione rispetto alla esatta direzione del punto di levata dell'astro agli equinozi all'orizzonte astronomico locale, che come abbiamo già affermato si colloca esattamente lungo la direzione cardinale est, ovvero

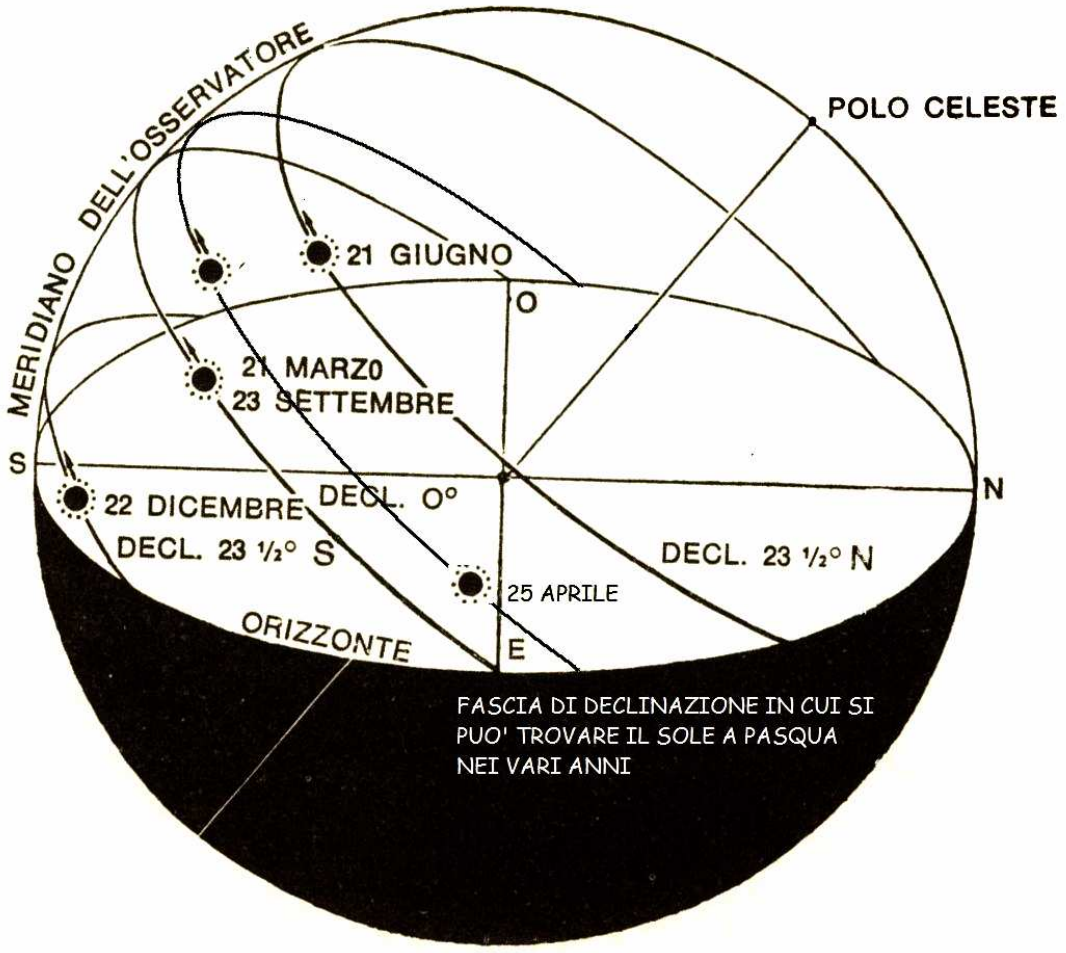
Thank you for trying PDF Suite

alcune antiche chiese alpine risultano generalmente orientate verso taluni punti dell'orizzonte fisico locale, rappresentato dal profilo dell'orografia locale visto dal luogo dove sorgeva l'edificio di culto, nei quali sorgeva il Sole all'alba di un giorno compreso tra la data effettiva dell'equinozio di primavera fino a circa un mese dopo di esso. La spiegazione più razionale di questa deviazione rispetto alla pura ed esatta direzione equinoziale (azimut astronomico pari a 90°), tanto raccomandata ad esempio negli scritti di Guglielmo Dorando da Mende, vescovo del XIII secolo contro, appunto, gli allineamenti solstiziali: «...*Debet quoque (ecclesia) sic fundari, ut caput inspiciat versus Orientem... videlicet versum ortum solis, ad denotandum, quod ecclesia quae in terris militat, temperare se debet aequanimiter in prosperis, et in adversis; et not versus solstitialem, ut faciunt quidam*», è dovuta alla consuetudine, talvolta seguita, di celebrare solennemente il rito di fondazione del luogo sacro all'alba del giorno di Pasqua. In quel giorno il punto di levata del Sole all'orizzonte naturale locale definiva solennemente la direzione verso cui l'asse della chiesa doveva essere diretto e verso cui l'abside doveva essere costruita. A questo proposito è interessante ricordare quale fosse la procedura pratica normalmente seguita dagli architetti medioevali qualora fosse stata loro commissionata la progettazione di un luogo di culto cristiano. Nel Medioevo le chiese erano generalmente progettate a forma di croce con l'abside orientata ad est. L'ingresso principale era quindi posizionato sul lato occidentale, in corrispondenza dei piedi della croce, in modo che i fedeli entrati nell'edificio camminassero verso oriente simboleggiando l'ascesa di Cristo sulla Croce. La direzione orientale corrisponde a quel segmento di orizzonte locale in cui i corpi celesti sorgono analogamente, dal punto di vista simbolico, alla stella della nascita di Cristo, nota come "*la stella dell'est*". Le chiese dovevano assolvere agli aspetti puramente liturgici quindi le istruzioni che venivano date agli architetti in fase di progettazione si basavano su tutta una serie di indicazioni tratte dalla simbologia liturgica della religione cristiana. Era poi l'architetto ad impiegare Matematica, Geometria e Astronomia al fine di esprimere simbolicamente la funzione liturgica del culto. Il significato metaforico era notevole, infatti la cupola stava sovente a rappresentare la volta del cielo, mentre l'altare simboleggiava la cima della croce di Cristo, posta sulla montagna sacra: il Calvario. L'architetto sfruttava le proprie cognizioni di Astronomia di posizione per ricavare, mediante osservazioni, calcoli e costruzioni geometriche, la direzione di orientazione più opportuna per verificare le specifiche simboliche richieste dai committenti. L'Astronomia però era solo un mezzo per esprimere le funzioni liturgiche e simboliche del monumento.

Thank you for trying PDF Suite

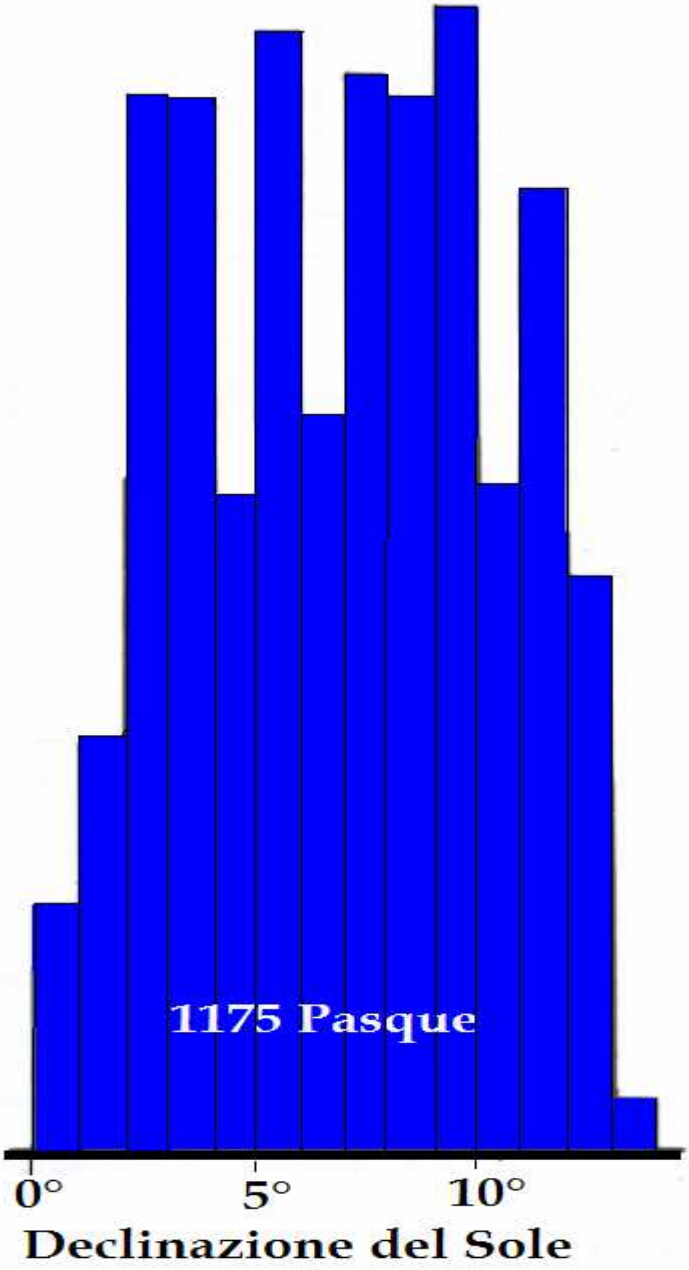
Ma perché l'Astronomia fu così presente nell'architettura sacra cristiana durante il Medioevo? È noto e ben documentato come il solstizio invernale abbia rappresentato, durante l'anno, un momento importante presso quasi tutte le popolazioni antiche, anche al di fuori dell'Europa, tanto da essere commemorato con una festa rituale che prevedeva tutta una serie di riti propiziatori atti ad onorare il Sole e a favorire il ritorno della bella stagione. Il moto apparente del punto di levata del Sole all'orizzonte locale in direzione sud, il suo rallentamento durante i giorni che precedono di poco il solstizio invernale, l'inversione della direzione del moto apparente ed il conseguente progressivo allungamento delle giornate erano un chiaro sintomo che la stagione invernale sarebbe presto terminata e con essa le difficoltà di sopravvivenza. Era il momento della "*rinascita del Sole*". Anche la Cristianità fece proprio questo concetto e, secondo le scritture, la nascita di Gesù venne stabilita essere avvenuta proprio in vicinanza della data del Solstizio di Inverno, mentre il suo concepimento fu posto in prossimità dell'equinozio di primavera e la ricorrenza dell'Annunciazione o Incarnazione (25 Marzo) ne celebrava il significato simbolico e liturgico. La conseguenza rituale è che ancora oggi la direzione della levata del Sole al solstizio d'inverno corrisponde grosso modo al sorgere del Sole nel giorno della festa solstiziale cristiana per eccellenza, cioè il Natale. Dopo aver accennato al significato rituale della direzione solstiziale, vediamo ora di mettere in evidenza i significati mistici associati alla direzione equinoziale, soprattutto quella primaverile. Questa direzione potrebbe essere correlata con la data della Pasqua che, come è noto, si celebra la domenica più vicina al primo plenilunio dopo l'equinozio di primavera. Essendo, però la data della Pasqua mobile rispetto alla data dell'equinozio a causa dei vincoli lunari, l'orientazione in accordo con la posizione del Sole nascente a Pasqua non poteva essere codificata in maniera fissa. Siccome la data della Pasqua può oscillare entro grosso modo 30 giorni oltre l'equinozio di primavera, cioè 1 mese sinodico lunare (29,5306 giorni), la differenza di orientazione rispetto alla linea equinoziale può arrivare fino a circa 18° a nord dell'est. Questo significa che orientazioni comprese tra i 72° e i 90° potrebbero essere correlate con la posizione del sorgere del Sole il giorno di Pasqua dell'anno di fondazione della chiesa.

Thank you for trying PDF Suite



A causa dell'oscillazione della data della Pasqua rispetto all'equinozio di primavera, il Sole può percorrere sulle Sfera Celeste differenti traiettorie che lo portano a sorgere in un intervallo di azimut astronomico compreso tra 90° (Equinozio di Primavera) e 72° (limite massimo per la Pasqua bassa) che grosso modo corrisponde al 25 Aprile.

Oltre alla direzione del sorgere del Sole a Pasqua esistono anche altri significati mistici che la Chiesa antica collegò alla direzione equinoziale. Tale direzione era correlata anche con la data della ricorrenza detta dell'Incarnazione (o Annunciazione) festeggiata il 25 Marzo, che fino al Concilio di Nicea (325 d.C.), presieduto dall'imperatore romano Costantino il Grande, era ritenuto essere la data dell'equinozio di primavera, in accordo con il calendario giuliano allora ufficialmente accettato dalla Chiesa di Roma.



Pasqua dal 325 d.C. al 1500 d.C.

Distribuzione della declinazione del Sole calcolata per le 1175 date della domenica di Pasqua dal Concilio di Nicea (325 d.C.) fino all'anno 1500.

Dal punto di vista astronomico la data equinoziale corretta era invece il 20 Marzo (alle ore 11:54 di Tempo Universale), la data del 25 Marzo era corretta al tempo di Giulio Cesare, ma il problema sarebbe stato risolto solamente nel 1582 con la riforma gregoriana del calendario. Nel 1001 d.C. la data astronomica dell'equinozio cadde il 15 Marzo, nel 1401 il 12 del mese e dopo la riforma si passò per decreto papale al 21 Marzo. I quattro giorni di

differenza tra il 21 e il 25 implicavano circa 3 gradi di errore sistematico nella definizione della corretta direzione della linea equinoziale qualora l'architetto incaricato della costruzione avesse deciso di orientare l'asse della chiesa osservando la direzione del Sole nascente all'alba del giorno dell'equinozio di primavera indicato dal calendario, senza eseguire alcuna rilevazione astronomica sperimentale della corretta direzione equinoziale. Alla luce di questi fatti è quindi importante cercare di capire come i criteri suggeriti da Gerberto d'Aurillac e dalle usanze più antiche furono messi in pratica dagli architetti e dai progettisti dei luoghi di culto dal Medioevo. L'orientazione rigorosa di una costruzione lungo la direzione equinoziale era, dal punto di vista operativo, un problema di non facile soluzione. La metodologia più moderna disponibile durante il Medioevo è quanto riportato dal "*Geometria*" di Gerberto d'Aurillac oppure nel "*De Architettura*" di Vitruvio o nel "*De limitibus constituendi*" di Igino il Gromatico o addirittura nella "*Naturalis Historia*" di Plinio il Vecchio e le necessarie conoscenze astronomiche erano per lo più bagaglio culturale degli esponenti del clero sia monastico che secolare. In realtà, durante il Medioevo l'orientazione equinoziale dei luoghi di culto era fortemente consigliata, ma non era precetto da rispettarsi in maniera rigida e dogmatica, quindi esistono chiese con orientazione differente da quella prevista dal criterio "*Sol Aequinoctialis*", ma generalmente, salvo qualche caso per la verità molto interessante, l'orientazione rimaneva coerente con il criterio "*ad Solem Orientem*". Inizialmente era necessario disporre di una semplice, ma efficiente, strumentazione atta ad individuare la direzione cercata, in secondo luogo era richiesta l'applicazione di un procedura di lavoro, basata su semplici ed elementari cognizioni di Geometria e di Astronomia di posizione, ma capace di condurre a risultati corretti, ed infine erano richieste una o più persone capaci di portare a termine l'operazione in maniera sufficientemente accurata, essendo nel contempo capaci di eseguire le osservazioni astronomiche necessarie ad acquisire i riferimenti basilari per la corretta esecuzione del loro lavoro. Come abbiamo detto, durante il medioevo l'edificazione di una chiesa doveva soggiacere a regole ben precise di orientazione del suo asse ingresso-abside, ma anche nello stabilire il periodo in cui il rito di fondazione doveva essere celebrato. Guido Bonatti da Forlì, matematico, astronomo e astrologo attivo a Parigi durante il XIII secolo, nel suo "*Decem continens tractatus astronomiae*", di cui si dispone di un'edizione pubblicata a Venezia nel 1506, mette in evidenza che le chiese, essendo centri di potere divino, dovevano essere innalzate secondo scrupolose regole rituali seguendo il corso dei cieli e che dovevano essere

Thank you for trying PDF Suite

edificate quando si verificano talune congiunzioni astrali favorevoli. In particolare l'epoca di fondazione delle chiese era scelta in accordo con la levata all'orizzonte, per la prima volta durante l'anno, delle stelle della costellazione dell'Ariete, quindi il periodo scelto era di poco successivo all'equinozio di primavera ed era in accordo con le regole astronomiche della celebrazione della Pasqua cristiana. La ragione non era solo mistica, ma rispondeva anche a due esigenze pratiche ben precise, la prima delle quali era rappresentata dal fatto che quello era il periodo in cui il gelo e le piogge invernali cessavano ed il terreno diventava più morbido consentendo agli operai di lavorare agevolmente, l'altra era di avere a disposizione un lungo periodo di tempo, fino al successivo inverno, per portare a termine i lavori di edilizia, in modo tale che la costruzione potesse essere completata o quasi prima dell'arrivo della brutta stagione. Talvolta anche l'anno in cui i lavori dovevano iniziare era scelto con cura in funzione di particolari eventi astronomici favorevoli ai quali gli astrologi attribuivano grande significato. Nel 1406, Jean Ganivet scriveva: « *Si velis aedificare aedificium duraturum, considera in fundazione stallas fixas in primario et conferas eis planetas benevolos* » (Jean Ganivet, "*Coeli enarrant*", Lione 1406) « Se vuoi edificare un edificio durevole, nella fondazione osserva primariamente le stelle fisse e paragona ad esse i pianeti benevoli». Quindi non solo la levata eliaca delle stelle dell'Ariete definiva il periodo stagionale più favorevole, ma le posizioni planetarie, soprattutto quelle di Marte e Giove, nelle costellazioni zodiacali stabilivano gli anni più adatti per l'edificazione degli edifici sacri, soprattutto quelli di rilevante importanza. La conseguenza è che nessuno dei luoghi di culto medioevali sorse secondo criteri casuali, ma ciascuno venne edificato seguendo i canoni costruttivi e soprattutto di orientazione, che ribadivano la tradizione diffusa di orientare i templi o più in generale i luoghi di culto verso la direzione cardinale est (*Versus Solem Orientem*) ed in particolare verso il punto di levata del Sole agli equinozi (*Sol Aequinoctialis*). La rigorosità nell'orientazione è un elemento che però andò decadendo nel tempo, attraverso i secoli. L'analisi dell'orientazione degli assi dei luoghi di culto medioevali presenti lungo l'arco alpino, rispetto alla direzione del meridiano astronomico locale, ha messo in evidenza una correlazione tra la data di edificazione della chiesa e l'ampiezza della distribuzione delle orientazioni rilevate sperimentalmente. Le chiese costruite prima del 1500 sono caratterizzate da una orientazione molto accurata, mentre da 1500 in poi, fino al 1700, l'orientazione diviene meno precisa fino ad arrivare al 1700 epoca dalla quale in poi i luoghi di culto tendono ad essere orientati in maniera quasi casuale. Questo è evidente soprattutto nei borghi, mentre le

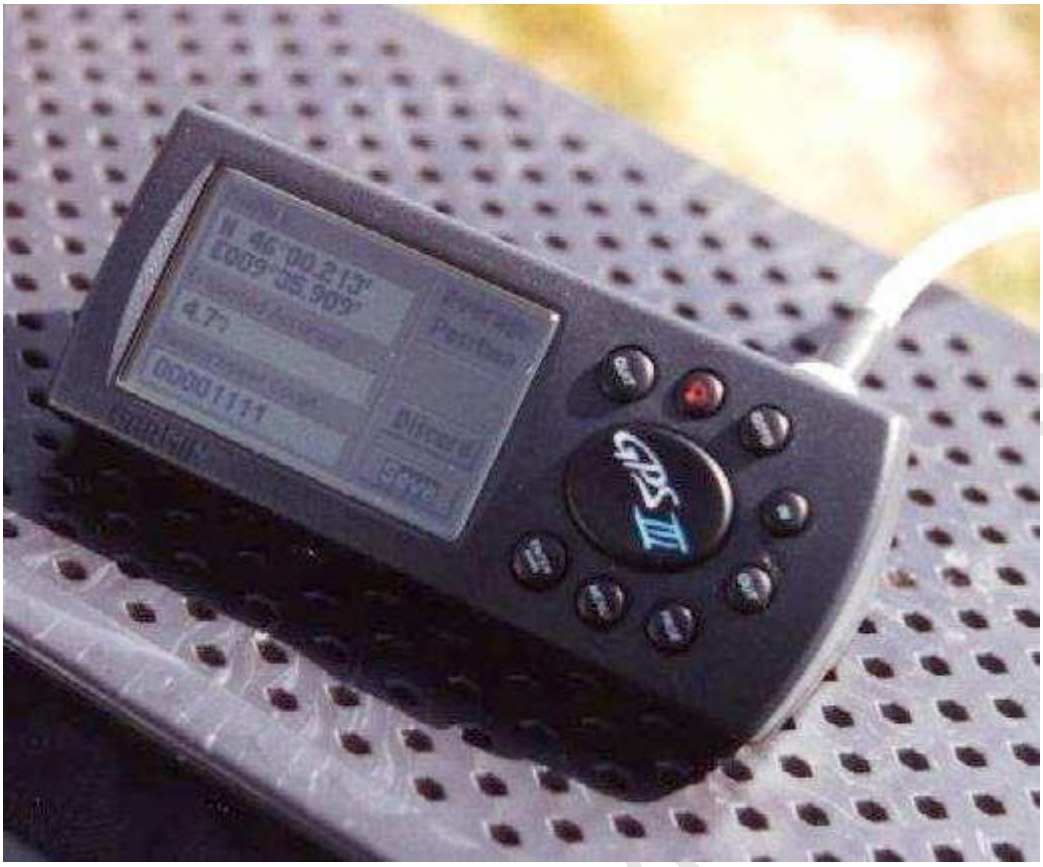
Thank you for trying PDF Suite

chiese isolate nelle vallate rimangono ancora abbastanza ben orientate anche nel XVIII secolo. La spiegazione di questo fatto è abbastanza intuitiva. Prima del 1500, non essendo diffuso in architettura l'uso della bussola, era necessario utilizzare le osservazioni astronomiche per determinare le linee equinoziale e meridiana. Successivamente l'uso della bussola produsse chiese orientate secondo la direzione del punto cardinale est magnetico che differiva in maniera variabile nel tempo dall'est astronomico a causa della declinazione magnetica locale e della sua variazione; tali discrepanze possono essere attualmente misurate e i moderni computer consentono di ricostruire le direzioni astronomiche fondamentali per un certo luogo, nei tempi passati. Nonostante la minor cura che l'uso della bussola richiedeva per allineare i costruendi edifici di culto, l'orientazione astronomica secondo il criterio "*Ab Solem Orientem*" era ancora importante per gli ecclesiastici tanto che negli atti delle visite pastorali del Card. Federico Borromeo (1606) al folio 353v del vol. 16 ADSM si legge "*Ecclesia Praedicta Orientem Spectat*" in realazione alla pieve di Porlezza (CO).

Thank you for trying PDF Suite

Antenna GARMIN GA21 utilizzata per la ricezione dei segnali GPS utilizzati georeferenziazione delle chiese dell'area di Valbrembo.

Thank you Suite



Ricevitore di segnali GARMIN GPS III utilizzato per la georeferenziazione delle chiese.

Il rilievo archeoastronomico

Tutte le chiese esaminate in questa sede sono state accuratamente georeferenziate mediante tecniche satellitari GPS, ed è stata accuratamente rilevata l'orientazione dell'asse della navata rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali con l'obbiettivo di ricostruire la metodologia applicata in fase progettuale e nella successiva fase di realizzazione dell'edificio.

La procedura di georeferenziazione

La posizione geografica di tutti gli edifici di culto studiati è stata accuratamente misurata mediante tecniche satellitari GPS ed ottenuta sulla base della media di numerose determinazioni indipendenti di posizione ottenute in acquisizione continua, (*rate: 1 point/second*) elaborando i segnali

Thank you for try... Suite

provenienti dai satelliti in vista, cioè posti al disopra dell'orizonte naturale locale, mediante un ricevitore GARMIN GPS III utilizzando il codice C/A. Le coordinate geografiche sono riferite all'ellissoide geocentrico standard WGS84 e note con un'incertezza media globale pari ad alcuni centimetri la quale corrisponde alla incertezza di posizionamento planimetrico della chiesa. L'incertezza sulla quota è maggiore, come usualmente accade nel caso del rilievo satellitare GPS. Oltre al rilievo satellitare da terra sono state utilizzate anche le immagini georeferenziate dell'area in cui è posto il luogo di culto riprese dallo spazio da satellite le quali hanno permesso un'ulteriore determinazione della posizione spaziale.

Rilievo dell'orientazione della navata

La direzione di orientazione della navata principale delle varie chiese rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali è stata ottenuta in due modi indipendenti, il primo sulla base del rilievo diretto in loco utilizzando uno squadro cilindrico graduato Salmoiraghi, orientando lo zero del cerchio orizzontale lungo la direzione nord del meridiano astronomico locale, determinato utilizzando due punti GPS posti ad una certa distanza l'uno dall'altro. Il secondo modo è stato l'analisi delle immagini georeferenziate attenute da satellite. Le misure di orientazione ottenute eseguendo la media pesata delle determinazioni di azimut astronomico utilizzando come pesi il reciproco del quadrato della deviazione standard ottenuta su ciascun insieme di dati: in questo modo si possono combinare insiemi di misure di precisione differente nel modo rigoroso secondo la teoria statistica Gaussiana, ottenendo i relativi limiti di confidenza riferiti ad un livello di probabilità pari al 95% come è d'uso. Per controllo dei risultati ottenuti sono stati rilevati anche gli azimut magnetici utilizzando una bussola topografica di precisione Wilkie mod. 9610 di costruzione tedesca.

Rilievo del profilo dell'orizzonte naturale locale

Il rilievo dell'orizzonte naturale locale rappresentato dal profilo delle montagne di sfondo nella direzione occidentale è stato rilevato con elevata accuratezza. Tale profilo è tecnicamente denominato "*skyline*".

Thank you for trying PDF Suite

Adriano Gaspani durante i rilievi topografici delle varie chiese.

Il profilo della skyline è stato ricostruito sia sulla base delle misure eseguite in loco mediante un clinometro a disco prodotto dalla ditta finlandese SUUNTO, mod. PM5/360PC, ma anche dalla generazione per via sintetica del profilo orografico di sfondo nella direzione orientale eseguito elaborando l'altimetria ricavabile dalle immagini georeferenziate da satellite.

La chiesa parrocchiale di Ossanesga

Georeferenziazione

Anche la chiesa parrocchiale di Ossanesga è stata oggetto di indagine archeoastronomica il 9 Agosto 2008 quando sono state eseguite la georeferenziazione accurata del sito e la misura dell'orientazione dell'asse della navata principale. La posizione geografica della chiesa derivata sulla base della media di 1400 determinazioni indipendenti di posizione ottenuti in acquisizione continua, (*rate: 1 point/second*) elaborando i segnali provenienti da 9 satelliti in vista, mediante un ricevitore GARMIN GPS III (codice C/A), è la seguente:

LAT = 45° 43′ 19″,20 N
LON = 9° 36′ 19″,35 E
ALT = 264 mt.

riferita all'ellissoide geocentrico standard di riferimento WGS84 e nota con un'incertezza media globale pari a 8 cm.

Rilievo dell'orientazione della navata

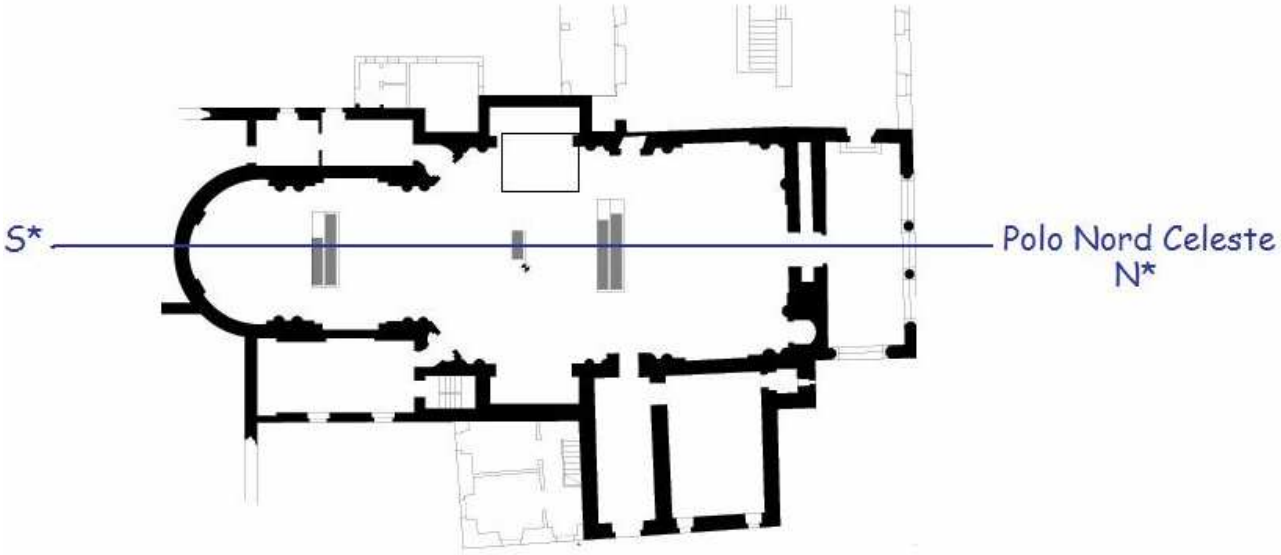
La direzione di orientazione della navata principale rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali è risultata allineata secondo un azimut astronomico medio pesato pari a 181°,11 rispetto alla direzione nord del meridiano astronomico locale, con un'incertezza pari a 0°,05 gradi in più ed in meno. I limiti di confidenza con un livello di probabilità pari al 95% sono pari a 181°,32, per il limite superiore ed 180°,90 per il limite inferiore. Tali valori sono stati pienamente confermati dall'analisi eseguita sulle immagini

Thank you for trying PDF Suite

satellitari georeferenziate, quindi essi sono quelli su cui basare l'indagine archeoastronomica dell'edificio sacro con l'obbiettivo di mettere in evidenza i criteri adottati in fase di progetto e di edificazione della chiesa parrocchiale di Ossanesga.

Analisi archeoastronomica

L'analisi archeoastronomica ha mostrato che la chiesa parrocchiale di Ossanesga fu edificata applicando un criterio meridiano, allineando cioè l'asse della sua navata principale nella direzione nord-sud astronomica con un errore estremamente ridotto.



La chiesa parrocchiale di Ossanesga è allineata parallelamente al meridiano astronomico locale.

L'abside fu posto a sud. Tale criterio di orientazione è inusuale e decisamente contrario agli schemi raccomandati da tutte le antiche regole liturgiche di orientazione degli edifici sacri e può essere spiegato forse con il fatto che l'edificio è di recente costruzione oppure che tale peculiare orientazione possa corrispondere effettivamente ad una delibearata scelta costruttiva: in questo caso però è necessario fare alcune considerazioni in relazione alla possibile procedura operativa applicata al fine di determinare sperimentalmente la direzione del meridiano astronomico locale.
La notevole accuratezza dell'orientazione suggerisce l'utilizzo di una procedura geometrica basata sull'applicazione di un metodo gnomonico quale quello del "*Cerchio Indiano*" molto usato in ambito medioevale e

rinascimentale italiano ed europeo. A questo punto, considerata l'elevata accuratezza di orientazione della chiesa in oggetto conviene eseguire alcune considerazioni in relazione alle tecniche operative di tipo geometrico e gnomonico nonché alle motivazioni simboliche e mistiche che stavano dietro di esse.

Ogni edificio sacro, a suo modo, era una rappresentazione dell'Universo, ovvero, parafrasando Pier Damiani, "*La chiesa e' l'immagine del mondo*" e il mondo era inteso in senso cosmogonico. Quest'idea veniva trasposta in pratica stabilendo particolari orientazioni simboliche dell'asse della navata principale e di quelli delle monofore absidali sulla base di determinate regole geometriche, allineandoli lungo particolari direttrici astronomiche tra cui quella della levata solare equinoziale. L'edificio sacro non era considerato solo un'immagine realistica del mondo e della natura, ma doveva riprodurre la struttura intima e matematica dell'Universo con tutte le sue leggi, ovviamente secondo la visione liturgica cristiana che era l'unica ad essere accettata durante il Medioevo. Secondo questa visione del mondo, l'edificio sacro era un'immagine dell'Universo, il quale era sacro in quanto opera di Dio. In questo senso quindi l'edificio di culto doveva assolvere la funzione di trasporre e rendere comprensibile l'immagine dell'Universo trascendente in Dio che era l'essenza creatrice del cosmo. La Gerusalemme Celeste che S. Giovanni descrive nell'Apocalisse ha una forma quadrata e tale forma, assieme a quella rettangolare e circolare costituisce il principio base ispiratore dell'architettura dei luoghi di culto cristiani. Durante il Medioevo la fondazione di un edificio sacro cominciava con la definizione dell'orientazione rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali, cioè la linea meridiana locale che è parallela all'asse di rotazione della Terra e la linea equinoziale, perpendicolare alla meridiana, agli estremi della quale il Sole sorgeva e tramontava nel giorno degli equinozi. La linea meridiana definisce localmente la direzione nord-sud astronomica e la linea equinoziale definisce la direzione est-ovest astronomica. L'orientazione di un luogo di culto era già di per se stessa un rito in quanto lo scopo della procedura era quello di stabilire un rapporto ben preciso fra l'ordine cosmico e l'ordine terrestre e quindi, fra l'ordine stabilito da Dio e quello stabilito dall'Uomo. Il procedimento tradizionale di orientazione degli edifici di culto, era caratterizzato da un alto grado di universalità in quanto doveva seguire alcune regole ben precise e strettamente codificate, anche se qualche deroga era ammessa in funzione delle esigenze locali, ma lo si ritrova praticamente ovunque esista un'architettura sacra. Se analizziamo statisticamente una grande quantità di edifici sacri distribuiti su tutto il territorio europeo,

Thank you for trying PDF Suite

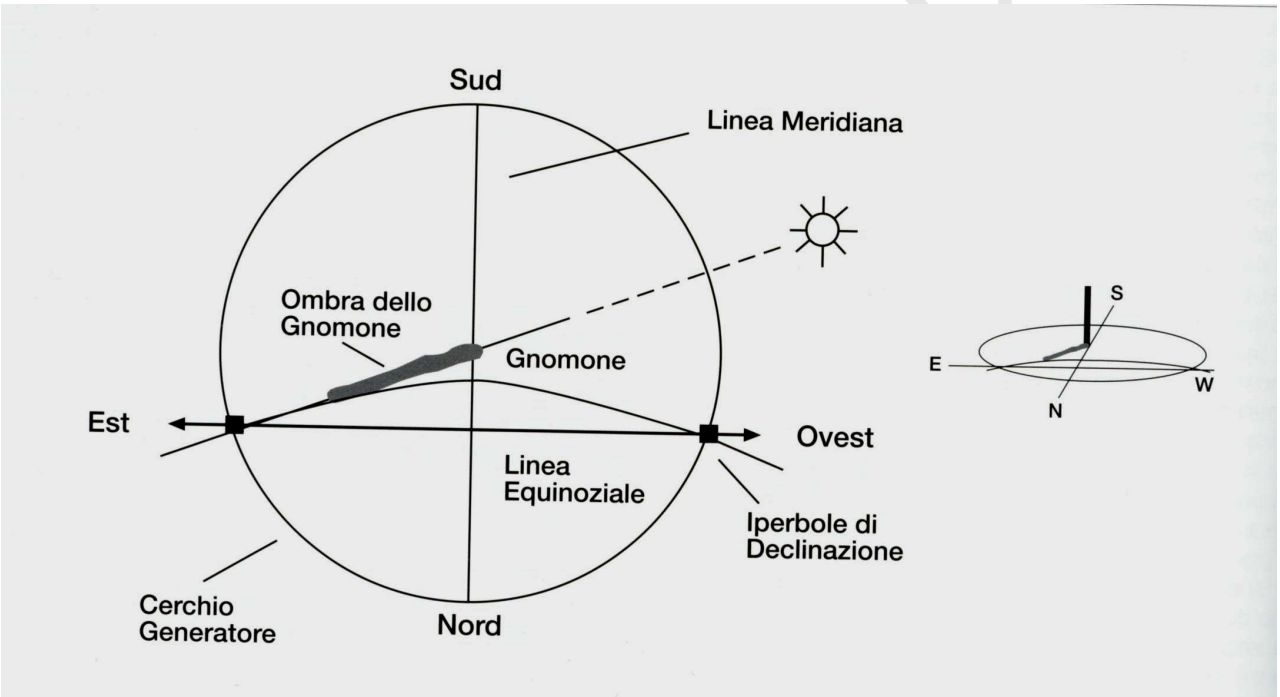
misurandone accuratamente l'orientazione rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali siamo in grado di rilevare l'esistenza di un numero limitato di direzioni che erano ritenute importanti e tutta una serie di regolarità geometriche nelle orientazioni, ciascuna delle quali e' conseguenza di una motivazione ben precisa. Nonostante la varietà, peraltro limitata, delle direzioni lungo cui l'asse, nel senso ingresso-abside, degli edifici sacri risulta orientato, si rileva un punto di partenza comune che e' rappresentato dalla necessità pratica di determinare sperimentalmente la direzione equinoziale, cioè la linea est-ovest astronomica, oppure in casi piuttosto rari e poco numerosi la necessità di pervenire all'individuazione della direzione meridiana come è accaduto nel caso della chiesa parrocchiale di Ossanesga. Durante il Medioevo, l'uso della bussola, peraltro anticamente noto ai Cinesi, ma introdotto in Europa nel XIII secolo e utilizzato nella navigazione, non era noto agli architetti, almeno fino al XVI secolo. La conseguenza era che ogni direzione astronomica doveva essere determinata mediante l'osservazione diretta di qualche corpo celeste: il Sole o talvolta la Luna o talune stelle. Generalmente era il Sole con il moto della sua ombra durante la giornata a permettere ad un operatore esperto di determinare le direzioni astronomiche fondamentali, secondo quanto stabilito dall'architetto romano Vitruvio, vissuto in età augustea, a cui dobbiamo un'opera, il "*De Architettura*", che rimase un testo fondamentale durante l'intero Medioevo, dopo la sua riscoperta ad opera di Poggio Bracciolini nel XV secolo. Non dobbiamo dimenticare anche il "*De Limitibus Constituendi*" di Igino il Gromatico, un famoso agrimensore romano e il famosissimo "*De Geometria*" di Gerberto d'Aurillac e tutte le rielaborazioni di questi metodi maturate soprattutto in ambiente monastico benedettino che portarono in seguito all'uso delle proprietà geometrico-astronomiche del decagono regolare, che Platone ebbe anticamente a denominare "*il Poligono di Dio*". Il primo passo che per l'edificazione del luogo di culto era la scelta dello spazio sacro cioè si procedeva alla scelta dell'area più adatta all'edificazione della chiesa. In questa fase vari fattori giocavano un ruolo importante nella scelta uno dei quali ad esempio era la volontà di edificare la chiesa sopra una piccola elevazione naturale del terreno in modo che non solo l'edificio sacro fosse ben visibile, ma anche che da esso si potesse osservare con facilità il profilo dell'orizzonte naturale locale. Questa esigenza derivava dalla necessità di eseguire le osservazioni astronomiche necessarie al fine di ottenere la corretta orientazione dell'edificio rispettando il criterio "*ad Solem Orientem*" o addirittura quello "*Sol Aequinoctialis*" stabilito dalla Chiesa Romana, oppure nei rari casi di orientazione meridiana, la direzione del "*Cardine*"

Thank you for trying PDF Suite

dell'Universo. Una volta definito lo spazio sacro allora si poteva procedere con la ricerca delle direzioni astronomiche fondamentali per l'orientazione dell'edificio sacro. Generalmente, essendo il criterio "*Sol Aequinoctialis*" quello maggiormente raccomandato dalla Chiesa, si procedeva alla determinazione della direzione della linea equinoziale locale. Il metodo maggiormente utilizzato per determinare accuratamente la linea equinoziale e quello descritto da Vitruvio nel libro IX del *De Architettura* e fu praticato in Occidente sino alle soglie dell'Illuminismo e oltre se l'orientazione dell'edificio di culto avveniva sulla base delle osservazioni astronomiche, oppure fino al XVI secolo periodo oltre il quale gli architetti adottarono la bussola per determinare le direzioni di riferimento, ma questo non è il caso della chiesa in oggetto per il semplice fatto che essa è cronologicamente precedente all'utilizzo della bussola in architettura. La corretta orientazione degli edifici di culto richiedeva di disporre correttamente le fondazioni dell'edificio secondo le direzione orientale desiderata, generalmente la linea equinoziale. L'individuazione di tale direzione veniva ottenuta grazie ad uno gnomone che una volta illuminato dal Sole gettava un'ombra che muovendosi durante la giornata poteva agevolmente permettere di determinare la direzione est-ovest astronomica eseguendo alcune semplici costruzioni geometriche direttamente sul terreno. Inizialmente andava però stabilito il cosiddetto "*axis mundi*" cioè l'asse del mondo allineato lungo la direzione zenitale locale: simbolicamente il cardine dell'Universo, che era materializzato da un palo in legno che veniva piantato nel terreno in corrispondenza di un punto che nella maggioranza dei casi avrebbe poi coinciso con in centro del cerchio che avrebbe dato origine all'emiciclo absidale della chiesa. Questa procedura costituiva la fissazione di un centro sacro, e nel simbolismo architettonico medioevale e rinascimentale questo centro era ritenuto essere simbolicamente il centro del mondo. Successivamente veniva tracciato il "*Cerchio Generatore*" centrato nell'"*Asse del Mondo*", la cui funzione era duplice; la prima era connessa alla determinazione delle direzioni astronomiche fondamentali, l'equinoziale e la meridiana, necessarie per ottenere il corretto allineamento del costruendo edificio, mentre la seconda era relativa alla definizione delle misure e della geometria interna della chiesa. La prima funzione, quella più propriamente astronomica, richiedeva di tracciare fisicamente il cerchio sul terreno dove l'edificio avrebbe dovuto essere costruito, mentre la seconda funzione, più geometrica poteva essere assolta in fase progettuale anche sulla carta. A questo punto si doveva procedere alla determinazione sperimentale delle due direzioni di riferimento, cioè le linee equinoziale e meridiana passanti

Thank you for trying PDF Site

per l'"*Asse del Mondo*". La determinazione delle direzioni fondamentali doveva essere eseguita mediante un metodo basato sull'Astronomia, fosse esso basato sulla diretta osservazione del cielo e dei suoi fenomeni oppure eseguito sfruttando particolari accorgimenti e tecniche basate sulla gnomonica, sfruttando cioè il moto giornaliero dell'ombra prodotta da uno gnomone verticale illuminato dal Sole. Esistevano a quell'epoca due o tre metodi correntemente in uso tra gli architetti, che si basavano sui seguenti principi. Stabilito mediante il calendario il giorno dell'equinozio di primavera o di autunno, veniva piantato uno gnomone verticale e di ora in ora venivano segnate sul terreno le posizioni occupate dall'estremità della sua ombra.



Il metodo del Cerchio Indiano utilizzato nel Medioevo e nel Rinascimento per stabilire la direzione equinoziale lungo cui orientare le navate delle chiese.

Durante i giorni degli equinozi, il Sole è posizionato sull'equatore celeste, quindi l'ombra dello gnomone si muove, da Ovest verso Est, seguendo un andamento rettilineo proprio lungo la direzione equinoziale la quale veniva a costituire la base per l'orientazione della costruzione che doveva essere eretta. Questo metodo aveva però il difetto di essere applicabile correttamente solamente nel giorno degli equinozi in quanto solo in quei giorni il cammino dell'ombra dello gnomone è rettilineo. Durante tutti gli altri giorni dell'anno l'ombra si muove seguendo una linea curva, detta "*iperbole di declinazione*" il cui vertice, corrispondente al massimo avvicinamento al piede dello gnomone, viene raggiunto, in un dato luogo,

all'istante del mezzogiorno vero per quella località che corrisponde all'istante in cui il Sole raggiunge la sua massima altezza sull'orizzonte, passando per il meridiano astronomico locale. La direzione individuata dall'ombra più corta era quindi la linea meridiana, cioè la direzione Nord-Sud astronomica, la cui perpendicolare era la direzione equinoziale richiesta. Una versione semplificata di questo metodo la troviamo descritta da Plinio il Vecchio nella sua "*Naturalis Historia*". Plinio suggeriva di utilizzare semplicemente la linea perpendicolare alla direzione dell'ombra di una persona in piedi al mezzogiorno. Il metodo più preciso disponibile era però quello detto del "*Cerchio Indiano*" che è descritto da Vitruvio (*De Architectura, I,6,6*), ma di cui si hanno notizie già dai papiri egiziani e dai documenti provenienti dall'India antica, da cui la sua particolare denominazione, ma anche dall'antica Cina sin dal 2400 a.C. Il metodo risultava applicabile qualsiasi giorno dell'anno. Fissato lo gnomone verticale si segnava alla mattina la posizione raggiunta dall'estremità dell'ombra; successivamente si tracciava una circonferenza centrata nel piede dello gnomone e passante per il punto segnato sul terreno, poi si attendeva durante il pomeriggio il momento in cui l'ombra lambiva nuovamente il cerchio e si segnava sulla circonferenza il punto ottenuto: la linea passante per i due punti sulla circonferenza rappresentava la direzione equinoziale cercata. Il cerchio in questione poteva essere anche il Cerchio Generatore che serviva da base per la progettazione e l'orientazione della chiesa da edificare. La congiungente le due intersezioni tra l'iperbole di declinazione ed il cerchio generatore era esattamente la linea equinoziale astronomica e quello doveva, almeno in teoria, secondo il criterio "*Sol Aequinoctialis*", essere anche l'asse della costruenda chiesa. La perpendicolare alla linea equinoziale era la linea meridiana. Vediamo ora cosa scrive Igino il Gromatico in proposito: «*Prima disegneremo un circolo su uno spazio piano, e nel suo centro metteremo uno gnomone di meridiana, la cui ombra può cadere ora dentro ora fuori del cerchio... Quando l'ombra raggiunge il circolo, segneremo il punto sulla circonferenza, ed egualmente quando lo lascia. Avendo contrassegnato i due punti sulla circonferenza, tracceremo una linea retta attraverso questi due punti dividendo la circonferenza in due parti. Per mezzo di questa linea retta quindi tracceremo il nostro kardo, ed i decumani ad angolo retto rispetto al kardo*».

Thank you for trying PDF Suite

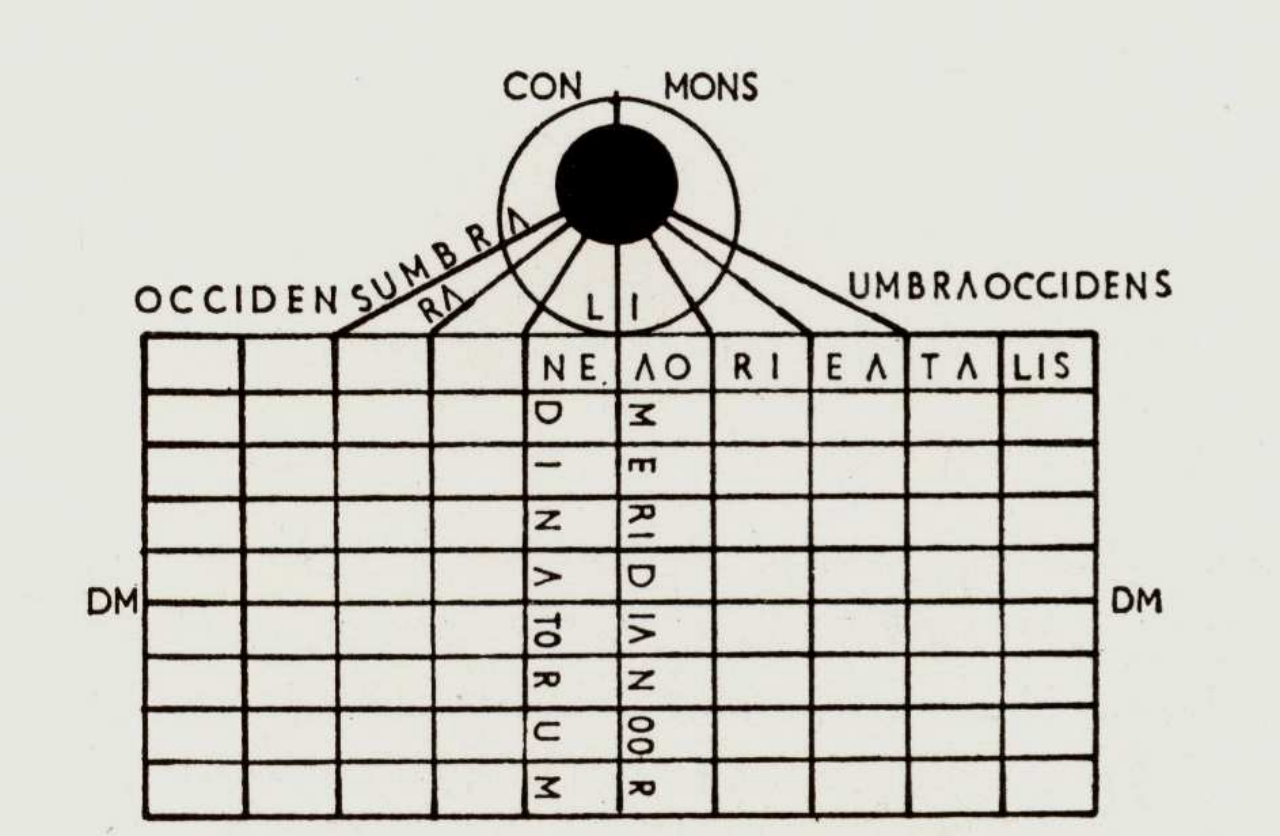


Tavola esplicativa del "Cerchio Indiano" presente nel "*De Limitibus*". Dobbiamo rilevare la presenza di un errore sul lato destro: "UMBRA OCCIDENS" al posto di "UMBRA ORIENS". Il termine CONMONS è una forma corrotta per GNOMON, lo gnomone.

Il Kardo era per i Romani la direzione del meridiano (la nord-sud astronomica), mentre il Decumano era la linea equinoziale (la est-ovest) astronomica. Tale metodo, che è antichissimo e risale all'India Vedica, è pure consigliato da Vitruvio, nel suo *De Architectura*, che lo raccomanda perché venga usato da unità dell'esercito, qualora dovessero stabilire e correttamente orientare il *castrum.*

A questo punto è importante ricordare con precisione le tre operazioni base della fondazione, ovvero: il tracciare sul terreno il cerchio generatore, disegnarvi gli assi cardinali che definivano l'orientazione e la definizione del rettangolo di base, perché erano queste tre operazioni che determinavano il simbolismo fondamentale dell'edificio sacro. Durante il Medioevo il cerchio e la sfera, non avendo alcun inizio o alcuna fine erano poste simbolicamente in relazione con il concetto dell'Unità di Dio priva di limiti, quindi la Sua Infinità e la Sua Perfezione, ma queste figure erano anche visualizzazioni del cielo, della sfera celeste e si inquadravano molto bene nei concetti stabiliti dalle teorie cosmogoniche precopernicane dovute ad Aristotele e a Tolomeo

che richiedevano esclusivamente perfetti moti circolari uniformi e combinazioni di essi, oppure sistemi di sfere, per rendere conto dei moti apparenti di tutti i corpi celesti visibili ad occhio nudo nel cielo. Il cerchio rivestiva anche un ruolo simbolico legato allo scorrere del tempo, che era facilmente ricollegabile alla traiettoria circolare apparente descritta quotidianamente dal Sole nel cielo per effetto della rotazione della Terra intorno al suo asse. Il Sole, simbolo di Cristo, sorgeva ad est, passava al meridiano al mezzogiorno vero e locale culminando a sud e tramontava ad ovest, chiudendo nelle regioni dello spazio poste al di sotto dell'orizzonte settentrionale la sua traiettoria circolare apparente quotidiana. Lo stesso faceva la Luna, notte dopo notte, nei periodi lontani dal novilunio. Entrambi questi astri mostravano alla vista una forma circolare e anche il profilo dell'orizzonte astronomico tutto intorno all'osservatore appariva come un grande cerchio.

San Cosma e Damiano a Scano al Brembo

Georeferenziazione

La chiesa dedicata ai SS Cosma e Damiano è stata oggetto di indagine archeoastronomica il 9 Agosto 2008 quando sono state eseguite la georeferenziazione accurata del sito e la misura dell'orientazione dell'asse della navata principale. La posizione geografica della chiesa derivata sulla base della media di 1550 determinazioni indipendenti di posizione ottenuti in acquisizione continua, (*rate: 1 point/second*) elaborando i segnali provenienti da 9 satelliti in vista, mediante un ricevitore GARMIN GPS III (codice C/A), è la seguente:

LAT = 45° 42′ 50″,04 N
LON = 9° 36′ 28″,44 E
ALT = 260 mt.

riferita all'ellissoide geocentrico standard di riferimento WGS84 e nota con un'incertezza media globale pari a 7 cm.

Thank you for trying PDF Suite

Rilievo dell'orientazione della navata

La direzione di orientazione della navata principale rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali è risultata allineata secondo un azimut astronomico medio pesato pari a 129°,2 rispetto alla direzione nord del meridiano astronomico locale, con un'incertezza pari a 0°,5 gradi in più ed in meno. I limiti di confidenza con un livello di probabilità pari al 95% sono pari a 131°,3, per il limite superiore ed 127°,1 per il limite inferiore. Tali valori sono stati pienamente confermati dall'analisi eseguita sulle immagini satellitari georeferenziate, quindi essi sono quelli su cui basare l'indagine archeoastronomica dell'edificio sacro con l'obbiettivo di mettere in evidenza i criteri adottati in fase di progetto e di edificazione della chiesa dedicata ai SS. Cosma e Damiano a Scano al Brembo.

Analisi archeoastronomica

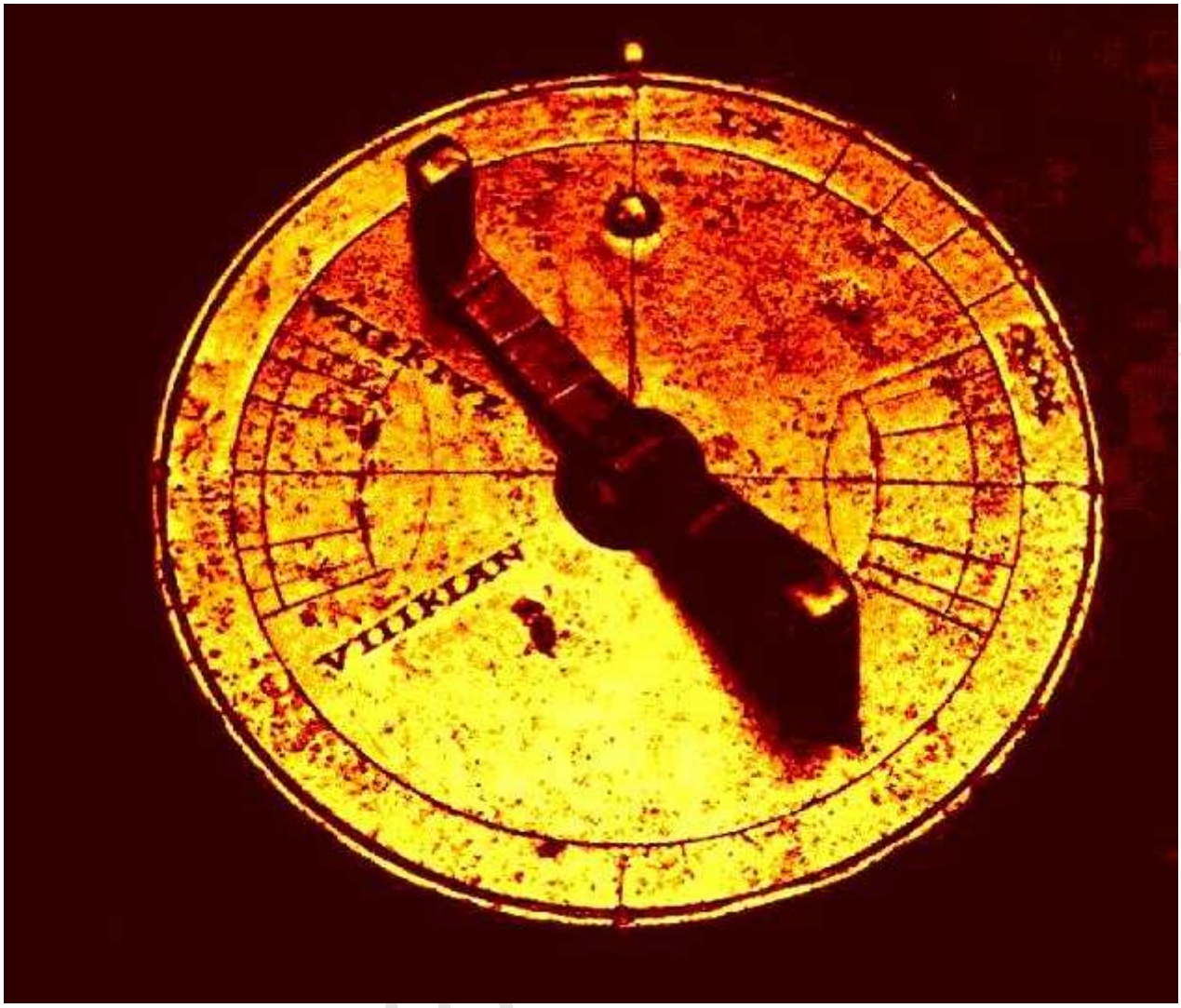
L'analisi archeoastronomica ha mostrato che la chiesa dedicata ai SS Cosma e Damiano a Scano fu edificata applicando un criterio di orientazione che conduce l'asse della navata principale, ad oriente, ad essere allineato parallelamente alla direzione del sorgere del Sole al solstizio d'inverno all'orizzonte naturale locale rappresentato dalle colline su cui è posta la Cascina Allegrezza nell'area della Madonna del Bosco. Nella direzione opposta l'asse della chiesa interseca l'orizzonte naturale locale nella direzione di tramonto del Sole al solstizio d'estate in corrispondenza del Pizzo Pec (1005 mt. di quota) una delle cime minori che fanno parte del gruppo dell'Albenza. Questo tipo di orientazione era molto seguita agli albori del cristianesimo ed era connessa con la rinascita del Sole, "*lumen de lumine*" come definito dal Concilio di Nicea, dopo il solstizio d'inverno (*Sol Invictus)* e quindi con la nascita di Cristo celebrata dalla festa del Santo Natale. Nel caso della chiesa dedicata ai SS. Cosma e Damiano, della quale abbiamo traccia in epoca paleocristiana altomedioevale, l'orientazione solstiziale invernale fu ottenuta probabilmente "*a vista*" mediante la diretta osservazione della posizione più meridionale del punto di levata del Sole durante tutto il corso dell'anno, ma non è esclusa l'applicazione di qualche alto metodo sia di tipo gnomonico che di tipo strumentale.

Thank you for trying PDF Suite

La determinazione delle direzioni solari solstiziali

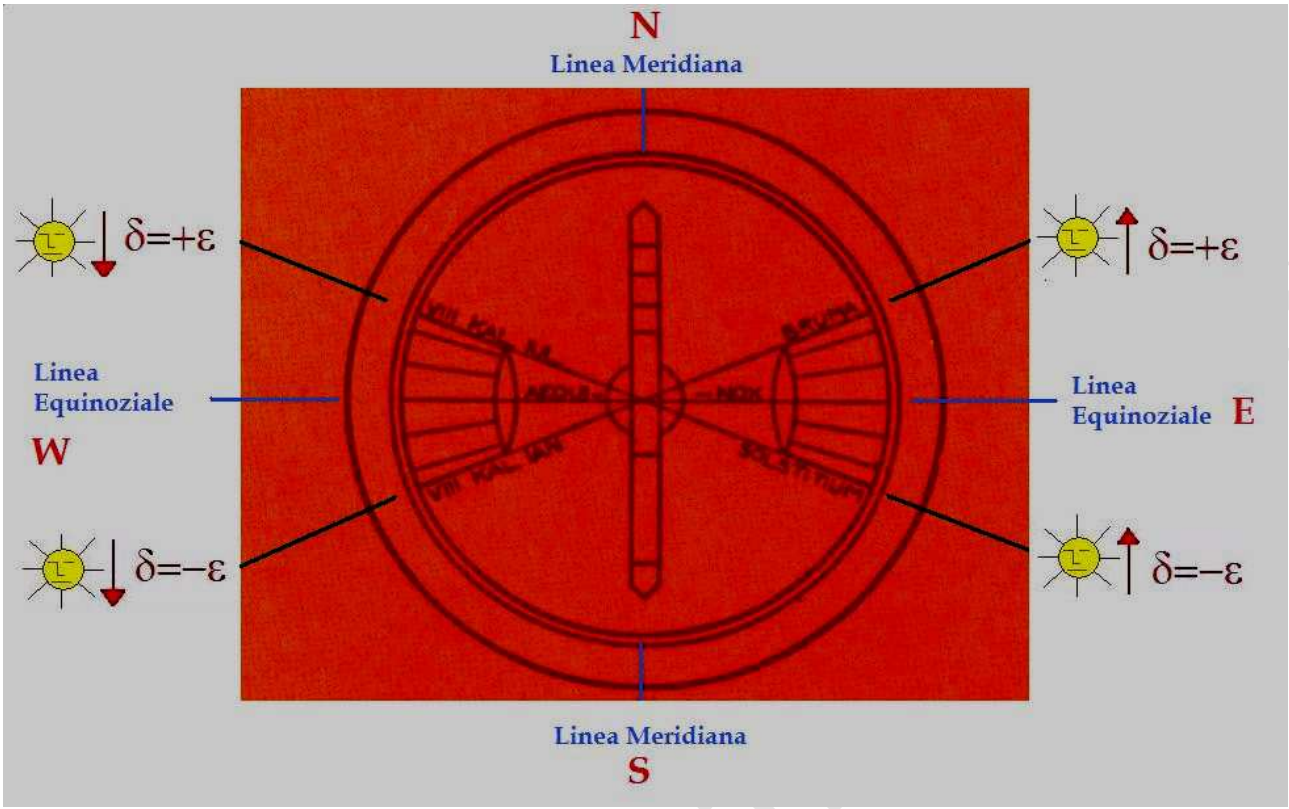
Nonostante le regole standard della Chiesa di Roma stabilissero che la direzione di orientazione dell'asse della navata delle chiese fosse orientata in accordo con la direzione equinoziale, l'analisi sperimentale dell'orientazione astronomica di un gran numero di luoghi di culto cristiano mostra che frequentemente questa regola non fu rispettata in favore di un orientamento in accordo con le direzioni di levata del Sole ai solstizi, come avviene nel caso della chiesa dedicata ai SS. Cosma e Damiano a Scano al Brembo. La determinazione delle direzioni solstiziali poteva essere eseguita sia "*a vista*" cioè osservando direttamente la posizione estrema del disco solare all'orizzonte naturale locale nel momento del suo sorgere oppure del suo tramontare nel segmento opposto dell'orizzonte. Un altro metodo era quello basato sulla gromonica e sulla geometria, nel senso che era necessario determinare, mediante il già citato "*Cerchio Indiano*", la direzione equinoziale locale e quella meridiana; sulla base delle due direzioni cardinali astronomiche era possibile utilizzare le proprietà geometrico - astronomiche del decagono regolare inscritto nel cerchio generatore e centrato nell'"*axis mundi*" per determinare le direzioni solari solstiziali.

Thank you for trying PDFSuite



Meridiana romana portatile custodita all'Oxford Museum of the History of Science. Tale strumento poteva essere utilizzato per la determinazione delle direzioni solstiziali solari una volta determinate quelle cardinali mediante un metodo basato sull'ombra proiettata dal Sole.

Un altro metodo era quello di utilizzare un particolare dispositivo, anticamente noto anche agli agrimensori romani, che era di fatto una particolare meridiana portatile la quale se correttamente orientata secondo le direzioni cardinali astronomiche sperimentalmente determinate mediante il "*Cerchio Indiano*" era in grado di fornire le direzioni della levata e del tramonto del Sole ai solstizi. Le date giuliane di *solstitium* per i gromatici romani erano *VIII Kalendae Ianuari* per il solstizio d'inverno (25 Dicembre) e *VIII Kalendae Iulii* per il solstizio d'estate (24 Giugno).



La meridiana portatile romana, una volta correttamente orientata, permetteva agevolmente la determinazione delle direzioni solstiziali solari.

Bibliografia

Adriano Gaspani: "*L'Orientazione Astronomica dei Luoghi di Culto in Alta Valle Brembana*", La Rivista di Bergamo, N.°.15, Ottobre-Novembre-Dicembre 1998.

Adriano Gaspani, 2000, "***Geometria e Astronomia nelle antiche chiese alpine***" Collana Quaderni di Cultura Alpina, N.°.71, Priuli e Verlucca Editori (Pavone Canavese, TO).

Adriano Gaspani, 1997, "*Sulla Reale Significatività degli Allineamenti Ritenuti Astronomicamente Significativi*", Nihil Sub Astris Novum, N.°. 12, Settembre 1997.

Adriano Gaspani, 1997, "*Altezza e Azimut di Prima Visibilità delle Stelle*", *Nihil Sub Astris Novum*, N.°. 13, Novembre 1997.

Adriano Gaspani, 1999, *"L'Orientazione della Chiesa di Valnegra"* in "Valnegra", di Gabriele Medolago e Lucia Reguzzi, Comune di Valnegra, Valnegra. - Corponove editrice Bergamo.

Adriano Gaspani, 1999, "*L'orientazione della chiesa (di S. Ambrogio in Brivio Bergamasco)*" pag. 14-16, in Gabriele Medolago "L'ex Chiesa già Parrocchiale di Sant'Ambrogio in Brivio Bergamasco" in "Comunità in dialogo", novembre- dicembre 1999, pag. 13-19.

Adriano Gaspani, 1998, "*Il Potere Risolutivo ad Occhio Nudo*", Nihil SubAstris Novum, N.°. 15, Febbraio 1998.

Adriano Gaspani, 1998, "*L'Obliquità dell'Eclittica nell'Antichità*", Nihil Sub Astris Novum, N.°. 16, Marzo 1998.

Adriano Gaspani, 2001, "*Analisi dell'orientazione delle chiese di San Gregorio e San Dionigi*" in: Gabriele Medolago "San Gregorio di Cisano Bergamasco", Parrocchia di San Gregorio Magno in Cisano Bergamasco A.D. 2001, pag. 190-191.

Adriano Gaspani, 2004, "*Il monastero di Reask e l'orientazione dei luoghi di culto cristiani nell'Irlanda medioevale*", Atti del XXII Congresso Nazionale di Storia della Fisica e dell'Astronomia, a cura di M. Leone, A. Paoletti, N. Robotti, Genova - Chiavari, 6-7-8 Giugno 2002, pag. 458 -475.

Adriano Gaspani, 2002, "*Analisi dell'Orientazione della Chiesa (di S.Nazario al Castello di Cenate Sotto)"*, in Gabriele Medolago, "Il Castello di Cenate Sotto e la Famiglia Lupi", Ed. Amministrazione Comunale di Cenate Sotto, pag.121-130.

Adriano Gaspani, 2003, "*Horologium Stellare Monasticum*", Le Stelle, N.°.4, Febbraio 2003, pag. 56-65.

Adriano Gaspani, 2004, "*Analisi dell'orientazione della chiesa parrocchiale di Bordogna*", in "La Chiesa gia parrocchiale di Santa Maria assunta e San Giorgio martire in Bordogna di Roncobello" di Gabriele Medolago e Roberto Boffelli, Ed. Comune di Roncobello, Ferrari Editore, 2004.

Thank you for trying PDF Suite

Vitruvio, "*De Architettura*", I,6,6. Versione tradotta e commentata dal marchese Berardo Galiani, Napoli 1758.

Gerberto D'Aurillac "*De Geometria*", in Nicolaus Bubnov " **Gerberti postea Silvestri II Papae Opera Mathematica (972-1003)",** Geog Olms Hildesheim, 1963.

Giuliano Romano, 1992, "*Archeoastronomia italiana*" ed. CLEUP, Padova

Thank you for trying PDF Suite