

Basilica di San Marco a Venezia Analisi dell'andamento altimetrico del pavimento litico- musivo e metodologie di rappresentazione.

C. Monti, R. Brumana, G. Vassena

Istituto di Topografia, Fotogrammetria e Geofisica
Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano

Relazione presentata al XXXV Convegno Nazionale della SIFET
Bracciano, 2-5 ottobre 1990

RIASSUNTO. Il lavoro presenta l'applicazione della collocazione al controllo dei movimenti del pavimento della basilica di San Marco a Venezia.

Si esaminano i risultati, le prospettive e si propongono sistemi di rappresentazione grafica che facilitino la lettura e l'interpretazione dell'andamento e del movimento stesso.

INTRODUZIONE

La rappresentazione della basilica di San Marco si potrebbe dire appartenere tautologicamente alla storia della Basilica stessa: le sue più antiche immagini sono infatti contenute nell'apparato musivo della parete occidentale del braccio destro (XII secolo) e nel catino absidale del primo fornice.

In questo la chiesa è rappresentata vista dall'esterno con le cupole bizantine già sormontate da quelle lignee ricoperte di piombo. Procedendo attraverso il filo della importante iconografia storica si arriva al recente rilievo fotogrammetrico dell'intero corpo basilicale con restituzione delle zone più propriamente interessate da interventi manutentivi e conservativi, quale il pavimento litico musivo prodotto alla scala 1:50.

La trasformazione delle piante grafiche in piante numeriche attraverso la digitalizzazione ha costituito la base per successive elaborazioni ed anche la scatola geometrica entro cui

sistemare i particolari architettonici e decorativi della pianta e del pavimento, rilevati e memorizzati in scala reale.

Il pavimento presenta uno stato deformativo notevole e diffuso in tutte le sue parti e un forte sospetto di movimenti in corso meritevoli di un approfondito studio.

ACQUISIZIONE DATI

La finalità che ci si è posti affrontando questo tema, di cui si riporta un primo approccio, è quella di definire le modalità più idonee allo scopo di ottenere un rigoroso modello digitale del pavimento della basilica e una sua adeguata rappresentazione.

Questo sia per mostrare gli attuali andamenti altimetrici sia per cogliere, nel tempo, eventuali trend di comportamento legati a svariate componenti di carattere fisico.

La scelta di creare un modello digitale di alta qualità del pavimento della Basilica di San Marco ha richiesto un'accurata fase di acquisizione dati. Si è costruita una rete di livellazione misurando la quota di circa 1000 punti appartenenti al pavimento collegandola a quella di alta precisione che già da diversi anni controlla i movimenti della chiesa. I punti, aventi una distanza relativa tra 0.5 e 1 mt, sono stati scelti in corrispondenza di elementi caratteristici delle decorazioni geometriche ed istoriate dei mosaici appartenenti al pavimento basilicale, in maniera tale da poter esser facilmente rintracciabili in futuro e permettendo la loro individuazione planimetrica.

IL METODO E LA RIELABORAZIONE DEI DATI

Al fine di creare il modello digitale del "pavimento" si è deciso di ricorrere ad un approccio stocastico usando il metodo della collocazione ai minimi quadrati. L'uso di questo metodo richiede che i dati siano forniti in accordo ad alcune condizioni generali. La più importante è quella di operare per parti omogenee: si è suddiviso il pavimento della basilica in settori in maniera tale da eliminare le discontinuità e le singolarità altrimenti non gestibili correttamente dal metodo.

In particolare si presenta lo studio effettuato sulla superficie di altezza omogenea comprendente i transetti e le navate, centrale e laterali, della chiesa.

La collocazione ai minimi quadrati a passi è composta dai seguenti punti:

- a) Acquisizione dei dati, con l'assunzione che le misure delle quote dei punti siano un esempio di realizzazione di un processo stazionario, normale, isotropico ed ergodico.
- b) Stima empirica della funzione di autocovarianza dalle misure delle quote.
- c) Interpolazione della funzione dell'autocovarianza empirica attraverso un ben stimato modello di funzione di covarianza.
- d) Filtraggio nelle quote del segnale stimato dal rumore.
- e) Predizione del segnale su una griglia regolare.

Se il rumore non risulta bianco, la stessa procedura può essere ripetuta (secondo passo) usando come input il rumore residuo.

RISULTATI

In particolare nello studio del pavimento di San Marco ci si è fermati al secondo passaggio, essendo evidente dall'osservazione delle stime empiriche delle funzioni di autocovarianza (Fig.1-2-3) che al terzo passaggio il noise appare ormai totalmente bianco.

Rilevante è anche la constatazione dal diagramma delle frequenze (Fig.4) che la distribuzione dei dati di input è pressochè normale.

Per ciò che riguarda la qualità del risultato ottenuto è importante evidenziare come lo s.q.m. della stima del segnale sia di soli 0,7 cm a fronte di un intervallo di fluttuazione del dato in input dell'ordine di 20 cm.

Da ciò segue che l'errore di stima del segnale si situa in percentuale al di sotto della soglia del 5%, il che è un risultato di assoluto rilievo nell'interpretazione del reale da parte del modello.

LA RAPPRESENTAZIONE

I risultati della elaborazione col modello statistico dei dati altimetrici, sono rappresentati in forma grafica utilizzando algoritmi matematici che ne rendano facile la lettura e l'interpretazione attraverso una forma valida di rappresentazione.

Tali risultati sono relativi alla predizione ottenuta a partire da una griglia regolarizzata ed ai vettori segnale-rumore ottenuti in corrispondenza delle quote puntuali.

L'attendibilità dell'interpretazione è assicurata dal metodo adottato, che consente la verifica della sua aderenza al modello reale attraverso parametri di stima.

L'attendibilità della rappresentazione grafica è garantita invece dal fatto che questa veste unicamente i dati senza ulteriormente interpretarli attraverso interpolazioni.

La rappresentazione allora diventa un modo di descrivere la realtà, il pavimento, attraverso differenti modelli a partire dai dati e dai risultati.

Si sono decisi tre tipi di rappresentazione tridimensionale: il primo (Fig.5) basato sulla puntualità del dato altimetrico che dà la situazione del reale, il secondo (Fig.6-7) basato sul modello di interpretazione continua dei dati precedenti ottenuta con la modellazione solida della superficie per accostamento di superfici elementari, il terzo (Fig.8) basato sull'assemblaggio di segnale-rumore per rendere leggibile il grado di interpretabilità del dato offerto dal modello.

Si ringrazia il Proto Arch. Ettore Vio, la Procuratoria di San Marco, l'arch. Giorgio Galeazzo e i collaboratori del suo studio.

PRIMO PASSO

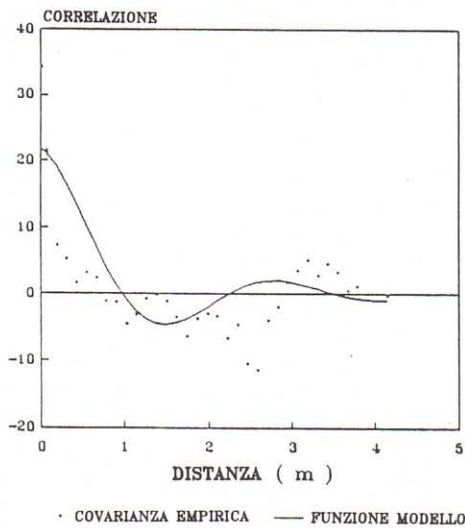


Fig. 1.

SECONDO PASSO

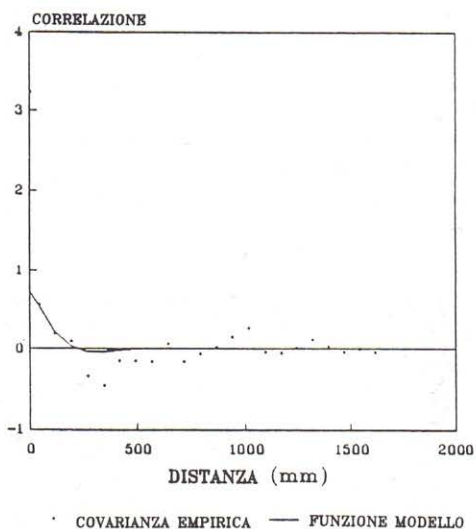


Fig. 2.

TERZO PASSO

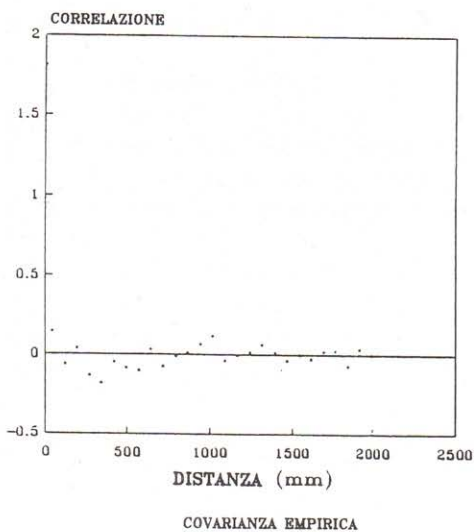


Fig. 3.

DIAGRAMMA FREQUENZE

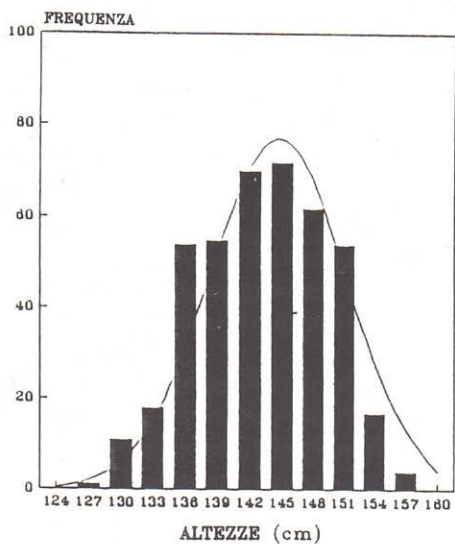


Fig. 4.

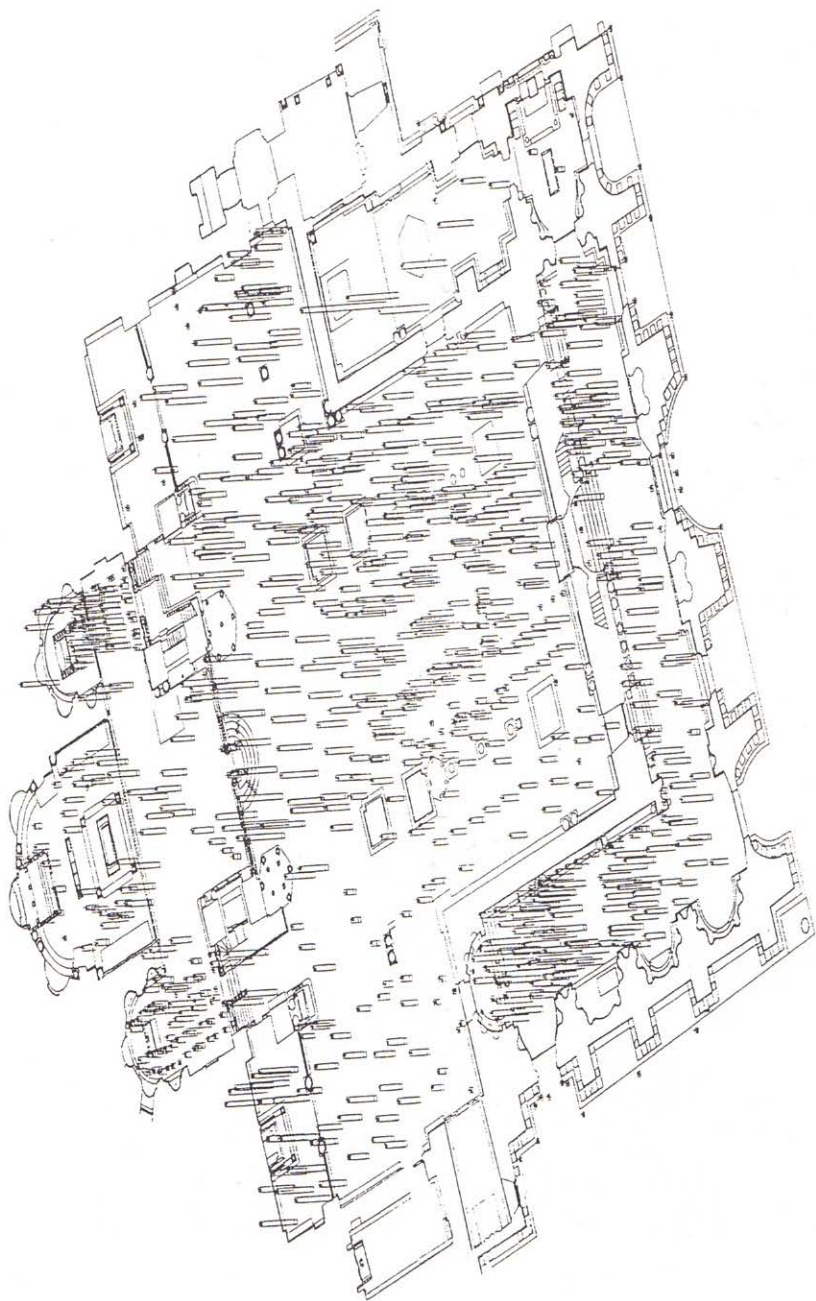


Fig. 5. Rappresentazione assometrica delle quote dei punti appartenenti al pavimento litico musivo

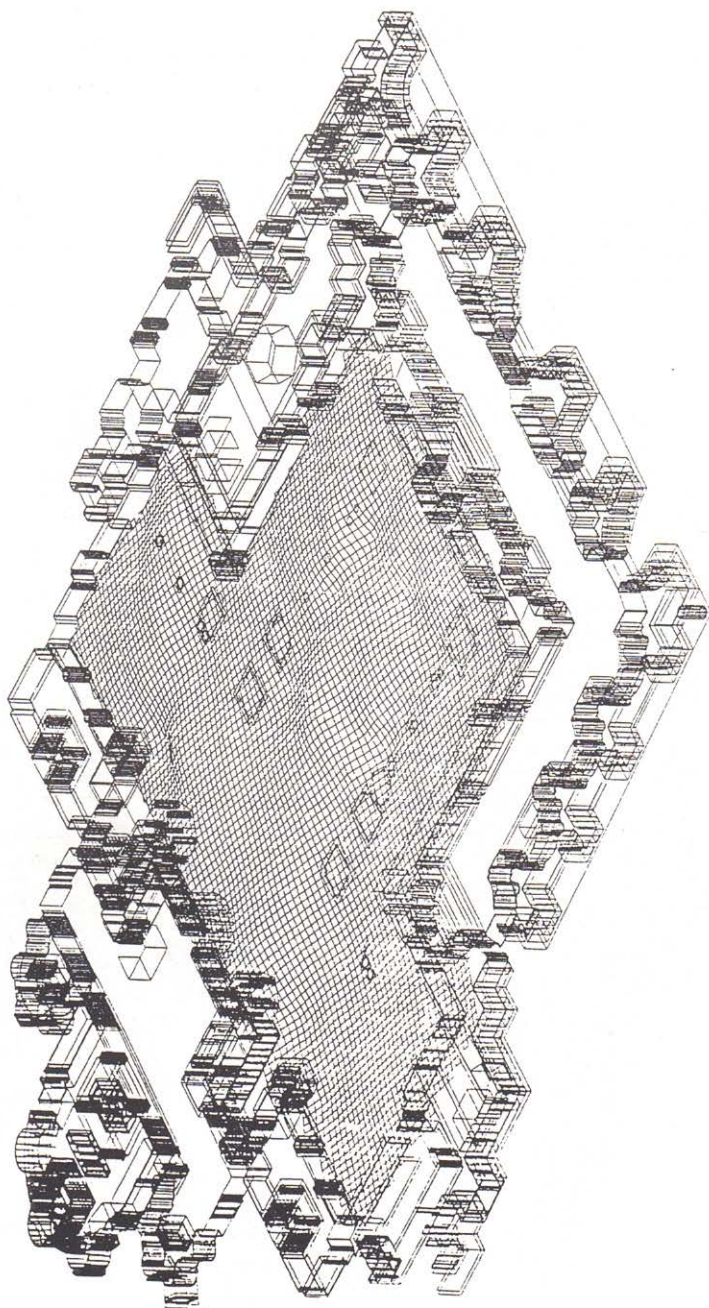


Fig. 6. Rappresentazione assonometrica del modello digitale delle altezze (DEM) del pavimento basilicale. La predizione, su una griglia regolare di 25 cm., è ottenuta applicando il metodo della collocazione ai minimi quadrati.

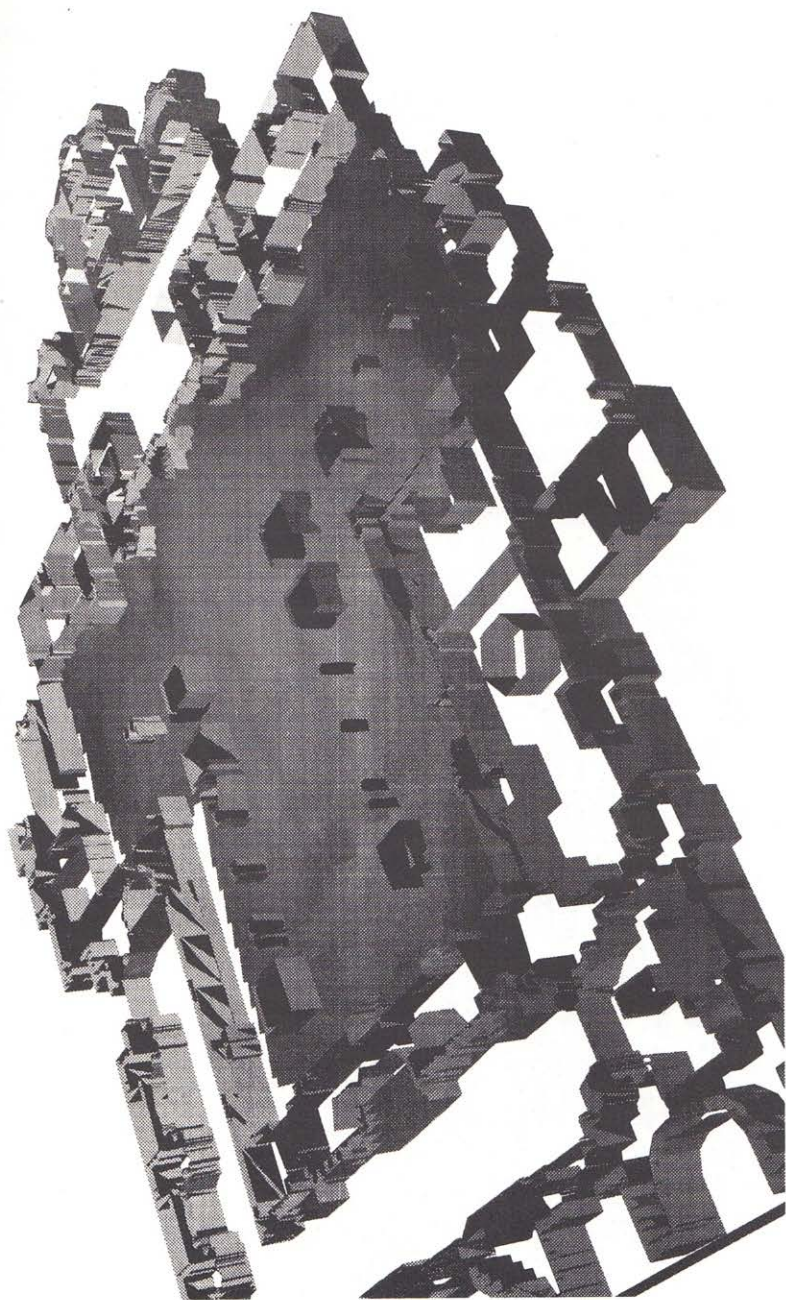


Fig. 7. Modello solido della pianta e del pavimento della Basilica ottenuto con un processo si "shading" per luci e ombre.

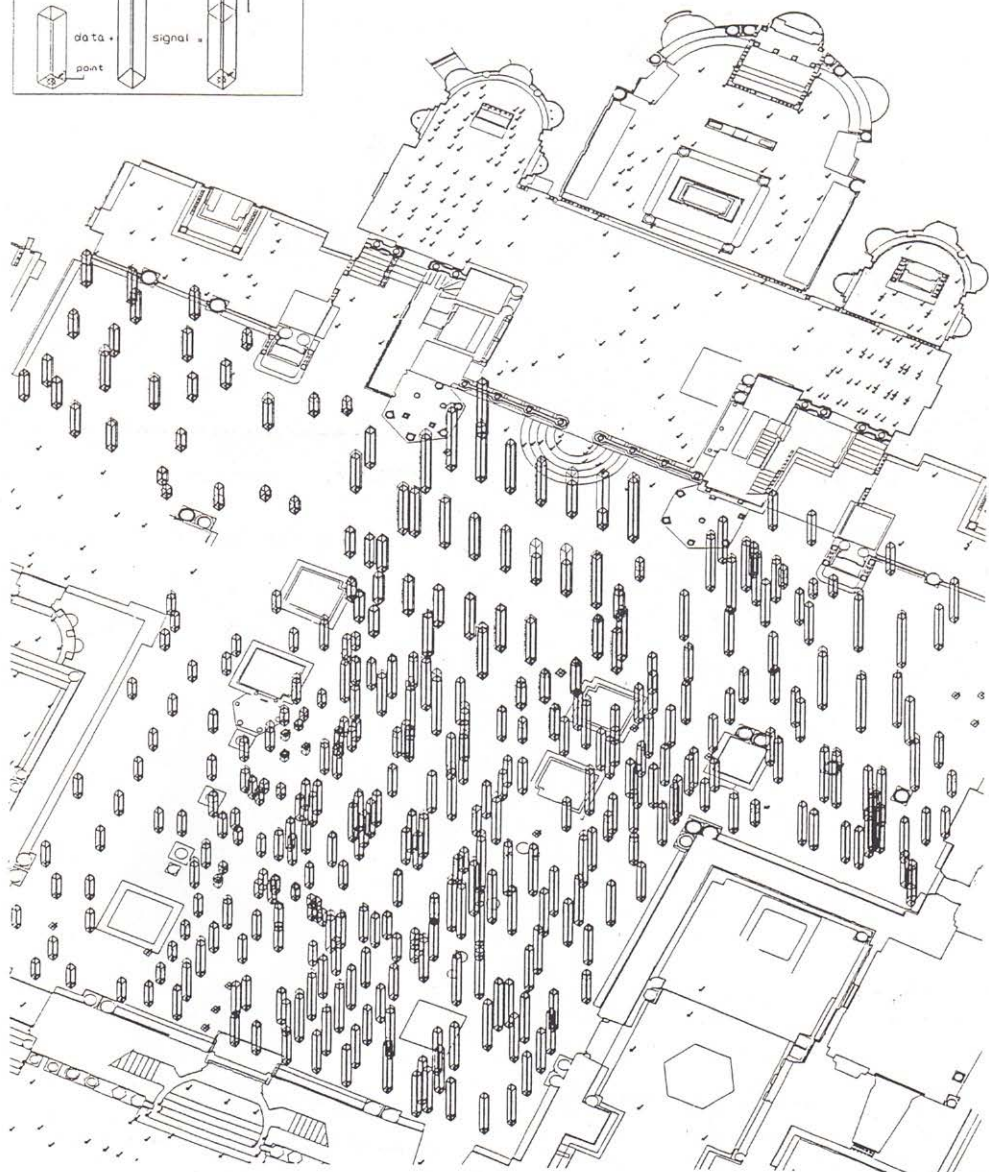
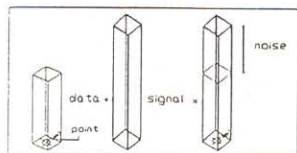


Fig. 8. Visualizzazione dei risultati del filtraggio nelle quote del segnale stimato dal rumore, relativi alle navate ed al trattamento della basilica.

BIBLIOGRAFIA

L.CICOGNARA, A.DIEDO, G.A.SELVA, (1858) "Le fabbriche e i monumenti coifici di Venezia", Venezia, Antonelli 1858

A.MIGLIACCI, M.ROBERTI, C.MONTI, L.MUSSIO, (1986) "Monitoring of a Historical Wall Painting", IABSE Symposium, TOKIO August 1986

N.MORETTI, "Pavimento della Basilica di San Marco in Venezia", (1882)rilevato e disegnato dall'architetto Nicolo Moretti, anno MDCCCLXXXII,Venezia, Ferdinando Ongania 1882 (il disegno e datato 1878)

H.MORITZ, "Covariance Function in Least Squares Collocation", (1976) Reports of the Department of Geodetic Science, n.240 Ohio State University, Columbus, June 1976

H.MORITZ, "Statistical Foundations of Collocation", (1980) Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, vol.39 n.2, 1980

A.VISENTINI, (1761) "L'Augusta ducale basilica dell'Evangelista San Marco,nell'inclita dominante Venezia" - Venezia, presso A.Zatta, 1761