

CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE E STABILITA' DELL'ACROPOLI DI TARQUINIA VECCHIA

C. Cattuto ¹, L. Gregori ¹, M. Milano ² & S. Rapicetta ¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra Università degli Studi di Perugia

² Collaboratore esterno Piazza Università, 1 - 06123 Perugia
cattuto@unipg.it; lucilia@unipg.it; silviarap@gmail.com

RIASSUNTO: C. Cattuto, L. Gregori, M. Milano & S. Rapicetta, *Condizioni geomorfologiche e stabilità dell'Acropoli di Tarquinia vecchia*. (IT ISSN 0394-3356, 2007).

Circa 5 km a NE dell'odierna Tarquinia, si erge una collina la cui sommità è costituita da un'ampia placca calcarea, limitata da una scarpata di circa 5/10 m, che poggia su una potente pila di argille. Gli scavi condotti sulla collina hanno messo in luce i resti dell'Acropoli dell'antica Tarquinia etrusca. Tuttavia i numerosi ed interessanti reperti scavati, sono minacciati da vari fenomeni:

- il cedimento e/o il crollo conseguente la dissoluzione e la carsificazione delle rocce calcaree sulle quali sono fondati,
- l'erosione il trasporto e la sedimentazione di materiale argillosabbioso operata dal ruscellamento incontrollato delle acque meteoriche,
- il crollo, per mancanza di sostegno al piede, dei reperti ubicati lungo il bordo della scarpata che limita l'area degli scavi,
- la frequente variazione del comportamento geomeccanico imposta, dalle pratiche agricole, ai terreni argillosi affioranti al piede della placca calcarea.

Sulla base delle caratteristiche rilevate, vengono illustrate le condizioni geomorfologiche d'insieme indicando, sommariamente, una serie di possibili interventi tesi a mitigare il pericolo di perdita o di inagibilità dei reperti venuti alla luce in molti anni di scavi e che costituiscono un patrimonio storico artistico e culturale assolutamente unico.

ABSTRACT: C. Cattuto, L. Gregori, M. Milano & S. Rapicetta, *Geomorphologic conditions and stability of the Acropoli "Tarquinia vecchia"*. (IT ISSN 0394-3356, 2007).

In this paper a study about lithologic and geomorphologic characteristics of the archaeological area of Tarxuna, the ancient Tarquinia city, in the Viterbo district (Lazio Region, central Italy) is presented.

The above mentioned archaeological area is situated on the sub-horizontal top of a hill, and it is limited by a high limestone escarpment.

In this area, the Acropoli, many archaeological objects have been recovered, among them the famous terracotta named "Cavalli alati" that comes from the front of the Temple.

The lithostratigraphical sequence comprises of a high pile of "Argille Azzurre", of the low-medium Pliocene, then there are two formations of medium-top Pliocene, in lateral facies eteropy: "Calcare di Tarquinia", limestone of 30 meters of maximum height, and the "Sabbie Gialle".

The "Calcare di Tarquinia" (famous also as Macco) has a sub-horizontal order and it constitutes the base on which a great part of the Acropoli of "Tarquinia Vecchia" rises and the limestone escarpment that limits the archaeological area too.

The limestone is fractured-karst rock and the waters that cross it constitute aquifers that fill small sources at contact with the "Argille Azzurre".

The clay slides and so remove the support to the limestone escarpment that collapse in blocks also large dimensions.

The regression of the escarpment is favoured by the agricultural activity, that is realized carried out until the base of the escarpment.

The above mentioned regression affect the "Argille Gialle" that are over, therefore in more points, there are landslides that induce the collapse of some areas of the Tarquinia Vecchia town-walls.

In order to mitigate the landslide risk in the archaeological area, it is necessary: to stop the rill erosion, to reduce the infiltration, to capture and to remove the waters emerging at the base of the limestone escarpment, to create structures able to control and to support the base of the escarpment.

Parole chiave: Geoarcheologia, Geomorfologia, Lazio, Tarquinia

Keywords: Geoarcheology, Geomorphology, Lazio Region, Tarquinia.

L'AREA DI STUDIO

La città di Tarquinia è nota nel mondo per i reperti della civiltà etrusca, in particolare per le numerose tombe (circa 150), decorate con pregevoli pitture, rinvenute a sud-est del centro abitato, nella "Necropoli di Monterozzi" lungo lo spartiacque meridionale del F. so S. Savino (Fig. 1).

Lungo il crinale opposto, circa 5 km a NE dall'attuale Tarquinia, sorgeva il centro abitato di "Tarxuna", l'antica Tarquinia (IX-VIII sec. a. C.), che occupava la

sommità subpianeggiante di un colle, limitata da un'alta scarpata calcarea.

Dell'Acropoli restano numerose testimonianze (Fig. 2) ed è ancora visibile parte della cinta muraria edificata in blocchi calcarei, che sembra risalire al V sec. a.C. (BONGHI J.M., 1986).

Nell'area più elevata del rilievo, inoltre, sono stati messi in luce i resti di un tempio, l'Ara della Regina, forse il più grande dell'Etruria, dal quale provengono i famosi "Cavalli alati" in terracotta che ne decoravano il frontone (Fig. 3).

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL TERRITORIO

Dopo la crisi salina del Miocene, che ha lasciato ampie tracce in alcune aree del tarquinense e della Toscana meridionale, la tettonica distensiva, con sistemi di faglie a direzione appenninica, disarticola il margine tirrenico toscano-laziale creando ampi bacini (back basins). L'ingressione marina che si accompagna alla subsidenza di questo territorio raggiunge il massimo approfondimento (FREGNI *et alii*, 1985) in due bacini separati dai monti della Tolfa: a sud il "Bacino romano", a nord il "Bacino del Fiora" (FAZZINI *et alii*, 1972). In questi ambienti epimesobatiali, che si estendono ad Est fino alla catena appenninica, durante il Pliocene inferiore e medio, si accumulano potenti coltri di sedimenti argillosi (Argille di Cerveteri nel bacino Romano, Argille azzurre in quello del Fiora).

Come evidenziato dalla cartografia geologica di Fig. 1 e dalla sezione schematizzata in Fig. 4, nell'area di Tarquinia vecchia affiora una potente formazione di peliti (circa 150 m di spessore, nota come *Argille azzurre* o *Argille turchine* (BELLOTTI *et alii*, 1993).

Sopra le argille turchine, in eteropia di facies tra loro, si alternano sabbie gialle e calcareniti (BONADONNA F.P., 1967).

- Le *sabbie gialle*, a luoghi molto addensate e a tratti alternate con sabbie argillose o conglomeratiche, sono ricche in macrofaune (Pectinidi, Gasteropodi, Ostreidi, ecc.) e raggiungono uno spessore massimo di circa 100 m. Hanno prevalentemente un colore giallastro e sono riferite al Pliocene medio-superiore.

- Allo stesso periodo risalgono le calcareniti che, sfumano talora in calcari sabbiosi giallastri ma che, più spesso, si presentano in strati e banchi compatti e costituiscono il *Calcarea di Tarquinia* (CHIOCCHINI U.,

1990), noto anche con il termine locale di "Macco". La potenza massima di questa formazione non supera i 30 m e, in virtù della sua facile lavorabilità, questa roccia è stata utilizzata, fin dal periodo etrusco, come materiale da costruzione.

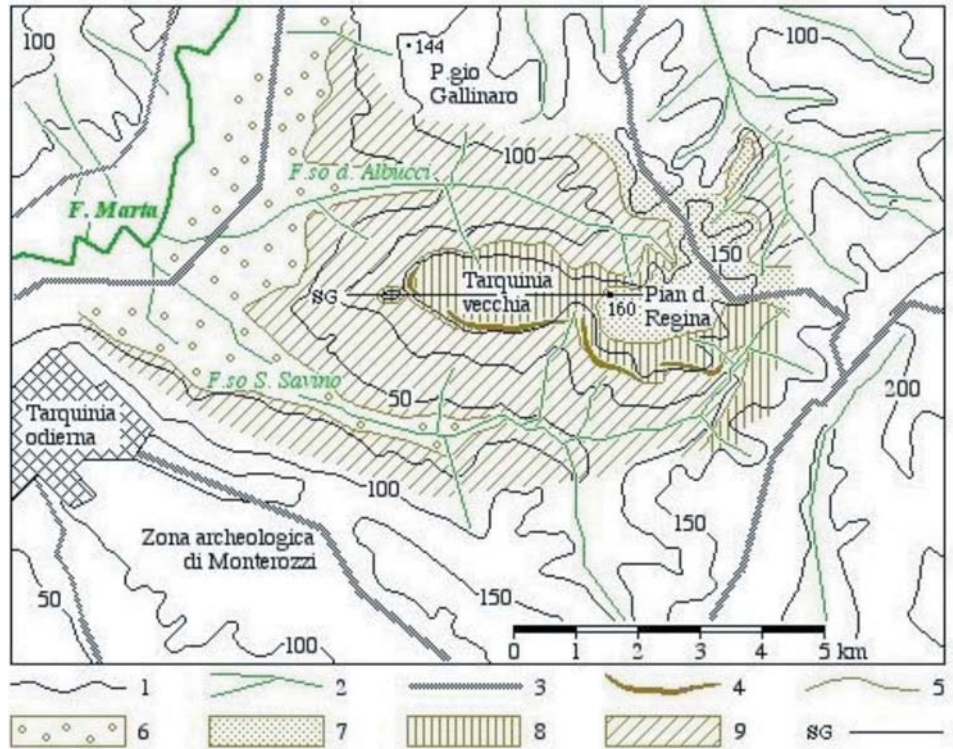


Fig. 1 - Cartografia geologica schematica dell'area d'indagine: 1. Isoipsa, 2. Corso d'acqua, 3. Strada principale, 4. Scarpata, 5. Limite litologico, 6. Depositi alluvionali recenti, 7. Sabbie gialle, 8. Calcarea di Tarquinia (Macco), 9. Argille azzurre o turchine, SG Traccia della sezione geologica schematizzata in Fig. 4.

Geologic map of the study area: 1. Contour line, 2. River stream, 3. Main road, 4. Escarpment, 5. Lithologic boundary, 6. Recent alluvial deposits, 7. Yellow sand, 8. Limestone of Tarquinia (Macco), 9. Clay, SG Cross section location shown in figure 4.

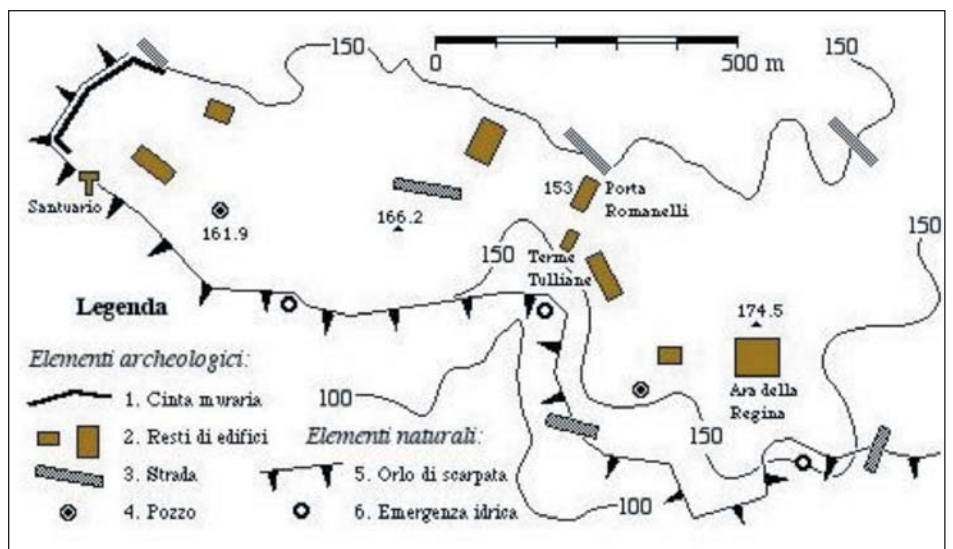


Fig. 2 - Cartografia schematica della superficie del colle, attorno all'isoipsa dei 150 m s.l.m. con la posizione dei resti archeologici più importanti di Tarquinia vecchia, messi in luce dagli scavi.

Scheme map of the most important Etruscan ruins of Tarquinia; Highlighted is the 150m contour line.



Fig. 3 - I "Cavalli alati" (Museo nazionale etrusco di Tarquinia).
 "The winged horses" (Etruscan National Museum of Tarquinia).

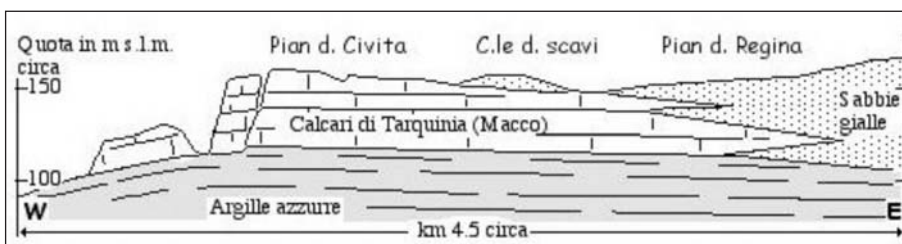


Fig. 4 - Sezione geologica schematica del rilievo di Tarquinia vecchia.
 Cross section of Tarquinia ancient hill.

Il Macco riveste un importante ruolo geomorfologico; compreso, infatti, tra le sabbie gialle e le argille azzurre, cioè tra rocce facilmente erodibili, è portato ad "emergere" topograficamente per fenomeni di litoselezione. L'assetto suborizzontale, infine, ne determina



Fig. 5 - La superficie strutturale formata dal Calcarea di Tarquinia nell'area dell'Acropoli di Tarquinia vecchia.
 Section of the Acropolis of the ancient town showing the structural surface made of the limestone of Tarquinia.

l'affioramento "a giropoggio" lungo l'intero versante meridionale del colle sul quale sono gli insediamenti di Tarquinia vecchia e si identifica con la ripida scarpata, praticamente inaccessibile, alta in media dai 5 ai 15 m che circonda l'intero insediamento dell'antica Tarquinia. Nell'area di Pian della Civita le sabbie gialle sono state completamente erose e la sommità del rilievo (superficie strutturale) coincide con il tetto della formazione calcarea (Fig. 5).

CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE E STABILITÀ DEI SITI ARCHEOLOGICI

Sulle caratteristiche meccaniche delle rocce costituenti il territorio d'indagine si possono avanzare le seguenti considerazioni:

1. Le sabbie gialle sono prevalentemente incoerenti o dotate di una modesta coesione indotta da processi pedogenetici o dalla presenza di matrice argillosa. La stabilità di questo materiale è pertanto dipendente dall'angolo di attrito interno che localmente può variare in funzione delle condizioni meteorologiche (grado di saturazione, processi di gelo-disgelo e/o di umidificazione-essiccazione), dai processi erosivi in atto (riduzione/aumento degli spessori, scalzamento al piede), dall'attività antropica (aratura, zootecnia), ecc. (Fig. 6).



Fig. 6 - Il progressivo arretramento della scarpata calcarea interessa anche l'equilibrio delle sovrastanti Sabbie gialle.
 The gradual moving back of the limestone escarpment involves the stability of the overlapping yellow sands.

2. Il Calcarea di Tarquinia presenta caratteristiche sedimentologiche variabili sia verticalmente che orizzontalmente; coesistono e sfumano gli uni negli altri, addensamenti calcarenitici, strati calcareo-marnosi e livelli o lenti di limi sabbiosi, mentre la struttura e l'assetto generale sono in strati e banchi discontinui. Il grado di fratturazione è molto elevato (Fig 8) e l'infiltrazione delle acque praticamente totale e molto rapida. Il comportamento meccanico della roccia varia pertanto anche su modesti volumi, mentre la dissoluzione risulta il processo morfogenetico più efficace (carsificazione).

La generale stabilità della superficie strutturale calcarea (Pian della Civita) si interrompe lungo la scarpata che la delimita e che, ovviamente, risulta esposta al pericolo di crolli.

3. Le argille azzurre manifestano un comportamento meccanico abbastanza omogeneo e costante su ampie superfici di affioramento, sono sovraconsolidate, dotate di una moderata coesione e la loro permeabilità è decisamente ridotta anche se, in superficie, lo strato d'alterazione ha un notevole spessore (frequentemente attorno al metro) e viene continuamente areato e rimosso dalle pratiche agricole. Come più frequente conseguenza di queste, l'infiltrazione locale può aumentare fino a deteriorare le caratteristiche meccaniche dei materiali mettendone in crisi la stabilità (Fig. 7).

CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE

La rapida circolazione delle acque attraverso il Calcarea di Tarquinia viene fermata al contatto con le Argille azzurre; entro i calcari si formano così accumuli idrici discontinui, in passato raggiunti anche dai pozzi messi in luce dagli scavi, che alimentano sorgenti perenni (una delle quali captata) o, più frequentemente, emergenze idriche temporanee.

Queste acque assumono un ruolo importante ai fini della stabilità dei siti archeologici: emergendo al contatto con le argille, ne mantengono elevato il grado di umidità, spesso fino alla completa saturazione. In



Fig. 7 - L'attività antropica contribuisce alla destabilizzazione dei versanti; l'aratura facilita la saturazione del terreno, provocando fenomeni di ruscellamento e di frana.

The human activity is a key factor of the slope stability, the ploughing activity leads to the high degree of soil saturation, raising the rill, gully erosion and landslides events.

queste condizioni è facile che le argille raggiungano lo stato plastico e che si producano fenomeni gravitativi di vario tipo, più frequentemente scivolamenti e colamenti superficiali (Fig. 9).



Fig. 8 - Il Calcarea di Tarquinia è profondamente e intensamente fratturato e la rapida e massiccia infiltrazione delle acque ne provoca la continua corrosione.

The Tarquinia limestone is deeply fractured and the fast infiltration causes the continuous corrosion.



Fig. 9 - Le Argille azzurre sono affette da fenomeni franosi retrogressivi che si spingono fino al piede della scarpata calcarea; questa, priva di sostegno, crolla in blocchi anche di considerevole volume.

The grey clay are affected by landslide movements moving up-slope toward the foot of the limestone escarpment. Due to this fact the escarpment falls down with blocks of large dimension.

Il processo è favorito dall'uso agricolo del terreno argilloso; l'aratura a giropoggio viene infatti spinta fino alla base della scarpata calcarea, creando le condizioni per il ristagno delle acque, l'infiltrazione e la massima saturazione del terreno.

PERICOLO PER I SITI ARCHEOLOGICI

Nelle attuali condizioni il pericolo più grave per l'area degli scavi è quello derivante dal progressivo arretramento della scarpata calcarea (Fig. 10) e dal crollo dei manufatti che la sovrastano.

Anche dove l'arretramento della scarpata rocciosa ha esposto all'erosione le sabbie sovrastanti, si stan-



Fig. 10 - La continuità della pendenza, lungo il versante argilloso che degrada verso l'alveo del F. so di S. Savino, è interrotta dalla presenza dei blocchi calcarei, crollati in epoche diverse e poi lentamente trascinati a valle da fenomeni gravitativi che ne permettono il movimento continuo.

The clayey slope continuity toward the S. Savino stream is interrupted by limestone blocks, fallen down in different periods. These blocks moved slowly down by continuous landslides phenomena.



Fig. 11 - La perdita di sostegno, indotta dall'erosione delle Sabbie gialle sulle quali era fondata la cinta muraria di Tarquinia vecchia, ne mette a rischio la stabilità in più punti.

The lack of the ground support, due to erosion of the yellow sands is the main reason of the slope instability in several places of the ancient Tarquinia.

no creando fenomeni di instabilità; il più evidente è quello che si è prodotto ai danni della cinta muraria della Tarquinia antica, già crollata o direttamente minacciata in più punti (Fig. 11) e per lunghe tratte ormai vistosamente inclinata e prossima al ribaltamento (Fig. 12).

Negli anni passati la sommità del colle sul quale si estende l'antica Tarquinia era intensamente coltivata e sono ancora visibili, sui blocchi di muratura semiaffioranti dal terreno, le scalfitture prodotte dal vomere. Ad evitare la possibile rovina dei manufatti non ancora messi in luce dagli scavi, la stessa area è stata destinata a prato-pascolo. Questa pratica ha tuttavia favorito il progressivo deterioramento della copertura erbacea e del suolo; infatti, gli animali al pascolo hanno provocato la diffusione di una specie vegetale resistente e invasiva, la *Ferula* (*F. communis*) perché tossica e quindi



Fig. 12 - Lunghe tratte della cinta muraria di Tarquinia vecchia, interessate dal movimento del terreno fondale, hanno perduto la verticalità e sono prossime al ribaltamento.

Long sides of the ancient Tarquinia surrounding wall affected by ground foundation movements, lost their vertical structure and are next to toppling.



Fig. 13 - Gli scavi e le strutture da questi messe in luce possono rappresentare una via di facile raccolta e veloce scorrimento delle acque superficiali con locali incrementi dell'erosione.

The excavations and the resulting highlighted structures could represent a preferential river network that leads to some local higher rate of erosion.

istintivamente immangiabile. La copertura erbacea appetibile è invece sparita completamente e, come conseguenza, anche il suolo è stato progressivamente eroso.

Per ampie estensioni è venuta alla luce la roccia calcarea fratturata che ha subito l'incremento dei processi corrosivi; lungo le fratture beanti, inoltre, le acque si incanalano in grande quantità andando ad alimentare il circuito sotterraneo e questo fenomeno si realizza anche lungo gli scavi che rappresentano una via preferenziale per il deflusso idrico (Fig. 13). La terra, trascinata dalle acque entro le fratture, rende possibile in esse la crescita di specie arboree dotate di un apparato radicale in grado di ampliarle ulteriormente.



Fig. 14 - Schema delle possibili opere tese a ridurre il rischio idrogeologico nell'area dell'Acropoli.

Scheme of the hypothetical works in order to reduce the hydrogeologic risk in the Acropoli area.

CONCLUSIONI E POSSIBILI INTERVENTI

In mancanza di rilievi topografici mirati (sezioni e piani quotati) e di dati sul comportamento geomeccanico delle argille, non è ovviamente possibile avanzare alcun tipo di progetto, sia pure di massima, utile alla salvaguardia del patrimonio archeologico di Tarquinia vecchia.

Tuttavia, note le caratteristiche geomorfologiche dell'area e la loro evoluzione, è possibile elencare, come in Fig 14, gli interventi più idonei per rallentare i processi geomorfologici in atto, mitigando il pericolo di perdita della stabilità dei manufatti d'interesse archeologico:

1. rallentare il ruscellamento disordinato e riducendo sia il dilavamento che l'infiltrazione (opere di raccolta/drenaggio delle acque meteoriche e riduzione della permeabilità superficiale del terreno, favorendo la ricostituzione del suolo e della copertura vegetale);
2. raccogliere e canalizzare le acque emergenti al piede della cornice calcarea per evitare la saturazione e la plasticizzazione delle Argille azzurre;
3. edificare opere di sostegno al piede della scarpata calcarea, per contrastare e/o contenere i fenomeni di crollo; nella fascia di terreni prossima al piede dei calcari, le pratiche agricole, e l'aratura in particolare, dovrebbero essere vietate.

BIBLIOGRAFIA

- BONADONNA F.P. (1967) - *Studi sul pleistocene nel Lazio, II: linee di costa lungo il litorale di Tarquinia (Lazio settentrionale)*. Geologica Romana, **VI**, 121-135.
- BONGHI J.M. (1986) - *Testimonianze archeologiche e ricostruzione storica, scavi sistematici nell'abitato*. Gruppo Archeologico Romano, **I**, 11-135, 6 tav.
- BELLOTTI P., EVANGELISTA S., LA MONICA G.B., LANDINI B., MILLI S. (1993) - *Itinerario n° 11: da Roma a Tarquinia*. Vol. **5** (Lazio) Guide Geologiche Regionali. Soc. Geol. It.
- CHIOCCHINI U. (1990) - *Caratteri sedimentologici e stratigrafici delle Calcareniti di Tarquinia*. Boll. Soc. Geol. It., **12**, 210-221.
- FAZZINI P., GEMINI R., MANTOVANI M.P. & PELLEGRINI M. (1972) - *Geologia dei Monti della Tolfa (Lazio settentrionale; Prov. Roma e Viterbo)*. Mem. Soc. geol. It., **11**, pp. 65-144.
- FREGNI P., GASPERI G. & GELMINI R. (1985) - *Il Messiniano tra la Toscana meridionale e il Lazio settentrionale*. Mem. Soc. geol. It., **25**, pp. 233-287.

Ms. ricevuto il 20 febbraio 2006
Testo definitivo ricevuto il 31 ottobre 2006

Ms. received: February 20, 2006
Final text received: October 31, 2006