

Tavolo di coordinamento tra DPC e progetti sismologici – Milano 28.09.06

Resoconto schematico

Partecipanti

G. Di Pasquale, R. Basili, D. Di Bucci, E. Faccioli, D. Slejko, G. Valensise

Introduzione (G. Di Pasquale)

I progetti finanziati da DPC hanno la caratteristica comune di essere finalizzati, in tempi più o meno brevi, ad applicazioni volte alla riduzione del rischio sismico: in essi, quindi, si contemporano le conoscenze avanzate tipiche della ricerca e la concretezza e coerenza necessarie per le applicazioni. Nell'ambito della libertà di ricerca di ciascuno dei progetti S, si vorrebbero alla fine avere delle indicazioni concordanti tra loro per tutti i risultati di immediata applicazione, in special modo se normativa. La ricerca su tematiche comuni da parte di diversi gruppi può ovviamente procedere liberamente ma nell'ambito di un coordinamento costante che assicuri al termine una revisione critica dei diversi risultati con valutazioni delle circostanze in cui ciascun approccio ha maggiore o minore affidabilità.

Questi principi sono stati già più volte evidenziati dal CR e da DPC, ed è stata una delle ragioni per l'istituzione dei tavoli di confronto sui temi trasversali.

La riunione odierna parte dal confronto tra S5 ed S1, che hanno un legame molto stretto rappresentato dalle indicazioni normative, alcune già ufficialmente recepite (Mappa di ag ed altri prodotti già pubblicati nell'ambito di S1). Vengono poi discusse altre tematiche per le quali sono auspicabili linee comuni:

- Modelli non stazionari di pericolosità a supporto di criteri di priorità per interventi di riduzione del rischio, affrontati in S1 con una prima formulazione in cui il terremoto associato ad una ZS ha ugual probabilità di verificarsi nell'intera area. In futuro ed in altri progetti, potrebbe essere invece associato ad un punto specifico del territorio.
- Dati di base per la pericolosità e riflessi sui risultati. Ad esempio il ruolo delle aree/strutture sismogenetiche (DISS3): un primo tentativo effettuato nell'ambito di S1 per il NE ha mostrato differenze che richiedono una riflessione sulla possibilità concreta di utilizzare a breve queste informazioni per eventuali sviluppi di mappe di pericolosità di base. D'altra parte già oggi è sentita la necessità di caratterizzare le strutture in particolari progetti.
- Influenza delle condizioni di sito, che possono alterare in modo significativo la pericolosità di base. Anche questa tematica è stata già affrontata in S1 a scala nazionale, per avere una prima valutazione quantitativa, ancorché sommaria poiché ottenuta attraverso la caratterizzazione a grande scala delle condizioni geologiche (1:500.000) e l'uso delle forme spettrali EC8 (A, B e C soltanto). Il tema viene utilmente approfondito negli altri progetti e attraverso un apposito tavolo di confronto.

Infine, a proposito di risultati di immediata applicazione, va evidenziato l'esempio della pericolosità in termini di accelerazione, già ufficializzata in una OPCM (3519/06), che, sempre in S1, è stata confrontata con la pericolosità in termini di intensità. Sono emerse differenze significative ed in S1 sono previsti *deliverables*, che dovrebbero aiutare a spiegare le differenze al pubblico, non solo in termini tecnici (differenti leggi di attenuazione), ma anche di indicazioni “conclusive”.

Progetto S5 (E. Faccioli): stato di evoluzione e aspetti significativi

- Relazione di attenuazione. La chiave di volta su cui poggia il progetto è la base dati su cui è stata calibrata la relazione di attenuazione per le ordinate spettrali in spostamento, per periodi da circa 1s a 15 s e oltre: essa comprende circa 1700 registrazioni accelerometriche digitali (a

parte una decina di analogiche provenienti dal terremoto dell'Irpinia del 1980, accuratamente valutate), la maggior parte delle quali provengono dal Giappone, mentre circa il 10% sono dall'Europa (compresa Italia) e Medio Oriente. Considerato il comportamento uniforme di grandi regioni della crosta terrestre per i periodi in esame e l'esclusione di terremoti di subduzione, e comunque di eventi con profondità maggiori di 30 km, si ritiene che la r.a. sia pienamente applicabile anche al territorio nazionale. I confronti con i soli dati digitali italiani disponibili sono in tal senso del tutto confortanti. Inoltre la base dati contiene anche registrazioni da eventi con evidenza di fenomeni di direttività e di profilo di radiazione, il cui contributo alla pericolosità può essere pertanto statisticamente incluso nella stessa r.a.. La dipendenza del logaritmo dello spostamento spettrale da M e da R trovata nella relazione, su un ampio intervallo di periodi, è coerente con quanto previsto teoricamente poiché i coefficienti dei due termini si avvicinano rispettivamente a 1 e -1. La dipendenza invece del termine della distanza anche dalla magnitudo è stata valutata e non apporta miglioramenti alla r.a. in termini di σ .

- **Spettri di spostamento a Probabilità Uniforme**. Gli spettri a PU derivati da un'analisi probabilistica basata sulla stessa zonazione del progetto S1 (un effetto rilevante per lo spostamento deriva dalla scelta fatta in S1 sulla magnitudo massima: è affidabile? Suggerimenti dal progetto S2 sono attesi in tal senso) e sulla r.a. in spostamento calcolata nell'ambito di S5, mostrano differenze significative (e indipendenti dal livello di magnitudo) rispetto a quelli derivati dagli spettri a PU in accelerazione del progetto S1. L'utilizzo dello spettro che risulta più conservativo tra i due, potrebbe comportare per l'utente finale confusione, pertanto una soluzione (Di Pasquale) sarebbe quella di fornire, almeno in normativa, solo le ordinate dello spettro in spostamento per periodi maggiori di quelli che competono all'accelerazione (tipicamente per $T > 2s$). I risultati ottenuti mostrano che lo spostamento del terreno è influenzato in modo assolutamente predominante dalle Magnitudo più elevate, mentre le accelerazioni possono essere significativamente influenzate dalle Magnitudo medie ed anche basse. Questa differenza si legge nelle mappe dei due differenti parametri (dg ed ag, v. appendice 1). Il parametro dg ha una ricaduta normativa potenzialmente immediata, visti i valori attualmente in norma, ed ha una notevole importanza per le infrastrutture (ponti, tubazioni) nelle quali il calcolo degli spostamenti fra supporti distanti in condizioni di suolo diverse dipende direttamente da dg.
- **Approssimazione bilineare**. In concordanza col progetto S1, l'approssimazione proposta per lo spettro di spostamento utilizza un primo ramo linearmente crescente derivato direttamente dal valore di a_g delle mappe di pericolosità fornite da S1 (unica variante è che tale ramo si estende sino a un valore di T_D che non è più prefissato). Su proposta di G M Calvi, però, lo spettro non potrà scendere al di sotto di una soglia minima indipendente dal periodo di vibrazione. Per la progettazione di strutture nuove ($T_r=475$ anni) il valore della soglia, probabilmente, sarà di 30 mm per lo SLU, e 10 mm per lo SLD ($T_r=72$ anni) (questi valori includono una eventuale amplificazione dovuta ad effetti di sito). Per le strutture esistenti occorre una maggiore attenzione, tema delicato, ma indicativamente non dovrebbero essere rilevanti effetti sulle costruzioni derivanti da spostamenti inferiori a 10 mm. Si è prospettata una diversa, e più articolata, valutazione del valore di d_g presente nelle attuali normative, approssimato in gran parte per difetto (v. appendice 1). Inoltre si prospetta la possibilità di utilizzare una forma spettrale tri-lineare, nella quale d_g rappresenta il secondo tratto, a valore costante, dello spettro di spostamento in approssimazione bilineare.
- **Effetti di sito**. La quantificazione degli effetti di sito è ancora in fase di studio. L'uso di formule per la valutazione del periodo dominante di vibrazione al sito, che includano V_{S30} e smorzamento ζ del profilo del suolo, può essere un'utile strada. Gli effetti di sito possono essere presi in considerazione attraverso un'amplificazione dell'approssimazione bilineare

degli spettri a PU con una “gobba” per i periodi intermedi. In fase di valutazione sono anche gli effetti di bacino. Non si è ancora deciso se questi potranno essere inclusi negli effetti di sito, o se saranno trattati con un fattore di aggravio addizionale per determinati tipi di bacini. Studi di modellazione numerica nella piana di Gubbio sembrerebbero indicare la necessità di percorrere la seconda alternativa, coerentemente anche con quanto risultato anche da altri studi. Suggerimenti utili in questa direzione potrebbero venire dai progetti S3 e S4 che si occupano di modellazione numerica. Dai risultati dell'esame del database, raggruppato per condizioni di sito e Magnitudo si evidenzia la dipendenza degli effetti di sito dalla Magnitudo, cosa che trova in qualche modo conferma in alcune normative (NEHRP) in cui i coefficienti di sito dipendono dal livello di accelerazione. Sono state trovate formule che permettono di esprimere meglio l'effetto di ζ sugli spettri di risposta, che consentirebbero di cambiare le attuali formulazioni in norma.

Progetto S2 (Basili e Valensise)

E' stata brevemente presentata la nuova mappa delle aree sismogenetiche DISS3. Le aree sismogenetiche (“salsicce”) rappresentano l’incertezza non sulla presenza di strutture geologiche in quell’area, ma piuttosto sulla definizione della geometria di tali strutture. Tali aree possono essere trattate in modo poissoniano “spalmando” su di esse gli eventi inclusi nel catalogo, nonostante la formulazione delle stesse sia invece basata su modelli geodinamici e geodetici. Le strutture geologiche della mappa sono invece ben caratterizzate dal punto di vista della geometria, laddove sono maggiori le incertezze sulla loro caratterizzazione sismica. Esse devono intendersi come faglie che danno origine a un terremoto caratteristico. A volte però l’incertezza sui tempi di ricorrenza e sul rateo di scorrimento di tale terremoto è maggiore di quella sulla magnitudo. In questi casi una caratterizzazione di tipo poissoniano può evitare degli errori. La magnitudo massima riportata nella descrizione delle strutture è invece ben vincolata.

Viene rimarcato il problema, di non immediata soluzione, di garantire che il bilancio energetico sia conservato nel momento in cui si passa da una sismicità descritta da catalogo e zone sismogenetiche a una sismicità descritta in parte dal catalogo e dalle nuove aree sismogenetiche ed in parte da sorgenti individuali caratterizzate dai propri ratei di scorrimento.

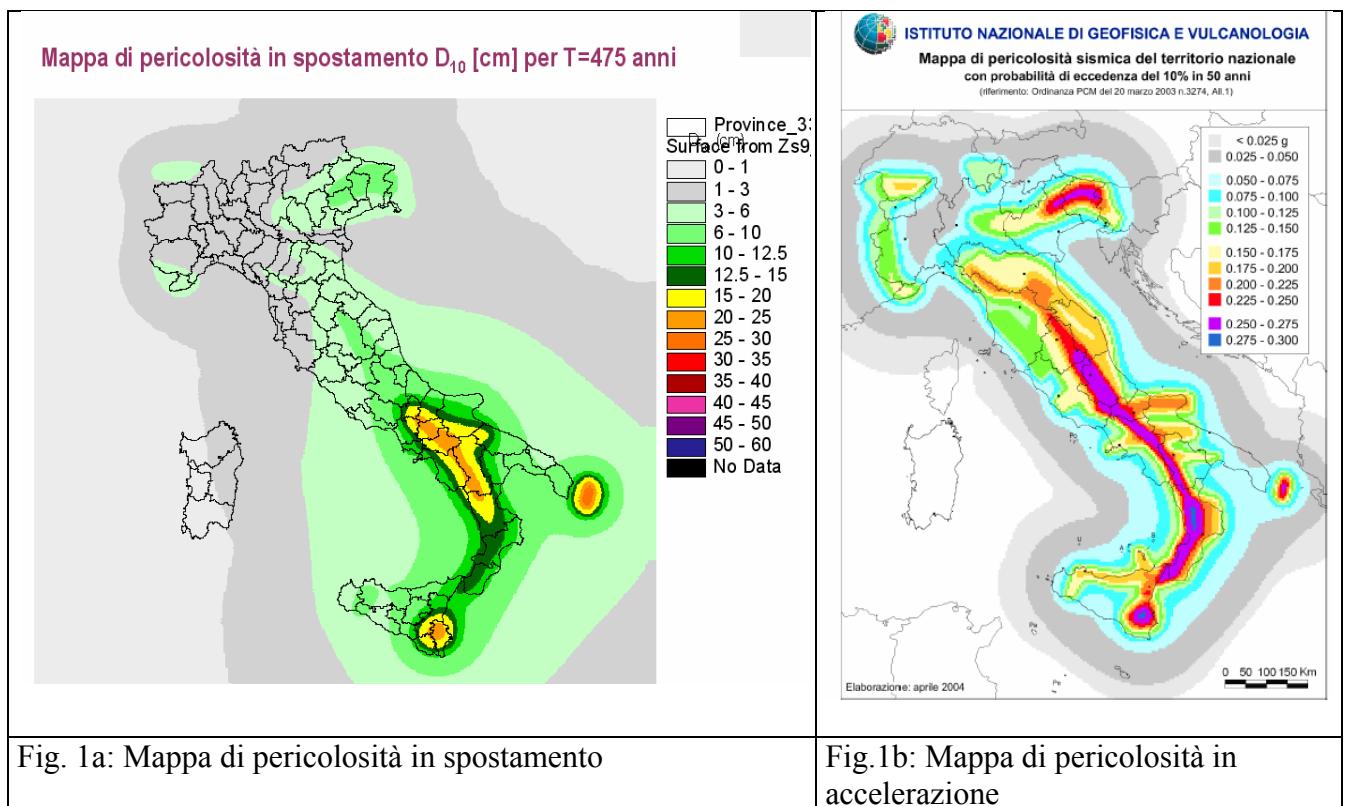
Si è concordato che S2 fornirà a S5 in tempi brevi indicazioni su quelle regioni in cui, accanto alla modellazione poissoniana tradizionale basta su ZS9, potranno essere usate con più confidenza – almeno a livello di sperimentazione - anche le aree sismogenetiche di DISS3, con ipotesi di terremoto caratteristico su alcune faglie.

Appendice 1 – alcuni spunti sulla gestione dei risultati innovativi dei progetti S (Di Pasquale)

Questa appendice vorrebbe condensare parte delle problematiche discusse nel corso della riunione, con le figure più significative, al fine di rendere meglio comprensibili gli argomenti a chi non è stato presente ed anche al fine di evidenziare le ricadute possibili in termini di eventuali modifiche normative.

a) Pericolosità in termini di spostamento ed in termini di accelerazione

La mappa di pericolosità che evidenzia l'uso di dg è abbastanza diversa da quella che si ottiene utilizzando ag . In particolare dg fa emergere come zone a maggiore pericolosità l'Appennino dal Molise a Reggio Calabria, mentre ag fa emergere il Friuli e la fascia appenninica da Umbria-Marche fino a Reggio Calabria. Il siracusano compare in entrambi.



La differenza tecnicamente si spiega con la diversa influenza della Magnitudo sui due parametri del moto: dg riceve contributi sostanzialmente solo da Magnitudo alte, ag , invece, riceve contributi prevalentemente da Magnitudo medie: non è quindi detto che si verifichino negli stessi punti contemporaneamente i massimi (o i minimi) valori di accelerazione e di spostamento corrispondenti ad una assegnata probabilità di eccedenza in 50 anni.

Dal punto di vista della comunicazione, oltre che della norma, le due differenti mappe vanno gestite in modo unitario.

Se in futuro la progettazione in zona sismica non passerà più attraverso le zone, ma solo attraverso i parametri di riferimento dello scuotimento (accelerazioni, spettri, spostamenti...) assegnati a ciascun punto del territorio, il problema sarà automaticamente superato.

Oggi le zone esistono e sono indicate da numeri che ne indicano la pericolosità: occorre spiegare che ag e dg non sono in realtà legati dalla relazione di proporzionalità che oggi è presente in norma, valida per tutta l'Italia, ma che a pari valori di ag possono corrispondere differenti valori di dg.

b) Pericolosità di base da S1 e aree sismogenetiche da DISS3

L'ultima versione delle aree sismogenetiche (DISS3) pubblicata sul sito evidenzia alcune aree poste in zone non coperte da ZS9. Ad esempio la costa meridionale della Sicilia, in corrispondenza della zona di subduzione. L'uso di tali aree probabilmente cambierebbe in modo significativo la pericolosità in quelle zone. Anche questo problema va affrontato conciliando le esigenze di continuo aggiornamento poste dalla ricerca con le esigenze di stabilità di norme di uso generalizzato. In sostanza bisognerebbe evidenziare già all'atto della pubblicazione sul sito il fatto che si tratta di lavori scientifici in continua evoluzione ancora non maturi per ricadute normative.

c) Eventuali modifiche normative

Se i risultati di S5 saranno confermati e se si verificheranno le condizioni al contorno per poter opportunamente proporre modifiche alla norma, occorrerà affrontare i seguenti argomenti:

- 1) Cambiare i valori di dg, poiché quelli attuali arrivano al massimo a 6.9 cm in zona 1 su suolo A, mentre quelli calcolati da S5 arrivano ad oltre 20 cm (v. fig. 2).
- 2) Verificare l'attualità delle formule che definiscono gli spostamenti relativi fra punti differenti del terreno (All. 3), che utilizzano i valori di dg.
- 3) adottare forme spettrali in spostamento differenti da quelle attuali: la forma bilineare (nello spettro di spostamento), consente di salvare la formulazione attuale presente nell'allegato 2 alla OPCM 3274 e nelle NTC, con l'unica necessità di definire punto per punto il valore di T_D ossia del periodo a partire dal quale lo spettro in accelerazione è costante. Questa forma può risultare in molti casi eccessivamente cautelativa nel camp 1.5 – 4 sec. Una forma trilineare si presterebbe meglio ma sarebbe più complicata da descrivere. Andrebbe cambiato lo spettro riportato nell'Allegato 3 (v. fig. 2)
- 4) Rivedere la formulazione degli spettri in spostamento per categorie di suolo diverse.
- 5) Cambiare la formulazione del coefficiente η che modifica lo spettro per tener conto degli effetti di dissipazione dell'energia. E' noto che η debba tendere ad 1 per periodi molto elevati, superiori a quelli considerati negli spettri di norma per le costruzioni ordinarie (fino a 4 sec). Lo studio condotto in S5 indica che la forma attuale di η può essere ritenuta valida fino a 7 secondi dopo di che si può adottare una interpolazione lineare che fornisce valore unitario per $T=22$ sec.

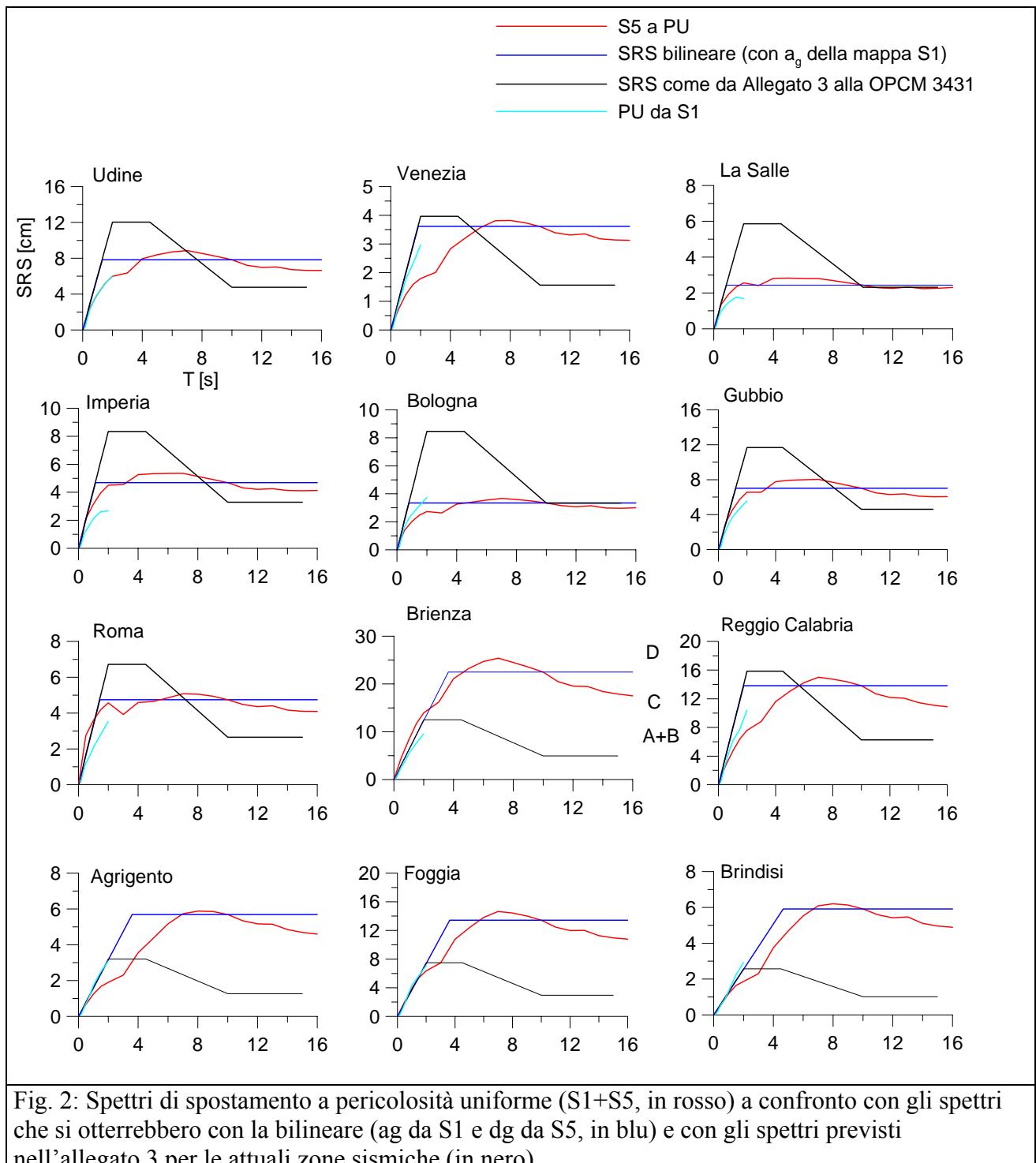


Fig. 2: Spettri di spostamento a pericolosità uniforme (S1+S5, in rosso) a confronto con gli spettri che si otterrebbero con la bilineare (a_g da S1 e d_g da S5, in blu) e con gli spettri previsti nell'allegato 3 per le attuali zone sismiche (in nero)