



**GEO**

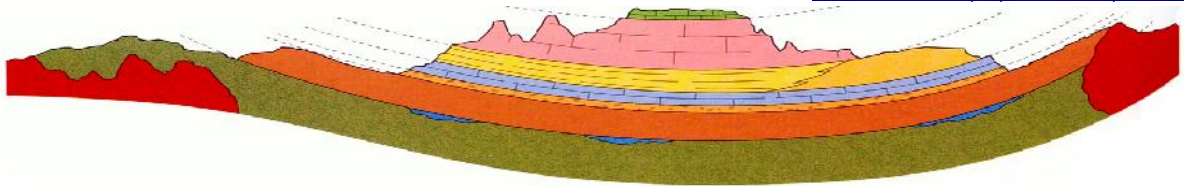
**Studio associato di Geologia**

Dott. Rocco Rafaniello  
Dott. Michele Sisto

Via 31 ottobre, n. 31 - LIONI (AV)  
Tel. 0827/46600  
P. IVA 018 3206 0642

roccorafaniello@libero.it  
micsisto@unisannoio.it

p.e.c.  
[roccorafaniello@epap.sicurezza postale.it](mailto:roccorafaniello@epap.sicurezza postale.it)  
[michelesisto@epap.sicurezza postale.it](mailto:michelesisto@epap.sicurezza postale.it)



## **COMUNE DI TEORA**

**Provincia di Avellino**



**Studio geologico  
per il Piano Urbanistico Comunale  
- VERIFICHE di STABILITA' -**

**Dr. Geol. Rocco Rafaniello**

## Relazione di calcolo – SEZIONE BB'

### Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

### Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

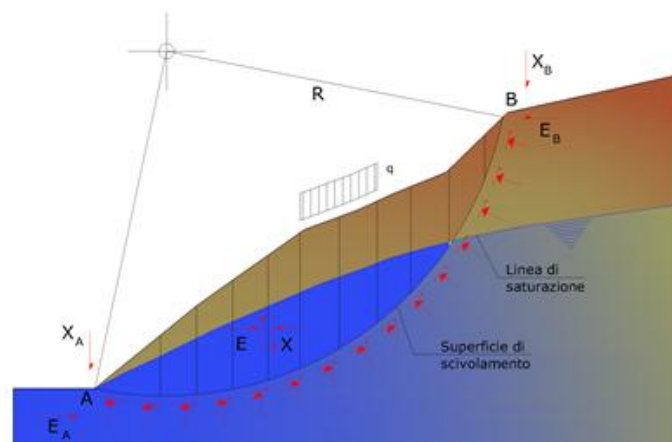
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

### Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.). Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



### Metodo dei concii

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di concii. Se il numero dei concii è pari a  $n$ , il problema presenta le seguenti incognite:

- $n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;
- $n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$ ;
- $(n-1)$  forze normali  $E_i$  agenti sull'interfaccia dei concii;
- $(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei concii;
- $n$  valori della coordinata  $a$  che individua il punto di applicazione delle  $E_i$ ;
- $(n-1)$  valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_i$ ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza  $F$ .

Complessivamente le incognite sono  $(6n-2)$ .

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti  $n$ ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale  $n$ ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale  $n$ ;
- equazioni relative al criterio di rottura  $n$ .

Totale numero di equazioni  $4n$ .

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  in quanto si fa l'assunzione che  $N_i$  sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le  $(n-2)$  indeterminazioni.

### Metodo di Fellenius (1927)

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

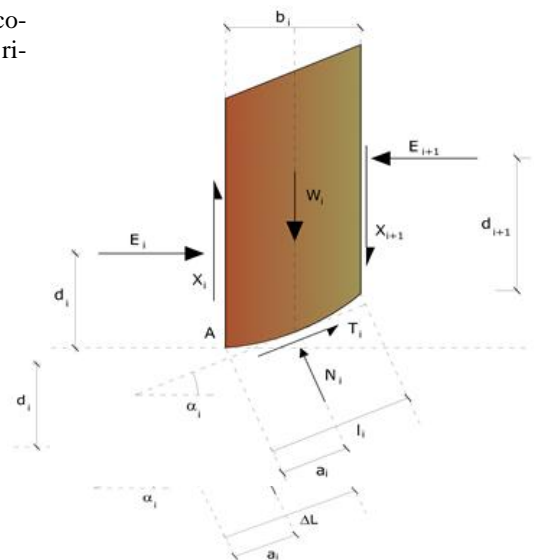
- $n$  valori delle forze normali  $N_i$ ;
- $n$  valori delle forze da taglio  $T_i$ ;
- 1 fattore di sicurezza.

Incognite  $(2n+1)$ .

Le equazioni a disposizione sono:

- $n$  equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
- $n$  equazioni relative al criterio di rottura;
- equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \varphi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$



Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

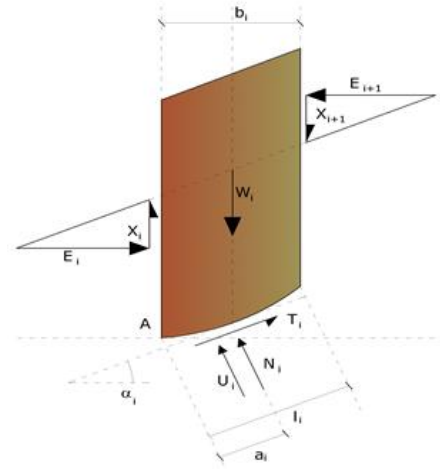
### Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

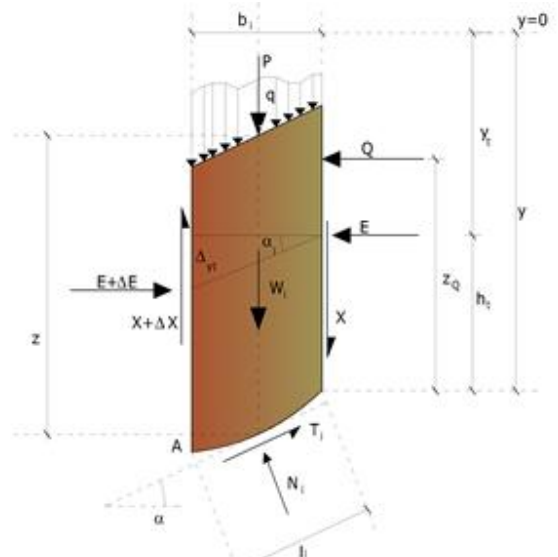
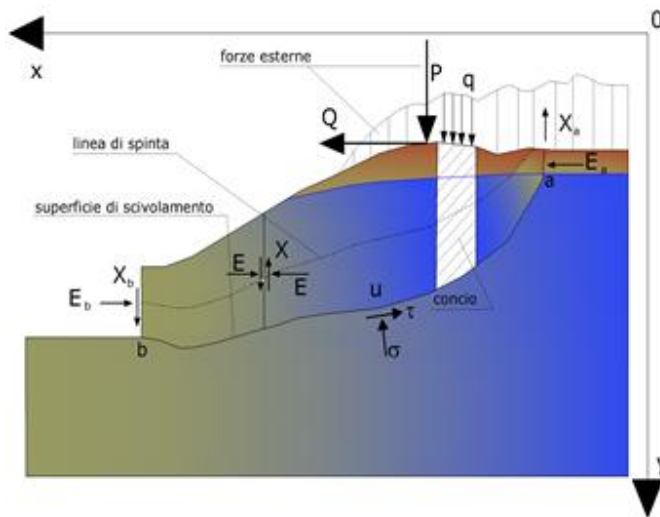
I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre ΔX = 0 ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.



### Metodo di Janbu (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi. Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio). A tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{W_i \times \tan \alpha_i}$$

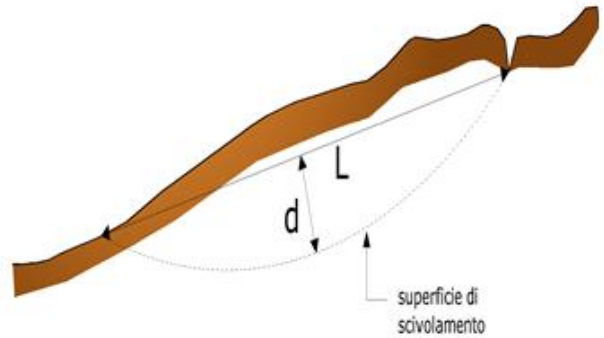
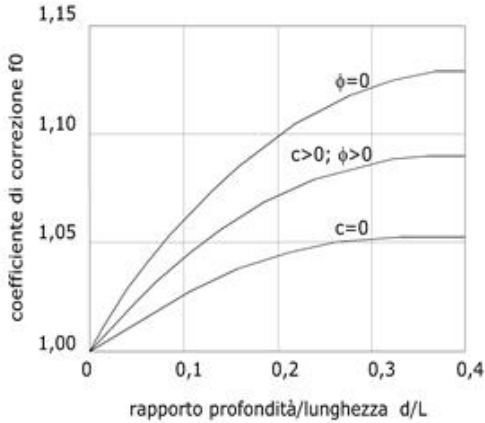


Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Assumendo ΔX<sub>i</sub> = 0 si ottiene il metodo ordinario. Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 \cdot F$$

dove  $f_0$  è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.



### Metodo di Bell (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno,  $W$ , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali  $K_x W$  e  $K_z W$ , le forze orizzontali e verticali  $X$  e  $Z$  applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio  $\sigma$  e  $\tau$  agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori  $u$  che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da Taylor.

In accordo con la legge della resistenza di Mohr-Coulomb in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell' $i$ -esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \Phi_i}{F}$$

in cui:

$F$  = il fattore di sicurezza;

$c_i$  = la coesione efficace (o totale) alla base dell' $i$ -esimo concio;

$w_i$  = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell' $i$ -esimo concio;

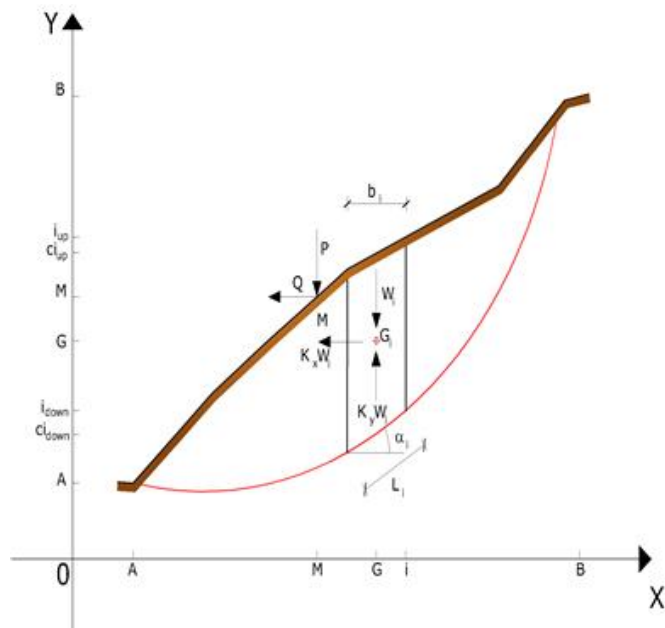
$L_i$  = la lunghezza della base dell' $i$ -esimo concio;

$u_{ci}$  = la pressione dei pori al centro della base dell' $i$ -esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[ C_1 (1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$



in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$$W_i \cos \alpha_i / L_i = \text{valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei concii}$$

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left( \frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

dove  $x_0$  ed  $x_n$  sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre  $x_{ci}$  rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i-esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno  $K_z$  g può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore  $(1 - K_z)$ .

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza F, sostituendo l'espressione di  $N_i$  e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario  $C_3$ . Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

### Metodo di Sarma (1973)

Il metodo di Sarma è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica  $K_C$ ) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in n strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale  $N_i$  agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

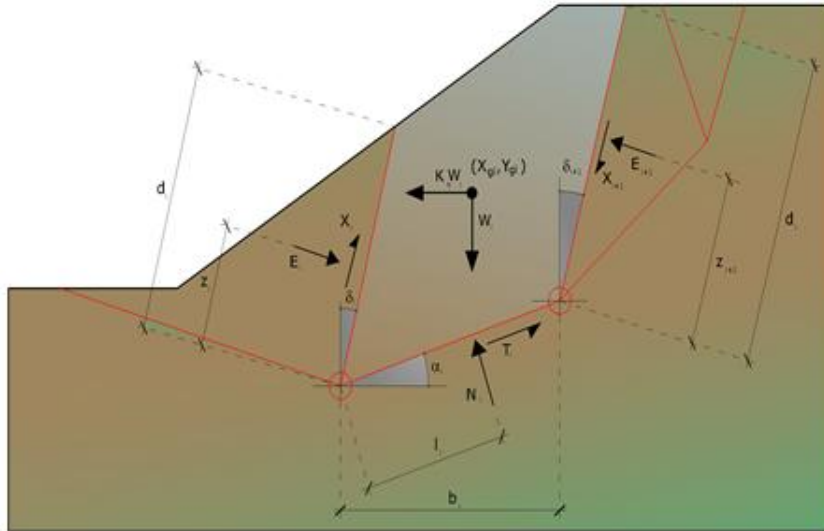
$$\begin{aligned} N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i &= W_i - \Delta X_i \\ T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i &= K W_i + \Delta E_i \end{aligned}$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\begin{aligned} \sum \Delta E_i &= 0 \\ \sum \Delta X_i &= 0 \end{aligned}$$

dove  $E_i$  e  $X_i$  rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia i-esima del concio generico i.

L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel **metodo di Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:



Azioni sull'iesimo concio, metodo di Sarma

$$\sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi_i' - \alpha_i) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$\sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \operatorname{tg}(\psi_i' - \alpha_i) + (x_i - x_G)] = \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di **K** (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione **K** corrispondente al fattore di sicurezza **F = 1**, ossia l'accelerazione critica.

Si ha pertanto:

$$K=K_c \quad \text{Accelerazione critica se } F=1$$

$$F=F_s \quad \text{Fattore di sicurezza in condizioni statiche se } K=0$$

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne  $X_i$  ed  $E_i$  tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.

E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze  $X_i$ :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

dove  $Q_i$  è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla  $i$ -esima faccia del concio  $i$ , e  $\lambda$  rappresenta un'incognita.

La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di  $K_c$ ,  $\lambda$  e  $F$ , che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

### Metodo di Spencer (1967)

Il metodo è basato sull'assunzione:

1. le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli conci sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo  $\theta$ ;
2. tutti i momenti sono nulli  $M_i = 0$  con  $i=1, \dots, n$ .

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale al metodo di Morgenstern e Price quando la funzione  $f(x) = 1$ . Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:

$$1) \quad \sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

dove:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h l \sec \alpha) \frac{\text{tg} \alpha}{F_s} - W \text{sen} \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[ \frac{F_s + \text{tg} \phi \text{tg}(\alpha - \theta)}{F_s} \right]}$$

forza d'interazione fra i conci;

$R$  = raggio dell'arco di cerchio;

$\theta$  = angolo d'inclinazione della forza  $Q_i$  rispetto all'orizzontale.

Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\begin{aligned} \sum (Q_i \cos \theta) &= 0 \\ \sum (Q_i \text{sen} \theta) &= 0 \end{aligned}$$

Con l'assunzione delle forze  $Q_i$  parallele fra loro, si può anche scrivere:

$$2) \quad \sum Q_i = 0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo ( $F_{sm}$ ) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo ( $F_{sf}$ ) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo  $\theta$ , considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia:

$$F_{sm} = F_{sf}$$

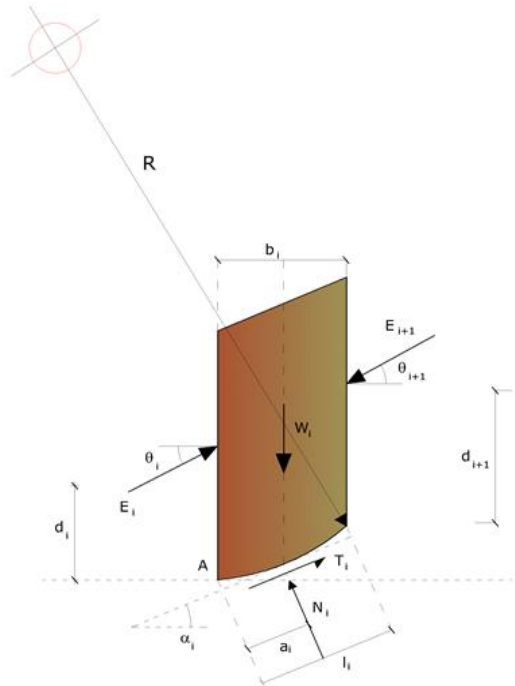
### Metodo di Morgenstern e Price (1965)

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo  $X = f(x)E$ , dove  $f(x)$  è un fattore di scala e  $f(x)$ , funzione della posizione di  $E$  e di  $X$ , definisce una relazione tra la variazione della forza  $X$  e della forza  $E$  all'interno della massa scivolante. La funzione  $f(x)$  è scelta arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

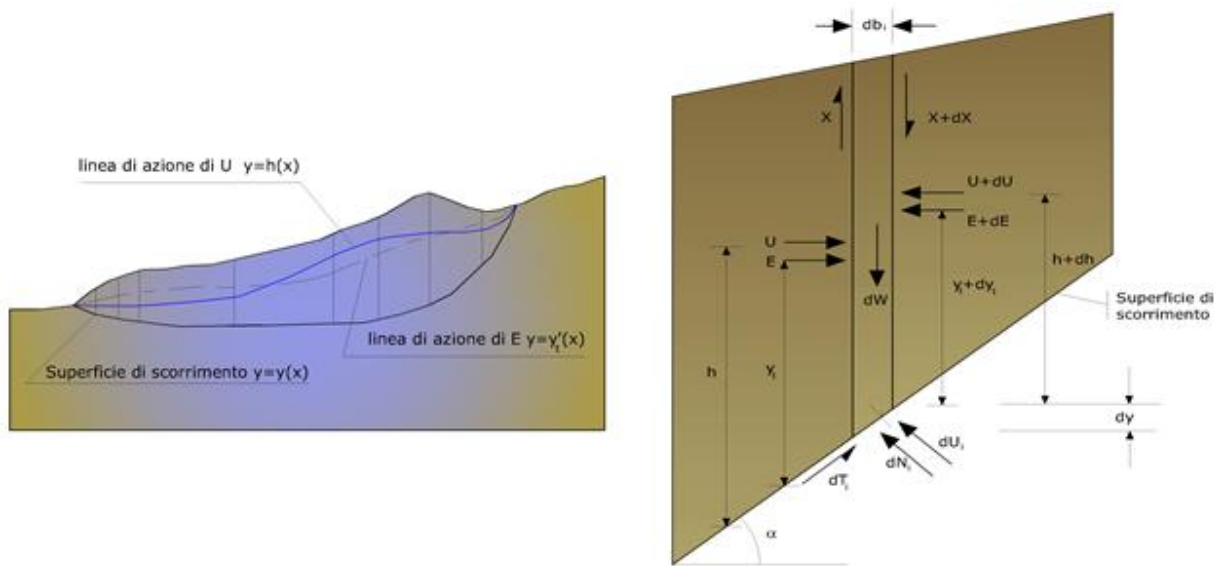
La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite  $E$ ,  $X$ , il coefficiente di sicurezza  $F_s$ , il peso della striscia infinitesima  $dW$  e la risultante delle pressioni neutra alla base  $dU$ .

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$\begin{aligned} c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + \text{tg} \phi \left( \frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - \text{tg} \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) &= \\ &= \frac{dE}{dx} - \text{tg} \alpha \left( \frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right) \end{aligned}$$







Azioni sul concio  $i$ -esimo secondo le ipotesi di Morgenster e Price e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Una seconda equazione, detta “**equazione dei momenti**”, viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzzeria della base:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

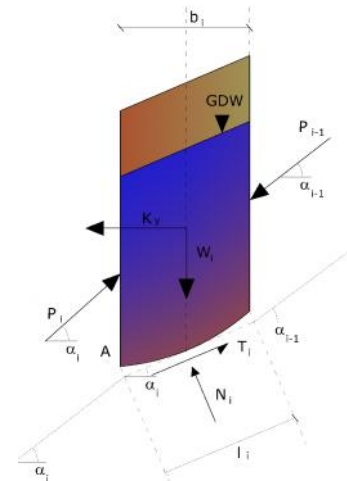
Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

### Metodo di Zeng e Liang (2002)

Zeng e Liang hanno effettuato una serie di analisi parametriche su un modello bidimensionale sviluppato con codice agli elementi finiti, che riproduce il caso di pali immersi in un terreno in movimento (drilled shafts). Il modello bidimensionale riproduce un striscia di terreno di spessore unitario e ipotizza che il fenomeno avvenga in condizioni di deformazione piana nella direzione parallela all'asse dei pali. Il modello è stato utilizzato per indagare l'influenza sulla formazione dell'effetto arco di alcuni parametri come l'interasse fra i pali, il diametro e la forma dei pali, e le proprietà meccaniche del terreno. Gli autori individuano nel rapporto tra l'interasse e il diametro dei  $i$  pali ( $s/d$ ) il parametro adimensionale determinante per la formazione dell'effetto arco. Il problema risulta essere staticamente indeterminato, con grado di indeterminatezza pari a  $(8n-4)$ , ma nonostante ciò è possibile ottenere una soluzione riducendo il numero delle incognite e assumendo quindi delle ipotesi semplificative, in modo da rendere determinato il problema.

Le assunzioni che rendono il problema determinato sono:

- Ky sono assunte orizzontali per ridurre il numero totale delle incognite da  $(n-1)$  a  $(7n-3)$ ;
- Le forze normali alla base della striscia agiscono nel punto medio, riducendo le incognite da  $n$  a  $(6n-3)$ ;
- La posizione delle spinte laterali è ad un terzo dell'altezza media dell'inter-striscia e riduce le incognite da  $(n-1)$  a  $(5n-2)$ ;
- Le forze  $(P_{i-1})$  e  $P_i$  si assumono parallele all'inclinazione della base della striscia ( $i$ ), riducendo il numero di incognite da  $(n-1)$  a  $(4n-1)$ ;
- Si assume un'unica costante di snervamento per tutte le strisce, riducendo le incognite da  $(n)$  a  $(3n-1)$ ;



Il numero totale di incognite quindi è ridotto a  $(3n)$ , da calcolare utilizzando il fattore di trasferimento di carico. Inoltre si deve tener presente che la forza di stabilizzazione trasmessa sul terreno a valle dei pali risulta ridotta di una quantità  $R$ , chiamato fattore di riduzione, calcolabile come:

$$R = \frac{1}{s/d} + \left(1 - \frac{1}{s/d}\right) \cdot R_p$$

Il fattore  $R$  dipende quindi dal rapporto fra l'interasse presente fra i pali e il diametro dei pali stessi e dal fattore  $R_p$  che tiene conto dell'effetto arco.

### Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- Ń  $F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- Ń  $W$  peso concio;
- Ń  $K_x$  coefficiente sismico orizzontale;
- Ń  $K_y$  coefficiente sismico verticale.

### Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da  $m$  righe e  $n$  colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

### Stabilizzazione di pendii con l'utilizzo di pali

La realizzazione di una cortina di pali, su pendio, serve a fare aumentare la resistenza al taglio su determinate superfici di scorrimento. L'intervento può essere conseguente ad una stabilità già accertata, per la quale si conosce la superficie di scorrimento oppure, agendo preventivamente, viene progettato in relazione alle ipotetiche superfici di rottura che responsabilmente possono essere assunte come quelle più probabili. In ogni caso si opera considerando una massa di terreno in movimento su un ammasso stabile sul quale attestare, per una certa lunghezza, l'allineamento di pali.

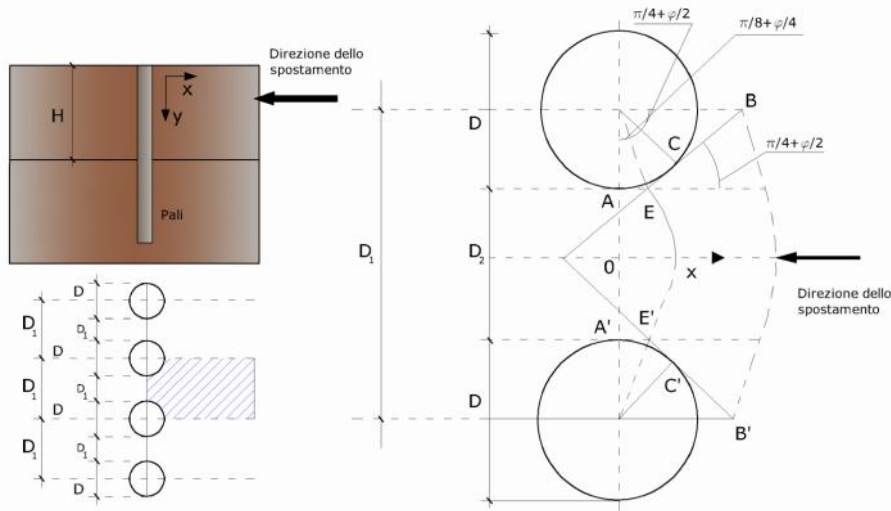
Il terreno, nelle due zone, ha una influenza diversa sull'elemento monoassiale (palo): di tipo sollecitativi nella parte superiore (palo passivo – terreno attivo) e di tipo resistivo nella zona sottostante (palo attivo – terreno passivo). Da questa interferenza, fra "sbarramento" e massa in movimento, scaturiscono le azioni stabilizzanti che devono perseguire le seguenti finalità:

1. conferire al pendio un coefficiente di sicurezza maggiore di quello posseduto;
2. essere assorbite dal manufatto garantendone l'integrità (le tensioni interne, derivanti dalle sollecitazioni massime trasmesse sulle varie sezioni del singolo palo, devono risultare inferiori a quelle ammissibili del materiale) e risultare inferiori al carico limite sopportabile dal terreno, calcolato, lateralmente considerando l'interazione (palo–terreno).

### Carico limite relativo all'interazione fra i pali ed il terreno laterale

Nei vari tipi di terreno che non hanno un comportamento omogeneo, le deformazioni in corrispondenza della zona di contatto non sono legate fra di loro. Quindi, non potendo associare al materiale un modello di comportamento perfettamente elastico (ipotesi che potrebbe essere assunta per i materiali lapidei poco fratturati), generalmente si procede imponendo che il movimento di massa sia nello stato iniziale e che il terreno in adiacenza ai pali sia nella fase massima consentita di plasti-

cizzazione, oltre la quale si potrebbe verificare l'effetto indesiderato che il materiale possa defluire, attraverso la cortina di pali, nello spazio intercorrente fra un elemento e l'altro.



Imponendo inoltre che il carico assorbito dal terreno sia uguale a quello associato alla condizione limite ipotizzata e che fra due pali consecutivi, a seguito della spinta attiva, si instauri una sorta di effetto arco, gli autori T. Ito e T. Matsui (1975) hanno ricavato la relazione che permette di determinare il carico limite. A questa si è pervenuto facendo riferimento allo schema statico, disegnato nella figura precedente e alle ipotesi anzidette, che schematicamente si ribadiscono.

- Sotto l'azione della spinte attiva del terreno si formano due superfici di scorrimento localizzate in corrispondenza delle linee AEB ed A'E'B';
- Le direzioni EB ed E'B' formano con l'asse x rispettivamente angoli  $+(45 + \varphi/2)$  e  $-(45 + \varphi/2)$ ;
- Il volume di terreno, compreso nella zona delimitata dai vertici AEBB'E'A' ha un comportamento plastico, e quindi è consentita l'applicazione del criterio di rottura di Mohr-coulomb;
- La pressione attiva del terreno agisce sul piano A-A';
- I pali sono dotati di elevata rigidezza a flessione e taglio.

Detta espressione, riferita alla generica profondità Z, relativamente ad un spessore di terreno unitario, è la seguente:

$$P(Z) = C \cdot D_1 (D_1/D_2)^{k_1} \left[ \frac{1}{N_\varphi \tan \varphi} \left( e^{k_2} - 2(N_\varphi)^{1/2} \tan \varphi - 1 \right) + K_3 \right] - C \left[ D_1 \cdot K_3 - D_2 / (N_\varphi)^{1/2} \right] + \gamma Z / N_\varphi \left[ D_1 (D_1/D_2)^{k_1} \cdot e^{k_2} - D_2 \right]$$

dove i simboli utilizzati assumono il significato che segue:

**C** = coesione terreno;

$\varphi$  = angolo di attrito terreno;

$\gamma$  = peso specifico terreno;

**D<sub>1</sub>** = interasse tra i pali;

**D<sub>2</sub>** = spazio libero fra due pali consecutivi;

**N** =  $\tan^2(45 + \varphi/2)$

$$K_1 = (N_\varphi)^{1/2} \tan \varphi + N_\varphi - 1$$

$$K_2 = (D_1 - D_2) / D_2 \cdot N_\varphi \tan(\pi/8 + \varphi/4)$$

$$K_3 = \left[ 2 \tan \varphi + 2(N_\varphi)^{1/2} + 1 / (N_\varphi)^{1/2} \right] / \left[ (N_\varphi)^{1/2} \tan \varphi + N_\varphi - 1 \right]$$

La forza totale, relativamente ad uno strato di terreno in movimento di spessore H, è stata ottenuta integrando l'espressione precedente.

In presenza di terreni granulari (condizione drenata), nei quali si può assumere  $c = 0$ , l'espressione diventa:

$$P = 1/2 \gamma \cdot H^2 / N_c \left[ D_1 (D_1/D_2)^{k_1} \cdot e^{k_2} - D_2 \right]$$

Per terreni coesivi (condizioni non drenate), con  $c \neq 0$  e  $C \neq 0$ , si ha:

$$P(z) = C \left[ D_1 \left( 3 \ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2) / D_2 \tan \pi/8 \right) - 2(D_1 - D_2) \right] + \gamma \cdot Z(D_1 - D_2)$$

$$P = \int_0^H P(Z) dZ$$

$$P = C \cdot H \left[ D_1 \left( 3 \ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2) / D_2 \tan \pi/8 \right) - 2(D_1 - D_2) \right] + 1/2 \gamma H^2 (D_1 - D_2)$$

Il dimensionamento della cortina di pali, che come già detto deve conferire al pendio un incremento del coefficiente di sicurezza e garantire l'integrità del meccanismo palo-terreno, è abbastanza problematica. Infatti tenuto conto della complessità dell'espressione del carico  $P$ , influenzata da diversi fattori legati sia alle caratteristiche meccaniche del terreno sia alla geometria del manufatto, non è facile con una sola elaborazione pervenire alla soluzione ottimale. Per raggiungere lo scopo è necessario pertanto eseguire diversi tentativi finalizzati:

- A trovare, sul profilo topografico del pendio, la posizione che garantisca, a parità di altre condizioni, una distribuzione dei coefficienti di sicurezza più confortante;
- A determinare la disposizione planimetrica dei pali, caratterizzata dal rapporto fra interasse e distanza fra i pali ( $D_2/D_1$ ), che consenta di sfruttare al meglio la resistenza del complesso palo-terreno; sperimentalmente è stato riscontrato che, escludendo i casi limiti ( $D_2 = 0$   $P$  e  $D_2 = D_1$   $P$  valore minimo), i valori più idonei allo scopo sono quelli per i quali tale rapporto risulta compreso fra 0,60 e 0,80;
- A valutare la possibilità di inserire più file di pali ed eventualmente, in caso affermativo, valutare, per le file successive, la posizione che dia più garanzie in termini di sicurezza e di spreco di materiali;
- Ad adottare il tipo di vincolo più idoneo che consente di ottenere una distribuzione più regolare delle sollecitazioni; sperimentalmente è stato constatato che quello che assolve, in maniera più soddisfacente, allo scopo è il vincolo che impedisce le rotazioni alla testa del palo.

### Metodo del carico limite di Broms

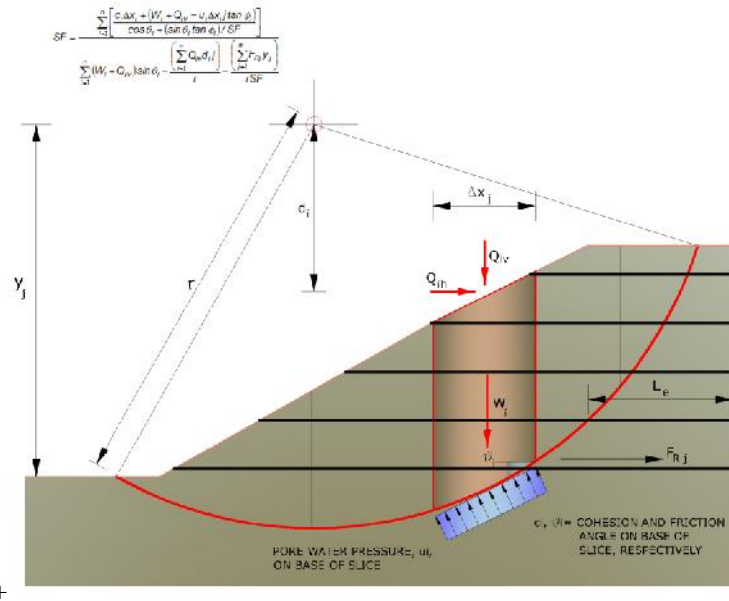
Nel caso in cui il palo sia caricato ortogonalmente all'asse, configurazione di carico presente se un palo inibisce il movimento di una massa in frana, la resistenza può essere affidata al suo carico limite orizzontale.

Il problema di calcolo del carico limite orizzontale è stato affrontato da Broms sia per il mezzo puramente coesivo che per il mezzo incoerente, il metodo di calcolo seguito è basato su alcune ipotesi semplificative per quanto attiene alla reazione esercitata dal terreno per unità di lunghezza di palo in condizioni limite e porta in conto anche la resistenza a rottura del palo (*Momento di plasticizzazione*).

### Elemento Rinforzo

I Rinforzi sono degli elementi orizzontali, la loro messa in opera conferisce al terreno un incremento della resistenza allo scorrimento.

Se l'elemento di rinforzo interseca la superficie di scorrimento, la forza resistente sviluppata dall'elemento entra nell'equazione di equilibrio del singolo concio, in caso contrario l'elemento di rinforzo non ne influenza la stabilità.



Le verifiche di natura interna hanno lo scopo di valutare il livello di stabilità dell'ammasso rinforzato, quelle calcolate sono la verifica a rottura dell'elemento di rinforzo per trazione e la verifica a sfilamento (*Pullout*). Il parametro che fornisce la resistenza a trazione del rinforzo,  $T_{Allow}$ , si calcola dalla resistenza nominale del materiale con cui è realizzato il rinforzo ridotto da opportuni coefficienti che tengono conto dell'aggressività del terreno, danneggiamento per effetto creep e danneggiamento per installazione.

L'altro parametro è la resistenza a sfilamento (*Pullout*) che viene calcolata attraverso la seguente relazione:

$$T_{Pullout} = 2 \cdot L_e \cdot \sigma'_v \cdot f_b \cdot \tan(\delta)$$

Per geosintetico a maglie chiuse:

$$f_b = \frac{\tan(\delta)}{\tan(\phi)}$$

dove:

- $\delta$  Rappresenta l'angolo di attrito tra terreno e rinforzo;
- $T_{Pullout}$  Resistenza mobilitata da un rinforzo ancorato per una lunghezza  $L_e$  all'interno della parte stabile del terreno;
- $L_e$  Lunghezza di ancoraggio del rinforzo all'interno della parte stabile;
- $f_b$  Coefficiente di *Pullout*;
- $\sigma'_v$  Tensione verticale, calcolata alla profondità media del tratto di rinforzo ancorato al terreno.

Ai fini della verifica si sceglie il valore minimo tra  $T_{Allow}$  e  $T_{Pullout}$ , la verifica interna verrà soddisfatta se la forza trasmessa dal rinforzo generata a tergo del tratto rinforzato non supera il valore della  $T'$ .

### Ancoraggi

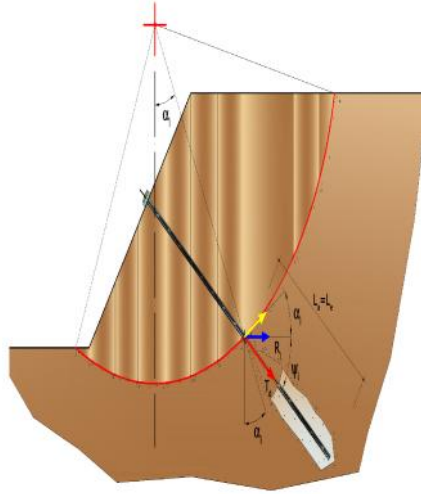
Gli ancoraggi, tiranti o chiodi, sono degli elementi strutturali in grado di sostenere forze di trazione in virtù di un'adeguata connessione al terreno.

Gli elementi caratterizzanti un tirante sono:

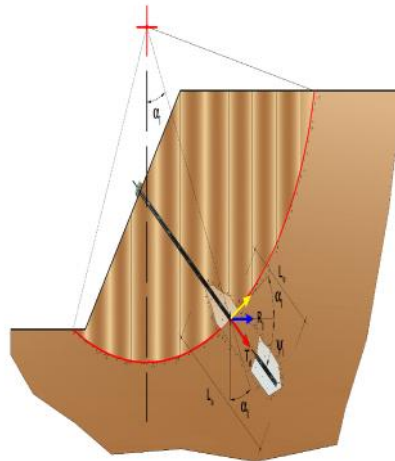
- $\hat{N}$  **testata:** indica l'insieme degli elementi che hanno la funzione di trasmettere alla struttura ancorata la forza di trazione del tirante;
- $\hat{N}$  **fondazione:** indica la parte del tirante che realizza la connessione con il terreno, trasmettendo al terreno stesso la forza di trazione del tirante.

Il tratto compreso tra la testata e la fondazione prende il nome di parte libera, mentre la fondazione (o bulbo) viene realizzata iniettando nel terreno, per un tratto terminale, tramite valvole a perdere, la malta, in genere cementizia. L'anima dell'ancoraggio è costituita da un'armatura, realizzata con barre, fili o trefoli.

Il tirante interviene nella stabilità in misura maggiore o minore efficacia a seconda se sarà totalmente o parzialmente (caso in cui è intercettato dalla superficie di scorrimento) ancorato alla parte stabile del terreno.



*Bulbo completamente ancorato*



*Bulbo parzialmente ancorato*

Le relazioni che esprimono la misura di sicurezza lungo una ipotetica superficie di scorrimento si modificheranno in presenza di ancoraggi (tirante attivo, passivo e chiodi) nel modo seguente:

- per i tiranti di *tipo attivo*, la loro resistenza si detrae dalle azioni (denominatore);

$$F_s = \frac{R_d}{E_d - \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i}}$$

- per tiranti di *tipo passivo e per i chiodi*, il loro contributo si somma alle resistenze (numeratore)

$$F_s = \frac{R_d + \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i}}{E_d}$$

Con  $R_j$  si indica la resistenza dell'ancoraggio e viene calcolata dalla seguente espressione:

$$R_j = T_d \cdot \cos \Psi_i \cdot \left( \frac{1}{i} \right) \cdot \left( \frac{L_e}{L_a} \right)$$

dove:

- $T_d$  tiro esercizio;  
 $\Psi_i$  inclinazione del tirante rispetto all'orizzontale;  
 $i$  interasse;  
 $L_e$  lunghezza efficace;  
 $L_a$  lunghezza d'ancoraggio.

I due indici (i, j) riportati in sommatoria rappresentano rispettivamente l'i-esimo concio e il j-esimo ancoraggio intercettato dalla superficie di scorrimento dell'i-esimo concio.

#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Calcolo eseguito secondo	EC7 - EC8
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore $x_i$	350,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore $y_i$	200,0 m
Ascissa vertice destro superiore $x_s$	700,0 m
Ordinata vertice destro superiore $y_s$	450,0 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	25,0
Numero di celle lungo y	25,0

#### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	53,0
3	72,0	53,0
4	80,0	53,0
5	103,0	52,4
6	132,0	51,7
7	150,0	52,5
8	177,0	54,6
9	194,0	59,0
10	215,0	59,0
11	242,0	69,7
12	272,0	69,7
13	289,0	71,0

14	301,0	72,0
15	320,0	74,0
16	349,0	74,0
17	364,0	77,9
18	372,0	77,9
19	385,0	81,0
20	413,0	84,5
21	468,0	100,0
22	524,0	107,8
23	648,0	133,9
24	660,0	136,0
25	673,0	141,0
26	680,0	146,0
27	761,0	153,0
28	864,0	155,5
29	899,0	158,7
30	918,0	160,0
31	1000,0	167,0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	53,0
3	37,18	53,0
4	70,56	38,69
5	111,3	36,62
6	162,39	33,86
7	225,22	29,72
8	434,41	65,62
9	635,32	100,83
10	827,06	154,6
11	864,0	155,5
12	899,0	158,7
13	918,0	160,0
14	1000,0	167,0

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	13,51
3	0,0	13,51
4	133,26	8,64
5	248,22	8,64
6	413,37	34,54
7	625,49	65,31
8	777,69	111,45
9	778,91	111,63
10	828,47	154,64
11	864,0	155,5
12	899,0	158,7
13	918,0	160,0
14	1000,0	167,0

**Coefficienti parziali azioni**

=====



Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0.12		29	1500	1800		
2	0.34		24	1800	2100	Substrato roccioso	
3	0.5		24	2300	2500	Substrato roccioso	

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2,07
Ascissa centro superficie	609,0 m
Ordinata centro superficie	245,0 m
Raggio superficie	226,88 m

### Numero di superfici esaminate....(1301)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	350,0	200,0	189,3	3,93
2	357,0	205,0	194,3	3,82
3	364,0	200,0	174,5	3,65
4	371,0	205,0	164,7	3,45
5	378,0	200,0	144,9	3,39
6	385,0	205,0	135,1	3,24
7	392,0	200,0	130,0	3,10
8	399,0	205,0	134,9	2,99
9	406,0	200,0	144,6	2,97
10	413,0	205,0	149,6	2,94
11	420,0	200,0	114,8	2,96
12	427,0	205,0	148,5	2,96
13	434,0	200,0	157,9	2,96
14	441,0	205,0	162,0	2,95
15	448,0	200,0	156,4	2,98
16	455,0	205,0	160,5	2,99
17	462,0	200,0	154,8	2,98
18	469,0	205,0	158,9	2,98
19	476,0	200,0	153,3	3,04
20	483,0	205,0	157,4	2,98
21	490,0	200,0	151,7	3,00

22	497,0	205,0	155,9	3,00
23	504,0	200,0	150,2	3,11
24	511,0	205,0	154,3	3,04
25	518,0	200,0	185,5	3,07
26	525,0	205,0	152,8	3,07
27	532,0	200,0	166,1	3,14
28	539,0	205,0	170,5	3,02
29	546,0	200,0	165,0	3,05
30	553,0	205,0	169,4	2,77
31	560,0	200,0	164,0	2,71
32	567,0	205,0	188,7	2,66
33	574,0	200,0	143,2	2,84
34	581,0	205,0	188,2	2,42
35	588,0	200,0	164,5	2,63
36	595,0	205,0	147,6	2,51
37	602,0	200,0	184,7	2,25
38	609,0	205,0	189,0	2,14
39	616,0	200,0	166,5	2,15
40	623,0	205,0	111,8	2,48
41	630,0	200,0	112,9	2,68
42	637,0	205,0	114,4	2,63
43	644,0	200,0	77,8	2,55
44	651,0	205,0	80,1	2,60
45	658,0	200,0	75,4	2,71
46	665,0	205,0	79,0	2,92
47	672,0	200,0	72,9	3,08
48	679,0	205,0	171,2	3,07
49	686,0	200,0	165,8	3,34
50	693,0	205,0	151,2	3,31
51	700,0	200,0	165,1	3,40
52	350,0	210,0	169,9	4,03
53	357,0	215,0	174,8	3,81
54	364,0	210,0	169,8	3,63
55	371,0	215,0	174,7	3,49
56	378,0	210,0	154,9	3,35
57	385,0	215,0	145,1	3,16
58	392,0	210,0	140,0	3,08
59	399,0	215,0	144,9	3,01
60	406,0	210,0	139,8	2,99
61	413,0	215,0	159,6	2,94
62	420,0	210,0	154,3	2,96
63	427,0	215,0	158,2	2,94
64	434,0	210,0	167,7	2,93
65	441,0	215,0	171,8	2,93
66	448,0	210,0	166,2	2,96
67	455,0	215,0	170,3	2,96
68	462,0	210,0	164,6	2,94
69	469,0	215,0	168,7	2,95
70	476,0	210,0	163,1	2,99
71	483,0	215,0	184,5	3,01
72	490,0	210,0	161,5	2,96
73	497,0	215,0	165,6	2,96
74	504,0	210,0	160,0	3,04
75	511,0	215,0	200,7	3,01
76	518,0	210,0	158,4	3,03
77	525,0	215,0	181,4	3,02
78	532,0	210,0	175,9	3,05

79	539,0	215,0	199,7	2,72
80	546,0	210,0	174,9	2,80
81	553,0	215,0	179,3	2,69
82	560,0	210,0	153,8	2,78
83	567,0	215,0	198,6	2,59
84	574,0	210,0	172,8	2,68
85	581,0	215,0	177,2	2,60
86	588,0	210,0	171,8	2,58
87	595,0	215,0	133,4	2,57
88	602,0	210,0	129,3	2,78
89	609,0	215,0	197,1	2,13
90	616,0	210,0	172,7	2,15
91	623,0	215,0	133,5	2,78
92	630,0	210,0	93,1	2,66
93	637,0	215,0	93,9	2,60
94	644,0	210,0	155,1	2,63
95	651,0	215,0	198,7	2,62
96	658,0	210,0	80,2	2,65
97	665,0	215,0	80,2	2,87
98	672,0	210,0	176,5	3,05
99	679,0	215,0	180,4	3,04
100	686,0	210,0	194,9	3,20
101	693,0	215,0	161,1	3,26
102	700,0	210,0	155,6	3,37
103	350,0	220,0	194,6	3,94
104	357,0	225,0	184,8	3,75
105	364,0	220,0	179,8	3,56
106	371,0	225,0	184,7	3,49
107	378,0	220,0	164,9	3,30
108	385,0	225,0	155,1	3,13
109	392,0	220,0	150,0	3,05
110	399,0	225,0	154,9	3,02
111	406,0	220,0	149,8	2,99
112	413,0	225,0	169,6	2,92
113	420,0	220,0	164,1	2,95
114	427,0	225,0	167,9	2,91
115	434,0	220,0	177,5	2,92
116	441,0	225,0	181,6	2,92
117	448,0	220,0	175,9	2,94
118	455,0	225,0	180,1	2,93
119	462,0	220,0	174,4	2,90
120	469,0	225,0	178,5	2,92
121	476,0	220,0	172,9	2,96
122	483,0	225,0	194,3	2,98
123	490,0	220,0	171,3	2,94
124	497,0	225,0	175,4	2,92
125	504,0	220,0	169,8	2,98
126	511,0	225,0	210,6	2,96
127	518,0	220,0	168,2	2,99
128	525,0	225,0	210,1	2,80
129	532,0	220,0	166,7	2,97
130	539,0	225,0	190,2	2,80
131	546,0	220,0	184,7	2,72
132	553,0	225,0	169,2	2,72
133	560,0	220,0	163,6	2,69
134	567,0	225,0	208,6	2,56
135	574,0	220,0	182,7	2,61

136	581,0	225,0	187,1	2,52
137	588,0	220,0	160,5	2,53
138	595,0	225,0	143,1	2,52
139	602,0	220,0	202,3	2,19
140	609,0	225,0	207,0	2,10
141	616,0	220,0	179,6	2,15
142	623,0	225,0	139,0	2,64
143	630,0	220,0	113,6	2,79
144	637,0	225,0	137,9	2,60
145	644,0	220,0	94,6	2,61
146	651,0	225,0	206,7	2,59
147	658,0	220,0	97,7	2,92
148	665,0	225,0	163,7	3,00
149	672,0	220,0	182,9	3,01
150	679,0	225,0	186,5	3,02
151	686,0	220,0	204,0	3,13
152	693,0	225,0	166,8	3,24
153	700,0	220,0	185,0	3,35
154	350,0	230,0	219,3	3,77
155	357,0	235,0	194,8	3,71
156	364,0	230,0	189,8	3,57
157	371,0	235,0	194,7	3,48
158	378,0	230,0	160,1	3,23
159	385,0	235,0	165,0	3,11
160	392,0	230,0	160,0	3,04
161	399,0	235,0	164,9	3,02
162	406,0	230,0	174,6	3,01
163	413,0	235,0	179,6	2,94
164	420,0	230,0	173,8	2,93
165	427,0	235,0	177,6	2,95
166	434,0	230,0	187,3	2,90
167	441,0	235,0	191,4	2,89
168	448,0	230,0	185,7	2,91
169	455,0	235,0	189,9	2,94
170	462,0	230,0	184,2	2,89
171	469,0	235,0	188,3	2,89
172	476,0	230,0	182,6	2,92
173	483,0	235,0	204,2	2,97
174	490,0	230,0	181,1	2,91
175	497,0	235,0	185,2	2,89
176	504,0	230,0	179,5	2,92
177	511,0	235,0	220,6	2,95
178	518,0	230,0	196,7	2,89
179	525,0	235,0	182,1	2,88
180	532,0	230,0	214,8	2,72
181	539,0	235,0	200,1	2,72
182	546,0	230,0	194,6	2,65
183	553,0	235,0	179,0	2,67
184	560,0	230,0	173,4	2,62
185	567,0	235,0	218,5	2,49
186	574,0	230,0	192,5	2,56
187	581,0	235,0	175,9	2,55
188	588,0	230,0	170,3	2,48
189	595,0	235,0	152,8	2,68
190	602,0	230,0	212,2	2,17
191	609,0	235,0	216,9	2,08
192	616,0	230,0	167,2	2,24

193	623,0	235,0	148,7	2,75
194	630,0	230,0	142,8	2,61
195	637,0	235,0	146,7	2,59
196	644,0	230,0	210,7	2,65
197	651,0	235,0	144,6	2,86
198	658,0	230,0	96,1	2,81
199	665,0	235,0	168,0	3,00
200	672,0	230,0	189,1	2,99
201	679,0	235,0	192,7	3,01
202	686,0	230,0	190,1	3,26
203	693,0	235,0	171,0	3,26
204	700,0	230,0	191,1	3,34
205	350,0	240,0	229,3	3,79
206	357,0	245,0	234,3	3,67
207	364,0	240,0	199,8	3,57
208	371,0	245,0	190,0	3,42
209	378,0	240,0	170,1	3,19
210	385,0	245,0	175,0	3,08
211	392,0	240,0	170,0	3,05
212	399,0	245,0	174,9	3,02
213	406,0	240,0	184,6	3,01
214	413,0	245,0	189,4	2,94
215	420,0	240,0	183,5	2,91
216	427,0	245,0	187,3	2,94
217	434,0	240,0	197,1	2,91
218	441,0	245,0	201,2	2,87
219	448,0	240,0	195,5	2,89
220	455,0	245,0	199,6	2,91
221	462,0	240,0	194,0	2,87
222	469,0	245,0	198,1	2,86
223	476,0	240,0	192,4	2,89
224	483,0	245,0	196,6	2,95
225	490,0	240,0	226,3	2,95
226	497,0	245,0	195,0	2,86
227	504,0	240,0	189,3	2,89
228	511,0	245,0	212,0	2,86
229	518,0	240,0	225,3	2,74
230	525,0	245,0	210,9	2,77
231	532,0	240,0	224,7	2,66
232	539,0	245,0	209,9	2,65
233	546,0	240,0	184,7	2,68
234	553,0	245,0	228,9	2,58
235	560,0	240,0	162,9	2,72
236	567,0	245,0	228,4	2,44
237	574,0	240,0	202,4	2,52
238	581,0	245,0	164,6	2,56
239	588,0	240,0	158,7	2,52
240	595,0	245,0	227,4	2,20
241	602,0	240,0	200,3	2,32
242	609,0	245,0	226,9	2,07
243	616,0	240,0	132,3	2,65
244	623,0	245,0	158,4	2,76
245	630,0	240,0	152,5	2,60
246	637,0	245,0	156,4	2,59
247	644,0	240,0	220,6	2,61
248	651,0	245,0	154,3	2,87
249	658,0	240,0	172,3	2,91

250	665,0	245,0	200,6	3,02
251	672,0	240,0	195,2	2,98
252	679,0	245,0	199,6	3,00
253	686,0	240,0	196,3	3,24
254	693,0	245,0	199,8	3,26
255	700,0	240,0	197,3	3,32
256	350,0	250,0	224,6	3,79
257	357,0	255,0	214,8	3,73
258	364,0	250,0	209,8	3,57
259	371,0	255,0	185,2	3,37
260	378,0	250,0	180,1	3,17
261	385,0	255,0	185,0	3,09
262	392,0	250,0	180,0	3,05
263	399,0	255,0	184,9	3,05
264	406,0	250,0	194,6	3,01
265	413,0	255,0	199,1	2,96
266	420,0	250,0	193,2	2,91
267	427,0	255,0	197,0	2,95
268	434,0	250,0	206,9	2,91
269	441,0	255,0	211,0	2,85
270	448,0	250,0	205,3	2,87
271	455,0	255,0	209,4	2,90
272	462,0	250,0	203,8	2,86
273	469,0	255,0	207,9	2,84
274	476,0	250,0	202,2	2,87
275	483,0	255,0	241,4	2,91
276	490,0	250,0	218,4	2,93
277	497,0	255,0	204,8	2,84
278	504,0	250,0	199,1	2,87
279	511,0	255,0	221,8	2,87
280	518,0	250,0	235,2	2,69
281	525,0	255,0	220,8	2,71
282	532,0	250,0	215,4	2,68
283	539,0	255,0	200,2	2,67
284	546,0	250,0	194,5	2,64
285	553,0	255,0	238,9	2,53
286	560,0	250,0	213,3	2,60
287	567,0	255,0	217,7	2,52
288	574,0	250,0	212,3	2,48
289	581,0	255,0	195,5	2,53
290	588,0	250,0	232,6	2,26
291	595,0	255,0	237,3	2,19
292	602,0	250,0	210,2	2,29
293	609,0	255,0	214,6	2,20
294	616,0	250,0	164,3	2,62
295	623,0	255,0	168,2	2,76
296	630,0	250,0	162,3	2,60
297	637,0	255,0	235,8	2,65
298	644,0	250,0	207,1	2,71
299	651,0	255,0	164,0	2,88
300	658,0	250,0	158,1	2,92
301	665,0	255,0	210,5	2,99
302	672,0	250,0	205,0	2,97
303	679,0	255,0	234,2	2,96
304	686,0	250,0	229,0	2,98
305	693,0	255,0	208,4	3,24
306	700,0	250,0	203,4	3,28

307	350,0	260,0	249,3	3,65
308	357,0	265,0	239,6	3,70
309	364,0	260,0	219,8	3,57
310	371,0	265,0	195,2	3,32
311	378,0	260,0	190,1	3,15
312	385,0	265,0	195,0	3,09
313	392,0	260,0	190,0	3,05
314	399,0	265,0	194,9	3,06
315	406,0	260,0	204,6	3,02
316	413,0	265,0	208,8	2,95
317	420,0	260,0	202,9	2,91
318	427,0	265,0	206,8	2,94
319	434,0	260,0	216,7	2,90
320	441,0	265,0	220,8	2,85
321	448,0	260,0	215,1	2,84
322	455,0	265,0	219,2	2,88
323	462,0	260,0	213,6	2,85
324	469,0	265,0	217,7	2,82
325	476,0	260,0	212,0	2,84
326	483,0	265,0	251,4	2,83
327	490,0	260,0	228,3	2,89
328	497,0	265,0	232,7	2,82
329	504,0	260,0	227,3	2,80
330	511,0	265,0	213,0	2,82
331	518,0	260,0	245,1	2,65
332	525,0	265,0	230,7	2,67
333	532,0	260,0	225,2	2,63
334	539,0	265,0	209,9	2,64
335	546,0	260,0	204,3	2,59
336	553,0	265,0	248,8	2,48
337	560,0	260,0	243,6	2,45
338	567,0	265,0	227,6	2,49
339	574,0	260,0	201,2	2,55
340	581,0	265,0	184,1	2,53
341	588,0	260,0	178,2	2,54
342	595,0	265,0	247,3	2,17
343	602,0	260,0	220,1	2,27
344	609,0	265,0	202,2	2,28
345	616,0	260,0	174,1	2,73
346	623,0	265,0	177,9	2,60
347	630,0	260,0	172,0	2,60
348	637,0	265,0	245,7	2,60
349	644,0	260,0	217,0	2,68
350	651,0	265,0	173,8	2,90
351	658,0	260,0	167,9	2,95
352	665,0	265,0	220,3	2,98
353	672,0	260,0	239,4	2,95
354	679,0	265,0	244,2	2,92
355	686,0	260,0	213,9	3,20
356	693,0	265,0	218,3	3,24
357	700,0	260,0	212,8	3,27
358	350,0	270,0	259,3	3,62
359	357,0	275,0	264,3	3,57
360	364,0	270,0	215,0	3,54
361	371,0	275,0	205,2	3,30
362	378,0	270,0	200,1	3,13
363	385,0	275,0	205,0	3,09

364	392,0	270,0	200,0	3,05
365	399,0	275,0	204,9	3,08
366	406,0	270,0	214,6	3,03
367	413,0	275,0	218,5	2,97
368	420,0	270,0	212,7	2,90
369	427,0	275,0	216,5	2,93
370	434,0	270,0	226,4	2,91
371	441,0	275,0	230,6	2,84
372	448,0	270,0	224,9	2,82
373	455,0	275,0	229,0	2,86
374	462,0	270,0	223,3	2,84
375	469,0	275,0	227,5	2,80
376	476,0	270,0	221,8	2,82
377	483,0	275,0	225,9	2,86
378	490,0	270,0	238,2	2,84
379	497,0	275,0	242,6	2,77
380	504,0	270,0	255,6	2,71
381	511,0	275,0	241,6	2,72
382	518,0	270,0	255,1	2,61
383	525,0	275,0	240,5	2,64
384	532,0	270,0	215,6	2,62
385	539,0	275,0	259,2	2,59
386	546,0	270,0	194,1	2,73
387	553,0	275,0	238,5	2,57
388	560,0	270,0	253,5	2,41
389	567,0	275,0	216,6	2,54
390	574,0	270,0	211,0	2,52
391	581,0	275,0	257,7	2,29
392	588,0	270,0	230,9	2,39
393	595,0	275,0	257,2	2,16
394	602,0	270,0	252,0	2,12
395	609,0	275,0	167,3	2,66
396	616,0	270,0	183,8	2,74
397	623,0	275,0	187,6	2,60
398	630,0	270,0	181,7	2,60
399	637,0	275,0	232,3	2,69
400	644,0	270,0	250,4	2,54
401	651,0	275,0	183,5	2,93
402	658,0	270,0	177,6	2,95
403	665,0	275,0	230,2	2,96
404	672,0	270,0	249,4	2,92
405	679,0	275,0	254,1	2,90
406	686,0	270,0	223,7	3,19
407	693,0	275,0	228,1	3,24
408	700,0	270,0	222,7	3,26
409	350,0	280,0	269,3	3,59
410	357,0	285,0	274,3	3,53
411	364,0	280,0	210,3	3,52
412	371,0	285,0	215,2	3,28
413	378,0	280,0	210,1	3,14
414	385,0	285,0	215,0	3,09
415	392,0	280,0	210,0	3,07
416	399,0	285,0	229,7	3,07
417	406,0	280,0	224,4	3,02
418	413,0	285,0	228,3	2,97
419	420,0	280,0	222,4	2,89
420	427,0	285,0	226,2	2,92



421	434,0	280,0	220,3	2,92
422	441,0	285,0	240,4	2,83
423	448,0	280,0	234,7	2,82
424	455,0	285,0	238,8	2,84
425	462,0	280,0	233,1	2,82
426	469,0	285,0	237,3	2,79
427	476,0	280,0	231,6	2,80
428	483,0	285,0	253,5	2,83
429	490,0	280,0	248,0	2,79
430	497,0	285,0	252,4	2,77
431	504,0	280,0	265,5	2,68
432	511,0	285,0	251,4	2,67
433	518,0	280,0	246,0	2,66
434	525,0	285,0	250,4	2,60
435	532,0	280,0	225,4	2,60
436	539,0	285,0	269,2	2,56
437	546,0	280,0	264,0	2,51
438	553,0	285,0	248,3	2,54
439	560,0	280,0	242,9	2,50
440	567,0	285,0	226,4	2,50
441	574,0	280,0	199,7	2,55
442	581,0	285,0	203,5	2,56
443	588,0	280,0	240,8	2,37
444	595,0	285,0	245,2	2,29
445	602,0	280,0	239,8	2,24
446	609,0	285,0	199,4	2,76
447	616,0	280,0	193,5	2,75
448	623,0	285,0	197,3	2,61
449	630,0	280,0	191,4	2,60
450	637,0	285,0	265,6	2,53
451	644,0	280,0	260,3	2,50
452	651,0	285,0	193,2	2,93
453	658,0	280,0	187,3	2,88
454	665,0	285,0	240,1	2,95
455	672,0	280,0	234,6	2,98
456	679,0	285,0	264,0	2,91
457	686,0	280,0	233,6	3,18
458	693,0	285,0	238,0	3,24
459	700,0	280,0	232,6	3,30
460	350,0	290,0	279,3	3,57
461	357,0	295,0	269,6	3,60
462	364,0	290,0	220,3	3,47
463	371,0	295,0	225,2	3,25
464	378,0	290,0	220,1	3,14
465	385,0	295,0	225,0	3,09
466	392,0	290,0	220,0	3,08
467	399,0	295,0	239,7	3,08
468	406,0	290,0	234,2	3,06
469	413,0	295,0	238,0	2,97
470	420,0	290,0	232,1	2,90
471	427,0	295,0	235,9	2,92
472	434,0	290,0	230,0	2,92
473	441,0	295,0	250,1	2,82
474	448,0	290,0	244,5	2,83
475	455,0	295,0	248,6	2,82
476	462,0	290,0	242,9	2,81
477	469,0	295,0	247,0	2,78

478	476,0	290,0	241,4	2,78
479	483,0	295,0	263,3	2,78
480	490,0	290,0	257,9	2,77
481	497,0	295,0	244,0	2,76
482	504,0	290,0	275,4	2,65
483	511,0	295,0	261,3	2,63
484	518,0	290,0	255,8	2,62
485	525,0	295,0	240,9	2,62
486	532,0	290,0	235,2	2,57
487	539,0	295,0	219,4	2,65
488	546,0	290,0	253,8	2,57
489	553,0	295,0	258,2	2,52
490	560,0	290,0	252,7	2,50
491	567,0	295,0	236,2	2,48
492	574,0	290,0	209,4	2,54
493	581,0	295,0	277,6	2,25
494	588,0	290,0	272,3	2,21
495	595,0	295,0	255,1	2,28
496	602,0	290,0	249,6	2,22
497	609,0	295,0	209,1	2,76
498	616,0	290,0	203,2	2,76
499	623,0	295,0	207,0	2,61
500	630,0	290,0	201,1	2,62
501	637,0	295,0	252,0	2,64
502	644,0	290,0	270,3	2,46
503	651,0	295,0	202,9	2,94
504	658,0	290,0	197,0	2,94
505	665,0	295,0	249,9	2,94
506	672,0	290,0	244,5	2,97
507	679,0	295,0	273,9	2,93
508	686,0	290,0	268,7	2,96
509	693,0	295,0	247,9	3,24
510	700,0	290,0	242,4	3,29
511	350,0	300,0	274,6	3,60
512	357,0	305,0	294,3	3,46
513	364,0	300,0	230,3	3,48
514	371,0	305,0	235,2	3,23
515	378,0	300,0	230,1	3,15
516	385,0	305,0	235,0	3,09
517	392,0	300,0	230,0	3,09
518	399,0	305,0	249,7	3,06
519	406,0	300,0	243,9	3,02
520	413,0	305,0	247,7	2,96
521	420,0	300,0	241,8	2,89
522	427,0	305,0	245,6	2,92
523	434,0	300,0	239,7	2,91
524	441,0	305,0	259,9	2,82
525	448,0	300,0	254,3	2,82
526	455,0	305,0	258,4	2,81
527	462,0	300,0	252,7	2,80
528	469,0	305,0	256,8	2,78
529	476,0	300,0	251,2	2,79
530	483,0	305,0	273,2	2,77
531	490,0	300,0	285,9	2,70
532	497,0	305,0	290,6	2,65
533	504,0	300,0	266,7	2,64
534	511,0	305,0	271,1	2,59

535	518,0	300,0	265,7	2,59
536	525,0	305,0	250,6	2,60
537	532,0	300,0	245,0	2,54
538	539,0	305,0	269,1	2,56
539	546,0	300,0	263,6	2,55
540	553,0	305,0	268,0	2,50
541	560,0	300,0	241,9	2,50
542	567,0	305,0	225,0	2,57
543	574,0	300,0	219,1	2,53
544	581,0	305,0	266,0	2,38
545	588,0	300,0	282,3	2,20
546	595,0	305,0	287,0	2,15
547	602,0	300,0	237,2	2,32
548	609,0	305,0	218,8	2,77
549	616,0	300,0	212,9	2,77
550	623,0	305,0	216,8	2,62
551	630,0	300,0	280,7	2,53
552	637,0	305,0	261,8	2,62
553	644,0	300,0	256,4	2,98
554	651,0	305,0	212,6	2,91
555	658,0	300,0	206,7	2,99
556	665,0	305,0	259,8	2,93
557	672,0	300,0	254,3	2,95
558	679,0	305,0	258,7	2,94
559	686,0	300,0	278,7	2,96
560	693,0	305,0	257,7	3,24
561	700,0	300,0	252,3	3,27
562	350,0	310,0	299,3	3,50
563	357,0	315,0	289,6	3,55
564	364,0	310,0	299,3	3,42
565	371,0	315,0	245,2	3,24
566	378,0	310,0	240,1	3,15
567	385,0	315,0	245,0	3,11
568	392,0	310,0	240,0	3,11
569	399,0	315,0	259,5	3,11
570	406,0	310,0	253,6	3,02
571	413,0	315,0	257,4	2,96
572	420,0	310,0	251,5	2,88
573	427,0	315,0	271,3	2,91
574	434,0	310,0	265,6	2,89
575	441,0	315,0	269,7	2,86
576	448,0	310,0	264,1	2,81
577	455,0	315,0	268,2	2,79
578	462,0	310,0	262,5	2,80
579	469,0	315,0	266,6	2,78
580	476,0	310,0	278,6	2,75
581	483,0	315,0	265,1	2,75
582	490,0	310,0	295,8	2,68
583	497,0	315,0	282,0	2,65
584	504,0	310,0	295,3	2,60
585	511,0	315,0	281,0	2,57
586	518,0	310,0	256,3	2,58
587	525,0	315,0	260,4	2,57
588	532,0	310,0	235,0	2,65
589	539,0	315,0	299,0	2,45
590	546,0	310,0	273,5	2,52
591	553,0	315,0	277,9	2,48

592	560,0	310,0	251,7	2,48
593	567,0	315,0	234,7	2,57
594	574,0	310,0	292,7	2,28
595	581,0	315,0	275,8	2,36
596	588,0	310,0	292,2	2,19
597	595,0	315,0	274,8	2,26
598	602,0	310,0	202,4	2,68
599	609,0	315,0	228,5	2,78
600	616,0	310,0	222,6	2,67
601	623,0	315,0	226,5	2,64
602	630,0	310,0	290,6	2,50
603	637,0	315,0	271,7	2,60
604	644,0	310,0	218,5	2,92
605	651,0	315,0	222,3	2,95
606	658,0	310,0	240,8	2,97
607	665,0	315,0	269,6	2,92
608	672,0	310,0	264,2	2,93
609	679,0	315,0	268,6	2,92
610	686,0	310,0	237,7	3,25
611	693,0	315,0	241,9	3,27
612	700,0	310,0	262,1	3,25
613	350,0	320,0	294,6	3,56
614	357,0	325,0	299,6	3,50
615	364,0	320,0	250,3	3,41
616	371,0	325,0	255,2	3,24
617	378,0	320,0	250,1	3,16
618	385,0	325,0	255,0	3,12
619	392,0	320,0	250,0	3,12
620	399,0	325,0	284,2	3,09
621	406,0	320,0	263,3	3,01
622	413,0	325,0	267,1	2,95
623	420,0	320,0	261,2	2,92
624	427,0	325,0	265,1	2,90
625	434,0	320,0	275,4	2,88
626	441,0	325,0	279,5	2,85
627	448,0	320,0	273,8	2,80
628	455,0	325,0	278,0	2,78
629	462,0	320,0	272,3	2,79
630	469,0	325,0	293,9	2,74
631	476,0	320,0	270,7	2,74
632	483,0	325,0	274,9	2,68
633	490,0	320,0	269,2	2,69
634	497,0	325,0	291,9	2,63
635	504,0	320,0	286,4	2,60
636	511,0	325,0	271,8	2,57
637	518,0	320,0	266,1	2,56
638	525,0	325,0	250,6	2,66
639	532,0	320,0	304,2	2,49
640	539,0	325,0	308,9	2,43
641	546,0	320,0	303,7	2,41
642	553,0	325,0	267,1	2,49
643	560,0	320,0	261,5	2,46
644	567,0	325,0	244,4	2,56
645	574,0	320,0	238,6	2,68
646	581,0	325,0	307,3	2,22
647	588,0	320,0	302,1	2,18
648	595,0	325,0	284,7	2,25

649	602,0	320,0	234,4	2,74
650	609,0	325,0	238,3	2,79
651	616,0	320,0	232,4	2,67
652	623,0	325,0	236,2	2,65
653	630,0	320,0	277,1	2,65
654	637,0	325,0	305,3	2,41
655	644,0	320,0	228,2	2,88
656	651,0	325,0	232,1	2,99
657	658,0	320,0	250,6	2,97
658	665,0	325,0	279,5	2,91
659	672,0	320,0	274,1	2,91
660	679,0	325,0	278,5	2,90
661	686,0	320,0	298,5	2,96
662	693,0	325,0	277,4	3,28
663	700,0	320,0	272,0	3,23
664	350,0	330,0	304,6	3,52
665	357,0	335,0	324,3	3,40
666	364,0	330,0	260,3	3,38
667	371,0	335,0	265,2	3,24
668	378,0	330,0	260,1	3,16
669	385,0	335,0	265,0	3,13
670	392,0	330,0	260,0	3,13
671	399,0	335,0	278,9	3,07
672	406,0	330,0	273,0	3,01
673	413,0	335,0	276,9	2,97
674	420,0	330,0	271,0	2,92
675	427,0	335,0	274,8	2,89
676	434,0	330,0	285,2	2,87
677	441,0	335,0	289,3	2,84
678	448,0	330,0	283,6	2,79
679	455,0	335,0	287,7	2,77
680	462,0	330,0	299,4	2,77
681	469,0	335,0	303,8	2,74
682	476,0	330,0	280,5	2,71
683	483,0	335,0	284,7	2,65
684	490,0	330,0	279,0	2,66
685	497,0	335,0	301,7	2,61
686	504,0	330,0	296,3	2,58
687	511,0	335,0	281,6	2,56
688	518,0	330,0	275,9	2,55
689	525,0	335,0	319,3	2,52
690	532,0	330,0	314,1	2,47
691	539,0	335,0	318,8	2,41
692	546,0	330,0	293,2	2,49
693	553,0	335,0	276,9	2,48
694	560,0	330,0	250,3	2,65
695	567,0	335,0	254,2	2,56
696	574,0	330,0	312,6	2,25
697	581,0	335,0	317,3	2,21
698	588,0	330,0	312,1	2,18
699	595,0	335,0	272,3	2,38
700	602,0	330,0	244,1	2,75
701	609,0	335,0	248,0	2,81
702	616,0	330,0	242,1	2,68
703	623,0	335,0	315,7	2,48
704	630,0	330,0	310,5	2,44
705	637,0	335,0	291,4	2,57

706	644,0	330,0	238,0	2,92
707	651,0	335,0	290,4	3,03
708	658,0	330,0	284,9	3,04
709	665,0	335,0	289,4	2,90
710	672,0	330,0	283,9	2,90
711	679,0	335,0	288,3	2,92
712	686,0	330,0	308,4	2,96
713	693,0	335,0	287,3	3,25
714	700,0	330,0	281,9	3,25
715	350,0	340,0	329,3	3,43
716	357,0	345,0	319,5	3,46
717	364,0	340,0	329,3	3,34
718	371,0	345,0	275,2	3,24
719	378,0	340,0	270,1	3,17
720	385,0	345,0	275,0	3,14
721	392,0	340,0	299,6	3,14
722	399,0	345,0	303,7	3,06
723	406,0	340,0	282,7	3,00
724	413,0	345,0	286,6	2,97
725	420,0	340,0	296,5	2,92
726	427,0	345,0	300,6	2,88
727	434,0	340,0	295,0	2,86
728	441,0	345,0	299,1	2,83
729	448,0	340,0	293,4	2,79
730	455,0	345,0	297,5	2,76
731	462,0	340,0	309,2	2,73
732	469,0	345,0	296,0	2,73
733	476,0	340,0	290,3	2,68
734	483,0	345,0	294,4	2,61
735	490,0	340,0	307,2	2,64
736	497,0	345,0	311,6	2,60
737	504,0	340,0	306,2	2,56
738	511,0	345,0	291,3	2,55
739	518,0	340,0	285,7	2,52
740	525,0	345,0	309,5	2,55
741	532,0	340,0	304,1	2,54
742	539,0	345,0	328,8	2,39
743	546,0	340,0	303,1	2,48
744	553,0	345,0	286,7	2,46
745	560,0	340,0	260,1	2,64
746	567,0	345,0	263,9	2,70
747	574,0	340,0	322,5	2,26
748	581,0	345,0	327,2	2,21
749	588,0	340,0	300,0	2,28
750	595,0	345,0	259,8	2,43
751	602,0	340,0	253,9	2,77
752	609,0	345,0	257,7	2,83
753	616,0	340,0	320,9	2,51
754	623,0	345,0	325,7	2,46
755	630,0	340,0	320,4	2,42
756	637,0	345,0	301,3	2,54
757	644,0	340,0	247,7	2,96
758	651,0	345,0	275,9	2,99
759	658,0	340,0	294,8	3,04
760	665,0	345,0	299,2	2,88
761	672,0	340,0	293,8	2,88
762	679,0	345,0	298,2	2,93

763	686,0	340,0	292,7	3,22
764	693,0	345,0	297,2	3,25
765	700,0	340,0	317,9	3,30
766	350,0	350,0	324,6	3,43
767	357,0	355,0	344,3	3,34
768	364,0	350,0	339,3	3,33
769	371,0	355,0	285,2	3,24
770	378,0	350,0	280,1	3,19
771	385,0	355,0	285,0	3,14
772	392,0	350,0	309,4	3,12
773	399,0	355,0	313,5	3,05
774	406,0	350,0	292,5	2,99
775	413,0	355,0	296,3	2,97
776	420,0	350,0	306,3	2,91
777	427,0	355,0	294,2	2,88
778	434,0	350,0	304,8	2,86
779	441,0	355,0	308,9	2,84
780	448,0	350,0	303,2	2,78
781	455,0	355,0	307,3	2,77
782	462,0	350,0	319,1	2,73
783	469,0	355,0	305,8	2,71
784	476,0	350,0	300,1	2,66
785	483,0	355,0	304,2	2,62
786	490,0	350,0	317,0	2,63
787	497,0	355,0	321,5	2,58
788	504,0	350,0	297,0	2,57
789	511,0	355,0	301,1	2,53
790	518,0	350,0	334,5	2,54
791	525,0	355,0	319,4	2,53
792	532,0	350,0	313,9	2,52
793	539,0	355,0	318,4	2,49
794	546,0	350,0	292,4	2,49
795	553,0	355,0	275,7	2,65
796	560,0	350,0	269,8	2,63
797	567,0	355,0	316,3	2,39
798	574,0	350,0	310,9	2,36
799	581,0	355,0	337,1	2,23
800	588,0	350,0	331,9	2,18
801	595,0	355,0	269,5	2,76
802	602,0	350,0	263,6	2,78
803	609,0	355,0	267,4	2,68
804	616,0	350,0	330,9	2,49
805	623,0	355,0	335,6	2,44
806	630,0	350,0	330,4	2,41
807	637,0	355,0	335,1	2,39
808	644,0	350,0	257,4	2,99
809	651,0	355,0	285,7	2,99
810	658,0	350,0	280,0	3,04
811	665,0	355,0	309,1	2,87
812	672,0	350,0	303,6	2,89
813	679,0	355,0	308,0	2,95
814	686,0	350,0	302,6	3,20
815	693,0	355,0	333,0	3,27
816	700,0	350,0	325,5	3,29
817	350,0	360,0	349,3	3,37
818	357,0	365,0	339,5	3,41
819	364,0	360,0	290,3	3,37

820	371,0	365,0	295,2	3,24
821	378,0	360,0	290,1	3,21
822	385,0	365,0	295,0	3,15
823	392,0	360,0	319,2	3,11
824	399,0	365,0	323,3	3,05
825	406,0	360,0	302,2	2,98
826	413,0	365,0	306,0	2,97
827	420,0	360,0	316,1	2,90
828	427,0	365,0	303,9	2,87
829	434,0	360,0	314,5	2,85
830	441,0	365,0	318,7	2,83
831	448,0	360,0	313,0	2,78
832	455,0	365,0	334,4	2,75
833	462,0	360,0	311,4	2,74
834	469,0	365,0	315,6	2,68
835	476,0	360,0	309,9	2,62
836	483,0	365,0	314,0	2,62
837	490,0	360,0	326,9	2,61
838	497,0	365,0	331,3	2,57
839	504,0	360,0	306,8	2,57
840	511,0	365,0	310,9	2,64
841	518,0	360,0	344,4	2,52
842	525,0	365,0	349,1	2,46
843	532,0	360,0	323,8	2,51
844	539,0	365,0	328,2	2,48
845	546,0	360,0	302,2	2,48
846	553,0	365,0	285,4	2,65
847	560,0	360,0	279,5	2,63
848	567,0	365,0	326,2	2,37
849	574,0	360,0	320,7	2,35
850	581,0	365,0	347,1	2,22
851	588,0	360,0	319,7	2,27
852	595,0	365,0	279,2	2,77
853	602,0	360,0	273,3	2,80
854	609,0	365,0	277,1	2,69
855	616,0	360,0	317,6	2,64
856	623,0	365,0	345,5	2,43
857	630,0	360,0	340,3	2,40
858	637,0	365,0	345,0	2,39
859	644,0	360,0	291,3	3,01
860	651,0	365,0	295,5	3,00
861	658,0	360,0	289,8	3,04
862	665,0	365,0	318,9	2,88
863	672,0	360,0	313,5	2,91
864	679,0	365,0	317,9	2,96
865	686,0	360,0	338,2	2,97
866	693,0	365,0	313,9	3,27
867	700,0	360,0	305,6	3,16
868	350,0	370,0	359,3	3,35
869	357,0	375,0	349,5	3,37
870	364,0	370,0	359,3	3,28
871	371,0	375,0	305,2	3,24
872	378,0	370,0	300,1	3,22
873	385,0	375,0	305,0	3,15
874	392,0	370,0	329,0	3,10
875	399,0	375,0	317,8	3,04
876	406,0	370,0	311,9	2,97



877	413,0	375,0	315,7	2,99
878	420,0	370,0	325,9	2,88
879	427,0	375,0	313,7	2,86
880	434,0	370,0	324,3	2,84
881	441,0	375,0	328,5	2,82
882	448,0	370,0	322,8	2,80
883	455,0	375,0	326,9	2,74
884	462,0	370,0	321,2	2,71
885	469,0	375,0	325,4	2,64
886	476,0	370,0	319,7	2,63
887	483,0	375,0	342,2	2,61
888	490,0	370,0	318,1	2,56
889	497,0	375,0	322,3	2,56
890	504,0	370,0	316,6	2,56
891	511,0	375,0	301,3	2,61
892	518,0	370,0	354,3	2,50
893	525,0	375,0	359,1	2,45
894	532,0	370,0	333,7	2,50
895	539,0	375,0	317,6	2,51
896	546,0	370,0	312,0	2,47
897	553,0	375,0	295,1	2,64
898	560,0	370,0	352,8	2,30
899	567,0	375,0	357,5	2,26
900	574,0	370,0	330,6	2,34
901	581,0	375,0	335,0	2,30
902	588,0	370,0	307,3	2,40
903	595,0	375,0	288,9	2,79
904	602,0	370,0	283,0	2,82
905	609,0	375,0	286,8	2,72
906	616,0	370,0	327,5	2,62
907	623,0	375,0	355,4	2,43
908	630,0	370,0	350,2	2,41
909	637,0	375,0	306,8	2,99
910	644,0	370,0	325,4	3,02
911	651,0	375,0	305,2	3,00
912	658,0	370,0	299,6	3,04
913	665,0	375,0	328,8	2,90
914	672,0	370,0	323,4	2,93
915	679,0	375,0	327,8	2,97
916	686,0	370,0	348,1	3,03
917	693,0	375,0	345,5	3,26
918	700,0	370,0	311,9	3,17
919	350,0	380,0	354,6	3,35
920	357,0	385,0	374,3	3,28
921	364,0	380,0	310,3	3,36
922	371,0	385,0	374,2	3,25
923	378,0	380,0	369,2	3,21
924	385,0	385,0	344,4	3,16
925	392,0	380,0	338,8	3,09
926	399,0	385,0	327,5	3,03
927	406,0	380,0	321,6	3,00
928	413,0	385,0	325,4	2,99
929	420,0	380,0	319,6	2,89
930	427,0	385,0	339,8	2,87
931	434,0	380,0	334,1	2,83
932	441,0	385,0	338,2	2,83
933	448,0	380,0	332,6	2,78

934	455,0	385,0	336,7	2,70
935	462,0	380,0	331,0	2,69
936	469,0	385,0	335,1	2,65
937	476,0	380,0	347,7	2,62
938	483,0	385,0	352,1	2,60
939	490,0	380,0	327,9	2,55
940	497,0	385,0	332,1	2,56
941	504,0	380,0	326,4	2,53
942	511,0	385,0	369,5	2,54
943	518,0	380,0	364,3	2,49
944	525,0	385,0	369,0	2,43
945	532,0	380,0	343,5	2,49
946	539,0	385,0	327,4	2,50
947	546,0	380,0	301,0	2,64
948	553,0	385,0	304,8	2,64
949	560,0	380,0	362,7	2,30
950	567,0	385,0	367,4	2,26
951	574,0	380,0	340,4	2,33
952	581,0	385,0	344,8	2,30
953	588,0	380,0	294,8	2,47
954	595,0	385,0	298,6	2,81
955	602,0	380,0	292,7	2,84
956	609,0	385,0	342,8	2,63
957	616,0	380,0	337,3	2,60
958	623,0	385,0	341,8	2,55
959	630,0	380,0	360,2	2,41
960	637,0	385,0	340,7	3,00
961	644,0	380,0	335,3	3,02
962	651,0	385,0	315,0	3,00
963	658,0	380,0	334,2	2,88
964	665,0	385,0	338,7	2,92
965	672,0	380,0	333,2	2,94
966	679,0	385,0	336,8	2,98
967	686,0	380,0	354,0	2,96
968	693,0	385,0	351,6	3,26
969	700,0	380,0	318,3	3,18
970	350,0	390,0	379,3	3,31
971	357,0	395,0	369,5	3,32
972	364,0	390,0	364,5	3,33
973	371,0	395,0	384,2	3,24
974	378,0	390,0	320,1	3,24
975	385,0	395,0	354,2	3,16
976	392,0	390,0	348,6	3,09
977	399,0	395,0	337,2	3,02
978	406,0	390,0	331,3	3,00
979	413,0	395,0	351,1	2,99
980	420,0	390,0	329,3	2,88
981	427,0	395,0	349,6	2,86
982	434,0	390,0	343,9	2,85
983	441,0	395,0	348,0	2,80
984	448,0	390,0	342,4	2,76
985	455,0	395,0	346,5	2,68
986	462,0	390,0	340,8	2,64
987	469,0	395,0	363,0	2,63
988	476,0	390,0	357,5	2,61
989	483,0	395,0	343,4	2,53
990	490,0	390,0	337,7	2,54

991	497,0	395,0	341,8	2,55
992	504,0	390,0	336,2	2,63
993	511,0	395,0	359,9	2,53
994	518,0	390,0	374,2	2,48
995	525,0	395,0	378,9	2,42
996	532,0	390,0	353,4	2,48
997	539,0	395,0	337,2	2,49
998	546,0	390,0	310,7	2,64
999	553,0	395,0	335,7	2,76
1000	560,0	390,0	372,7	2,29
1001	567,0	395,0	377,4	2,26
1002	574,0	390,0	350,3	2,32
1003	581,0	395,0	354,7	2,30
1004	588,0	390,0	304,5	2,79
1005	595,0	395,0	308,3	2,82
1006	602,0	390,0	302,5	2,86
1007	609,0	395,0	375,8	2,47
1008	616,0	390,0	347,2	2,58
1009	623,0	395,0	351,6	2,54
1010	630,0	390,0	370,1	2,41
1011	637,0	395,0	374,8	3,00
1012	644,0	390,0	369,6	3,01
1013	651,0	395,0	324,8	2,99
1014	658,0	390,0	344,1	2,90
1015	665,0	395,0	348,5	2,93
1016	672,0	390,0	343,1	2,95
1017	679,0	395,0	343,3	3,17
1018	686,0	390,0	334,9	3,22
1019	693,0	395,0	333,2	3,26
1020	700,0	390,0	324,8	3,20
1021	350,0	400,0	389,3	3,30
1022	357,0	405,0	394,3	3,27
1023	364,0	400,0	389,3	3,25
1024	371,0	405,0	379,5	3,27
1025	378,0	400,0	389,2	3,20
1026	385,0	405,0	364,0	3,18
1027	392,0	400,0	358,3	3,08
1028	399,0	405,0	346,9	3,02
1029	406,0	400,0	341,1	3,00
1030	413,0	405,0	360,9	2,97
1031	420,0	400,0	339,0	2,88
1032	427,0	405,0	359,4	2,87
1033	434,0	400,0	370,5	2,84
1034	441,0	405,0	357,8	2,78
1035	448,0	400,0	352,2	2,72
1036	455,0	405,0	356,3	2,64
1037	462,0	400,0	350,6	2,64
1038	469,0	405,0	372,8	2,62
1039	476,0	400,0	367,4	2,60
1040	483,0	405,0	353,2	2,53
1041	490,0	400,0	347,5	2,54
1042	497,0	405,0	351,6	2,52
1043	504,0	400,0	326,6	2,62
1044	511,0	405,0	369,7	2,52
1045	518,0	400,0	364,3	2,50
1046	525,0	405,0	388,8	2,41
1047	532,0	400,0	363,2	2,47

1048	539,0	405,0	326,3	2,65
1049	546,0	400,0	320,4	2,64
1050	553,0	405,0	387,8	2,31
1051	560,0	400,0	382,6	2,29
1052	567,0	405,0	387,3	2,26
1053	574,0	400,0	360,2	2,31
1054	581,0	405,0	342,3	2,41
1055	588,0	400,0	314,2	2,80
1056	595,0	405,0	318,1	2,84
1057	602,0	400,0	312,2	2,87
1058	609,0	405,0	385,8	2,47
1059	616,0	400,0	357,1	2,57
1060	623,0	405,0	361,5	2,52
1061	630,0	400,0	380,0	2,41
1062	637,0	405,0	384,7	2,99
1063	644,0	400,0	379,5	3,00
1064	651,0	405,0	334,6	2,99
1065	658,0	400,0	354,0	2,92
1066	665,0	405,0	358,4	2,94
1067	672,0	400,0	351,6	2,96
1068	679,0	405,0	349,8	3,17
1069	686,0	400,0	341,5	3,23
1070	693,0	405,0	339,9	3,28
1071	700,0	400,0	331,5	3,23
1072	350,0	410,0	384,6	3,30
1073	357,0	415,0	389,5	3,25
1074	364,0	410,0	384,5	3,29
1075	371,0	415,0	404,2	3,21
1076	378,0	410,0	399,2	3,19
1077	385,0	415,0	403,9	3,12
1078	392,0	410,0	352,8	3,09
1079	399,0	415,0	356,7	3,05
1080	406,0	410,0	350,8	3,00
1081	413,0	415,0	370,7	2,98
1082	420,0	410,0	348,7	2,87
1083	427,0	415,0	385,8	2,87
1084	434,0	410,0	380,3	2,80
1085	441,0	415,0	367,6	2,76
1086	448,0	410,0	361,9	2,70
1087	455,0	415,0	366,1	2,63
1088	462,0	410,0	360,4	2,65
1089	469,0	415,0	364,5	2,66
1090	476,0	410,0	358,8	2,55
1091	483,0	415,0	363,0	2,54
1092	490,0	410,0	357,3	2,54
1093	497,0	415,0	361,4	2,62
1094	504,0	410,0	336,3	2,59
1095	511,0	415,0	379,6	2,52
1096	518,0	410,0	394,1	2,46
1097	525,0	415,0	378,5	2,47
1098	532,0	410,0	352,7	2,49
1099	539,0	415,0	336,0	2,65
1100	546,0	410,0	330,1	2,65
1101	553,0	415,0	312,7	2,76
1102	560,0	410,0	371,0	2,39
1103	567,0	415,0	397,2	2,26
1104	574,0	410,0	392,0	2,23

1105	581,0	415,0	352,1	2,41
1106	588,0	410,0	324,0	2,82
1107	595,0	415,0	327,8	2,86
1108	602,0	410,0	321,9	2,76
1109	609,0	415,0	395,7	2,47
1110	616,0	410,0	390,5	2,46
1111	623,0	415,0	371,3	2,51
1112	630,0	410,0	365,9	2,98
1113	637,0	415,0	394,6	2,98
1114	644,0	410,0	389,4	3,03
1115	651,0	415,0	344,4	2,99
1116	658,0	410,0	363,8	2,95
1117	665,0	415,0	366,5	2,95
1118	672,0	410,0	358,2	2,97
1119	679,0	415,0	356,5	3,18
1120	686,0	410,0	348,2	3,24
1121	693,0	415,0	346,7	3,19
1122	700,0	410,0	338,4	3,25
1123	350,0	420,0	409,3	3,25
1124	357,0	425,0	399,5	3,22
1125	364,0	420,0	394,5	3,27
1126	371,0	425,0	399,5	3,25
1127	378,0	420,0	394,3	3,23
1128	385,0	425,0	413,9	3,09
1129	392,0	420,0	362,6	3,07
1130	399,0	425,0	366,4	3,04
1131	406,0	420,0	408,1	3,00
1132	413,0	425,0	412,8	2,96
1133	420,0	420,0	358,4	2,89
1134	427,0	425,0	395,6	2,83
1135	434,0	420,0	390,2	2,78
1136	441,0	425,0	377,4	2,73
1137	448,0	420,0	371,7	2,67
1138	455,0	425,0	375,9	2,64
1139	462,0	420,0	370,2	2,66
1140	469,0	425,0	392,5	2,64
1141	476,0	420,0	368,6	2,55
1142	483,0	425,0	372,8	2,53
1143	490,0	420,0	367,1	2,51
1144	497,0	425,0	409,7	2,62
1145	504,0	420,0	404,5	2,58
1146	511,0	425,0	389,4	2,51
1147	518,0	420,0	384,0	2,49
1148	525,0	425,0	388,4	2,46
1149	532,0	420,0	362,4	2,48
1150	539,0	425,0	345,8	2,65
1151	546,0	420,0	360,9	2,75
1152	553,0	425,0	386,3	2,42
1153	560,0	420,0	402,5	2,28
1154	567,0	425,0	407,2	2,25
1155	574,0	420,0	401,9	2,23
1156	581,0	425,0	339,6	2,52
1157	588,0	420,0	333,7	2,84
1158	595,0	425,0	383,3	2,87
1159	602,0	420,0	331,6	2,80
1160	609,0	425,0	405,6	2,47
1161	616,0	420,0	400,4	2,46

1162	623,0	425,0	381,2	2,50
1163	630,0	420,0	375,7	2,99
1164	637,0	425,0	404,6	2,97
1165	644,0	420,0	399,4	3,04
1166	651,0	425,0	354,2	3,00
1167	658,0	420,0	373,7	2,96
1168	665,0	425,0	373,2	2,96
1169	672,0	420,0	364,8	2,97
1170	679,0	425,0	387,6	3,03
1171	686,0	420,0	379,1	3,24
1172	693,0	425,0	353,6	3,21
1173	700,0	420,0	345,3	3,28
1174	350,0	430,0	419,3	3,25
1175	357,0	435,0	409,5	3,19
1176	364,0	430,0	419,3	3,21
1177	371,0	435,0	409,5	3,23
1178	378,0	430,0	404,2	3,21
1179	385,0	435,0	423,8	3,06
1180	392,0	430,0	372,3	3,07
1181	399,0	435,0	376,1	3,04
1182	406,0	430,0	418,1	2,97
1183	413,0	435,0	374,0	2,97
1184	420,0	430,0	368,2	2,89
1185	427,0	435,0	405,5	2,81
1186	434,0	430,0	383,1	2,83
1187	441,0	435,0	387,2	2,69
1188	448,0	430,0	381,5	2,63
1189	455,0	435,0	385,6	2,65
1190	462,0	430,0	380,0	2,65
1191	469,0	435,0	384,1	2,58
1192	476,0	430,0	378,4	2,55
1193	483,0	435,0	382,5	2,53
1194	490,0	430,0	376,9	2,50
1195	497,0	435,0	381,0	2,63
1196	504,0	430,0	394,9	2,53
1197	511,0	435,0	399,3	2,51
1198	518,0	430,0	393,9	2,48
1199	525,0	435,0	377,9	2,47
1200	532,0	430,0	372,2	2,48
1201	539,0	435,0	355,5	2,65
1202	546,0	430,0	370,7	2,77
1203	553,0	435,0	396,2	2,42
1204	560,0	430,0	390,8	2,39
1205	567,0	435,0	395,2	2,34
1206	574,0	430,0	389,7	2,31
1207	581,0	435,0	394,1	2,84
1208	588,0	430,0	343,4	2,85
1209	595,0	435,0	393,1	2,87
1210	602,0	430,0	410,8	2,48
1211	609,0	435,0	415,5	2,47
1212	616,0	430,0	410,3	2,46
1213	623,0	435,0	391,0	2,50
1214	630,0	430,0	385,6	2,99
1215	637,0	435,0	390,0	3,02
1216	644,0	430,0	384,6	3,04
1217	651,0	435,0	364,0	2,99
1218	658,0	430,0	381,5	2,97

1219	665,0	435,0	380,0	2,96
1220	672,0	430,0	371,6	2,99
1221	679,0	435,0	370,3	3,21
1222	686,0	430,0	361,9	3,32
1223	693,0	435,0	360,7	3,24
1224	700,0	430,0	352,4	3,31
1225	350,0	440,0	414,6	3,26
1226	357,0	445,0	434,3	3,21
1227	364,0	440,0	414,5	3,23
1228	371,0	445,0	434,2	3,17
1229	378,0	440,0	414,0	3,19
1230	385,0	445,0	433,7	3,03
1231	392,0	440,0	428,5	3,03
1232	399,0	445,0	385,8	3,03
1233	406,0	440,0	395,9	3,00
1234	413,0	445,0	383,8	2,96
1235	420,0	440,0	377,9	2,88
1236	427,0	445,0	398,5	2,85
1237	434,0	440,0	392,9	2,81
1238	441,0	445,0	397,0	2,66
1239	448,0	440,0	391,3	2,65
1240	455,0	445,0	395,4	2,65
1241	462,0	440,0	389,8	2,64
1242	469,0	445,0	393,9	2,57
1243	476,0	440,0	388,2	2,55
1244	483,0	445,0	392,3	2,51
1245	490,0	440,0	386,7	2,60
1246	497,0	445,0	371,4	2,61
1247	504,0	440,0	404,7	2,52
1248	511,0	445,0	409,2	2,50
1249	518,0	440,0	403,7	2,48
1250	525,0	445,0	387,7	2,47
1251	532,0	440,0	361,4	2,64
1252	539,0	445,0	365,2	2,65
1253	546,0	440,0	422,8	2,33
1254	553,0	445,0	406,1	2,41
1255	560,0	440,0	400,6	2,39
1256	567,0	445,0	427,0	2,24
1257	574,0	440,0	377,4	2,43
1258	581,0	445,0	404,0	2,83
1259	588,0	440,0	398,6	2,87
1260	595,0	445,0	403,0	2,87
1261	602,0	440,0	397,5	2,57
1262	609,0	445,0	401,9	2,53
1263	616,0	440,0	420,2	2,46
1264	623,0	445,0	425,0	2,45
1265	630,0	440,0	395,5	3,00
1266	637,0	445,0	399,9	3,02
1267	644,0	440,0	394,4	3,04
1268	651,0	445,0	371,8	3,04
1269	658,0	440,0	412,9	2,95
1270	665,0	445,0	386,9	2,98
1271	672,0	440,0	402,7	3,01
1272	679,0	445,0	377,3	3,23
1273	686,0	440,0	392,5	3,25
1274	693,0	445,0	367,9	3,26
1275	700,0	440,0	359,6	3,34

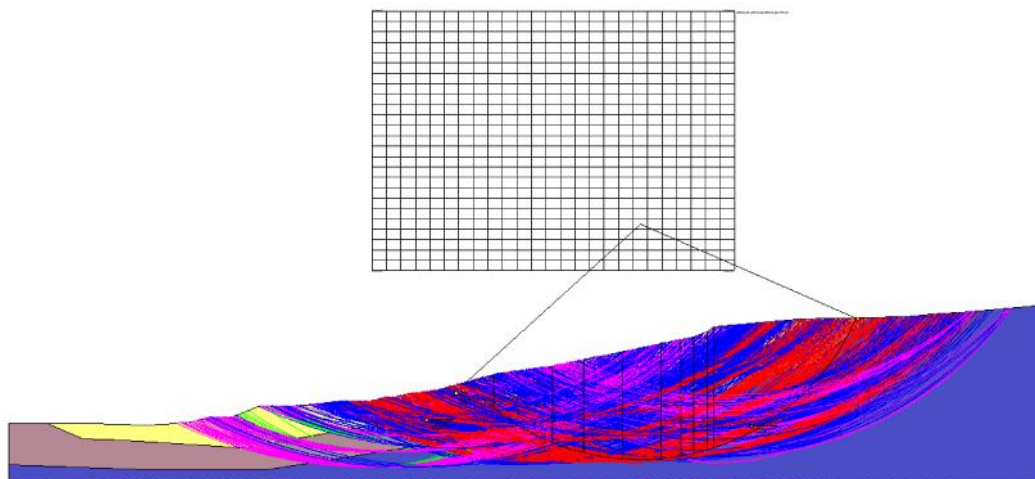
1276	350,0	450,0	439,3	3,22
1277	364,0	450,0	439,3	3,19
1278	378,0	450,0	423,9	3,17
1279	392,0	450,0	438,4	2,97
1280	406,0	450,0	405,7	3,00
1281	420,0	450,0	420,8	2,90
1282	434,0	450,0	402,6	2,76
1283	448,0	450,0	401,1	2,66
1284	462,0	450,0	399,5	2,64
1285	476,0	450,0	398,0	2,55
1286	490,0	450,0	396,5	2,59
1287	504,0	450,0	414,6	2,52
1288	518,0	450,0	413,6	2,48
1289	532,0	450,0	371,1	2,66
1290	546,0	450,0	432,8	2,33
1291	560,0	450,0	410,5	2,38
1292	574,0	450,0	387,2	2,43
1293	588,0	450,0	408,4	2,87
1294	602,0	450,0	407,4	2,56
1295	616,0	450,0	430,2	2,46
1296	630,0	450,0	405,3	3,01
1297	644,0	450,0	379,4	2,99
1298	658,0	450,0	395,2	2,96
1299	672,0	450,0	385,6	3,17
1300	686,0	450,0	376,2	3,31
1301	700,0	450,0	389,7	3,29

---



---





## Relazione di calcolo AA'

### Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

### Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

3. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
4. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

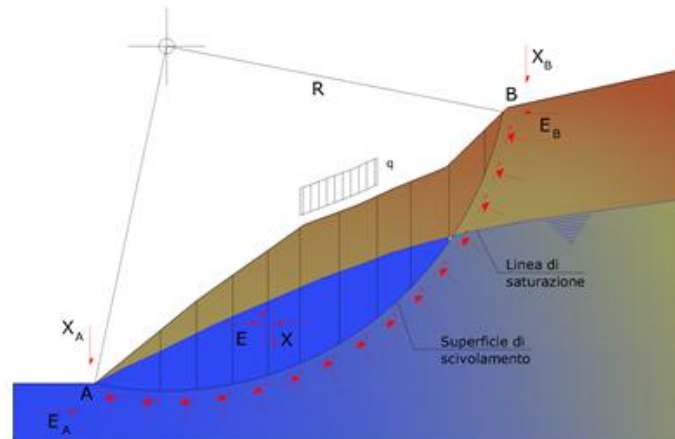
### Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di

rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.). Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



### Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a  $n$ , il problema presenta le seguenti incognite:

- $n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;
- $n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$ ;
- $(n-1)$  forze normali  $E_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- $(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- $n$  valori della coordinata  $a$  che individua il punto di applicazione delle  $E_i$ ;
- $(n-1)$  valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_i$ ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza  $F$ .

Complessivamente le incognite sono  $(6n-2)$ .

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti  $n$ ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale  $n$ ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale  $n$ ;
- equazioni relative al criterio di rottura  $n$ .

Totale numero di equazioni  $4n$ .

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  in quanto si fa l'assunzione che  $N_i$  sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le (n-2) indeterminazioni.

### Metodo di Fellenius (1927)

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

- n valori delle forze normali  $N_i$ ;
- n valori delle forze da taglio  $T_i$ ;
- 1 fattore di sicurezza.

Incognite (2n+1).

Le equazioni a disposizione sono:

- n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
- n equazioni relative al criterio di rottura;
- equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \varphi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

### Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

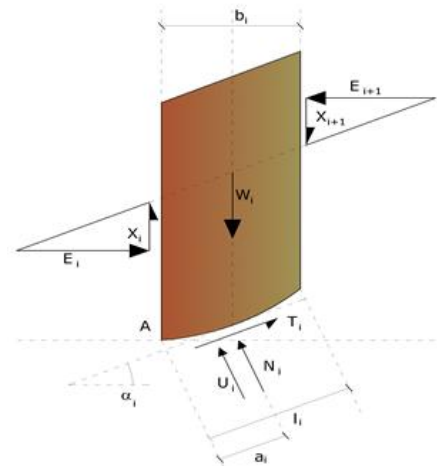
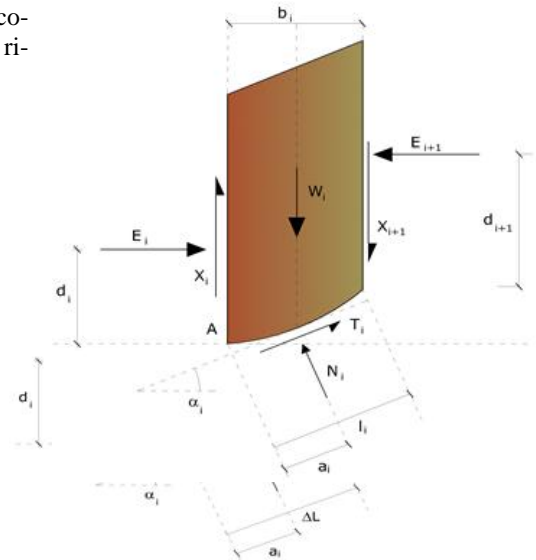
I valori di F e di  $\Delta X$  per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre  $\Delta X = 0$  ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

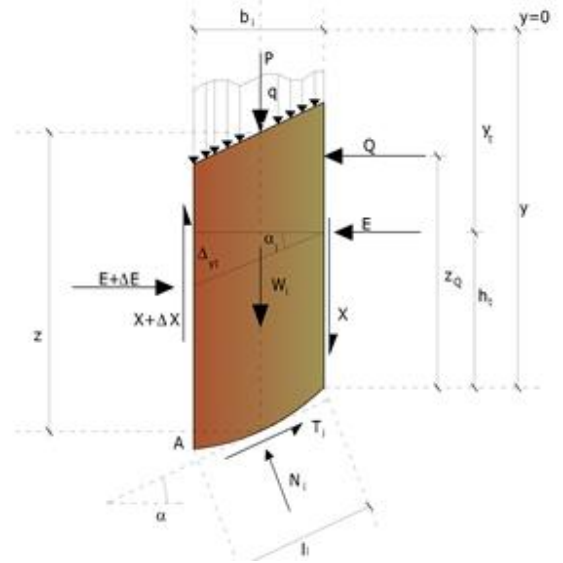
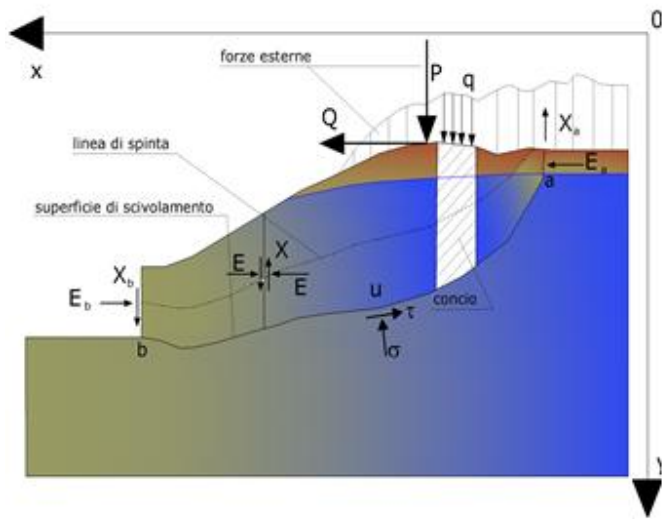
### Metodo di Janbu (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio). A tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{W_i \times \tan \alpha_i}$$



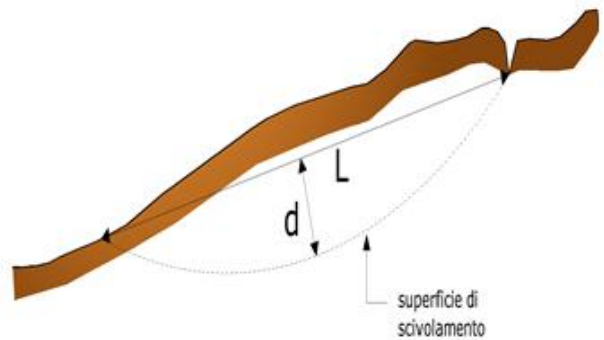
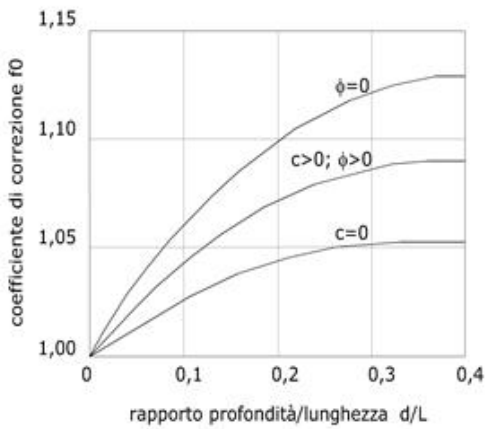


Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Assumendo  $\Delta X_i = 0$  si ottiene il metodo ordinario. Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 \cdot F$$

dove  $f_0$  è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.



### Metodo di Bell (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno,  $W$ , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali  $K_X W$  e  $K_Z W$ , le forze orizzontali e verticali  $X$  e  $Z$  applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio  $\sigma$  e  $\tau$  agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori  $u$  che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da Taylor.

In accordo con la legge della resistenza di Mohr-Coulomb in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell' $i$ -esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \Phi_i}{F}$$

in cui:

$F$  = il fattore di sicurezza;

$c_i$  = la coesione efficace (o totale) alla base dell' $i$ -esimo concio;

$w_i$  = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell' $i$ -esimo concio;

$L_i$  = la lunghezza della base dell' $i$ -esimo concio;

$u_{ci}$  = la pressione dei pori al centro della base dell' $i$ -esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[ C_1 (1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$$W_i \cos \alpha_i / L_i = \text{valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei concii}$$

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left( \frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

dove  $x_0$  ed  $x_n$  sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre  $x_{ci}$  rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio  $i$ -esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno  $K_z$  g può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore  $(1 - K_z)$ .

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

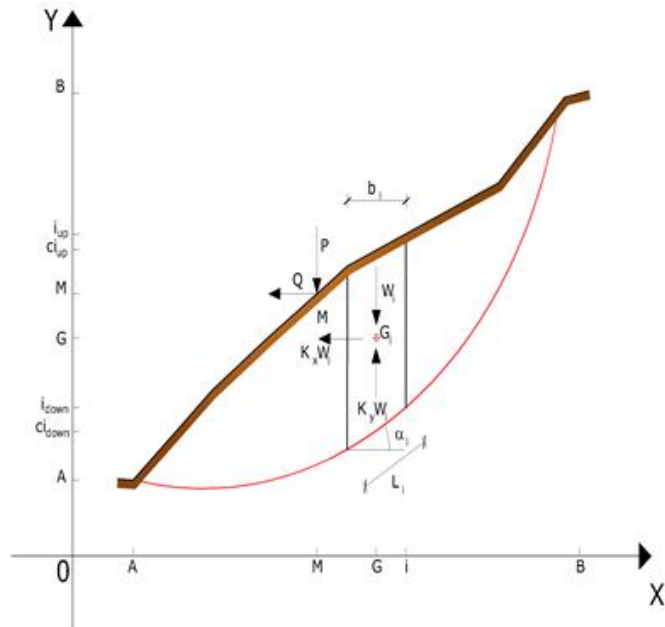
$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza  $F$ , sostituendo l'espressione di  $N_i$  e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario  $C_3$ . Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

### Metodo di Sarma (1973)

Il metodo di Sarma è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal



profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica  $K_C$ ) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in  $n$  strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale  $N_i$  agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i = W_i - \Delta X_i$$

$$T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i = KW_i + \Delta E_i$$

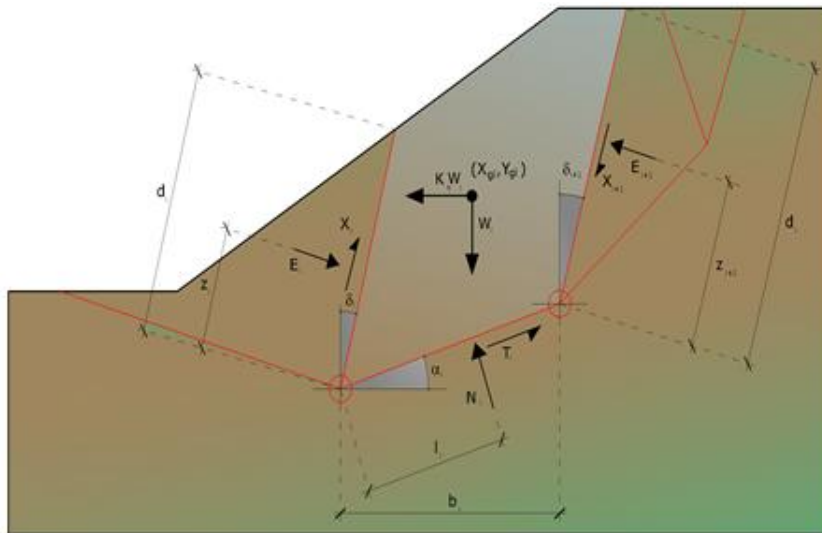
Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\sum \Delta E_i = 0$$

$$\sum \Delta X_i = 0$$

dove  $E_i$  e  $X_i$  rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia  $i$ -esima del concio generico  $i$ .

L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel **metodo di Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:



*Azioni sull'iesimo concio, metodo di Sarma*

$$\sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi_i' - \alpha_i) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$\sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \operatorname{tg}(\psi_i' - \alpha_i) + (x_i - x_G)] = \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di **K** (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione **K** corrispondente al fattore di sicurezza **F = 1**, ossia l'accelerazione critica.

Si ha pertanto:

$$\begin{aligned} K &= K_c && \text{Accelerazione critica se } F=1 \\ F &= F_s && \text{Fattore di sicurezza in condizioni statiche se } K=0 \end{aligned}$$

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne  $X_i$  ed  $E_i$  tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.

E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze  $X_i$ :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

dove  $Q_i$  è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla  $i$ -esima faccia del concio  $i$ , e  $\lambda$  rappresenta un'incognita.

La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di  $K_c$ ,  $\lambda$  e  $F$ , che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

### Metodo di Spencer (1967)

Il metodo è basato sull'assunzione:

3. le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli concii sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo  $\theta$ ;
4. tutti i momenti sono nulli  $M_i = 0$  con  $i=1, \dots, n$ .

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale al metodo di Morgenstern e Price quando la funzione  $f(x) = 1$ . Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:

$$1) \quad \sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

dove:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h \sec \alpha) \frac{\text{tg} \alpha}{F_s} - W \text{sen} \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[ \frac{F_s + \text{tg} \phi \text{tg}(\alpha - \theta)}{F_s} \right]}$$

forza d'interazione fra i concii;

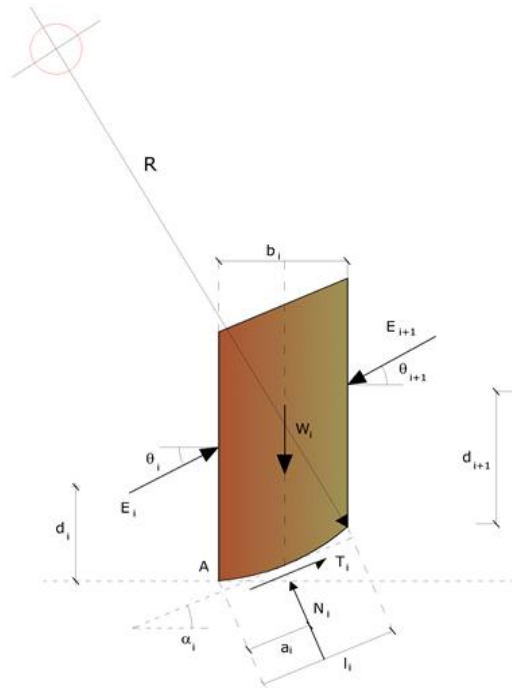
**R** = raggio dell'arco di cerchio;

= angolo d'inclinazione della forza  $Q_i$  rispetto all'orizzontale.

Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\begin{aligned} \sum (Q_i \cos \theta) &= 0 \\ \sum (Q_i \text{sen} \theta) &= 0 \end{aligned}$$

Con l'assunzione delle forze  $Q_i$  parallele fra loro, si può anche scrivere:



$$2) \sum Q_i = 0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo ( $F_{sm}$ ) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo ( $F_{sf}$ ) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo  $\alpha$ , considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia:

$$F_{sm} = F_{sf}$$

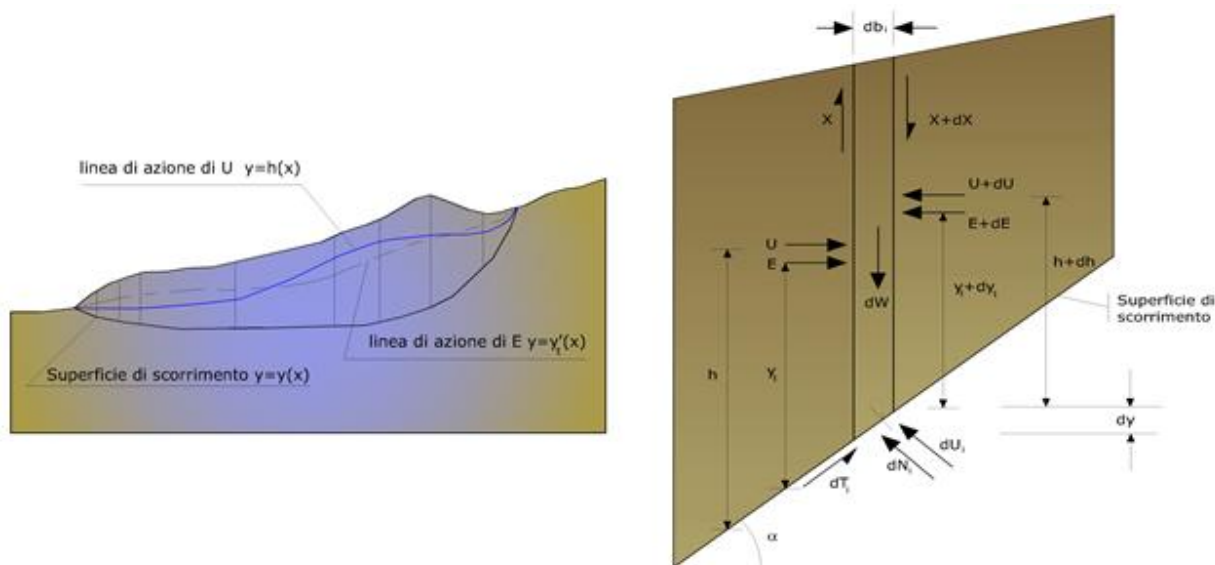
### Metodo di Morgenstern e Price (1965)

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo  $X = f(x)E$ , dove  $f$  è un fattore di scala e  $f(x)$ , funzione della posizione di  $E$  e di  $X$ , definisce una relazione tra la variazione della forza  $X$  e della forza  $E$  all'interno della massa scivolante. La funzione  $f(x)$  è scelta arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite  $E$ ,  $X$ , il coefficiente di sicurezza  $F_s$ , il peso della striscia infinitesima  $dW$  e la risultante delle pressioni neutra alla base  $dU$ .

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c' \sec^2 \alpha + \text{tg} \phi' \left( \frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - \text{tg} \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) = \frac{dE}{dx} - \text{tg} \alpha \left( \frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$



Azioni sul concio  $i$ -esimo secondo le ipotesi di Morgenstern e Price e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Una seconda equazione, detta "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzzeria della base:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

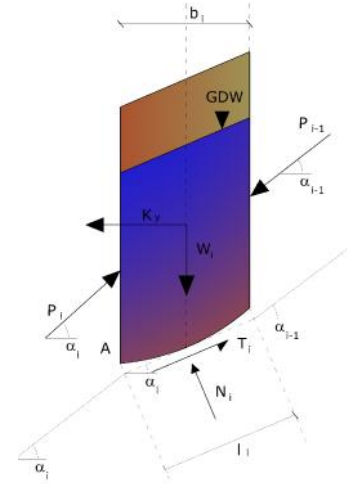


Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

### Metodo di Zeng e Liang (2002)

Zeng e Liang hanno effettuato una serie di analisi parametriche su un modello bidimensionale sviluppato con codice agli elementi finiti, che riproduce il caso di pali immersi in un terreno in movimento (drilled shafts). Il modello bidimensionale riproduce un striscia di terreno di spessore unitario e ipotizza che il fenomeno avvenga in condizioni di deformazione piana nella direzione parallela all'asse dei pali. Il modello è stato utilizzato per indagare l'influenza sulla formazione dell'effetto arco di alcuni parametri come l'interasse fra i pali, il diametro e la forma dei pali, e le proprietà meccaniche del terreno. Gli autori individuano nel rapporto tra l'interasse e il diametro dei i pali ( $s/d$ ) il parametro adimensionale determinante per la formazione dell'effetto arco. Il problema risulta essere staticamente indeterminato, con grado di indeterminatezza pari a  $(8n-4)$ , ma nonostante ciò è possibile ottenere una soluzione riducendo il numero delle incognite e assumendo quindi delle ipotesi semplificative, in modo da rendere determinato il problema.

Le assunzioni che rendono il problema determinato sono:



- $K_y$  sono assunte orizzontali per ridurre il numero totale delle incognite da  $(n-1)$  a  $(7n-3)$ ;

-Le forze normali alla base della striscia agiscono nel punto medio, riducendo le incognite da  $n$  a  $(6n-3)$ ;

-La posizione delle spinte laterali è ad un terzo dell'altezza media dell'inter-striscia e riduce le incognite da  $(n-1)$  a  $(5n-2)$ ;

-Le forze  $(P_{i-1})$  e  $P_i$  si assumono parallele all'inclinazione della base della striscia

( $i$ ), riducendo il numero di incognite da  $(n-1)$  a  $(4n-1)$ ;

-Si assume un'unica costante di snervamento per tutte le strisce, riducendo le incognite da  $(n)$  a  $(3n-1)$ ;

Il numero totale di incognite quindi è ridotto a  $(3n)$ , da calcolare utilizzando il fattore di trasferimento di carico. Inoltre si deve tener presente che la forza di stabilizzazione trasmessa sul terreno a valle dei pali risulta ridotta di una quantità  $R$ , chiamato fattore di riduzione, calcolabile come:

$$R = \frac{1}{s/d} + \left(1 - \frac{1}{s/d}\right) \cdot R_p$$

Il fattore  $R$  dipende quindi dal rapporto fra l'interasse presente fra i pali e il diametro dei pali stessi e dal fattore  $R_p$  che tiene conto dell'effetto arco.

### Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

Ń  $F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

Ń  $W$  peso concio;

Ń  $K_x$  coefficiente sismico orizzontale;

Ń  $K_y$  coefficiente sismico verticale.

### Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da  $m$  righe e  $n$  colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

### Stabilizzazione di pendii con l'utilizzo di pali

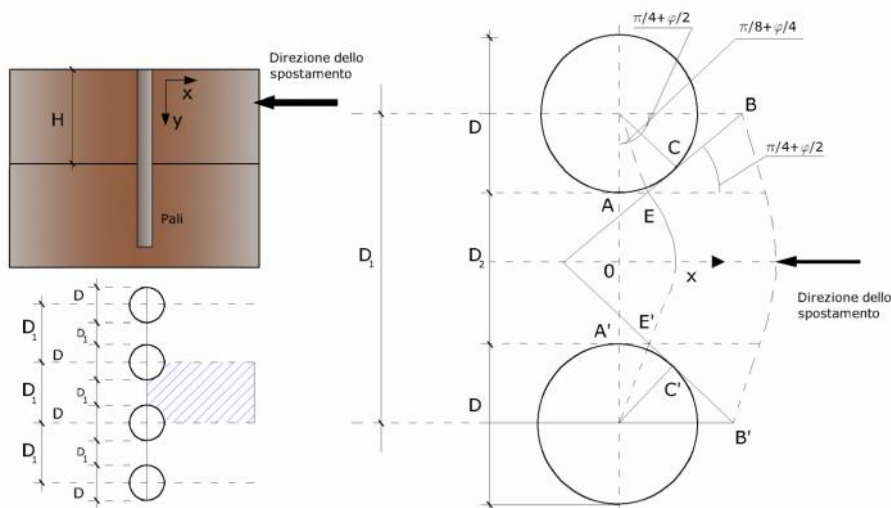
La realizzazione di una cortina di pali, su pendio, serve a fare aumentare la resistenza al taglio su determinate superfici di scorrimento. L'intervento può essere conseguente ad una stabilità già accertata, per la quale si conosce la superficie di scorrimento oppure, agendo preventivamente, viene progettato in relazione alle ipotetiche superfici di rottura che responsabilmente possono essere assunte come quelle più probabili. In ogni caso si opera considerando una massa di terreno in movimento su un ammasso stabile sul quale attestare, per una certa lunghezza, l'allineamento di pali.

Il terreno, nelle due zone, ha una influenza diversa sull'elemento monoassiale (palo): di tipo sollecitativo nella parte superiore (palo passivo – terreno attivo) e di tipo resistivo nella zona sottostante (palo attivo – terreno passivo). Da questa interferenza, fra "sbarramento" e massa in movimento, scaturiscono le azioni stabilizzanti che devono perseguire le seguenti finalità:

3. conferire al pendio un coefficiente di sicurezza maggiore di quello posseduto;
4. essere assorbite dal manufatto garantendone l'integrità (le tensioni interne, derivanti dalle sollecitazioni massime trasmesse sulle varie sezioni del singolo palo, devono risultare inferiori a quelle ammissibili del materiale) e risultare inferiori al carico limite sopportabile dal terreno, calcolato, lateralmente considerando l'interazione (palo-terreno).

### Carico limite relativo all'interazione fra i pali ed il terreno laterale

Nei vari tipi di terreno che non hanno un comportamento omogeneo, le deformazioni in corrispondenza della zona di contatto non sono legate fra di loro. Quindi, non potendo associare al materiale un modello di comportamento perfettamente elastico (ipotesi che potrebbe essere assunta per i materiali lapidei poco fratturati), generalmente si procede imponendo che il movimento di massa sia nello stato iniziale e che il terreno in adiacenza ai pali sia nella fase massima consentita di plasticizzazione, oltre la quale si potrebbe verificare l'effetto indesiderato che il materiale possa defluire, attraverso la cortina di pali, nello spazio intercorrente fra un elemento e l'altro.



Imponendo inoltre che il carico assorbito dal terreno sia uguale a quello associato alla condizione limite ipotizzata e che fra due pali consecutivi, a seguito della spinta attiva, si instauri una sorta di effetto arco, gli autori T. Ito e T. Matsui (1975) hanno ricavato la relazione che permette di determinare il carico limite. A questa si è pervenuto facendo riferimento allo schema statico, disegnato nella figura precedente e alle ipotesi anzidette, che schematicamente si ribadiscono.

- Sotto l'azione della spinta attiva del terreno si formano due superfici di scorrimento localizzate in corrispondenza delle linee AEB ed A'E'B';
- Le direzioni EB ed E'B' formano con l'asse  $x$  rispettivamente angoli  $+(45 + \varphi/2)$  e  $-(45 + \varphi/2)$ ;

- Il volume di terreno, compreso nella zona delimitata dai vertici AEBB'E'A' ha un comportamento plastico, e quindi è consentita l'applicazione del criterio di rottura di Mohr-coulomb;
- La pressione attiva del terreno agisce sul piano A-A';
- I pali sono dotati di elevata rigidezza a flessione e taglio.

Detta espressione, riferita alla generica profondità Z, relativamente ad un spessore di terreno unitario, è la seguente:

$$P(Z) = C \cdot D_1 (D_1/D_2)^{k_1} \left[ \frac{1}{(N_\varphi \tan \varphi)^{k_2}} \left( e^{k_2} - 2(N_\varphi)^{1/2} \tan \varphi - 1 \right) + K_3 \right] - C \left[ D_1 \cdot K_3 - D_2 / (N_\varphi)^{1/2} \right] + \gamma Z / N_\varphi \left[ D_1 (D_1/D_2)^{k_1} \cdot e^{k_2} - D_2 \right]$$

dove i simboli utilizzati assumono il significato che segue:

**C** = coesione terreno;

$\varphi$  = angolo di attrito terreno;

$\gamma$  = peso specifico terreno;

**D<sub>1</sub>** = interasse tra i pali;

**D<sub>2</sub>** = spazio libero fra due pali consecutivi;

**N** =  $\tan^2(45^\circ + \varphi/2)$

$$K_1 = (N_\varphi)^{1/2} \tan \varphi + N_\varphi - 1$$

$$K_2 = (D_1 - D_2) / D_2 \cdot N_\varphi \tan(\pi/8 + \varphi/4)$$

$$K_3 = \left[ 2 \tan \varphi + 2(N_\varphi)^{1/2} + 1 / (N_\varphi)^{1/2} \right] / \left[ (N_\varphi)^{1/2} \tan \varphi + N_\varphi - 1 \right]$$

La forza totale, relativamente ad uno strato di terreno in movimento di spessore H, è stata ottenuta integrando l'espressione precedente.

In presenza di terreni granulari (condizione drenata), nei quali si può assumere  $c = 0$ , l'espressione diventa:

$$P = 1/2 \gamma \cdot H^2 / N_\varphi \left[ D_1 (D_1/D_2)^{k_1} \cdot e^{k_2} - D_2 \right]$$

Per terreni coesivi (condizioni non drenate), con  $c \neq 0$  e  $C \neq 0$ , si ha:

$$P(z) = C \left[ D_1 (3 \ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2) / D_2 \tan \pi/8) - 2(D_1 - D_2) \right] + \gamma \cdot Z (D_1 - D_2)$$

$$P = \int_0^H P(Z) dZ$$

$$P = C \cdot H \left[ D_1 (3 \ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2) / D_2 \tan \pi/8) - 2(D_1 - D_2) \right] + 1/2 \gamma H^2 (D_1 - D_2)$$

Il dimensionamento della cortina di pali, che come già detto deve conferire al pendio un incremento del coefficiente di sicurezza e garantire l'integrità del meccanismo palo-terreno, è abbastanza problematica. Infatti tenuto conto della complessità dell'espressione del carico P, influenzata da diversi fattori legati sia alle caratteristiche meccaniche del terreno sia alla geometria del manufatto, non è facile con una sola elaborazione pervenire alla soluzione ottimale. Per raggiungere lo scopo è necessario pertanto eseguire diversi tentativi finalizzati:

- A trovare, sul profilo topografico del pendio, la posizione che garantisca, a parità di altre condizioni, una distribuzione dei coefficienti di sicurezza più confortante;
- A determinare la disposizione planimetrica dei pali, caratterizzata dal rapporto fra interasse e distanza fra i pali ( $D_2/D_1$ ), che consenta di sfruttare al meglio la resistenza del complesso palo-terreno; sperimentalmente è stato riscontrato che, escludendo i casi limiti ( $D_2 = 0$  P e  $D_2 = D_1$  P valore minimo), i valori più idonei allo scopo sono quelli per i quali tale rapporto risulta compreso fra 0,60 e 0,80;
- A valutare la possibilità di inserire più file di pali ed eventualmente, in caso affermativo, valutare, per le file successive, la posizione che dia più garanzie in termini di sicurezza e di spreco di materiali;

- Ad adottare il tipo di vincolo più idoneo che consente di ottenere una distribuzione più regolare delle sollecitazioni; sperimentalmente è stato constatato che quello che assolve, in maniera più soddisfacente, allo scopo è il vincolo che impedisce le rotazioni alla testa del palo.

### Metodo del carico limite di Broms

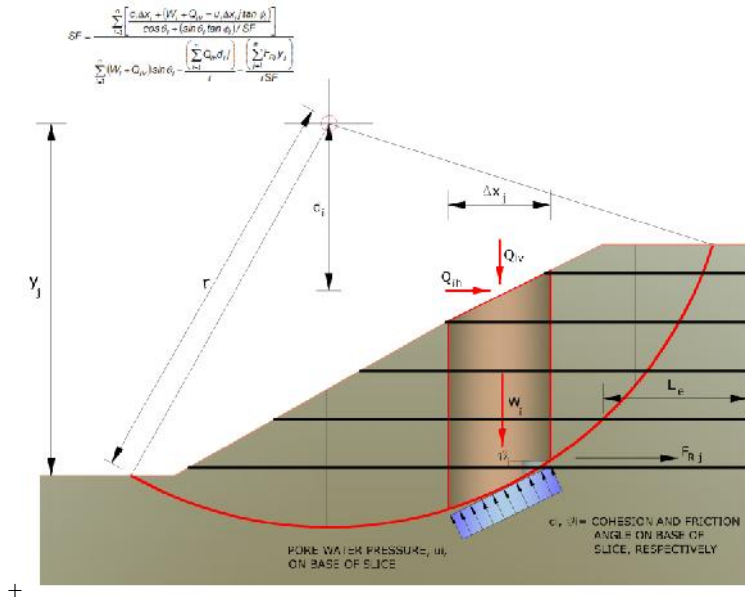
Nel caso in cui il palo sia caricato ortogonalmente all'asse, configurazione di carico presente se un palo inibisce il movimento di una massa in frana, la resistenza può essere affidata al suo carico limite orizzontale.

Il problema di calcolo del carico limite orizzontale è stato affrontato da Broms sia per il mezzo puramente coesivo che per il mezzo incoerente, il metodo di calcolo seguito è basato su alcune ipotesi semplificative per quanto attiene alla reazione esercitata dal terreno per unità di lunghezza di palo in condizioni limite e porta in conto anche la resistenza a rottura del palo (*Momento di plasticizzazione*).

### Elemento Rinforzo

I Rinforzi sono degli elementi orizzontali, la loro messa in opera conferisce al terreno un incremento della resistenza allo scorrimento .

Se l'elemento di rinforzo interseca la superficie di scorrimento, la forza resistente sviluppata dall'elemento entra nell'equazione di equilibrio del singolo concio, in caso contrario l'elemento di rinforzo non ne influenza la stabilità.



Le verifiche di natura interna hanno lo scopo di valutare il livello di stabilità dell'ammasso rinforzato, quelle calcolate sono la verifica a rottura dell'elemento di rinforzo per trazione e la verifica a sfilamento (*Pullout*). Il parametro che fornisce la resistenza a trazione del rinforzo,  $T_{Allow}$ , si calcola dalla resistenza nominale del materiale con cui è realizzato il rinforzo ridotto da opportuni coefficienti che tengono conto dell'aggressività del terreno, danneggiamento per effetto creep e danneggiamento per installazione.

L'altro parametro è la resistenza a sfilamento (*Pullout*) che viene calcolata attraverso la seguente relazione:

$$T_{Pullout} = 2 \cdot L_e \cdot \sigma_v \cdot f_b \cdot \tan(\delta)$$

Per geosintetico a maglie chiuse:

$$f_b = \frac{\tan(\delta)}{\tan(\phi)}$$

dove:

- $\delta$  Rappresenta l'angolo di attrito tra terreno e rinforzo;
- $T_{Pullout}$  Resistenza mobilitata da un rinforzo ancorato per una lunghezza  $L_e$  all'interno della parte stabile del terreno;
- $L_e$  Lunghezza di ancoraggio del rinforzo all'interno della parte stabile;
- $f_b$  Coefficiente di *Pullout*;

$\sigma_v$  Tensione verticale, calcolata alla profondità media del tratto di rinforzo ancorato al terreno.

Ai fini della verifica si sceglie il valore minimo tra  $T_{Allow}$  e  $T_{Pullout}$ , la verifica interna verrà soddisfatta se la forza trasmessa dal rinforzo generata a tergo del tratto rinforzato non supera il valore della  $T$ .

### Ancoraggi

Gli ancoraggi, tiranti o chiodi, sono degli elementi strutturali in grado di sostenere forze di trazione in virtù di un'adeguata connessione al terreno.

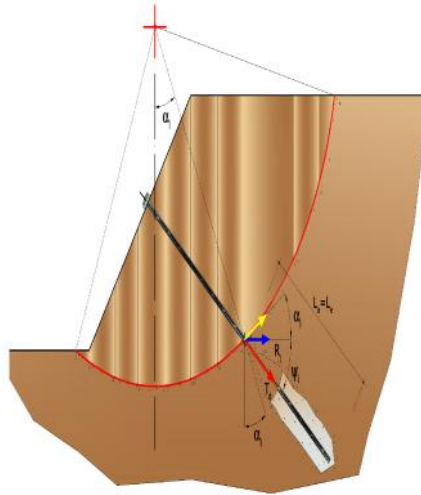
Gli elementi caratterizzanti un tirante sono:

Ñ **testata:** indica l'insieme degli elementi che hanno la funzione di trasmettere alla struttura ancorata la forza di trazione del tirante;

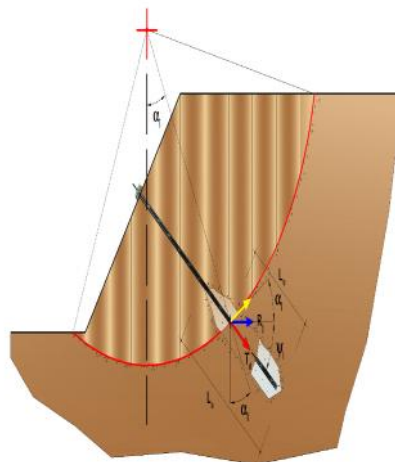
Ñ **fondazione:** indica la parte del tirante che realizza la connessione con il terreno, trasmettendo al terreno stesso la forza di trazione del tirante.

Il tratto compreso tra la testata e la fondazione prende il nome di parte libera, mentre la fondazione (o bulbo) viene realizzata iniettando nel terreno, per un tratto terminale, tramite valvole a perdere, la malta, in genere cementizia. L'anima dell'ancoraggio è costituita da un'armatura, realizzata con barre, fili o trefoli.

Il tirante interviene nella stabilità in misura maggiore o minore efficacia a seconda se sarà totalmente o parzialmente (caso in cui è intercettato dalla superficie di scorrimento) ancorato alla parte stabile del terreno.



*Bulbo completamente ancorato*



*Bulbo parzialmente ancorato*

Le relazioni che esprimono la misura di sicurezza lungo una ipotetica superficie di scorrimento si modificheranno in presenza di ancoraggi (tirante attivo, passivo e chiodi) nel modo seguente:

- per i tiranti di *tipo attivo*, la loro resistenza si detrae dalle azioni (denominatore);

$$F_s = \frac{R_d}{E_d - \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i}}$$

- per tiranti di *tipo passivo e per i chiodi*, il loro contributo si somma alle resistenze (numeratore)

$$F_s = \frac{R_d + \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i}}{E_d}$$

Con  $R_j$  si indica la resistenza dell'ancoraggio e viene calcolata dalla seguente espressione:

$$R_j = T_d \cdot \cos \Psi_i \cdot \left( \frac{1}{i} \right) \cdot \left( \frac{L_e}{L_a} \right)$$

dove:

- $T_d$  tiro esercizio;
- $\Psi_i$  inclinazione del tirante rispetto all'orizzontale;
- $i$  interasse;
- $L_e$  lunghezza efficace;
- $L_a$  lunghezza d'ancoraggio.

I due indici (i, j) riportati in sommatoria rappresentano rispettivamente l'i-esimo concio e il j-esimo ancoraggio intercettato dalla superficie di scorrimento dell'i-esimo concio.

#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Calcolo eseguito secondo	
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	428,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	200,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	700,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	380,0 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	25,0
Numero di celle lungo y	25,0

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	40,0
3	105,0	35,7
4	185,0	35,7
5	204,0	32,0
6	248,0	41,3
7	258,0	41,3
8	271,0	48,5
9	335,0	57,3
10	503,0	77,4
11	603,0	77,4
12	648,0	79,1
13	819,0	98,0
14	834,0	98,0
15	918,0	120,0
16	1000,0	130,0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	40,0
3	13,15	39,46
4	106,99	19,19
5	216,04	17,73
6	296,54	27,97
7	339,02	57,78
8	503,0	77,4
9	603,0	77,4
10	648,0	79,1
11	819,0	98,0
12	834,0	98,0
13	918,0	120,0
14	1000,0	130,0

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-44,96
2	332,85	-44,96
3	702,73	36,76
4	808,12	79,94
5	837,29	98,86
6	918,0	120,0
7	1000,0	130,0

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,0
Coesione efficace	1,0
Coesione non drenata	1,0
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0.12		29	1800,00	2100,00		
2	0.34		24	1800	2100		
3	0.5		24	2300	2500		

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	3,99
Ascissa centro superficie	700,0 m
Ordinata centro superficie	358,4 m
Raggio superficie	332,48 m

### Numero di superfici esaminate....(1301)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	428,0	200,0	159,7	5,29
2	433,4	203,6	162,4	5,47
3	438,9	200,0	158,2	5,61
4	444,3	203,6	160,8	5,78
5	449,8	200,0	156,6	6,00
6	455,2	203,6	159,3	6,29
7	460,6	200,0	155,0	6,54
8	466,1	203,6	157,7	6,86
9	471,5	200,0	153,4	7,29
10	477,0	203,6	156,1	7,77
11	482,4	200,0	169,2	8,24
12	487,8	203,6	189,9	8,80
13	493,3	200,0	168,2	9,41
14	498,7	203,6	171,2	10,04
15	504,2	200,0	167,1	10,73
16	509,6	203,6	188,8	10,76
17	515,0	200,0	185,0	11,31
18	520,5	203,6	169,0	13,48
19	525,9	200,0	165,0	14,74
20	531,4	203,6	168,0	16,16
21	536,8	200,0	184,0	13,43
22	542,2	203,6	187,3	12,99
23	547,7	200,0	183,8	13,62
24	553,1	203,6	186,9	13,90
25	558,6	200,0	144,8	20,00
26	564,0	203,6	147,2	20,00
27	569,4	200,0	184,8	13,85
28	574,9	203,6	188,0	13,71
29	580,3	200,0	185,3	13,60



30	585,8	203,6	169,4	17,90
31	591,2	200,0	167,7	16,71
32	596,6	203,6	189,0	12,84
33	602,1	200,0	186,4	12,25
34	607,5	203,6	189,6	11,48
35	613,0	200,0	152,7	13,41
36	618,4	203,6	155,1	12,28
37	623,8	200,0	187,4	9,84
38	629,3	203,6	190,6	9,45
39	634,7	200,0	188,0	9,10
40	640,2	203,6	158,3	8,74
41	645,6	200,0	142,0	8,23
42	651,0	203,6	191,7	7,22
43	656,5	200,0	189,0	6,95
44	661,9	203,6	192,2	6,56
45	667,4	200,0	189,6	6,17
46	672,8	203,6	148,2	6,32
47	678,2	200,0	176,2	6,02
48	683,7	203,6	193,3	5,39
49	689,1	200,0	190,0	5,14
50	694,6	203,6	193,5	4,78
51	700,0	200,0	175,6	5,05
52	428,0	207,2	166,7	5,33
53	433,4	210,8	169,3	5,50
54	438,9	207,2	165,1	5,64
55	444,3	210,8	167,8	5,80
56	449,8	207,2	163,5	6,05
57	455,2	210,8	166,2	6,33
58	460,6	207,2	161,9	6,59
59	466,1	210,8	164,6	6,90
60	471,5	207,2	160,3	7,34
61	477,0	210,8	163,0	7,82
62	482,4	207,2	176,2	8,25
63	487,8	210,8	179,2	8,86
64	493,3	207,2	175,2	9,41
65	498,7	210,8	178,2	10,00
66	504,2	207,2	174,1	10,67
67	509,6	210,8	196,0	10,64
68	515,0	207,2	192,1	11,18
69	520,5	210,8	176,1	13,31
70	525,9	207,2	172,0	14,48
71	531,4	210,8	194,9	12,22
72	536,8	207,2	191,1	12,91
73	542,2	210,8	174,0	18,50
74	547,7	207,2	149,3	20,00
75	553,1	210,8	193,8	13,49
76	558,6	207,2	148,0	20,00
77	564,0	210,8	193,3	13,62
78	569,4	207,2	190,7	13,50
79	574,9	210,8	193,8	13,46
80	580,3	207,2	171,2	19,55
81	585,8	210,8	173,9	18,06
82	591,2	207,2	191,7	12,70
83	596,6	210,8	194,9	12,83
84	602,1	207,2	192,2	12,11
85	607,5	210,8	176,1	14,09
86	613,0	207,2	174,3	13,58

87	618,4	210,8	196,0	10,22
88	623,8	207,2	193,3	9,77
89	629,3	210,8	196,5	9,38
90	634,7	207,2	176,4	9,37
91	640,2	210,8	161,4	8,69
92	645,6	207,2	160,6	8,15
93	651,0	210,8	197,5	7,17
94	656,5	207,2	194,9	6,92
95	661,9	210,8	147,8	6,95
96	667,4	207,2	148,0	6,58
97	672,8	210,8	198,6	5,80
98	678,2	207,2	195,9	5,58
99	683,7	210,8	199,1	5,36
100	689,1	207,2	181,7	5,41
101	694,6	210,8	184,5	5,20
102	700,0	207,2	197,0	4,62
103	428,0	214,4	173,6	5,37
104	433,4	218,0	176,3	5,54
105	438,9	214,4	172,0	5,67
106	444,3	218,0	174,7	5,83
107	449,8	214,4	170,4	6,10
108	455,2	218,0	173,1	6,38
109	460,6	214,4	168,9	6,63
110	466,1	218,0	171,5	7,02
111	471,5	214,4	167,3	7,39
112	477,0	218,0	169,9	7,87
113	482,4	214,4	165,7	8,36
114	487,8	218,0	186,2	8,87
115	493,3	214,4	182,2	9,42
116	498,7	218,0	185,2	9,96
117	504,2	214,4	199,8	9,96
118	509,6	218,0	203,1	10,54
119	515,0	214,4	180,1	12,30
120	520,5	218,0	183,1	13,14
121	525,9	214,4	198,7	11,74
122	531,4	218,0	202,0	11,85
123	536,8	214,4	198,2	12,42
124	542,2	218,0	181,0	17,98
125	547,7	214,4	176,9	19,37
126	553,1	218,0	201,0	13,05
127	558,6	214,4	197,1	13,35
128	564,0	218,0	200,4	13,03
129	569,4	214,4	153,0	20,00
130	574,9	218,0	155,7	20,00
131	580,3	214,4	175,7	19,87
132	585,8	218,0	200,2	12,61
133	591,2	214,4	197,6	12,38
134	596,6	218,0	179,5	15,97
135	602,1	214,4	177,8	14,74
136	607,5	218,0	201,3	11,26
137	613,0	214,4	198,6	10,70
138	618,4	218,0	201,8	10,16
139	623,8	214,4	179,9	10,52
140	629,3	218,0	182,7	9,85
141	634,7	214,4	180,9	9,28
142	640,2	218,0	202,9	8,53
143	645,6	214,4	163,8	8,10

144	651,0	218,0	166,2	7,66
145	656,5	214,4	165,4	7,27
146	661,9	218,0	203,9	6,48
147	667,4	214,4	201,3	6,10
148	672,8	218,0	204,4	5,78
149	678,2	214,4	201,8	5,57
150	683,7	218,0	187,9	5,84
151	689,1	214,4	186,2	5,45
152	694,6	218,0	205,5	4,64
153	700,0	214,4	202,8	4,60
154	428,0	221,6	180,5	5,41
155	433,4	225,2	183,2	5,57
156	438,9	221,6	178,9	5,70
157	444,3	225,2	181,6	5,93
158	449,8	221,6	177,4	6,14
159	455,2	225,2	180,0	6,42
160	460,6	221,6	175,8	6,67
161	466,1	225,2	178,5	7,07
162	471,5	221,6	174,2	7,45
163	477,0	225,2	194,3	7,91
164	482,4	221,6	190,3	8,40
165	487,8	225,2	193,3	8,89
166	493,3	221,6	189,2	9,40
167	498,7	225,2	210,7	9,45
168	504,2	221,6	206,9	9,88
169	509,6	225,2	191,2	11,39
170	515,0	221,6	187,1	12,21
171	520,5	225,2	209,7	11,06
172	525,9	221,6	205,8	11,49
173	531,4	225,2	209,1	11,49
174	536,8	221,6	205,3	11,96
175	542,2	225,2	188,0	17,36
176	547,7	221,6	184,0	18,61
177	553,1	225,2	208,1	12,64
178	558,6	221,6	204,3	12,85
179	564,0	225,2	185,9	19,80
180	569,4	221,6	160,0	20,00
181	574,9	225,2	207,0	12,83
182	580,3	221,6	203,2	12,80
183	585,8	225,2	206,5	12,33
184	591,2	221,6	181,2	17,35
185	596,6	225,2	206,6	11,96
186	602,1	221,6	203,9	11,89
187	607,5	225,2	207,1	11,17
188	613,0	221,6	204,5	10,67
189	618,4	225,2	186,1	11,30
190	623,8	221,6	184,4	10,45
191	629,3	225,2	208,2	9,28
192	634,7	221,6	205,5	8,85
193	640,2	225,2	208,7	8,46
194	645,6	221,6	166,9	8,09
195	651,0	225,2	169,3	7,62
196	656,5	221,6	206,6	6,87
197	661,9	225,2	209,8	6,44
198	667,4	221,6	207,1	6,06
199	672,8	225,2	172,5	6,35
200	678,2	221,6	189,7	6,16

201	683,7	225,2	210,8	5,25
202	689,1	221,6	208,2	4,95
203	694,6	225,2	211,3	4,73
204	700,0	221,6	191,8	5,03
205	428,0	228,8	187,5	5,44
206	433,4	232,4	190,1	5,60
207	438,9	228,8	185,9	5,73
208	444,3	232,4	188,6	5,97
209	449,8	228,8	184,3	6,19
210	455,2	232,4	187,0	6,47
211	460,6	228,8	182,7	6,72
212	466,1	232,4	185,4	7,13
213	471,5	228,8	181,1	7,50
214	477,0	232,4	218,9	7,92
215	482,4	228,8	197,3	8,42
216	487,8	232,4	200,3	8,90
217	493,3	228,8	214,5	9,06
218	498,7	232,4	217,8	9,39
219	504,2	228,8	214,0	9,81
220	509,6	232,4	198,2	11,33
221	515,0	228,8	194,1	12,11
222	520,5	232,4	216,8	10,88
223	525,9	228,8	212,9	11,21
224	531,4	232,4	216,2	11,15
225	536,8	228,8	192,0	16,26
226	542,2	232,4	195,0	16,81
227	547,7	228,8	211,9	12,38
228	553,1	232,4	215,2	12,25
229	558,6	228,8	211,4	12,40
230	564,0	232,4	192,9	19,16
231	569,4	228,8	188,9	19,88
232	574,9	232,4	214,1	12,48
233	580,3	228,8	210,3	12,41
234	585,8	232,4	213,6	11,95
235	591,2	228,8	186,8	17,35
236	596,6	232,4	189,7	16,24
237	602,1	228,8	186,8	15,34
238	607,5	232,4	189,6	14,77
239	613,0	228,8	187,8	13,99
240	618,4	232,4	213,5	10,05
241	623,8	228,8	210,8	9,72
242	629,3	232,4	214,0	9,26
243	634,7	228,8	211,4	8,81
244	640,2	232,4	192,7	8,57
245	645,6	228,8	170,1	8,12
246	651,0	232,4	172,5	7,62
247	656,5	228,8	212,4	6,86
248	661,9	232,4	174,0	6,85
249	667,4	228,8	173,3	6,59
250	672,8	232,4	216,1	5,77
251	678,2	228,8	213,5	5,55
252	683,7	232,4	216,7	5,20
253	689,1	228,8	214,0	4,89
254	694,6	232,4	198,0	5,36
255	700,0	228,8	196,3	5,08
256	428,0	236,0	194,4	5,47
257	433,4	239,6	197,1	5,63

258	438,9	236,0	192,8	5,76
259	444,3	239,6	195,5	6,02
260	449,8	236,0	191,2	6,24
261	455,2	239,6	193,9	6,51
262	460,6	236,0	189,6	6,76
263	466,1	239,6	192,3	7,18
264	471,5	236,0	188,1	7,55
265	477,0	239,6	208,4	7,95
266	482,4	236,0	204,3	8,44
267	487,8	239,6	207,3	8,89
268	493,3	236,0	221,6	9,02
269	498,7	239,6	224,9	9,34
270	504,2	236,0	221,1	9,75
271	509,6	239,6	205,2	11,27
272	515,0	236,0	201,2	12,01
273	520,5	239,6	223,9	10,67
274	525,9	236,0	220,1	10,94
275	531,4	239,6	223,3	10,82
276	536,8	236,0	199,0	15,91
277	542,2	239,6	202,0	16,34
278	547,7	236,0	219,0	12,07
279	553,1	239,6	222,3	11,89
280	558,6	236,0	218,5	11,99
281	564,0	239,6	199,9	18,53
282	569,4	236,0	195,9	19,04
283	574,9	239,6	221,2	12,16
284	580,3	236,0	217,4	12,06
285	585,8	239,6	197,8	17,34
286	591,2	236,0	193,8	16,77
287	596,6	239,6	196,8	15,67
288	602,1	236,0	216,4	11,50
289	607,5	239,6	219,7	10,88
290	613,0	236,0	216,2	10,48
291	618,4	239,6	219,4	9,96
292	623,8	236,0	193,4	10,36
293	629,3	239,6	196,2	9,67
294	634,7	236,0	194,4	9,07
295	640,2	239,6	220,4	8,38
296	645,6	236,0	195,5	8,08
297	651,0	239,6	198,3	7,70
298	656,5	236,0	174,8	7,21
299	661,9	239,6	177,2	6,90
300	667,4	236,0	218,8	6,04
301	672,8	239,6	222,0	5,77
302	678,2	236,0	219,3	5,50
303	683,7	239,6	201,4	5,94
304	689,1	236,0	199,7	5,63
305	694,6	239,6	223,0	4,71
306	700,0	236,0	220,4	4,54
307	428,0	243,2	201,3	5,51
308	433,4	246,8	204,0	5,66
309	438,9	243,2	199,7	5,79
310	444,3	246,8	202,4	6,07
311	449,8	243,2	198,2	6,28
312	455,2	246,8	200,8	6,55
313	460,6	243,2	196,6	6,80
314	466,1	246,8	199,2	7,23

315	471,5	243,2	195,0	7,61
316	477,0	246,8	215,4	7,97
317	482,4	243,2	211,3	8,46
318	487,8	246,8	232,6	8,64
319	493,3	243,2	228,7	8,97
320	498,7	246,8	232,0	9,29
321	504,2	243,2	209,2	10,45
322	509,6	246,8	212,2	11,22
323	515,0	243,2	227,7	10,35
324	520,5	246,8	231,0	10,46
325	525,9	243,2	227,2	10,66
326	531,4	246,8	210,1	14,73
327	536,8	243,2	206,1	15,50
328	542,2	246,8	229,9	11,57
329	547,7	243,2	226,1	11,76
330	553,1	246,8	229,4	11,56
331	558,6	243,2	225,6	11,61
332	564,0	246,8	206,9	17,93
333	569,4	243,2	225,1	12,24
334	574,9	246,8	228,3	11,86
335	580,3	243,2	224,5	11,74
336	585,8	246,8	227,8	11,30
337	591,2	243,2	200,8	16,24
338	596,6	246,8	227,3	11,09
339	602,1	243,2	223,5	11,30
340	607,5	246,8	226,8	10,70
341	613,0	243,2	222,9	10,33
342	618,4	246,8	201,7	11,17
343	623,8	243,2	197,9	10,34
344	629,3	246,8	200,7	9,64
345	634,7	243,2	223,1	8,77
346	640,2	246,8	201,7	8,47
347	645,6	243,2	200,0	8,02
348	651,0	246,8	202,8	7,64
349	656,5	243,2	201,0	7,30
350	661,9	246,8	227,3	6,35
351	667,4	243,2	224,7	6,01
352	672,8	246,8	181,9	6,43
353	678,2	243,2	181,1	6,18
354	683,7	246,8	183,5	6,00
355	689,1	243,2	225,7	4,88
356	694,6	246,8	228,9	4,69
357	700,0	243,2	226,2	4,52
358	428,0	250,4	208,2	5,54
359	433,4	254,0	210,9	5,69
360	438,9	250,4	206,7	5,87
361	444,3	254,0	209,3	6,11
362	449,8	250,4	205,1	6,32
363	455,2	254,0	207,8	6,60
364	460,6	250,4	203,5	6,85
365	466,1	254,0	206,2	7,29
366	471,5	250,4	219,4	7,64
367	477,0	254,0	222,4	8,00
368	482,4	250,4	218,4	8,47
369	487,8	254,0	239,7	8,61
370	493,3	250,4	235,9	8,94
371	498,7	254,0	220,3	9,85

372	504,2	250,4	216,3	10,43
373	509,6	254,0	238,6	9,89
374	515,0	250,4	234,8	10,21
375	520,5	254,0	238,1	10,25
376	525,9	250,4	234,3	10,40
377	531,4	254,0	217,1	14,45
378	536,8	250,4	213,1	15,13
379	542,2	254,0	237,0	11,33
380	547,7	250,4	233,2	11,47
381	553,1	254,0	215,0	16,20
382	558,6	250,4	211,0	17,49
383	564,0	254,0	214,0	17,37
384	569,4	250,4	232,2	11,96
385	574,9	254,0	235,5	11,58
386	580,3	250,4	231,6	11,45
387	585,8	254,0	211,9	16,41
388	591,2	250,4	207,8	15,77
389	596,6	254,0	234,4	10,84
390	602,1	250,4	230,6	11,16
391	607,5	254,0	209,7	13,64
392	613,0	250,4	230,1	10,17
393	618,4	254,0	233,3	9,69
394	623,8	250,4	229,5	9,44
395	629,3	254,0	232,8	9,01
396	634,7	250,4	229,0	8,71
397	640,2	254,0	206,6	8,43
398	645,6	250,4	204,5	7,97
399	651,0	254,0	207,3	7,58
400	656,5	250,4	230,0	6,82
401	661,9	254,0	233,2	6,35
402	667,4	250,4	230,5	6,03
403	672,8	254,0	209,4	6,49
404	678,2	250,4	231,0	5,41
405	683,7	254,0	234,2	5,07
406	689,1	250,4	208,7	5,81
407	694,6	254,0	234,7	4,68
408	700,0	250,4	209,8	5,32
409	428,0	257,6	215,2	5,57
410	433,4	261,2	217,8	5,72
411	438,9	257,6	213,6	5,91
412	444,3	261,2	216,3	6,15
413	449,8	257,6	212,0	6,37
414	455,2	261,2	214,7	6,64
415	460,6	257,6	210,4	6,95
416	466,1	261,2	213,1	7,34
417	471,5	257,6	226,4	7,66
418	477,0	261,2	229,4	8,02
419	482,4	257,6	243,5	8,31
420	487,8	261,2	246,8	8,58
421	493,3	257,6	243,0	8,90
422	498,7	261,2	227,3	9,83
423	504,2	257,6	223,3	10,40
424	509,6	261,2	245,7	9,78
425	515,0	257,6	241,9	10,04
426	520,5	261,2	245,2	10,04
427	525,9	257,6	221,2	13,30
428	531,4	261,2	224,1	14,18

429	536,8	257,6	220,1	14,80
430	542,2	261,2	244,1	11,10
431	547,7	257,6	240,3	11,19
432	553,1	261,2	222,0	16,06
433	558,6	257,6	218,0	17,05
434	564,0	261,2	221,0	16,84
435	569,4	257,6	239,3	11,42
436	574,9	261,2	242,6	11,33
437	580,3	257,6	238,7	11,17
438	585,8	261,2	218,9	15,99
439	591,2	257,6	214,8	15,34
440	596,6	261,2	241,5	10,60
441	602,1	257,6	237,7	10,64
442	607,5	261,2	216,8	13,28
443	613,0	257,6	212,7	13,04
444	618,4	261,2	215,7	10,96
445	623,8	257,6	236,6	9,28
446	629,3	261,2	239,9	8,84
447	634,7	257,6	236,1	8,53
448	640,2	261,2	213,6	8,39
449	645,6	257,6	209,6	7,94
450	651,0	261,2	212,5	7,54
451	656,5	257,6	235,8	6,82
452	661,9	261,2	212,8	6,88
453	667,4	257,6	211,1	6,64
454	672,8	261,2	239,5	5,73
455	678,2	257,6	236,9	5,39
456	683,7	261,2	240,1	5,03
457	689,1	257,6	213,2	5,85
458	694,6	261,2	240,6	4,67
459	700,0	257,6	237,9	4,46
460	428,0	264,8	222,1	5,60
461	433,4	268,4	224,8	5,75
462	438,9	264,8	220,5	5,96
463	444,3	268,4	223,2	6,20
464	449,8	264,8	218,9	6,41
465	455,2	268,4	221,6	6,68
466	460,6	264,8	217,4	7,00
467	466,1	268,4	237,5	7,39
468	471,5	264,8	233,5	7,69
469	477,0	268,4	236,4	8,12
470	482,4	264,8	250,6	8,29
471	487,8	268,4	253,9	8,56
472	493,3	264,8	250,1	8,87
473	498,7	268,4	234,3	9,82
474	504,2	264,8	230,3	10,53
475	509,6	268,4	252,8	9,67
476	515,0	264,8	249,0	9,88
477	520,5	268,4	252,3	9,83
478	525,9	264,8	228,2	13,19
479	531,4	268,4	231,2	13,92
480	536,8	264,8	248,0	10,72
481	542,2	268,4	251,3	10,87
482	547,7	264,8	247,4	10,93
483	553,1	268,4	229,1	15,74
484	558,6	264,8	225,0	16,63
485	564,0	268,4	250,2	10,99



486	569,4	264,8	246,4	11,15
487	574,9	268,4	249,7	11,08
488	580,3	264,8	222,9	16,64
489	585,8	268,4	225,9	15,61
490	591,2	264,8	245,3	10,62
491	596,6	268,4	248,6	10,39
492	602,1	264,8	244,8	10,40
493	607,5	268,4	223,8	12,96
494	613,0	264,8	219,7	12,69
495	618,4	268,4	247,6	9,38
496	623,8	264,8	218,7	10,10
497	629,3	268,4	247,0	8,68
498	634,7	264,8	217,6	8,90
499	640,2	268,4	220,6	8,36
500	645,6	264,8	242,7	7,79
501	651,0	268,4	219,6	7,52
502	656,5	264,8	242,2	6,78
503	661,9	268,4	218,5	6,85
504	667,4	264,8	215,6	6,60
505	672,8	268,4	245,4	5,71
506	678,2	264,8	216,7	6,18
507	683,7	268,4	245,9	5,02
508	689,1	264,8	217,7	5,90
509	694,6	268,4	220,5	5,81
510	700,0	264,8	243,8	4,43
511	428,0	272,0	229,0	5,63
512	433,4	275,6	231,7	5,78
513	438,9	272,0	227,5	6,00
514	444,3	275,6	230,1	6,24
515	449,8	272,0	225,9	6,45
516	455,2	275,6	228,5	6,73
517	460,6	272,0	224,3	7,05
518	466,1	275,6	244,5	7,42
519	471,5	272,0	240,5	7,72
520	477,0	275,6	243,5	8,13
521	482,4	272,0	257,7	8,27
522	487,8	275,6	261,0	8,54
523	493,3	272,0	238,4	9,33
524	498,7	275,6	241,3	9,81
525	504,2	272,0	256,7	9,26
526	509,6	275,6	259,9	9,55
527	515,0	272,0	256,1	9,71
528	520,5	275,6	239,2	12,27
529	525,9	272,0	235,2	13,00
530	531,4	275,6	258,9	10,27
531	536,8	272,0	255,1	10,54
532	542,2	275,6	258,4	10,65
533	547,7	272,0	254,5	10,69
534	553,1	275,6	236,1	15,42
535	558,6	272,0	232,0	16,21
536	564,0	275,6	257,3	10,77
537	569,4	272,0	253,5	10,91
538	574,9	275,6	256,8	10,86
539	580,3	272,0	229,9	15,83
540	585,8	275,6	256,3	10,46
541	591,2	272,0	252,4	10,42
542	596,6	275,6	255,7	10,19

543	602,1	272,0	251,9	10,19
544	607,5	275,6	230,8	12,68
545	613,0	272,0	226,8	12,37
546	618,4	275,6	229,8	11,83
547	623,8	272,0	250,9	9,03
548	629,3	275,6	254,1	8,53
549	634,7	272,0	224,7	8,86
550	640,2	275,6	227,6	8,33
551	645,6	272,0	249,8	7,65
552	651,0	275,6	253,1	7,34
553	656,5	272,0	249,3	7,15
554	661,9	275,6	225,5	6,84
555	667,4	272,0	221,5	6,58
556	672,8	275,6	252,0	5,65
557	678,2	272,0	248,6	5,34
558	683,7	275,6	223,9	5,95
559	689,1	272,0	222,2	5,83
560	694,6	275,6	252,3	4,62
561	700,0	272,0	249,6	4,40
562	428,0	279,2	236,0	5,66
563	433,4	282,8	238,6	5,86
564	438,9	279,2	234,4	6,04
565	444,3	282,8	237,1	6,28
566	449,8	279,2	232,8	6,50
567	455,2	282,8	235,5	6,77
568	460,6	279,2	231,2	7,11
569	466,1	282,8	251,5	7,45
570	471,5	279,2	247,5	7,75
571	477,0	282,8	250,5	8,15
572	482,4	279,2	264,8	8,26
573	487,8	282,8	268,1	8,52
574	493,3	279,2	245,4	9,33
575	498,7	282,8	248,4	9,81
576	504,2	279,2	244,3	10,45
577	509,6	282,8	267,1	9,41
578	515,0	279,2	263,2	9,54
579	520,5	282,8	246,3	12,20
580	525,9	279,2	242,2	12,82
581	531,4	282,8	266,0	10,13
582	536,8	279,2	262,2	10,36
583	542,2	282,8	265,5	10,44
584	547,7	279,2	240,1	14,61
585	553,1	282,8	243,1	15,11
586	558,6	279,2	261,1	10,62
587	564,0	282,8	264,4	10,57
588	569,4	279,2	260,6	10,68
589	574,9	282,8	241,0	15,19
590	580,3	279,2	236,9	15,39
591	585,8	282,8	263,4	10,29
592	591,2	279,2	259,5	10,24
593	596,6	282,8	262,8	10,01
594	602,1	279,2	259,0	10,00
595	607,5	282,8	237,8	12,42
596	613,0	279,2	233,8	12,10
597	618,4	282,8	261,8	9,21
598	623,8	279,2	258,0	8,88
599	629,3	282,8	261,3	8,40

600	634,7	279,2	231,7	8,82
601	640,2	282,8	260,7	7,73
602	645,6	279,2	256,9	7,52
603	651,0	282,8	233,6	7,49
604	656,5	279,2	256,4	7,01
605	661,9	282,8	232,6	6,84
606	667,4	279,2	228,5	6,58
607	672,8	282,8	259,1	5,56
608	678,2	279,2	255,3	5,26
609	683,7	282,8	258,6	5,05
610	689,1	279,2	226,7	5,81
611	694,6	282,8	258,1	4,60
612	700,0	279,2	255,5	4,38
613	428,0	286,4	242,9	5,69
614	433,4	290,0	245,6	5,90
615	438,9	286,4	241,3	6,08
616	444,3	290,0	244,0	6,32
617	449,8	286,4	239,7	6,54
618	455,2	290,0	242,4	6,81
619	460,6	286,4	238,1	7,16
620	466,1	290,0	258,5	7,48
621	471,5	286,4	254,5	7,76
622	477,0	290,0	257,5	8,16
623	482,4	286,4	271,9	8,24
624	487,8	290,0	256,4	8,90
625	493,3	286,4	252,4	9,33
626	498,7	290,0	255,4	9,80
627	504,2	286,4	251,3	10,42
628	509,6	290,0	274,2	9,28
629	515,0	286,4	270,3	9,38
630	520,5	290,0	253,3	12,06
631	525,9	286,4	249,2	12,66
632	531,4	290,0	252,2	13,27
633	536,8	286,4	269,3	10,19
634	542,2	290,0	251,2	13,73
635	547,7	286,4	247,1	14,40
636	553,1	290,0	250,1	14,80
637	558,6	286,4	268,2	10,44
638	564,0	290,0	271,5	10,37
639	569,4	286,4	267,7	10,47
640	574,9	290,0	248,0	14,85
641	580,3	286,4	244,0	14,99
642	585,8	290,0	247,0	14,59
643	591,2	286,4	266,7	10,06
644	596,6	290,0	245,9	13,07
645	602,1	286,4	241,9	12,79
646	607,5	290,0	244,8	12,19
647	613,0	286,4	240,8	11,86
648	618,4	290,0	268,9	9,14
649	623,8	286,4	265,1	8,74
650	629,3	290,0	242,7	9,31
651	634,7	286,4	238,7	8,78
652	640,2	290,0	241,7	8,27
653	645,6	286,4	264,0	7,42
654	651,0	290,0	267,3	7,02
655	656,5	286,4	236,6	7,13
656	661,9	290,0	239,6	6,83

657	667,4	286,4	235,5	6,57
658	672,8	290,0	266,3	5,46
659	678,2	286,4	262,4	5,16
660	683,7	290,0	265,7	5,01
661	689,1	286,4	233,4	5,80
662	694,6	290,0	265,2	4,54
663	700,0	286,4	261,4	4,35
664	428,0	293,6	249,8	5,72
665	433,4	297,2	252,5	5,94
666	438,9	293,6	248,2	6,13
667	444,3	297,2	250,9	6,37
668	449,8	293,6	246,7	6,58
669	455,2	297,2	249,3	6,86
670	460,6	293,6	262,6	7,20
671	466,1	297,2	265,6	7,50
672	471,5	293,6	261,5	7,77
673	477,0	297,2	264,5	8,17
674	482,4	293,6	260,5	8,52
675	487,8	297,2	263,5	8,91
676	493,3	293,6	259,4	9,33
677	498,7	297,2	281,8	8,80
678	504,2	293,6	278,0	9,14
679	509,6	297,2	281,3	9,14
680	515,0	293,6	257,3	11,47
681	520,5	297,2	260,3	11,94
682	525,9	293,6	276,9	9,77
683	531,4	297,2	280,2	9,85
684	536,8	293,6	276,4	10,03
685	542,2	297,2	258,2	13,42
686	547,7	293,6	254,2	14,18
687	553,1	297,2	279,2	10,15
688	558,6	293,6	253,1	15,08
689	564,0	297,2	278,6	10,19
690	569,4	293,6	252,0	14,54
691	574,9	297,2	255,0	14,54
692	580,3	293,6	274,3	10,09
693	585,8	297,2	277,6	9,97
694	591,2	293,6	273,8	9,90
695	596,6	297,2	252,9	12,96
696	602,1	293,6	248,9	12,56
697	607,5	297,2	276,5	9,42
698	613,0	293,6	247,8	11,64
699	618,4	297,2	276,0	8,99
700	623,8	293,6	246,8	9,91
701	629,3	297,2	249,8	9,26
702	634,7	293,6	245,7	8,74
703	640,2	297,2	248,7	8,24
704	645,6	293,6	271,1	7,26
705	651,0	297,2	247,6	7,46
706	656,5	293,6	243,6	7,12
707	661,9	297,2	273,9	6,44
708	667,4	293,6	242,6	6,57
709	672,8	297,2	273,4	5,37
710	678,2	293,6	269,6	5,17
711	683,7	297,2	244,5	5,95
712	689,1	293,6	240,4	5,80
713	694,6	297,2	243,4	5,73

714	700,0	293,6	268,5	4,30
715	428,0	300,8	256,8	5,75
716	433,4	304,4	259,4	5,98
717	438,9	300,8	255,2	6,17
718	444,3	304,4	257,8	6,41
719	449,8	300,8	253,6	6,62
720	455,2	304,4	256,3	6,95
721	460,6	300,8	269,6	7,23
722	466,1	304,4	272,6	7,52
723	471,5	300,8	268,6	7,79
724	477,0	304,4	271,5	8,19
725	482,4	300,8	267,5	8,53
726	487,8	304,4	270,5	8,92
727	493,3	300,8	285,6	8,57
728	498,7	304,4	269,4	9,77
729	504,2	300,8	285,1	9,03
730	509,6	304,4	268,4	10,85
731	515,0	300,8	264,3	11,43
732	520,5	304,4	267,3	11,82
733	525,9	300,8	284,0	9,65
734	531,4	304,4	287,3	9,71
735	536,8	300,8	283,5	9,86
736	542,2	304,4	265,2	13,39
737	547,7	300,8	283,0	10,02
738	553,1	304,4	264,2	14,21
739	558,6	300,8	282,5	10,11
740	564,0	304,4	263,1	14,33
741	569,4	300,8	259,1	14,39
742	574,9	304,4	285,2	10,09
743	580,3	300,8	281,4	10,03
744	585,8	304,4	284,7	9,82
745	591,2	300,8	280,9	9,75
746	596,6	304,4	259,9	12,76
747	602,1	300,8	255,9	12,36
748	607,5	304,4	258,9	11,79
749	613,0	300,8	279,8	9,27
750	618,4	304,4	283,1	8,86
751	623,8	300,8	253,8	9,86
752	629,3	304,4	282,6	8,05
753	634,7	300,8	278,8	7,77
754	640,2	304,4	255,7	8,22
755	645,6	300,8	278,2	7,11
756	651,0	304,4	254,7	7,44
757	656,5	300,8	250,6	7,11
758	661,9	304,4	281,0	6,29
759	667,4	300,8	249,6	6,56
760	672,8	304,4	280,5	5,27
761	678,2	300,8	248,5	6,12
762	683,7	304,4	251,5	5,95
763	689,1	300,8	276,1	4,70
764	694,6	304,4	250,4	5,81
765	700,0	300,8	275,6	4,25
766	428,0	308,0	263,7	5,78
767	433,4	311,6	266,4	6,02
768	438,9	308,0	262,1	6,21
769	444,3	311,6	264,8	6,45
770	449,8	308,0	260,5	6,67

771	455,2	311,6	263,2	7,00
772	460,6	308,0	276,6	7,26
773	466,1	311,6	279,6	7,54
774	471,5	308,0	275,6	7,80
775	477,0	311,6	278,6	8,20
776	482,4	308,0	274,5	8,54
777	487,8	311,6	277,5	8,92
778	493,3	308,0	292,7	8,52
779	498,7	311,6	296,0	8,66
780	504,2	308,0	292,2	8,92
781	509,6	311,6	275,4	10,82
782	515,0	308,0	291,7	9,21
783	520,5	311,6	274,3	11,72
784	525,9	308,0	270,3	12,21
785	531,4	311,6	294,4	9,58
786	536,8	308,0	269,2	12,93
787	542,2	311,6	272,2	13,24
788	547,7	308,0	290,1	9,90
789	553,1	311,6	293,4	9,87
790	558,6	308,0	289,6	9,95
791	564,0	311,6	270,1	14,01
792	569,4	308,0	266,1	14,13
793	574,9	311,6	269,1	13,96
794	580,3	308,0	265,0	13,97
795	585,8	311,6	291,8	9,69
796	591,2	308,0	264,0	13,16
797	596,6	311,6	267,0	12,57
798	602,1	308,0	287,5	9,35
799	607,5	311,6	265,9	11,61
800	613,0	308,0	286,9	9,15
801	618,4	311,6	290,2	8,74
802	623,8	308,0	260,8	10,58
803	629,3	311,6	289,7	7,96
804	634,7	308,0	285,9	7,68
805	640,2	311,6	289,2	7,27
806	645,6	308,0	285,4	7,02
807	651,0	311,6	261,7	7,43
808	656,5	308,0	284,8	6,53
809	661,9	311,6	288,1	6,14
810	667,4	308,0	256,6	6,56
811	672,8	311,6	287,6	5,29
812	678,2	308,0	255,5	6,12
813	683,7	311,6	258,5	5,95
814	689,1	308,0	283,2	4,64
815	694,6	311,6	257,5	5,81
816	700,0	308,0	282,7	4,20
817	428,0	315,2	270,6	5,85
818	433,4	318,8	273,3	6,06
819	438,9	315,2	269,0	6,25
820	444,3	318,8	271,7	6,49
821	449,8	315,2	267,4	6,71
822	455,2	318,8	305,2	7,00
823	460,6	315,2	301,4	7,22
824	466,1	318,8	286,6	7,56
825	471,5	315,2	282,6	7,82
826	477,0	318,8	285,6	8,21
827	482,4	315,2	281,5	8,55

828	487,8	318,8	303,7	8,87
829	493,3	315,2	299,8	8,47
830	498,7	318,8	303,1	8,58
831	504,2	315,2	279,4	10,32
832	509,6	318,8	282,4	10,80
833	515,0	315,2	298,8	9,14
834	520,5	318,8	281,4	11,61
835	525,9	315,2	298,3	9,43
836	531,4	318,8	280,3	12,48
837	536,8	315,2	276,3	12,70
838	542,2	318,8	301,0	9,66
839	547,7	315,2	275,2	13,56
840	553,1	318,8	300,5	9,74
841	558,6	315,2	296,7	9,81
842	564,0	318,8	277,1	13,70
843	569,4	315,2	296,2	9,75
844	574,9	318,8	276,1	13,70
845	580,3	315,2	295,6	9,76
846	585,8	318,8	298,9	9,56
847	591,2	315,2	271,0	12,93
848	596,6	318,8	298,4	9,32
849	602,1	315,2	294,6	9,22
850	607,5	318,8	297,9	9,02
851	613,0	315,2	294,0	9,07
852	618,4	318,8	271,9	10,61
853	623,8	315,2	267,8	10,42
854	629,3	318,8	270,8	9,13
855	634,7	315,2	293,0	7,62
856	640,2	318,8	296,3	7,16
857	645,6	315,2	292,5	6,94
858	651,0	318,8	295,8	6,68
859	656,5	315,2	264,7	7,09
860	661,9	318,8	295,2	6,00
861	667,4	315,2	291,4	5,75
862	672,8	318,8	266,6	6,34
863	678,2	315,2	262,6	6,12
864	683,7	318,8	265,5	5,95
865	689,1	315,2	290,4	4,59
866	694,6	318,8	293,6	4,33
867	700,0	315,2	260,5	5,64
868	428,0	322,4	277,5	5,89
869	433,4	326,0	280,2	6,10
870	438,9	322,4	276,0	6,29
871	444,3	326,0	278,6	6,53
872	449,8	322,4	274,4	6,75
873	455,2	326,0	312,4	7,01
874	460,6	322,4	308,5	7,22
875	466,1	326,0	293,6	7,57
876	471,5	322,4	308,0	7,82
877	477,0	326,0	292,6	8,23
878	482,4	322,4	307,5	8,44
879	487,8	326,0	291,5	8,94
880	493,3	322,4	287,5	9,33
881	498,7	326,0	310,2	8,49
882	504,2	322,4	286,4	10,30
883	509,6	326,0	309,7	8,87
884	515,0	322,4	305,9	9,07

885	520,5	326,0	288,4	11,51
886	525,9	322,4	305,4	9,32
887	531,4	326,0	287,3	12,29
888	536,8	322,4	304,8	9,41
889	542,2	326,0	308,1	9,56
890	547,7	322,4	282,2	13,35
891	553,1	326,0	307,6	9,61
892	558,6	322,4	281,2	13,84
893	564,0	326,0	307,1	9,57
894	569,4	322,4	303,3	9,59
895	574,9	326,0	283,1	13,45
896	580,3	322,4	302,7	9,63
897	585,8	326,0	282,1	13,28
898	591,2	322,4	278,0	12,71
899	596,6	326,0	305,5	9,20
900	602,1	322,4	277,0	11,82
901	607,5	326,0	305,0	8,89
902	613,0	322,4	275,9	10,94
903	618,4	326,0	278,9	10,47
904	623,8	322,4	274,9	10,27
905	629,3	326,0	277,8	9,09
906	634,7	322,4	300,1	7,48
907	640,2	326,0	276,8	8,15
908	645,6	322,4	272,7	7,75
909	651,0	326,0	302,9	6,52
910	656,5	322,4	271,7	7,08
911	661,9	326,0	302,3	5,86
912	667,4	322,4	298,5	5,68
913	672,8	326,0	273,6	6,34
914	678,2	322,4	298,0	5,00
915	683,7	326,0	272,6	5,96
916	689,1	322,4	268,5	5,95
917	694,6	326,0	300,8	4,28
918	700,0	322,4	267,5	5,53
919	428,0	329,6	284,5	5,93
920	433,4	333,2	287,1	6,14
921	438,9	329,6	282,9	6,33
922	444,3	333,2	285,6	6,57
923	449,8	329,6	281,3	6,79
924	455,2	333,2	319,5	7,02
925	460,6	329,6	297,7	7,33
926	466,1	333,2	300,7	7,59
927	471,5	329,6	315,1	7,80
928	477,0	333,2	299,6	8,25
929	482,4	329,6	314,6	8,35
930	487,8	333,2	317,9	8,66
931	493,3	329,6	314,1	8,36
932	498,7	333,2	317,4	8,41
933	504,2	329,6	293,5	10,29
934	509,6	333,2	316,8	8,82
935	515,0	329,6	313,0	9,00
936	520,5	333,2	316,3	9,08
937	525,9	329,6	312,5	9,22
938	531,4	333,2	294,3	12,11
939	536,8	329,6	312,0	9,27
940	542,2	333,2	293,3	12,79
941	547,7	329,6	289,3	13,15



942	553,1	333,2	314,7	9,49
943	558,6	329,6	288,2	13,57
944	564,0	333,2	314,2	9,44
945	569,4	329,6	310,4	9,45
946	574,9	333,2	290,1	13,22
947	580,3	329,6	309,8	9,51
948	585,8	333,2	289,1	13,06
949	591,2	329,6	309,3	9,23
950	596,6	333,2	312,6	9,08
951	602,1	329,6	284,0	11,67
952	607,5	333,2	312,1	8,76
953	613,0	329,6	282,9	10,80
954	618,4	333,2	311,6	8,40
955	623,8	329,6	307,7	8,08
956	629,3	333,2	284,9	9,05
957	634,7	329,6	307,2	7,33
958	640,2	333,2	283,8	8,12
959	645,6	329,6	279,8	7,78
960	651,0	333,2	310,0	6,39
961	656,5	329,6	278,7	7,07
962	661,9	333,2	309,4	5,72
963	667,4	329,6	277,7	6,55
964	672,8	333,2	280,6	6,33
965	678,2	329,6	305,1	4,94
966	683,7	333,2	308,4	4,70
967	689,1	329,6	304,6	4,48
968	694,6	333,2	278,5	5,83
969	700,0	329,6	274,5	5,43
970	428,0	336,8	291,4	5,97
971	433,4	340,4	294,1	6,18
972	438,9	336,8	289,8	6,37
973	444,3	340,4	292,5	6,61
974	449,8	336,8	288,2	6,84
975	455,2	340,4	326,6	7,02
976	460,6	336,8	322,8	7,22
977	466,1	340,4	307,7	7,61
978	471,5	336,8	303,7	7,94
979	477,0	340,4	306,6	8,26
980	482,4	336,8	321,7	8,28
981	487,8	340,4	325,0	8,55
982	493,3	336,8	321,2	8,30
983	498,7	340,4	304,5	9,72
984	504,2	336,8	300,5	10,27
985	509,6	340,4	323,9	8,76
986	515,0	336,8	320,1	8,93
987	520,5	340,4	323,4	8,99
988	525,9	336,8	319,6	9,11
989	531,4	340,4	301,4	11,93
990	536,8	336,8	297,3	12,39
991	542,2	340,4	322,4	9,36
992	547,7	336,8	318,5	9,43
993	553,1	340,4	299,3	12,98
994	558,6	336,8	295,2	13,32
995	564,0	340,4	321,3	9,31
996	569,4	336,8	294,2	13,23
997	574,9	340,4	320,8	9,28
998	580,3	336,8	317,0	9,40

999	585,8	340,4	296,1	12,59
1000	591,2	336,8	316,4	9,12
1001	596,6	340,4	295,0	11,91
1002	602,1	336,8	315,9	8,87
1003	607,5	340,4	319,2	8,67
1004	613,0	336,8	289,9	10,67
1005	618,4	340,4	318,7	8,30
1006	623,8	336,8	314,8	7,99
1007	629,3	340,4	318,1	7,57
1008	634,7	336,8	314,3	7,25
1009	640,2	340,4	290,8	8,10
1010	645,6	336,8	286,8	7,76
1011	651,0	340,4	317,1	6,27
1012	656,5	336,8	285,7	7,06
1013	661,9	340,4	288,7	6,78
1014	667,4	336,8	284,7	6,55
1015	672,8	340,4	316,0	5,31
1016	678,2	336,8	312,2	4,88
1017	683,7	340,4	286,6	6,04
1018	689,1	336,8	282,6	5,95
1019	694,6	340,4	285,5	5,72
1020	700,0	336,8	281,5	5,34
1021	428,0	344,0	298,3	6,01
1022	433,4	347,6	317,9	6,20
1023	438,9	344,0	296,7	6,41
1024	444,3	347,6	299,4	6,65
1025	449,8	344,0	330,4	6,85
1026	455,2	347,6	297,8	7,25
1027	460,6	344,0	329,9	7,22
1028	466,1	347,6	314,7	7,62
1029	471,5	344,0	329,3	7,71
1030	477,0	347,6	332,6	7,92
1031	482,4	344,0	309,6	8,61
1032	487,8	347,6	332,1	8,46
1033	493,3	344,0	308,6	9,32
1034	498,7	347,6	331,6	8,23
1035	504,2	344,0	307,5	10,24
1036	509,6	347,6	310,5	10,54
1037	515,0	344,0	327,2	8,86
1038	520,5	347,6	309,4	11,21
1039	525,9	344,0	326,7	9,01
1040	531,4	347,6	330,0	8,97
1041	536,8	344,0	304,3	12,28
1042	542,2	347,6	329,5	9,26
1043	547,7	344,0	325,6	9,32
1044	553,1	347,6	328,9	9,26
1045	558,6	344,0	302,2	13,08
1046	564,0	347,6	328,4	9,19
1047	569,4	344,0	324,6	9,18
1048	574,9	347,6	304,2	12,80
1049	580,3	344,0	300,1	12,71
1050	585,8	347,6	303,1	12,38
1051	591,2	344,0	299,1	12,30
1052	596,6	347,6	326,8	8,87
1053	602,1	344,0	323,0	8,79
1054	607,5	347,6	301,0	10,89
1055	613,0	344,0	297,0	10,55

1056	618,4	347,6	325,8	8,21
1057	623,8	344,0	322,0	7,91
1058	629,3	347,6	325,2	7,45
1059	634,7	344,0	294,9	8,52
1060	640,2	347,6	324,7	6,85
1061	645,6	344,0	293,8	7,74
1062	651,0	347,6	324,2	6,14
1063	656,5	344,0	320,4	5,86
1064	661,9	347,6	295,7	6,77
1065	667,4	344,0	291,7	6,54
1066	672,8	347,6	323,1	5,22
1067	678,2	344,0	319,3	5,07
1068	683,7	347,6	322,6	4,59
1069	689,1	344,0	289,6	6,00
1070	694,6	347,6	322,1	4,19
1071	700,0	344,0	288,5	5,30
1072	428,0	351,2	305,3	6,04
1073	433,4	354,8	324,9	6,23
1074	438,9	351,2	303,7	6,45
1075	444,3	354,8	306,4	6,70
1076	449,8	351,2	337,5	6,87
1077	455,2	354,8	304,8	7,30
1078	460,6	351,2	337,0	7,21
1079	466,1	354,8	321,7	7,64
1080	471,5	351,2	336,4	7,67
1081	477,0	354,8	320,7	8,30
1082	482,4	351,2	316,6	8,62
1083	487,8	354,8	339,2	8,36
1084	493,3	351,2	315,6	9,32
1085	498,7	354,8	338,7	8,25
1086	504,2	351,2	334,9	8,54
1087	509,6	354,8	317,5	10,49
1088	515,0	351,2	334,3	8,78
1089	520,5	354,8	316,5	11,11
1090	525,9	351,2	333,8	8,91
1091	531,4	354,8	337,1	8,86
1092	536,8	351,2	311,4	12,17
1093	542,2	354,8	336,6	9,17
1094	547,7	351,2	310,3	12,58
1095	553,1	354,8	336,0	9,16
1096	558,6	351,2	332,2	9,18
1097	564,0	354,8	312,2	12,83
1098	569,4	351,2	331,7	9,06
1099	574,9	354,8	311,2	12,60
1100	580,3	351,2	331,2	9,19
1101	585,8	354,8	334,5	9,00
1102	591,2	351,2	306,1	12,15
1103	596,6	354,8	333,9	8,77
1104	602,1	351,2	330,1	8,68
1105	607,5	354,8	333,4	8,40
1106	613,0	351,2	329,6	8,28
1107	618,4	354,8	307,0	10,08
1108	623,8	351,2	329,1	7,82
1109	629,3	354,8	332,4	7,37
1110	634,7	351,2	328,5	7,11
1111	640,2	354,8	331,8	6,69
1112	645,6	351,2	300,8	7,72

1113	651,0	354,8	331,3	6,02
1114	656,5	351,2	327,5	5,74
1115	661,9	354,8	330,8	5,55
1116	667,4	351,2	327,0	5,39
1117	672,8	354,8	330,2	5,13
1118	678,2	351,2	326,4	4,98
1119	683,7	354,8	329,7	4,53
1120	689,1	351,2	296,6	5,95
1121	694,6	354,8	299,6	5,54
1122	700,0	351,2	295,5	5,31
1123	428,0	358,4	328,9	6,07
1124	433,4	362,0	331,9	6,25
1125	438,9	358,4	310,6	6,49
1126	444,3	362,0	313,3	6,74
1127	449,8	358,4	309,0	7,01
1128	455,2	362,0	311,7	7,35
1129	460,6	358,4	344,1	7,21
1130	466,1	362,0	328,7	7,66
1131	471,5	358,4	343,6	7,64
1132	477,0	362,0	327,7	8,31
1133	482,4	358,4	323,7	8,64
1134	487,8	362,0	346,3	8,27
1135	493,3	358,4	322,6	9,33
1136	498,7	362,0	345,8	8,22
1137	504,2	358,4	321,5	10,14
1138	509,6	362,0	324,5	10,44
1139	515,0	358,4	341,4	8,71
1140	520,5	362,0	323,5	11,01
1141	525,9	358,4	340,9	8,81
1142	531,4	362,0	322,4	11,72
1143	536,8	358,4	318,4	12,05
1144	542,2	362,0	343,7	9,08
1145	547,7	358,4	317,3	12,41
1146	553,1	362,0	343,2	9,05
1147	558,6	358,4	339,3	9,07
1148	564,0	362,0	319,3	12,67
1149	569,4	358,4	338,8	8,94
1150	574,9	362,0	318,2	12,42
1151	580,3	358,4	338,3	9,09
1152	585,8	362,0	341,6	8,91
1153	591,2	358,4	313,1	12,00
1154	596,6	362,0	341,0	8,68
1155	602,1	358,4	312,1	11,13
1156	607,5	362,0	340,5	8,29
1157	613,0	358,4	336,7	8,17
1158	618,4	362,0	314,0	9,98
1159	623,8	358,4	336,2	7,68
1160	629,3	362,0	312,9	9,36
1161	634,7	358,4	335,6	7,04
1162	640,2	362,0	338,9	6,58
1163	645,6	358,4	307,8	7,71
1164	651,0	362,0	338,4	5,90
1165	656,5	358,4	334,6	5,71
1166	661,9	362,0	337,9	5,49
1167	667,4	358,4	334,1	5,30
1168	672,8	362,0	308,7	6,34
1169	678,2	358,4	333,5	4,90

1170	683,7	362,0	307,7	6,10
1171	689,1	358,4	333,0	4,31
1172	694,6	362,0	306,6	5,48
1173	700,0	358,4	332,5	3,99
1174	428,0	365,6	335,9	6,09
1175	433,4	369,2	338,9	6,27
1176	438,9	365,6	334,9	6,52
1177	444,3	369,2	355,5	6,76
1178	449,8	365,6	351,7	6,90
1179	455,2	369,2	318,6	7,40
1180	460,6	365,6	351,2	7,21
1181	466,1	369,2	335,8	7,68
1182	471,5	365,6	350,7	7,61
1183	477,0	369,2	354,0	7,79
1184	482,4	365,6	330,7	8,65
1185	487,8	369,2	353,4	8,18
1186	493,3	365,6	329,6	9,33
1187	498,7	369,2	352,9	8,75
1188	504,2	365,6	349,1	8,45
1189	509,6	369,2	331,5	10,39
1190	515,0	365,6	348,6	8,64
1191	520,5	369,2	330,5	10,91
1192	525,9	365,6	348,0	8,72
1193	531,4	369,2	351,3	8,75
1194	536,8	365,6	325,4	11,94
1195	542,2	369,2	350,8	8,99
1196	547,7	365,6	324,3	12,24
1197	553,1	369,2	350,3	8,96
1198	558,6	365,6	323,3	12,64
1199	564,0	369,2	349,7	8,86
1200	569,4	365,6	345,9	8,92
1201	574,9	369,2	325,2	12,24
1202	580,3	365,6	345,4	8,99
1203	585,8	369,2	324,2	11,90
1204	591,2	365,6	320,1	11,87
1205	596,6	369,2	348,2	8,63
1206	602,1	365,6	319,1	11,01
1207	607,5	369,2	322,1	10,55
1208	613,0	365,6	343,8	8,07
1209	618,4	369,2	347,1	7,79
1210	623,8	365,6	343,3	7,58
1211	629,3	369,2	320,0	9,27
1212	634,7	365,6	342,8	6,91
1213	640,2	369,2	346,0	6,46
1214	645,6	365,6	314,9	7,69
1215	651,0	369,2	317,8	7,33
1216	656,5	365,6	313,8	7,02
1217	661,9	369,2	345,0	5,40
1218	667,4	365,6	341,2	5,22
1219	672,8	369,2	315,7	6,36
1220	678,2	365,6	340,6	4,82
1221	683,7	369,2	314,7	6,07
1222	689,1	365,6	340,1	4,28
1223	694,6	369,2	343,4	4,10
1224	700,0	365,6	309,6	5,22
1225	428,0	372,8	343,0	6,12
1226	433,4	376,4	345,9	6,34

1227	438,9	372,8	341,9	6,55
1228	444,3	376,4	344,9	6,82
1229	449,8	372,8	358,8	6,91
1230	455,2	376,4	343,8	7,40
1231	460,6	372,8	358,3	7,26
1232	466,1	376,4	361,6	7,40
1233	471,5	372,8	338,7	8,03
1234	477,0	376,4	361,1	7,75
1235	482,4	372,8	337,7	8,65
1236	487,8	376,4	360,5	8,09
1237	493,3	372,8	356,7	8,37
1238	498,7	376,4	339,6	9,75
1239	504,2	372,8	356,2	8,40
1240	509,6	376,4	338,6	10,35
1241	515,0	372,8	355,7	8,57
1242	520,5	376,4	359,0	8,57
1243	525,9	372,8	355,1	8,62
1244	531,4	376,4	358,4	8,69
1245	536,8	372,8	332,4	11,83
1246	542,2	376,4	357,9	8,90
1247	547,7	372,8	331,4	12,09
1248	553,1	376,4	357,4	8,86
1249	558,6	372,8	353,6	8,86
1250	564,0	376,4	333,3	12,36
1251	569,4	372,8	353,0	8,83
1252	574,9	376,4	356,3	8,78
1253	580,3	372,8	352,5	8,90
1254	585,8	376,4	355,8	8,73
1255	591,2	372,8	352,0	8,64
1256	596,6	376,4	355,3	8,53
1257	602,1	372,8	351,4	8,38
1258	607,5	376,4	329,1	10,45
1259	613,0	372,8	350,9	7,97
1260	618,4	376,4	354,2	7,64
1261	623,8	372,8	324,0	9,53
1262	629,3	376,4	353,7	7,16
1263	634,7	372,8	349,9	6,77
1264	640,2	376,4	325,9	8,00
1265	645,6	372,8	349,3	6,07
1266	651,0	376,4	324,9	7,31
1267	656,5	372,8	320,8	7,01
1268	661,9	376,4	323,8	6,75
1269	667,4	372,8	348,3	5,14
1270	672,8	376,4	351,6	4,90
1271	678,2	372,8	318,7	6,27
1272	683,7	376,4	321,7	6,03
1273	689,1	372,8	347,2	4,25
1274	694,6	376,4	320,6	5,40
1275	700,0	372,8	316,6	5,18
1276	428,0	380,0	350,0	6,14
1277	438,9	380,0	348,9	6,58
1278	449,8	380,0	365,9	6,92
1279	460,6	380,0	365,4	7,25
1280	471,5	380,0	345,8	8,05
1281	482,4	380,0	344,7	8,66
1282	493,3	380,0	363,8	8,31
1283	504,2	380,0	363,3	8,35

1284	515,0	380,0	362,8	8,50
1285	525,9	380,0	340,5	11,07
1286	536,8	380,0	339,4	11,73
1287	547,7	380,0	361,2	8,85
1288	558,6	380,0	360,7	8,77
1289	569,4	380,0	360,1	8,75
1290	580,3	380,0	335,2	11,80
1291	591,2	380,0	334,2	11,61
1292	602,1	380,0	358,6	8,27
1293	613,0	380,0	358,0	7,92
1294	623,8	380,0	357,5	7,43
1295	634,7	380,0	357,0	6,66
1296	645,6	380,0	356,5	5,96
1297	656,5	380,0	355,9	5,52
1298	667,4	380,0	326,8	6,53
1299	678,2	380,0	354,9	4,67
1300	689,1	380,0	354,3	4,22
1301	700,0	380,0	323,6	5,14

---

