Problemi scientifici con il linguaggio Visual Basic di Excel

Per le note operative sulla programmazione in Visual Basic, si riveda il contenuto digitale integrativo del volume per il primo biennio della collana *"Informatica: Strumenti e metodi per LSA"* - Edizioni Atlas

L'esempio seguente illustra la definizione del numero *e* come elemento separatore di due successioni esponenziali, una crescente e l'altra decrescente.

Il problema è già stato svolto con il foglio elettronico Excel, senza usare la programmazione, nell'Esempio 2 del Capitolo 4.

ESEMPIO 1: Definire il numero e.

Progettazione del foglio di lavoro.

Utilizziamo per questo esempio due fogli di lavoro.

Nel primo, dopo aver inserito il numero di elementi, costruiremo le due successioni esponenziali che convergono al numero *e*. In questo foglio prepareremo i pulsanti che attivano rispettivamente il codice:

- per calcolare gli elementi delle due successioni;
- per disegnare il grafico degli elementi stessi e dei rispettivi scarti;
- per cancellare le due successioni e il grafico e per predisporre il foglio a un nuovo calcolo.

Utilizzeremo il secondo foglio per calcolare i ritmi di crescita di diverse funzioni esponenziali a^x e li confronteremo con quello della funzione e^x : dal confronto potremo capire l'importanza del numero e.

Preparazione del foglio di lavoro

Nel *Foglio1* inseriamo la casella di testo del titolo: *"I PRIMI N ELEMENTI DELLE DUE SUCCESSIONI:* $S1 = (1 + 1/n)^n$; $S2 = (1 + 1/n)^{n+1}$ ". Nella cella A8 digitiamo *"DATI"* e in A9: *"Numero di elementi,* N ="; in D9 scriviamo per esempio il numero 10. Selezioniamo le celle da A8 a D8 e uniamo e centriamo il testo per mezzo del pulsante **Unisci e allinea al centro** del gruppo **Allineamento** della della scheda **Home**.

Rinominiamo il Foglio1 con il nome"S1 e S2".



Salviamo il file come **Cartella di lavoro con attivazione macro di Excel** con il nome "NumeroE". Questo tipo di file ha estensione **.xlsm** e consente di memorizzare codice macro e Visual Basic.

Prepariamo ora il pulsante che attiva il codice di *Visual Basic* per calcolare gli elementi delle due successioni.

1

Selezioniamo la scheda SVILUPPO.

Se la scheda **SVILUPPO** non è disponibile, occorre visualizzarla: clic sul menu **File** e poi clic su **Opzioni**, quindi sulla categoria **Personalizzazione Barra multifunzione**. Nell'elenco **Schede principali** selezionare la casella di controllo **Sviluppo** e quindi clic su **OK**.

Nella scheda **SVILUPPO** clic sull'icona **Inserisci** del gruppo **Controlli**. Nell'elenco **Controlli ActiveX** scegliamo **Pulsante di comando**: il puntatore del mouse assume la forma di una croce (+). Tenendo premuto il tasto sinistro del mouse disegniamo, partendo dalla cella F2, un rettangolo che occupi almeno una zona di tre celle per due: sul foglio apparirà la forma di un pulsante con all'interno la scritta "**CommandButton1**".



Vogliamo inserire, come scritta sul pulsante, la frase: "Calcola i valori", in grassetto.

- Il pulsante deve essere selezionato, cioè deve presentare sul contorno i cerchietti di ridimensionamento.
- Facciamo clic sul pulsante **Proprietà** E Proprietà del gruppo **Controlli** della scheda **SVILUPPO**. Appare la finestra delle proprietà del pulsante di comando.

	Proprietà ×			Clic per chiudere la
CalcolaValori Co	mmandButton 🗸 🗸	Í.		finestra Proprietà.
Alfabetico Per ca	ategoria		L	
(Name) Accelerator AutoLoad AutoSize BackColor BackStyle	CalcolaValori False False 8H8000000F& 1 - fmBackStyleOpague			Nella casella a destra di (Name) scriviamo il nome del pulsante: <i>"Calcola Valori"</i> senza porre spazi tra le due parole. Nella Barra del titolo della finestra compare il nome del pulsante.
Caption	Calcola i valori			
Font ForeColor Height Left Locked MouseIcon MousePointer Picture	Arial			La proprietà Caption stabilisce la scritta sul pulsante. Selezioniamo la scritta <i>CommandButton1</i> posta nella cella a destra di <i>Caption</i> e scriviamo <i>"Calcola i valori"</i> . Sul pulsante apparirà la stessa scritta.
PicturePosition Placement PrintObject Shadow TakeFocusOnClick Top Visible	7 - fmPicturePositionAboveCenter 2 True False True 13,5 True			Per scrivere in grassetto, facciamo clic sui tre puntini della casella accanto a Font : si apre la finestra Tipo di carattere in cui scegliamo Grassetto e confermiamo con OK .
Width WordWrap	144 False			

Salviamo il lavoro.

Scrittura del codice attivato dal pulsante di comando Calcola i valori

Vogliamo ora scrivere il codice in *Visual Basic* in modo che, facendo clic sul pulsante di comando, vengano eseguite le seguenti istruzioni:

- 1. Il programma controlli se il numero N scritto nella cella D9 è positivo. Se vero, passi al punto 2, altrimenti comunichi all'utente il messaggio di avvertimento: "Valore N non valido".
- 2. Nella riga 11 siano scritte le intestazioni di colonna:
 - a. in A11: "n", che è il valore dell'esponente nelle successioni
 - b. in B11: "S1", che indica gli elementi della prima successione
 - c. in C11: "S2", che indica gli elementi della seconda successione
 - d. in D11: "S2-S1", che indica gli scarti tra ogni coppia di elementi delle due successioni.
- 3. Si realizzi un ciclo in modo che per ogni esponente *n* che assume valori da 1 al numero *N* avvenga:
 - a. nella prima cella, corrispondente alla colonna A, sia scritto il valore di n,
 - b. nella seconda cella, colonna B, sia calcolato l'elemento della prima successione,

cioè
$$\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

c. nella terza cella, colonna C, sia calcolato l'elemento della seconda successione,

cioè
$$\left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n+1}$$

d. nella quarta cella, colonna D, sia calcolato lo scarto o differenza tra i due elementi.

A ogni incremento di n si passa alla riga sottostante nel calcolo dei valori, fino a un numero di righe uguale a N.

Associamo ora al pulsante di comando il codice del sottoprogramma che deve essere eseguito quando l'utente fa clic sul pulsante di comando stesso.

Per passare alla finestra del codice basta fare un doppio clic sul pulsante di comando oppure premere la combinazione dei tasti **Alt + F11** dopo aver selezionato l'oggetto grafico.



Algoritmo CalcolaValori

```
variabili
    dichiara N, i come numeri interi
inizio
  immetti N
  se N >0
    scrivi n, S1, S2, S2-S1
    --- ripetizione delle righe ---
    per i = 1 fino a N
          assegna alla cella di riga 11+i, Colonna 1 = i
          assegna alla cella di riga 11+i, Colonna 2 = (1+1/i)^i
          assegna alla cella di riga 11+i, Colonna 3 = (1+1/i)^{(i+1)}
          assegna alla cella di riga 11+i, Colonna 4 = (cella di riga 11+i, col. 3) - (cella di riga 11+i, col. 2)
    ripeti
  altrimenti
    invia un messaggio di avvertimento all'utente
  fine se
fine
```

Codice per il pulsante CalcolaValori



Proviamo ora il funzionamento del sottoprogramma.

Ritorniamo al foglio di lavoro facendo clic sull'icona di Excel posta sulla Barra degli strumenti di *Visual Basic*, oppure facendo clic sul pulsante Excel della Barra delle applicazioni, oppure con la combinazione di tasti **Alt + F11**.

Scriviamo in D9 il numero 20 per ottenere valori più significativi per le successioni. Disattiviamo la modalità progettazione facendo clic sull'icona **Modalità progettazione**. Il pulsante di comando appare senza cerchietti di ridimensionamento.



Facendo clic sul pulsante di comando con la scritta *Calcola i valori*, il sottoprogramma viene eseguito: nelle celle da A11 a A(11+N) compaiono gli N valori dell'esponente.

Nelle colonne da B11 a D(11+N) appaiono rispettivamente gli elementi delle due successioni e i loro scarti.

Salviamo il lavoro.

	A	В	С	D	E	F	G	Н	
1									
2			م الما م			Ca	lcola i valo	ori	
3	I pri	imi iv num	eri delle d	ue					
4		succes	sioni:						
5	S1 = (1	+ 1/n) ⁿ ;	S2 = (1 + 1	1/n) ⁿ⁺¹					
6									
7									
8		DA	П						
9	Numero d	i elementi,	N =	20					
10									
11	n	S1	S2	S2-S1					
12	1	2	4	2					
13	2	2,25	3,375	1,125					
14	3	2,37037	3,160494	0,790123					
15	4	2,441406	3,051758	0,610352					
16	5	2,48832	2,985984	0,497664					
17	6	2,521626	2,941897	0,420271					

Pulsante per disegnare automaticamente il grafico delle due successioni e dei loro scarti

Predisponiamo un pulsante che, attivato, produca le seguenti operazioni:

- 1. selezioni le celle che contengono gli elementi da rappresentare;
- 2. inserisca il grafico delle successioni S1, S2, S2-S1;
- 3. porti il cursore nella cella D9 per essere pronto a un eventuale cambiamento del numero N.

Predisposizione del pulsante che attiva il disegno del grafico

Utilizzando le istruzioni precedenti predisponiamo sul foglio di lavoro un pulsante di comando con la scritta *Grafico*. Il pulsante deve avere le stesse dimensioni del precedente e deve essere posto sotto di esso.



Scrittura del codice del pulsante Grafico



Il codice per il disegno del grafico è stato ricavato con un'operazione di *Copia/Incolla* dopo aver fatto eseguire una macro di prova per il tracciamento del grafico.

In pratica:

- 1. Abbiamo registrato una nuova macro che traccia un grafico di tipo **Dispersione** sui dati contenuti nelle quattro colonne del foglio.
- Dopo aver interrotto la macro, nella scheda SVILUPPO, nel gruppo Codice, abbiamo scelto Macro.
- 3. Dopo aver selezionato l'ultima macro creata, abbiamo fatto clic sul pulsante Modifica.
- 4. In questo modo viene visualizzato il codice associato alla macro.
- 5. Il codice può essere copiato dalla finestra della macro e incollato nella finestra del codice all'interno del sottoprogramma *Grafico*.

All'interno di questo pezzo di codice abbiamo poi modificato i riferimenti di cella per renderli parametrici, con la notazione:

Range("A11:D" & N)

che indica l'intervallo di celle delle quattro colonne contenenti le ascisse e le ordinate.

Proviamo ora il funzionamento del sottoprogramma.

- Per ritornare al foglio di lavoro clic sull'icona di Excel posta sulla Barra degli strumenti di Visual Basic, oppure clic sul pulsante Excel della Barra delle applicazioni, oppure combinazione di tasti Alt + F11.
- 2. Per disattivare la modalità progettazione clic sull'icona **Modalità progettazione**. Il pulsante di comando appare senza cerchietti di ridimensionamento.
- 3. Clic sul pulsante di comando con la scritta *Grafico*: il sottoprogramma viene eseguito e Excel inserisce il grafico che rappresenta gli elementi delle due successioni.
- Salviamo il lavoro.

A questo punto possiamo cambiare il numero degli elementi delle due successioni, prima però occorre cancellare i calcoli precedenti e il loro grafico per preparare il foglio di lavoro per il nuovo valore di *N*. Prepariamo quindi il codice che, selezionata la zona degli elementi, cancella il loro contenuto e, selezionato il grafico, lo cancella.

Pertanto dobbiamo predisporre un pulsante che, attivato, produca le seguenti operazioni:

- 1. Assegni alla variabile N il numero massimo di riga raggiunto dalla tabella.
- 2. Selezioni tutte le celle della tabella contenente gli elementi delle due successioni e i loro scarti.
- 3. Cancelli la selezione.
- 4. Selezioni il grafico.
- 5. Cancelli il grafico.
- 6. Selezioni la cella D9 dove si potrà inserire un nuovo valore di N.

Preparazione del pulsante che comanda la cancellazione

Utilizzando le istruzioni precedenti predisponiamo sul foglio di lavoro un pulsante di comando con la scritta: "Cancella valori e grafico". Il pulsante deve avere le stesse dimensioni dei precedenti e deve essere posto sotto di essi. La proprietà **Caption** del pulsante sia "Cancella valori e grafico". La proprietà **Name** sia "CancellaElementi". Perché il pulsante non sia premuto inavvertitamente coloriamo la scritta in rosso: facciamo clic nella casella di **ForeColor** delle **Proprietà** del pulsante, quindi sulla scheda **Tavolozza** e in questa scegliamo il colore **Rosso**.



-

Scrittura del codice

Facendo doppio clic sul pulsante appena creato, viene preparata la subroutine comandata dal pulsante stesso. La parte di codice che seleziona e cancella le colonne dei dati e il grafico è stata ricavata con un'operazione di *Copia/Incolla* dopo aver registrato un macro di prova per la cancellazione degli elementi.



Esecuzione del sottoprogramma

Proviamo ora il funzionamento del sottoprogramma.

Ritorniamo al foglio di lavoro facendo clic sull'icona di Excel posta sulla Barra degli strumenti di *Visual Basic*, oppure facendo clic sul pulsante Excel della Barra delle applicazioni, oppure con la combinazione di tasti **Alt + F11**.

Disattiviamo la modalità progettazione facendo clic sull'icona **Modalità progettazione**. Il pulsante di comando appare senza cerchietti di ridimensionamento.

Facendo clic sul pulsante di comando con la scritta "Cancella valori e grafico", il sottoprogramma viene eseguito. Salviamo il lavoro.

Scriviamo nella cella D9 il numero 15 e facciamo clic sul pulsante *Calcola i valori* e poi su *Grafico*. Otteniamo il foglio in figura:



Osservazioni

1. I valori della colonna B rappresentano gli elementi della successione S1: $a_n = \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$;

questi valori sono crescenti, ma, come si nota dal grafico, sono maggiori di un certo valore compreso tra 2,5 e 3.

2. I numeri della colonna C rappresentano gli elementi della successione S2: $a_n = \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n+1}$;

questi valori sono decrescenti, ma, come si nota dal grafico, sono minori di un certo valore compreso tra 2,5 e 3.

3. I numeri della colonna D rappresentano gli scarti, cioè le differenze tra gli elementi delle due successioni e si nota anche dal grafico che diminuiscono tendendo verso lo zero, quindi le due successioni tendono allo stesso valore.

Per constatare l'andamento delle due successioni possiamo dare a *N* un valore più alto, per esempio 10000: osserviamo ancora che *S1* è crescente senza superare un certo valore, *S2* è decrescente senza diminuire al di sotto dello stesso valore, tutto questo ben visualizzato dal grafico. Il valore che separa le due successioni è un numero irrazionale, detto "*numero e*" e vale 2,718281828...

ESEMPIO 2: Tracciare il grafico di una funzione continua.

L'esempio seguente utilizza il codice del linguaggio Visual Basic per automatizzare le operazioni manuali che l'utente deve produrre. In particolare si vuole:

- Predisporre una finestra di dialogo nella quale l'utente scriva la formula della funzione continua; il programma inserirà automaticamente la formula nelle celle ad essa predisposte.
- Utilizzare le istruzioni dei cicli per il calcolo dei valori del dominio e del codominio della funzione e per l'inserimento automatico dei risultati di tali calcoli nel numero di righe uguale al numero di punti scelto liberamente.
- Predisporre le istruzioni per disegnare automaticamente il grafico della funzione stessa.
- Poter disegnare un'altra funzione cancellando automaticamente il grafico e i calcoli della vecchia funzione.

Le operazioni dovranno essere attivate mediante pulsanti e realizzate con l'opportuno codice in linguaggio Visual Basic.

Preparazione del foglio di Excel

In un nuovo foglio di lavoro inseriamo una casella di testo con il titolo dell'esercizio: "GRAFICO DI FUNZIONE CONTINUA".

Nella cella A4 digitiamo "Grafico della funzione: y"; nella cella D4 il programma inserirà il testo della funzione.

Nella cella A6 digitiamo "DATI" e nelle celle sottostanti scriviamo le indicazioni per inserire i dati iniziali come in figura.

	A	В	С	D	Е	F	
1		STATISTICS.	14000000	Concernant See		a best a	
2	GR	RAFICO D	I FUNZ	LONE C	ONTIN	UA	
3		_					
4	Grafico de	lla funzione:	У				
5							
6		DAT	1				I punti sono 101 perché occorre
7	Estremo si	inistro, E _{s =}		-2			considerare anche il primo a
8	Estremo d	estro, E _{d =}		2			sinistra. Gli spazi tra i punti sono guindi 1 in meno, cioè 100.
9	Numero p	unti, N =		101			
10							
11	Distanza t	ra i punti, d =		0,04			distanza tra due punti consecutivi è
12							=(D8-D7)/(D9-1)
13	TABELLA	DEI PUNTI					
14	x	Y					

Uniamo le celle da A6 a D6 e poniamo al centro il testo. Nelle celle da D7 a D9 sono inseriti alcuni valori di esempio. Disegniamo il bordo spesso intorno alla tabella dei dati. Salviamo il file come **Cartella di lavoro con attivazione macro di Excel**, con il nome "*GraficoFunzione*". Ricordiamo che questo tipo di file ha estensione *xlsm* e consente di memorizzare codice *Visual Basic*.

Nella cella A13 scriviamo "TABELLA DEI PUNTI", in A14 inseriamo "x" e in B14 "y".

Disegno sul foglio elettronico del pulsante per l'inserimento della funzione

Disegniamo ora sul foglio il pulsante che attivi le istruzioni per inserire la formula della funzione.

- 1. Selezionare la scheda SVILUPPO.
- 2. Clic sull'icona Inserisci del gruppo Controlli.
- 3. Nell'elenco **Controlli ActiveX** scegliere **Pulsante di comando**: il puntatore del mouse assume la forma di una croce.
- 4. Tenendo premuto il tasto sinistro del mouse disegnare, partendo dalla cella G2, un rettangolo che occupi almeno una zona di tre celle per due: sul foglio apparirà la forma di un pulsante con all'interno la ceritta CommandPutton1

CommandButton1	Inserisci
0	Controlli modulo
	Pulsante di comando (controllo A
	Inserisce un controllo pulsante di

Impostiamo la scritta del pulsante, "Inserisci la funzione", in grassetto.

- Il pulsante deve essere selezionato, cioè deve presentare lungo il contorno i cerchietti di ridimensionamento.
- Clic sull'icona **Proprietà** del gruppo **Controlli** della scheda **SVILUPPO**. Si apre la finestra delle

proprietà della forma del pulsante di comando.

- La proprietà **Caption** stabilisce la scritta sul pulsante. Selezionare la scritta *CommandButton1* posta nella casella a destra di *Caption* e scrivere "*Inserisci la funzione*". Sul pulsante apparirà la stessa scritta.
- Per rendere la scritta in grassetto, selezionare la casella posta accanto a Font, clic sui tre puntini.
 Si apre la finestra di formattazione del pulsante. Selezionare Grassetto e confermare con OK.
 La scritta sul pulsante è ora in grassetto.
- Nella casella a destra di (Name) scrivere il nome del pulsante: "InserisciFunzione".
- Se necessario ridimensionare il pulsante trascinando i cerchietti di ridimensionamento.
- Clic sul pulsante di chiusura della finestra Proprietà.
- Salviamo il lavoro.

Proprietà ×						
nserisciFunzione CommandButton						
Alfabetico Per ca	ategoria					
(Name)	InserisciFunzione					
Accelerator						
AutoLoad	False					
AutoSize	False					
BackColor	8H800000F&					
BackStyle	1 - fmBackStyleOpaque					
Caption	Inserisci la funzione					
Enabled	True					
Font	Calibri					
ForeColor	&H80000012&					
Height	30					
Left	251,25					
Locked	True					
MouseIcon	(nessuna)					
MousePointer	0 - fmMousePointerDefault					
Picture	(nessuna)					
PicturePosition	7 - fmPicturePositionAboveCenter					
Placement	2					
PrintObject	True					
Shadow	False					
TakeFocusOnClick	True					
Тор	72,75					
Visible	True					
Width	145,5					
WordWrap	False					

Scrittura del codice associato al pulsante di comando Inserisci la funzione

Vogliamo ora scrivere il codice in *Visual Basic* in modo che, facendo clic sul pulsante, si apra la finestra di dialogo in cui scrivere il testo della funzione. Per far questo facciamo doppio clic sul pulsante: si apre la finestra *Microsoft Visual Basic*.

췸 Microsoft Visual Basic, Ap	oplications Edition - GraficoFunzione.xlsm	[progettazione] - [Foglio1 🗕 🗖 🗙
🦂 <u>F</u> ile <u>M</u> odifica <u>V</u> isualizza	<u>I</u> nserisci F <u>o</u> rmato <u>D</u> ebug <u>E</u> segui <u>S</u> trume	nti <u>Agg</u> iunte Fi <u>n</u> estra <u>?</u> _ - - ×
i 🛛 🔄 - 🔚 i 🗶 🖻 🛍 🗛	🤊 (* 🕨 🗉 🔛 😻 🖀 😽 🔅 🕜	Riga 63, Col 1 🗸
Progetto - VBAProject 🗙	InserisciFunzione	Click
	Private Sub InserisciFunzione	Click()
State State State	End Sub	
E Solver (SOLVER.XLAM)		
Microsoft Excel Oggetti	= = .	▼ ▶
Questa_cartella_di_l	Immediata X Variabili locali	× Espressioni di controllo
± i Form 	<pronto></pronto>	Espressione Valore Tipo Contesto
A rest of the	Espres Valore Tipo	
< >		-

Ricordiamo che le istruzioni del codice devono essere scritte tra la riga **Private Sub** e la riga **End Sub** che indicano l'inizio e la fine del sottoprogramma (*Subroutine*) associato all'evento. L'intestazione del sottoprogramma contiene anche il nome dell'oggetto grafico (nel nostro caso **InserisciFunzione**) e l'evento da gestire (**Click**).

Scriviamo le istruzioni che eseguono le seguenti operazioni:

- 1. Il programma apra una finestra di dialogo in cui chieda di scrivere il testo della funzione.
- 2. Il programma assegni alla cella B15 la formula scritta nel testo della funzione per il calcolo del codominio.
- 3. Il programma assegni alla cella D4 il testo della funzione in modo che sia visualizzata la sua



Esecuzione del sottoprogramma

Proviamo ora il funzionamento del sottoprogramma.

Funzione è aggiunto all'apostrofo tramite l'operatore di concatenazione &.

- Per ritornare al foglio di lavoro clic sull'icona di Excel posta sulla Barra degli strumenti di Visual Basic, oppure clic sul pulsante Excel della Barra delle applicazioni, oppure combinazione di tasti Alt + F11.
- 2. Per disattivare la modalità progettazione clic sull'icona **Modalità progettazione** del gruppo **Controlli** della scheda **SVILUPPO**. Il pulsante di comando appare senza cerchietti di ridimensionamento.



3. Clic sul pulsante di comando con la scritta Inserisci la funzione, il sottoprogramma viene eseguito. Nella finestra di dialogo Inserimento funzione scrivere la funzione, per esempio =(A15)^3-3*(A15)+1 e clic su OK. La funzione viene scritta nella cella B15 e nella stessa cella appare il valore calcolato dalla funzione corrispondente all'ascissa della cella A15; Inoltre il testo della funzione appare nella cella D4.

Salviamo il lavoro.



Disegno del pulsante che prepara il dominio della funzione

Vogliamo ora predisporre il pulsante di comando e il relativo codice che calcoli e scriva le ascisse degli *N* punti nella colonna A, dalla cella A15 verso il basso. In questo modo vogliamo risolvere il problema di poter decidere liberamente il numero *N* di punti da utilizzare per disegnare il grafico. Ricordiamo che maggiore è il numero di punti, più preciso risulta il grafico. Per eseguire le operazioni utilizzeremo le istruzioni del ciclo **For**.

Disegno del pulsante di comando con etichetta Prepara il dominio

Il pulsante di comando deve avere le stesse dimensioni del pulsante che inserisce la funzione e deve trovarsi sotto di acco



Scrittura del codice del pulsante Prepara il dominio

Vogliamo ora scrivere il codice che esegua le seguenti operazioni:

- 1. calcoli il valore dell'ascissa di ogni punto;
- 2. partendo dalla cella A15 scriva di riga in riga l'ascissa di ogni punto fino ad esaurire il loro numero *N* inserito dall'utente nella cella D9.

```
Il codice è così formulato:
                                                   Le variabili utilizzate sono:
                                                   N che serve per memorizzare il numero di punti, di tipo intero;
   Private Sub PreparaDominio Click()
                                                   i utilizzata come contatore del ciclo For, di tipo intero;
    'dichiarazione delle variabili
                                                   x0 è l'ascissa del primo punto, di tipo Double, numero in
   Dim N, i As Integer
                                                   doppia precisione;
                                                   d è la distanza tra un punto e l'altro, di tipo Double.
   Dim x0, d As Double
   'inizializza le variabili
                                                   Assegna alle variabili i valori iniziali.
   N = Range("D9")
                                                   L'assegnazione dei valori alle variabili, indicata
   x0 = Range("D7")
                                                   con il segno =, è sempre verso sinistra.
   d = Range("D11")
   'calcola i valori delle ascisse riga per riga
    'e li scrive nelle rispettive celle della colonna A
   For i = 0 To N - 1
        Cells(15 + i, 1) = x0 + i * d
   Next i
                                            Per indicare il riferimento alle celle, anziché utilizzare Range,
                                            viene usato il metodo Cells con il quale ci si riferisce a una
   End Sub
                                            singola cella con i numeri di riga e di colonna: il primo numero
                                            indica la riga, il secondo la colonna partendo dall'angolo in
Queste righe costituiscono l'istruzione
                                            alto a sinistra del foglio di lavoro; i due numeri, scritti tra
principale del programma e sono
                                            parentesi, devono essere separati dalla virgola.
formate da una struttura di ripetizione.
Infatti l'istruzione deve essere ripetuta
                                            Il calcolo dell'ascissa viene effettuato riga per riga e il risultato
riga per riga fino a raggiungere la riga
                                            è assegnato alla cella di quella riga e della colonna 1.
N-1 dopo la cella A15.
                                            L'istruzione
La ripetizione del calcolo avviene
                                               Cells(15 + i, 1) = x0 + i * d
per contatore, in quanto si conosce
il numero finale N-1, cioè il numero
                                            assegna alla cella di riga 15+i, cioè 15+il valore del contatore i
di volte in cui deve essere ripetuto il
                                            e di colonna 1, il risultato del calcolo che aggiunge all'ascissa
gruppo di istruzioni.
                                            iniziale x0 tante distanze di valore d quant'è il valore di i, cioè
Le istruzioni da ripetere sono indicate
                                            quanti sono i punti di cui ci si è spostati.
tra le parole chiave For e Next e il
                                            Se avessimo usato il metodo Range avremmo dovuto scrivere:
programma le ripete tante volte quante
occorrono per portare la variabile
                                                For i = 0 To N-1
contatore (nel nostro caso la lettera
                                                Range("A" & 15 + i) = x0 + i * d
i) dal valore iniziale (nel nostro caso
                                               Next i
lo zero) al valore finale (nel nostro
                                            In queste istruzioni la colonna A è fissa mentre il numero di riga
caso il valore N-1), incrementandola
                                            è aggiunto tramite l'operatore di concatenazione di stringhe
di 1 ad ogni ripetizione.
                                            &. Fare attenzione alle virgolette che delimitano la lettera A.
```

Salviamo il lavoro.

Esecuzione del sottoprogramma

Proviamo ora il funzionamento del sottoprogramma.

- Per ritornare al foglio di lavoro clic sull'icona di Excel posta sulla Barra degli strumenti di Visual Basic, oppure clic sul pulsante Excel della Barra delle applicazioni, oppure combinazione di tasti Alt + F11.
- 2. Per disattivare la modalità progettazione clic sull'icona Modalità progettazione. Il pulsante

di comando appare senza cerchietti di ridimensionamento.

3. Clic sul pulsante di comando con la scritta *Prepara il dominio*, il sottoprogramma viene eseguito: nelle celle da A15 a A114 compaiono i 100 valori di ascissa del dominio della funzione. Salviamo il lavoro.

Preparazione del codominio

Predisponiamo ora sul foglio di Excel il pulsante di comando e il relativo codice per copiare la formula della funzione dalla cella B15 alle celle dei rimanenti N-1 punti. Per questo scopo utilizziamo le istruzioni per *copiare* e per *incollare* nel codice di *Visual Basic*.

Dovremo quindi predisporre un pulsante che, attivato, produca le seguenti operazioni:

- 1. selezioni la cella B15 da cui copiare la formula;
- 2. copi la formula;
- 3. si sposti nella cella sottostante;
- 4. incolli la formula;
- 5. esegua le operazioni 3 e 4 per N-2 volte
- 6. tolga il contorno lampeggiante alla cella B15 che si forma quando una cella viene copiata;
- 7. porti il cursore nella cella D7 per essere pronto a un eventuale cambiamento del dominio.

Pulsante per la copia della funzione

Utilizzando le precedenti istruzioni, predisponiamo sul foglio di lavoro un pulsante di comando con la scritta *"Prepara il codominio"*. Il pulsante deve avere le stesse dimensioni dei precedenti e deve essere posto sotto di essi.

Prepara il codominio

Scrittura del codice del pulsante Prepara il codominio

Vogliamo ora scrivere il codice che esegua le 7 operazioni sopra elencate.



Dopo aver scritto il punto dopo la parentesi tonda, appaiono i **metodi** (funzioni) e le **proprietà** dell'oggetto *Range*. Nell'elenco le proprietà sono indicate dall'icona raffigurante il dito indice, i metodi invece da un oggetto verde che sfreccia verso destra. Per selezionare la cella B15 scegliamo **Select** con il tasto *Tab* e poi *Invio* per andare alla riga successiva, oppure premiamo direttamente *Invio*, oppure scriviamo *Select*.





Proviamo ora il funzionamento del sottoprogramma. Ritorniamo al foglio di lavoro facendo clic sull'icona di Excel posta sulla Barra degli strumenti di *Visual Basic*, oppure facendo clic sul pulsante Excel della Barra delle applicazioni, oppure con la combinazione di tasti **Alt + F11**.

Disattiviamo la modalità progettazione facendo clic sull'icona **Modalità progettazione** della scheda **Sviluppo**. Il pulsante di comando appare senza cerchietti di ridimensionamento.

Facendo clic sul pulsante di comando con la scritta Prepara il codominio, il sottoprogramma viene eseguito. Salviano il lavoro

	A	В	С	D	E	F	G	Н	1	
1	The second		and the second	and the second second	an et al an					
2	GR	AFICO D	I FUNZ	ZIONE C	ONTINI	JA		serieri la f	unzione	
3				_	_			isensen a r	unzione	
4	Grafico de	lla funzione:	У	=(A15)^3-3	*(A15)+1					
5							· ·	repara II d	ominio	
6		DAT	п						100000	
7	Estremo si	nistro, E _{s =}		-2			P	repara il co	dominio	
8	Estremo de	estro, E _{d =}		2						_
9	Numero p	unti, N =		101						
10										
11	Distanza tr	ra i punti, d =		0,04						
12	1									
13	TABELLA	DEI PUNTI								
14	x	y								
15	-2	-1								
16	-1,96	-0,64954								
17	-1,92	-0,31789								
18	-1,88	-0,00467								
19	-1,84	0,2905								
20	-1,8	0,568								

Pulsante per disegnare automaticamente il grafico della funzione.

Dobbiamo predisporre un pulsante che, attivato, produca le seguenti operazioni:

- 1. selezioni le celle che contengono le coordinate dei punti da rappresentare;
- 2. inserisca il grafico della funzione;
- 3. cancelli la legenda sul grafico e scriva i nomi degli assi;
- 4. porti il cursore nella cella D7 per essere pronto a un eventuale cambiamento del dominio.

Pulsante per attivare il disegno del grafico

Utilizzando le istruzioni precedenti predisponiamo sul foglio di lavoro un pulsante di comando la scritta "*Disegna il grafico*". Il pulsante deve avere le stesse dimensioni dei precedenti e deve essere posto sotto di essi.

Disegna il grafico

Codice del pulsante Disegna il grafico

Scriviamo il codice che esegue le operazioni sopra elencate. Il codice è il seguente:



La parte di codice per il disegno del grafico è stata ricavata con un'operazione di *Copia/Incolla* dopo aver fatto eseguire una macro di prova per il tracciamento del grafico. In pratica:

- 1. Abbiamo registrato una nuova macro che traccia un **Grafico Dispersione con linee smussate** sui dati contenuti nelle prime due colonne del foglio.
- 2. Dopo aver interrotto la macro, nella scheda **SVILUPPO**, nel gruppo **Codice**, abbiamo scelto **Macro**.
- 3. Dopo aver selezionato l'ultima macro creata, abbiamo fatto clic sul pulsante Modifica.
- 4. In questo modo viene visualizzato il codice associato alla macro.
- 5. Il codice può essere copiato dalla finestra della macro e incollato nella finestra del codice all'interno del sottoprogramma *DisegnaGrafico*.

All'interno di questo pezzo di codice abbiamo poi modificato i riferimenti di cella per renderli parametrici, con la notazione:

Range("A15:B" & 15 + N - 1)

che indica l'intervallo di celle delle due colonne contenenti le ascisse e le ordinate.

Proviamo ora il funzionamento del sottoprogramma.

Ritorniamo al foglio di lavoro facendo clic sull'icona di Excel posta sulla Barra degli strumenti di Visual Basic, oppure facendo clic sul pulsante Excel della Barra delle applicazioni, oppure con la combinazione di tasti Alt + F11.

Disattiviamo la modalità progettazione facendo clic sull'icona Modalità progettazione. Il pulsante di comando appare senza cerchietti di ridimensionamento.

Facendo clic sul pulsante di comando con la scritta Disegna il grafico, il sottoprogramma viene eseauito.

Se il grafico ottenuto copre alcuni elementi del foglio di lavoro, possiamo spostarlo selezionandolo e, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, trascinarlo in una posizione più idonea.

Salviamo il lavoro.

A questo punto possiamo cambiare gli estremi del dominio oppure disegnare un'altra funzione, prima però occorre cancellare i calcoli di quella precedente e il suo grafico per preparare il foglio di lavoro per la nuova funzione.

Prepariamo separatamente il codice che cancella le due colonne delle coordinate della vecchia funzione e quello che cancella il grafico. Per far questo utilizzeremo le strutture di ripetizione. Le due azioni saranno comandate dai rispettivi pulsanti.

Dobbiamo quindi predisporre un pulsante che, attivato, produca le seguenti operazioni:

- 1. selezioni la cella A16; le celle A15 e B15 non devono essere cancellate per non cancellare la formula della funzione:
- 2. controlli se la cella contiene elementi:
- 3. nel caso in cui la cella contenga elementi, selezioni le celle della colonna A e della colonna B di quella riga:
- 4. cancelli il contenuto delle celle:
- 5. si sposti di una riga verso il basso;
- 6. selezioni la cella di quella riga e della colonna A;
- 7. ripeta le operazioni precedenti, cioè:
 - a. controlli se la cella contiene elementi
 - b. in tal caso selezioni le celle delle colonne A e B di guella riga
 - c. cancelli il contenuto delle celle
 - d. si sposti di una riga verso il basso
 - e. selezioni la cella di guesta nuova riga e della colonna A
- 8. guando trova che la nuova cella della colonna A è vuota, termina il ciclo e seleziona la cella D7 fermandosi

Prova manuale delle istruzioni

Prima di scrivere il codice in Visual Basic conviene provare ad eseguire manualmente le operazioni da 1 a 8 sul foglio elettronico, cioè spostandoci con il mouse e cancellando il contenuto delle celle riga per riga con il tasto **Canc** della tastiera, per controllare se le istruzioni funzionano correttamente.

Pulsante per la cancellazione

Predisponiamo sul foglio di lavoro un pulsante di comando con la scritta "Cancella le coordinate". Il pulsante deve avere le stesse dimensioni dei precedenti e deve essere posto a destra del pulsante Inserisci funzione, la proprietà Caption del pulsante sia Cancella le coordinate. La posizione è diversa da quella dei pulsanti di inserimento per evitare che venga premuto inavvertitamente; per questo motivo possiamo colorare la scritta in rosso: facciamo clic nella casella ForeColor delle **Proprietà** del pulsante, quindi sulla scheda **Tavolozza** e in questa scegliamo il colore **Rosso**.

CancellaCoordi	ate CommandButton
Alfabetico Per o	ategoria
(Name)	CancellaCoordinate
Accelerator	
AutoLoad	False
AutoSize	False
BackColor	8H800000F&
BackStyle	1 - fmBackStyleOpaque
Caption	Cancella le coordinate
Enabled	True
Font	Calibri
ForeColor	8H000000FF& -
Height	33
Left	469,5
Locked	True
MouseIcon	(nessuna)
MousePointer	0 - fmMousePointerDefault
Picture	(nessuna)
PicturePosition	7 - fmPicturePositionAboveCenter
Placement	2
PrintObject	True
Shadow	False
TakeFocusOnClid	True
Тор	13,5
Visible	True
Width	144
WordWrap	False

La proprietà Name è CancellaCoordinate.

Cancella le coordinate

Scelta del tipo di ciclo

Le operazioni dal punto *a* al punto *e* sono le stesse già eseguite dal passo 2 al passo 6, quindi esse sono incluse in un ciclo che viene eseguito mentre la cella di colonna A non è vuota, ossia è diversa da "" (tra le due virgolette non c'è alcun simbolo, quindi il contenuto è vuoto). Il programma, quando incontra la cella di colonna A vuota, esce dal ciclo e seleziona la cella D7.

Il ciclo adeguato a svolgere tali operazioni è il ciclo **Do While ... Loop**. Infatti il ciclo *Do While* agisce mentre la condizione è vera (la cella di colonna A è piena) e si interrompe quando la condizione diventa falsa (la cella di colonna A non è piena). Posizionando le parole chiave *Do While* all'inizio del ciclo, il programma controlla subito se la condizione è vera o falsa.

Scrittura del codice

Facendo doppio clic sul pulsante appena creato viene preparata la subroutine comandata dal pulsante stesso.

```
Private Sub CancellaCoordinate_Click()
'dichiarazione delle variabili
Dim i As Integer
'inizializza la variabile i
'e si posiziona sulla seconda coordinata alla riga 16
i = 16
Range("A16").Select
'inizia il ciclo verificando subito se la condizione è vera:
'mentre il valore della cella attiva è diverso da cella vuota
Do While ActiveCell.Value <> ""
```

```
'seleziona le celle della riga i e di colonna A e B
Range("A" & i & ":B" & i).Select
'cancella il contenuto della selezione
Selection.ClearContents
'aumenta di un'unità il contatore
i = i + 1
'seleziona la cella nella colonna A di questa nuova riga
'per spostarsi in giù di una riga
Cells(i, 1).Select
Loop
'all'uscita dal ciclo: posizionamento sulla cella D7
Range("D7").Select
End Sub
```

Proviamo ora il funzionamento del sottoprogramma.

Ritorniamo al foglio di lavoro facendo clic sull'icona di Excel posta sulla Barra degli strumenti di *Visual Basic*, oppure facendo clic sul pulsante Excel della Barra delle applicazioni, oppure con la combinazione di tasti **Alt + F11**.

Disattiviamo la modalità progettazione facendo clic sull'icona **Modalità progettazione**. Il pulsante di comando appare senza cerchietti di ridimensionamento.

Facendo clic sul pulsante di comando con la scritta *Cancella le coordinate*, il sottoprogramma viene eseguito. Salviamo il lavoro.

Predisponiamo ora il pulsante che cancelli il grafico.

Con la procedura vista sopra inseriamo nel foglio di lavoro un pulsante con la scritta "Cancella il grafico" e con nome CancellaGrafico.

Cancella il grafico

Il codice attivato dal pulsante è il seguente:

```
Private Sub CancellaGrafico_Click()
'seleziona il grafico
ActiveSheet.ChartObjects("Grafico 1").Activate
'cancella il grafico
ActiveChart.Parent.Delete
End Sub
```

Anche queste istruzioni possono essere ricavate con un'operazione di *Copia/Incolla* dopo aver fatto eseguire una macro di prova per la cancellazione del grafico.

Non abbiamo preparato il pulsante che cancelli il testo della funzione nella cella D4, perché, quando si inserisce una nuova funzione, automaticamente il nuovo testo sostituisce quello precedente. Eventualmente, per cancellarlo è sufficiente selezionare la cella D4 e premere il tasto **Canc** della tastiera. Il grafico della funzione =(A15)^3-3*(A15)+1, la cui formula matematica è: $y = x^3 - 3 \cdot x + 1$, è il seguente:

	А	В	C	D	E	F	G	Н	I	J	К	L	М
1										_			
2	GR	AFICO	DI FUN	ZIONE C	ONTIN	UA		acaricci la f	unzione		Cancella	le coordin	ata
3				_		-		isensena i	unzione		Cancena	Te coordin	ate
4	Grafico de	lla funzione	e: y	=(A15)^3-3	3*(A15)+1								
5								Prepara II d	ominio		Cance	lla il grafico	،
6		D/	ATI										
7	Estremo si	nistro, E _{s =}		-2			P	repara il co	dominio				
8	Estremo de	estro, E _{d =}		2									
9	Numero pu	unti, N =		101				Disegna il	grafico				
10													
11	Distanza tr	ra i punti, d	=	0,04		·			3.5				
12									-/-				
13	TABELLA I	DEI PUNTI						\frown	3				
14	x	У							2,5				
15	-2	-1					- /		2				
16	-1,96	-0,64954							1,5				
17	-1,92	-0,31789				у —			-1				
18	-1,88	-0,00467							0,5				
19	- <mark>1,</mark> 84	0,2905											
20	-1,8	0,568				-3	-2	-1		1	2	3	
21	-1,76	0,82822							-0,5				
22	-1,72	1,07155							-1	\sim			
23	-1,68	1,29837							-1,5				
24	-1,64	1,50906							x				
25	-1,6	1,704											

ESEMPIO 3: Ricercare gli zeri di una funzione continua con il metodo della bisezione

Per poter applicare il metodo della bisezione alla funzione f(x) occorre conoscere i due valori, $x_1 e x_{2'}$ per i quali $f(x_1) e f(x_2)$ sono discordi. Il foglio di lavoro viene allora diviso in due sezioni:

• nella prima, mediante il grafico della f(x), si cercano i due valori x₁ e x₂;

• nella seconda si determina la soluzione x₀ con il metodo della bisezione.

Nella prima sezione occorrerà inserire il testo della funzione e gli estremi sinistro e destro per disegnare il grafico. Si vuole avere anche la possibilità di cancellare i dati per procedere a studiare una nuova funzione.

Nella seconda sezione si vuole avere la possibilità di scegliere le ascisse $x_1 e x_2$ di partenza, predisporre le celle per calcolare i nuovi valori di $x_1 e x_2$, del loro valore medio e dei rispettivi valori di funzione secondo il metodo della bisezione. Si dovrà poi inserire il codice per effettuare automaticamente i calcoli del metodo iterativo.

Preparazione del foglio di Excel

In un nuovo foglio di lavoro inseriamo una casella di testo con il titolo "RICERCA DEGLI ZERI DI UNA FUNZIONE CONTINUA CON IL METODO DELLA BISEZIONE".

Preparazione della prima sezione, con il grafico della funzione per poter scegliere i due valori, $x_1 e x_2$.

Nella cella A6 digitiamo "DATI" e nelle celle sottostanti scriviamo le indicazioni per inserire i dati iniziali come in figura.

	Α	В	С	D	E
6			DATI		
7	Testo della	a funzione y	= f(x) y		
8	Estremo si	nistro domir	nio, E _{s=}	-2	
9	Estremo d	estro domini	io E _{d=}	2	
10	Δx =	0,04			
11					
<mark>1</mark> 2					
13	TABELLA	DEI PUNTI			
14	x	У			

Uniamo le celle da A6 a D6 e poniamo al centro il testo. Disegniamo il bordo spesso intorno alla cella contenente i dati. Salviamo il file come **Cartella di lavoro con attivazione macro di Excel**, con il nome *"MetodoBisezione"*. Questo tipo di file ha estensione **.xlsm** e consente di memorizzare codice *Visual Basic*.

Nella cella A13 scriviamo "TABELLA DEI PUNTI", in A14 inseriamo "x" e in B14 "y".

Nella cella D8 inseriamo per esempio il valore -2 e nella D9 il valore 2; nella cella B10 scriviamo la formula per calcolare Δx : =(D9-D8)/100, avendo scelto di disegnare la funzione con un numero fisso di punti pari a 100.

Pulsanti per l'inserimento della funzione, per disegnare il grafico e per cancellare le precedenti coordinate e il grafico.

Disegniamo sul foglio il pulsante che attiva le istruzioni per inserire la formula della funzione. Selezioniamo la scheda **SVILUPPO**.

Clic sull'icona **Inserisci** del gruppo **Controlli**. Nell'elenco **Controlli ActiveX** scegliamo **Pulsante di comando**: il puntatore del mouse assume la forma di una croce.

Tenendo premuto il tasto sinistro del mouse disegniamo, partendo dalla cella F5, un rettangolo che occupi almeno una zona di tre celle per due: sul foglio apparirà la forma di un pulsante con all'interno la scritta *CommandButton1*.



Vogliamo scrivere sul pulsante la frase "Inserisci la funzione", in grassetto.

- Il pulsante deve essere selezionato, cioè deve presentare sul contorno i cerchietti di ridimensionamento.
- Facciamo clic sull'icona **Proprietà** del gruppo **Controlli** della scheda **SVILUPPO**. Appare la finestra delle proprietà della forma del pulsante di comando.

	Proprietà ×	-	Clic per chiudere la
InserisciFunzion	e CommandButton		finestra Proprietà.
Alfabetico Per ca	ategoria		
(Name) Accelerator AutoLoad	InserisciFunzione		Nella casella a destra di (Name) scriviamo il nome del pulsante: <i>"InserisciFunzione"</i> senza porre spazi tra le due parole.
BackColor BackStyle	raise &H8000000F& 1 - fmBackStyleOpaque		La proprietà Caption stabilisce la scritta
Caption Enabled Font	Inserisci la funzione True Calibri		sul pulsante. Selezioniamo la scritta CommandButton1 posta nella cella a destra di Caption e scriviamo "Inserisci la funzione".
Height Left Locked MouseIcon MousePointer	30 251,25 True (nessuna) 0 - fmMousePointerDefault		Per scrivere in grassetto, facciamo clic sui tre puntini della casella accanto a Font : si apre la finestra Tipo di carattere in cui scegliamo Grassetto e confermiamo con OK
Picture PicturePosition Placement	(nessuna) 7 - fmPicturePositionAboveCenter 2		Grassetto e contermianto con or.
PrintObject Shadow TakeFocusOnClick	True False True		
Top Visible Width	72,75 True 145,5		
WordWrap	False		

Se necessario ridimensionare il pulsante trascinando i cerchietti di ridimensionamento. Salviamo il lavoro.

Codice associato al pulsante di comando InserisciFunzione

Vogliamo ora scrivere il codice in *Visual Basic* in modo che, premendo il pulsante, si apra la finestra di dialogo in cui scrivere il testo della funzione. Per far questo facciamo doppio clic sul pulsante: si apre la finestra con il riquadro per inserire il codice.



Nella finestra del codice occorre scrivere il codice di programmazione, cioè le istruzioni che devono essere eseguite quando accade un evento.

Le istruzioni del codice devono essere scritte tra la riga **Private Sub** e la riga **End Sub** che indicano l'inizio e la fine del sottoprogramma (*Subroutine*) associato all'evento. L'intestazione del sottoprogramma contiene il nome dell'oggetto grafico (nel nostro caso **InserisciFunzione**) e l'evento da gestire (**Click**).

Tra l'inizio e la fine scriviamo le istruzioni che eseguono le seguenti operazioni:

- 1. Il programma apra una finestra di dialogo in cui chieda di scrivere il testo della funzione.
- 2. Il programma assegni alla cella B15 la formula scritta nel testo della funzione.
- 3. Il programma assegni alla cella D7 il testo della funzione per essere visualizzato.

Scriviamo quindi il codice:



Salviamo il lavoro facendo clic sull'icona Salva posta nella Barra degli strumenti di Visual Basic.

Proviamo ora il funzionamento del sottoprogramma.

Ritorniamo al foglio di lavoro facendo clic sull'icona di Excel posta sulla Barra degli strumenti di *Visual Basic*, oppure facendo clic sul pulsante Excel della Barra delle applicazioni, oppure con la combinazione di tasti **Alt + F11**.

Disattiviamo la modalità progettazione facendo clic sull'icona **Modalità progettazione** del gruppo **Controlli** della scheda **SVILUPPO**. Il pulsante di comando appare senza cerchietti di ridimensionamento.



Facendo clic sul pulsante di comando con la scritta *Inserisci la funzione*, il sottoprogramma viene eseguito. Nella finestra di dialogo *Inserimento funzione* scriviamo la funzione, per esempio "=(A15)^3-3*(A15)+1" e facciamo clic su **OK**. La funzione viene scritta nella cella B15 e nella stessa cella appare il valore calcolato dalla funzione corrispondente all'ascissa della cella A15; inoltre il testo della funzione appare nella cella D7.

Salviamo il lavoro.

Pulsante per disegnare automaticamente il grafico della funzione

Dobbiamo predisporre un pulsante che, attivato, produca le seguenti operazioni:

1. calcoli e scriva le ascisse dei 100 punti nella colonna A, dalla cella A15 alla cella A115;

- 2. calcoli e scriva le ordinate dei 100 punti nella colonna B, dalla cella B15 alla cella B115;
- 3. selezioni le celle delle coordinate e inserisca il Grafico Dispersione con linee smussate;
- 4. posizioni il grafico accanto alle colonne delle coordinate;
- 5. alla fine selezioni la cella D8.

Pulsante per il disegno del grafico

Utilizzando le istruzioni come quelle precedenti predisponiamo sul foglio di lavoro un pulsante di comando con la scritta "*Disegna il grafico*" e nome *Grafico*. Il pulsante deve avere le stesse dimensioni del precedente e deve essere posto sotto di esso.

Disegna il grafico

Codice del pulsante Disegna il grafico

Scriviamo il codice che esegue le operazioni sopra elencate.

```
Private Sub Grafico Click()
'prepara le coordinate
'dichiarazione delle variabili
Dim i As Integer
Dim x0, d As Double
'inizializza le variabili
x0 = Range("D8")
d = Range("B10")
'calcola i valori delle ascisse riga per riga
'e li scrive nelle rispettive celle della colonna A
For i = 0 To 100
   Cells(15 + i, 1) = x0 + i * d
Next i
'copia la funzione dalla cella B15 alle celle sottostanti
Range("B15").Select
Selection.Copy
```

```
For i = 0 To 100
    Range("B" & 15 + i).Select
    ActiveSheet.Paste
Next i
Application.CutCopyMode = False
'disegna il grafico
'seleziona le celle delle coordinate dei punti
Range("A15:B115").Select
                                                               Simbolo di continuazione
                                                               dell'istruzione sulla riga
'Inserisce il grafico a dispersione con line smussate
                                                               successiva.
Charts.Add
ActiveChart.ChartType = xlXYScatterSmoothNoMarkers
ActiveChart.SetSourceData Source:=Sheets("Foglio1").Range("A15:B115"), PlotBy
:=xlColumns
ActiveChart.SetElement (msoElementLegendNone)
'Scrive i titoli degli assi
ActiveChart.SetElement (msoElementPrimaryCategoryAxisTitleAdjacentToAxis)
ActiveChart.Axes(xlCategory, xlPrimary).HasTitle = True
ActiveChart.Axes(xlCategory, xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text = "x"
ActiveChart.SetElement (msoElementPrimaryValueAxisTitleVertical)
ActiveChart.Axes(xlValue, xlPrimary).HasTitle = True
ActiveChart.Axes(xlValue, xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text = "y"
ActiveChart.Location Where:=xlLocationAsObject, Name:="Foglio1"
'posiziona il grafico accanto alle colonne delle coordinate
ActiveSheet.Shapes("Grafico 1").IncrementLeft -190
ActiveSheet.Shapes("Grafico 1").IncrementTop 90
'seleziona la cella D8
Range("D8").Select
End Sub
                   Anche in questo sottoprogramma la parte di codice
                   scritta per il disegno del grafico è stata ricavata con
                   un'operazione di Copia/Incolla dopo aver fatto eseguire
                   una macro di prova per il tracciamento del grafico.
```

Proviamo ora il funzionamento del sottoprogramma.

Ritorniamo al foglio di lavoro facendo clic sull'icona di Excel posta sulla Barra degli strumenti di *Visual Basic*, oppure facendo clic sul pulsante Excel della Barra delle applicazioni, oppure con la combinazione di tasti **Alt + F11**.

Disattiviamo la modalità progettazione facendo clic sull'icona **Modalità progettazione**. Il pulsante di comando appare senza cerchietti di ridimensionamento.

Facendo clic sul pulsante di comando con la scritta *Disegna il grafico*, il sottoprogramma viene eseguito.

Se il grafico ottenuto copre alcuni elementi del foglio di lavoro, possiamo spostarlo selezionandolo e, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, trascinarlo in una posizione più idonea. Salviamo il lavoro.



A questo punto possiamo cambiare gli estremi del dominio oppure disegnare un'altra funzione, prima però occorre cancellare i calcoli di quella precedente e il suo grafico per preparare il foglio di lavoro per la nuova funzione.

Per cambiare solamente gli estremi del dominio senza cambiare la funzione, predisponiamo il codice in modo che non vengano cancellate la cella D7 che contiene il testo della funzione e le celle A15 e B15 che contengono rispettivamente l'estremo sinistro del dominio e la formula della funzione. Devono invece essere cancellate le celle della zona da A16 a B115.

In un secondo momento si può cancellare il grafico. Così facendo possiamo cambiare gli estremi del dominio senza dover riscrivere la funzione; se invece vogliamo scrivere un'altra funzione, dopo aver cancellato il contenuto delle celle e il grafico, inseriamo eventuali nuovi estremi del dominio e facciamo clic sul pulsante *Inserisci la funzione*, quindi clic su *Disegna il grafico*. Automaticamente vengono calcolate le nuove coordinate dalla cella A15 alla cella B115 e viene disegnato il nuovo grafico.

Pulsante per la cancellazione

Utilizzando le istruzioni precedenti predisponiamo sul foglio di lavoro un pulsante di comando che deve avere le stesse dimensioni dei precedenti e deve essere posto sotto di essi: la proprietà **Caption** del pulsante è *Cancella coordinate e grafico*.



Proprietà

CancellaGrafico

CancellaGrafico CommandButton Alfabetico Per categoria

(Name)

x

Scrittura del codice

Facendo doppio clic sul pulsante appena creato viene preparata la subroutine comandata dal pulsante stesso.

```
Private Sub CancellaGrafico Click()
'dichiarazione delle variabili
Dim i As Integer
'inizializza la variabile i
'e posiziona il cursore sulla prima coordinata alla riga 16
i = 16
Range("A16").Select
'inizia il ciclo verificando se la condizione è vera:
'mentre il valore della cella attiva è diverso da cella vuota
Do While ActiveCell.Value <> ""
  'seleziona le celle della riga i e di colonna A e B
  Range("A" & i & ":B" & i).Select
  'cancella il contenuto della selezione
  Selection.ClearContents
  ' si sposta di una riga sotto
  i = i + 1
  'seleziona la cella nella colonna A di questa nuova riga
  Cells(i, 1).Select
Loop
'cancella il grafico
ActiveSheet.ChartObjects("Grafico 1").Activate
ActiveChart.Parent.Delete
'dopo aver cancellato il grafico si posiziona nella cella D8
Range("D8").Select
End Sub
```

Esecuzione del sottoprogramma

Proviamo ora il funzionamento del sottoprogramma.

Ritorniamo al foglio di lavoro facendo clic sull'icona di Excel posta sulla Barra degli strumenti di *Visual Basic*, oppure facendo clic sul pulsante Excel della Barra delle applicazioni, oppure con la combinazione di tasti **Alt + F11**.

Disattiviamo la modalità progettazione facendo clic sull'icona **Modalità progettazione**. Il pulsante di comando appare senza cerchietti di ridimensionamento.

Facendo clic sul pulsante di comando con la scritta *Cancella coordinate e grafico*, il sotto-programma viene eseguito: restano il testo della funzione nella cella D7, gli estremi nelle rispettive celle D8 e D9 e le coordinate del primo punto nelle celle A15 e B15.

Cambiamo ora gli estremi, per esempio poniamo in D8 il numero -4, e in D9 il numero 4, quindi clic sul pulsante **Disegna il grafico.** Vengono ricalcolate e riscritte le coordinate e viene disegnato il nuovo grafico.

Cancelliamo di nuovo mediante il pulsante *Cancella coordinate e grafico* e utilizziamo il pulsante *Inserisci la funzione* per scrivere una nuova funzione, per esempio y = sin(A15).

Osserviamo che per inserire la funzione trigonometrica seno in modo che il codice di *Visual Basic* la riconosca, dobbiamo scrivere **sin(A15)** e non **sen(A15)** come nel foglio di lavoro. Agendo sul pulsante *Disegna il grafico* si ottengono coordinate e grafico di questa funzione. Salviamo il lavoro.

Preparazione della seconda sezione, con le celle per applicare il metodo di bisezione e per visualizzare il risultato.

Scriviamo nelle celle:

- in J5: "CALCOLO DI UNO ZERO DELLA FUNZIONE"
- in J6: "Dal grafico dedurre e inserire:"
- in J7: "Ascissa che precede un'intersezione: x₁="
- in J7: "Ascissa che segue l'intersezione: $x_2 = 1$
- in J8: "Errore o tolleranza del risultato:"

Per esempio nella parte precedente abbiamo ottenuto per la funzione y = $(A15)^3-3*(A15)+1$ il grafico seguente.



Nel grafico notiamo che la funzione interseca l'asse delle x e quindi si annulla in un punto tra -2 e -1, in un altro punto tra 0 e 1 e in un altro ancora tra 1 e 2.

Vogliamo determinare le intersezioni con l'asse delle x (zeri della funzione) con un'approssimazione a meno di 0,01, cerchiamo quindi la soluzione tra 1 e 2.

Scriviamo nella cella N7 il numero 1 e nella cella N8 il numero2; nella cella N9 inseriamo come massimo errore il valore 0,01.

	J	K	L	М	N	0					
5	CALCOLO	DI UNO Z	ERO DEL	LA FUNZIO	NE						
6	Dal grafico	Dal grafico dedurre e inserire:									
7	Ascissa che	precede	un'interse	zione: x ₁ =	1						
8	Ascissa che segue l'intersezione: x ₂ =										
9	Errore o to	lleranza d	el risultato	:	0,01						

Prepariamo ora le celle in cui applicare il metodo della bisezione.

Tra le celle K11 e N13 disegniamo il pulsante che, attivato, calcolerà lo zero tra le ascisse $x_1 e x_2$. La proprietà **Name** del pulsante è *CalcolaZero*; la proprietà **Caption** è "*Calcola lo zero*". Prepariamo quindi lo schema come in figura e nella cella L17 scriviamo la formula che calcola il valore medio tra $x_1 e x_2$, ossia L17: =(L15+L16)/2. Facendo doppio clic sul pulsante *Calcola lo zero* si apre la finestra di *Visual Basic* in cui possiamo scrivere il codice che calcola lo zero della funzione tra x_1 e x_2 con il metodo iterativo.

```
Private Sub CalcolaZero Click()
Dim prodotto As Double
'ricopia il valore iniziale x1 dalla cella N7 nella cella L15
Range("N7").Select
Selection.Copy
Range("115").Select
ActiveSheet.Paste
Application.CutCopyMode = False
'ricopia il valore iniziale x2 dalla cella N8 nella cella L16
Range("N8").Select
Selection.Copy
Range("L16").Select
ActiveSheet.Paste
Application.CutCopyMode = False
'ricopia la formula della funzione dalla cella B15 nelle celle M15, M16 e M17
'e toglie la cornice lampeggiante
Range("B15").Select
Selection.Copy
Range("M15").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlFormulas, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _
False, Transpose:=False
Range("M16").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlFormulas, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
False, Transpose:=False
Range("M17").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlFormulas, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
'controlla se il valore della funzione nel punto medio è già soluzione
If Range("M17").Value = 0 Then
   'scrive il risultato
   Range("K19").Value = "INTERSEZIONE " & Range("L17").Value & " +/- " &
Range("N9").Value
Else
   'ciclo di bisezione
  Do
     prodotto = Range("M15").Value * Range("M17").Value
     If prodotto > 0 Then
        Range("L15").Value = Range("L17").Value
      Else
        Range("L16").Value = Range("L17").Value
      End If
      'il ciclo si ferma quando il valore assoluto della differenza
  'tra x1 e x2 è minore dell'errore massimo stabilito
        Loop Until Abs((Range("L15").Value - Range("L16").Value)) < _</pre>
        Range("N9").Value
         'scrive il risultato
        Range("K19").Value = "INTERSEZIONE " & Range("L17").Value & " +/- " &
        Range("N9").Value
End If
End Sub
```

Le istruzioni di *Selezione, Copia, Incolla,* sono ricavate con un'operazione di *Copia/Incolla* dopo aver fatto eseguire una macro di prova per copiare il contenuto della cella N7 nella cella Q9, oppure dalla cella N8 a Q10, oppure per copiare la formula dalla cella B15 alle celle R9, R10 e R11. Per calcolare il valore assoluto di un numero si utilizza la funzione **Abs** la cui sintassi è la seguente: **Abs(numero)**

L'argomento della funzione *Abs* può essere il valore contenuto in una cella e il risultato sarà dello stesso tipo di quello dell'argomento.

Nel codice abbiamo utilizzato la struttura di selezione per controllare se il valore in R11 è già nullo oppure se il prodotto tra i valori in R9 e in R11 è positivo.

Per esempio consideriamo la funzione $y = x^3 - 3x + 1$, inserita con l'espressione: =(A15)^3-3*(A15)+1

e analizzata tra gli estremi $E_s = -2$ ed $E_d = 2$. Essa presenta i seguenti zeri: -1,8789062 +/- 0,01;

0,3476562 +/- 0,01; 1,5351562 +/- 0,01.



Visto che l'errore massimo è pari a 0,01, le soluzioni devono essere valutate con le giuste cifre significative:

-1.88 +/- 0,01;

0,35 +/- 0,01;

1,54 +/- 0,01.

Per ottenere una precisione maggiore è sufficiente scrivere nella cella N9 un valore più piccolo per l'errore massimo da considerare.