Program Code for Visual Basic Applications

Subrutine to create the warehouse configuration

```
Sub Layout()

'Ingreso y valicadión de información para la configuración del almacén
pasillos = InputBox("Number of aisles")
pos = InputBox("Number of storage locatios by aisle side")
niveles = InputBox("Height levels")
bloques = InputBox("Number of warehouse blocks")
pasillos = CInt(pasillos)
pos = CInt(pos)
niveles = CInt(niveles)
bloques = CInt(bloques)
filasestant = pasillos * 2
profundo = pos + 2
ancho = pasillos + filasestant
posalma = filasestant * pos

Cells(2, 4) = niveles
Cells(8, 4) = pasillos * 3
Cells(9, 4) = pos + 2
Cells(10, 4) = bloques
Cells(11, 4) = pasillos * pos * 2 * niveles
Cells(12, 4) = pasillos * pos * 2 * niveles * bloques
Cells(13, 4) = pasillos
Cells(14, 4) = pos * 2 * niveles
Cells(15, 4) = pos * niveles
Cells(17, 4) = pos + 2
Cells(18, 4) = 1

'To create the code of storage positions
cont = 1
For k = bloques To 1 Step -1
    aisle = 1
    j = 0
    A = 0

    For i = 1 To posalma
        If aisle <> pasillos And j = 2 * pos Then
        j = 0
        aisle = aisle + 1
        End If

        If j < pos Then
        side = 1
        Else
        side = 2
        End If

        A = A + 1
        If A > pos Then
        A = 1
        End If

        If side = 1 Then
            b = -1
        Else
            b = 1
        End If

       If i = 1 And k = bloques Then
       Cells(9 + pos - A + (pos + 2) * (k - 1), (aisle * 3) + b + 5) = cont
       Else
       Cells(9 + pos - A + (pos + 2) * (k - 1), (aisle * 3) + b + 5) = cont + niveles
       cont = cont + niveles
       End If

        j = j + 1
    Next i
Next k


posiciones = pasillos * pos * 2 * niveles * bloques
posicionesbloque = pasillos * pos * 2 * niveles
TOPP = pos + 2
altorack = Cells(16, 4)

ReDim DATOS(1 To posiciones + 1, 1 To 7)

DATOS(1, 1) = 0
DATOS(1, 2) = 0
DATOS(1, 3) = 0
DATOS(1, 4) = 0
DATOS(1, 5) = 1
DATOS(1, 6) = 0
```

```
DATOS(1, 7) = 1

For i = 1 To posiciones

        DATOS(i + 1, 1) = i  'Posicion


        If Int(DATOS(i + 1, 1) / (pos * 2 * niveles)) = DATOS(i + 1, 1) / (pos * 2 * niveles) Then
        DATOS(i + 1, 2) = DATOS(i + 1, 1) / (pos * 2 * niveles)
        Else
        DATOS(i + 1, 2) = Int(DATOS(i + 1, 1) / (pos * 2 * niveles)) + 1 'Pasillo
        End If

        If DATOS(i + 1, 1) <= (DATOS(i + 1, 2) * pos * 2 * niveles) - pos * niveles Then
        DATOS(i + 1, 3) = DATOS(i + 1, 2) * 2 - 1 'Lado
        Else
        DATOS(i + 1, 3) = DATOS(i + 1, 2) * 2 'Lado
        End If

        If Int(DATOS(i + 1, 1) / posicionesbloque) = DATOS(i + 1, 1) / posicionesbloque Then
        DATOS(i + 1, 7) = DATOS(i + 1, 1) / posicionesbloque 'Bloque
        Else
        DATOS(i + 1, 7) = Int(DATOS(i + 1, 1) / posicionesbloque) + 1 'Bloque
        End If

        DATOS(i + 1, 4) = (DATOS(i + 1, 2) - pasillos * (DATOS(i + 1, 7) - 1)) * 3 - 1 'X-coordinate

        If Int(DATOS(i + 1, 1) / niveles) = DATOS(i + 1, 1) / niveles Then
        DATOS(i + 1, 5) = DATOS(i + 1, 1) / niveles + 1 - ((DATOS(i + 1, 3) - 1) * (pos * niveles) /
niveles) + (DATOS(i + 1, 7) - 1) * TOPP 'Coordenada Y
        Else
        DATOS(i + 1, 5) = Int(DATOS(i + 1, 1) / niveles) + 1 + 1 - ((DATOS(i + 1, 3) - 1) * (pos *
niveles) / niveles) + (DATOS(i + 1, 7) - 1) * TOPP 'Y-coordinate
        End If

        If Int(DATOS(i + 1, 1) / niveles) = DATOS(i + 1, 1) / niveles Then
        DATOS(i + 1, 6) = (niveles - (DATOS(i + 1, 1) / niveles) * niveles + DATOS(i + 1, 1) - 1) *
altorack 'Coordenada Z
        Else
        DATOS(i + 1, 6) = (niveles - (Int(DATOS(i + 1, 1) / niveles) + 1) * niveles + DATOS(i + 1, 1)
- 1) * altorack 'Z-coordinate
        End If
Next i

Range(Cells(7, 69), Cells(7 + posiciones, 75)) = DATOS



End Sub
```

Subrutine to create picking lists, ACO, GA

```
Sub PRP()

nivelesaltura = Cells(2, 4)
bloques = Cells(10, 4)
posalma = Cells(12, 4)
pasillos = Cells(13, 4)
posporlado = Cells(15, 4)
posiciones = Cells(12, 4) + 1
pos = Cells(12, 4)
TOPP = Cells(17, 4)
BOTTOM = Cells(18, 4)
vehiculos = Cells(20, 4)


ReDim vh(1 To vehiculos)
ReDim vv(1 To vehiculos)
For i = 1 To vehiculos
vh(i) = Cells(18 + (5 * i), 4)
vv(i) = Cells(19 + (5 * i), 4)
Next i

ReDim DATOS(1 To posiciones, 1 To 7) 'Carga la información de las posiciones de almacenamiento
DATOS = Range(Cells(7, 69), Cells(7 + posiciones, 75))

ReDim matriz(1 To posiciones, 1 To posiciones)
For k = 1 To vehiculos
For i = 1 To posiciones
    For j = 1 To posiciones

        If DATOS(i, 2) = DATOS(j, 2) Then 'Cuando se trata de posiciones en el mismo pasillo
            opcion1 = Abs(DATOS(i, 5) - DATOS(j, 5)) / vh(k)
            opcion2 = Abs(DATOS(i, 6) - DATOS(j, 6)) / vv(k)
                If opcion2 > opcion1 Then
```

```
                maximo = opcion2
                Else
                maximo = opcion1
                End If
            matriz(i, j) = maximo
        Else
                If DATOS(i, 7) = DATOS(j, 7) Then
                    opcion1 = Abs(DATOS(i, 5) - TOPP * DATOS(i, 7)) / vh(k)
                    opcion2 = DATOS(i, 6) / vv(k)
                        If opcion2 > opcion1 Then
                        maximo1 = opcion2
                        Else
                        maximo1 = opcion1
                        End If
                    opcion1 = Abs(TOPP * DATOS(i, 7) - DATOS(j, 5)) / vh(k)
                    opcion2 = DATOS(j, 6) / vv(k)
                        If opcion2 > opcion1 Then
                        maximo2 = opcion2
                        Else
                        maximo2 = opcion1
                        End If
                    opcion1 = Abs(DATOS(i, 5) - (BOTTOM + TOPP * (DATOS(i, 7) - 1))) / vh(k)
                    opcion2 = DATOS(i, 6) / vv(k)
                        If opcion2 > opcion1 Then
                        maximo3 = opcion2
                        Else
                        maximo3 = opcion1
                        End If
                    opcion1 = Abs((BOTTOM + TOPP * (DATOS(i, 7) - 1)) - DATOS(j, 5)) / vh(k)
                    opcion2 = DATOS(j, 6) / vv(k)
                        If opcion2 > opcion1 Then
                        maximo4 = opcion2
                        Else
                        maximo4 = opcion1
                        End If
                        If (maximo1 + maximo2) < (maximo3 + maximo4) Then
                        minimo = maximo1 + maximo2
                        Else
                        minimo = maximo3 + maximo4
                        End If
                    matriz(i, j) = Abs(DATOS(i, 4) - DATOS(j, 4)) / vh(k) + minimo
                ElseIf DATOS(i, 7) > DATOS(j, 7) Then
                    opcion1 = DATOS(i, 5) - (BOTTOM + TOPP * (DATOS(i, 7) - 1)) / vh(k)
                    opcion2 = DATOS(i, 6) / vv(k)
                        If opcion2 > opcion1 Then
                        maximo1 = opcion2
                        Else
                        maximo1 = opcion1
                        End If
                    opcion1 = (TOPP * (DATOS(j, 7)) - DATOS(j, 5)) / vh(k)
                    opcion2 = DATOS(j, 6) / vv(k)
                        If opcion2 > opcion1 Then
                        maximo2 = opcion2
                        Else
                        maximo2 = opcion1
                        End If
                    distanciaentrebloques = (BOTTOM + TOPP * (DATOS(i, 7) - 1)) - (TOPP * (DATOS(j,
7))) / vh(k)
                    matriz(i, j) = Abs(DATOS(i, 4) - DATOS(j, 4)) / vh(k) + maximo1 +
distanciaentrebloques + maximo2
                ElseIf DATOS(i, 7) < DATOS(j, 7) Then
                    opcion1 = (TOPP * (DATOS(i, 7)) - DATOS(i, 5)) / vh(k)
                    opcion2 = DATOS(i, 6) / vv(k)
                        If opcion2 > opcion1 Then
                        maximo1 = opcion2
                        Else
                        maximo1 = opcion1
                        End If
                    opcion1 = DATOS(j, 5) - (BOTTOM + TOPP * (DATOS(j, 7) - 1)) / vh(k)
                    opcion2 = DATOS(j, 6) / vv(k)
                        If opcion2 > opcion1 Then
                        maximo2 = opcion2
                        Else
                        maximo2 = opcion1
                        End If
                    distanciaentrebloques = (BOTTOM + TOPP * (DATOS(j, 7) - 1)) - (TOPP * (DATOS(i,
7))) / vh(k)
                    matriz(i, j) = Abs(DATOS(i, 4) - DATOS(j, 4)) / vh(k) + maximo1 +
distanciaentrebloques + maximo2
                End If
        End If
    Next j
Next i
Next k
ReDim sp(1 To posiciones, 8)
For i = 1 To posiciones - 1
    For j = 1 To 7
        sp(i, j) = Cells(7 + i, 68 + j)
```

```
    Next j
    sp(i, 8) = sp(i, 2) - pasillos * (sp(i, 7) - 1)
Next i

Cells(19, 4) = ""
Cells(20, 4) = ""
Cells(21, 4) = ""

minitemsxorden = Cells(3, 4)
maxitemsxorden = Cells(4, 4)

n = Cells(2, 4)

ReDim Items(1 To n)
ReDim VISITAR(1 To n, 1 To maxitemsxorden)
cuentaitems = 0
For i = 1 To n
    j = 0
    Do While Cells(5 + j, 12 + i) <> ""
    j = j + 1
    Loop
    Items(i) = j
    cuentaitems = cuentaitems + Items(i)
Next i

aux = 0
For i = 1 To n
    For j = 1 To Items(i)
        VISITAR(i, j) = Cells(4 + j, 12 + i)
    Next j
Next i

j = 1
Do While Cells(6 + maxitemsxorden, 12 + j) <> ""
j = j + 1
Loop
cuentaitems = j - 1

ReDim itemsunicos(1 To cuentaitems)
ReDim auxiliar(1 To cuentaitems)
For j = 1 To cuentaitems
itemsunicos(j) = Cells(6 + maxitemsxorden, 12 + j)
auxiliar(j) = Cells(7 + maxitemsxorden, 12 + j)
Next j

'Creates Matriz Dij for the PRP

ReDim posicionesordenadas(1 To cuentaitems + 1)
posicionesordenadas(1) = 0
For i = 1 To cuentaitems
posicionesordenadas(1 + i) = auxiliar(i)
Next i

ReDim Dij(1 To cuentaitems + 1, 1 To cuentaitems + 1)
'Primera fila de la matriz Dij, del Depot a las demás posiciones
For j = 1 To cuentaitems + 1
    For bb = 1 To posiciones
        If posicionesordenadas(j) = bb - 1 Then
        Dij(1, j) = matriz(1, bb)
        Exit For
        End If
    Next bb
Next j

For i = 2 To cuentaitems + 1
For j = 1 To cuentaitems + 1
        If matriz(posicionesordenadas(i) + 1, posicionesordenadas(j) + 1) = 0 And
posicionesordenadas(i) + 1 <> posicionesordenadas(j) + 1 Then
                Dij(i, j) = 0.0000001
        Else
            Dij(i, j) = matriz(posicionesordenadas(i) + 1, posicionesordenadas(j) + 1)
        End If
Next j
Next i

'Visibility Matrix
ReDim VISIBILIDAD(1 To cuentaitems + 1, 1 To cuentaitems + 1)
For j = 1 To cuentaitems + 1
    For i = 1 To cuentaitems + 1
    If i = j Then
    VISIBILIDAD(i, j) = 0
    Else
    VISIBILIDAD(i, j) = 1 / Dij(i, j)
    End If
    Next i
Next j

'ACO and GA
```

```
iteraciones = Cells(9, 4)
ANTS = Cells(10, 4)
alfa = Cells(11, 4)
beta = Cells(12, 4)
Ro = Cells(13, 4)
q = Cells(14, 4)
Tao = Cells(15, 4)
consecutivas = Cells(16, 4)

REPETICIONES = 10

For XXX = 1 To REPETICIONES
time1 = Timer

ReDim Tij(1 To cuentaitems + 1, 1 To cuentaitems + 1) 'Matriz para el rastro de feromona de cada arco
ij
Tij = VISIBILIDAD
ReDim MEMORIA(1 To ANTS, 1 To cuentaitems + 2)
ReDim PROBABILIDAD(1 To ANTS, 1 To cuentaitems + 1)
For k = 1 To ANTS
    For j = 1 To cuentaitems + 1
        PROBABILIDAD(k, j) = 0
    Next j
Next k
ReDim PROBACUM(1 To ANTS, 1 To cuentaitems + 1)
For k = 1 To ANTS
    For j = 1 To cuentaitems + 1
        PROBACUM(k, j) = 0
    Next j
Next k

ReDim BESTGLOBAL(cuentaitems + 2)
Distglobal = 1000000
ULTIMOCAMBIO = 0
SINCAMBIO = 0

For ZZ = 1 To iteraciones
   Contmemoria = 0
    ReDim Posicionactual(1 To ANTS)
    For k = 1 To ANTS
    Posicionactual(k) = 1
    Next k
    Contmemoria = Contmemoria + 1
    For k = 1 To ANTS
    MEMORIA(k, Contmemoria) = 0
    MEMORIA(k, cuentaitems + 2) = 0
    Next k

    For Z = 1 To cuentaitems
        For k = 1 To ANTS
            For j = 1 To cuentaitems + 1
            PROBABILIDAD(k, j) = 0
            PROBACUM(k, j) = 0
            Next j
        Next k
        For k = 1 To ANTS
        i = Posicionactual(k)
            For j = 1 To cuentaitems + 1
                abortar = 0
                For X = 1 To Contmemoria
                    If MEMORIA(k, X) = posicionesordenadas(j) Then
                        abortar = 1
                        Exit For
                    End If
                Next X
                numerador = 0
                If abortar = 0 Then
                    numerador = (Tij(i, j) ^ alfa) * (VISIBILIDAD(i, j) ^ beta)
                    denominador = 0
                    For jj = 1 To cuentaitems + 1
                        reabortar = 0
                        For xx = 1 To Contmemoria
                            If MEMORIA(k, xx) = posicionesordenadas(jj) Then
                                reabortar = 1
                                Exit For
                            End If
                        Next xx
                        If reabortar = 0 Then
                        denominador = denominador + (Tij(i, jj) ^ alfa) * (VISIBILIDAD(i, jj) ^ beta)
                        Else
                        End If
                    Next jj

                    PROBABILIDAD(k, j) = numerador / denominador
                Else
                End If
            Next j
```

```
        Next k

        For k = 1 To ANTS
        Acumula = 0
            For j = 1 To cuentaitems + 1
            Acumula = Acumula + PROBABILIDAD(k, j)
            PROBACUM(k, j) = Acumula
            Next j
        Next k

        Contmemoria = Contmemoria + 1
        Randomize
        For k = 1 To ANTS
            aleatorio = Rnd()
            For j = 1 To cuentaitems + 1
                If j = 1 Then
                    If aleatorio <= PROBACUM(k, j) Then
                        Posicionactual(k) = j + 1
                        MEMORIA(k, Contmemoria) = posicionesordenadas(j + 1)
                        Exit For
                    End If
                ElseIf aleatorio <= PROBACUM(k, j) And aleatorio >= PROBACUM(k, j - 1) Then
                    Posicionactual(k) = j
                    MEMORIA(k, Contmemoria) = posicionesordenadas(j)
                    Exit For
                End If
            Next j
        Next k
    Next Z

    LCMC = 1000000
    hormigacorta = 0
    ReDim LONGITUD(1 To ANTS)
    For k = 1 To ANTS
            LONGITUD(k) = 0
    Next k
    For k = 1 To ANTS
        For j = 2 To cuentaitems + 2
            LONGITUD(k) = LONGITUD(k) + matriz(1 + MEMORIA(k, j - 1), 1 + MEMORIA(k, j))
        Next j
        If LONGITUD(k) < LCMC Then
            LCMC = LONGITUD(k)
            hormigacorta = k
        End If
    Next k

    VISIBILIDADCAMINOCORTO = 1 / LCMC 'visibilidad del camino más corto. Se usa para actualizar la
feromona

    If LCMC < Distglobal Then
        For j = 1 To cuentaitems + 2
            BESTGLOBAL(j) = MEMORIA(hormigacorta, j)
        Next j
        Distglobal = LCMC
        ULTIMOCAMBIO = ZZ
        SINCAMBIO = 0
    Else
        SINCAMBIO = SINCAMBIO + 1
    End If

    ReDim VECTORHORMIGACORTA(1 To cuentaitems + 2)
    VECTORHORMIGACORTA(1) = 1
    VECTORHORMIGACORTA(cuentaitems + 2) = 1
    For i = 2 To cuentaitems + 1
        For j = 2 To cuentaitems + 1
            If MEMORIA(hormigacorta, i) = posicionesordenadas(j) Then
                VECTORHORMIGACORTA(i) = j
                Exit For
            End If
        Next j
    Next i

   For i = 1 To cuentaitems + 1
        For j = 1 To cuentaitems + 1
            indicador = 0
            For p = 1 To cuentaitems + 1
                If i = VECTORHORMIGACORTA(p) And j = VECTORHORMIGACORTA(p + 1) Then
                        indicador = 1
                        Exit For
                End If
            Next p
            If indicador = 1 Then
                Tij(i, j) = (1 - Ro) * Tij(i, j) + Ro * q * VISIBILIDADCAMINOCORTO
            Else
                Tij(i, j) = (1 - Ro) * Tij(i, j)
            End If
        Next j
    Next i
```

```
    If SINCAMBIO = consecutivas Then
    Exit For
    End If
Next ZZ
time2 = Timer
Tiempo = time2 - time1

Cells(19, 12 + XXX) = Distglobal
Cells(19, 22 + XXX) = Tiempo
Cells(19, 32 + XXX) = ULTIMOCAMBIO
SUMAACO = SUMAACO + Distglobal
SUMATACO = SUMATACO + Tiempo


'Genetic Algorithm

iteraciones = Cells(23, 4)
elites = Cells(25, 5)
migration = Cells(26, 5)
cruzamiento = Cells(27, 5)
mutation = Cells(28, 5)
generacionesconsecutivas = Cells(29, 4)


time1 = Timer
'Initial population
POBLA = Cells(24, 4)
ReDim cromosomas(1 To POBLA, 1 To cuentaitems)
ReDim fitness(1 To POBLA)

For i = 1 To POBLA - 7
    For j = 1 To cuentaitems
    A = Int(Rnd * cuentaitems) + 1 'Aleatorio entre 1 y cuentaitems
        If j = 1 Then
            cromosomas(i, j) = auxiliar(A)
        Else
            For X = 1 To j - 1
                If cromosomas(i, X) = auxiliar(A) Then
                A = Int(Rnd * cuentaitems) + 1
                X = 0
                End If
            Next X
            cromosomas(i, j) = auxiliar(A)
        End If
    Next j

    fitnessfunction = 0
    fitnessfunction = fitnessfunction + matriz(1, cromosomas(i, 1) + 1) 'Del Depot a la primera
posición
    For j = 1 To cuentaitems - 1
        fitnessfunction = fitnessfunction + matriz(cromosomas(i, j) + 1, cromosomas(i, j + 1) + 1)
    Next j
    fitnessfunction = fitnessfunction + matriz(cromosomas(i, cuentaitems) + 1, 1) 'De la última
posición al Depot
    fitness(i) = fitnessfunction
Next i


MEJORFITNESS = 999999999
GENERACIONESREALES = 0
ITERACIONESCOUNT = 0
ULTIMOCAMBIO = 0
ReDim convergencia(1 To iteraciones)

For HH = 1 To iteraciones
    '--------------LINEAR RANKING METHOD ---------------------------------------------
    ReDim ranking(1 To POBLA, 1 To 5)
    For i = 1 To POBLA
        ranking(i, 1) = i
        ranking(i, 2) = fitness(i)
    Next i
    For i = 2 To POBLA
        For j = 1 To i - 1
            If ranking(i, 2) > ranking(j, 2) Then
                AAA = ranking(j, 1)
                bbb = ranking(j, 2)
                ranking(j, 1) = ranking(i, 1)
                ranking(j, 2) = ranking(i, 2)
                ranking(i, 1) = AAA
                ranking(i, 2) = bbb
                i = i - 1
            End If
        Next j
    Next i
    sumafj = 0
    For i = 1 To POBLA
    ranking(i, 3) = ((ranking(1, 2) - ranking(POBLA, 2)) / POBLA) * i ' ((Max-Min)/N)*ranking
    sumafj = sumafj + ranking(i, 3)
```

```
Next i

For i = 1 To POBLA
ranking(i, 4) = ranking(i, 3) / sumafj
    If i = 1 Then
    ranking(i, 5) = ranking(i, 4)
    Else
    ranking(i, 5) = ranking(i - 1, 5) + ranking(i, 4)
    End If
Next i

If ranking(POBLA, 2) < MEJORFITNESS Then
    MEJORFITNESS = ranking(POBLA, 2)
    FITNESSNOCHANGE = 0
    ULTIMOCAMBIO = HH
    ReDim GMEJOR(1 To cuentaitems)

        For j = 1 To cuentaitems
        GMEJOR(j) = cromosomas(ranking(POBLA, 1), j)
        Next j
Else
    FITNESSNOCHANGE = FITNESSNOCHANGE + 1
End If

convergencia(HH) = MEJORFITNESS

ReDim poblavirtual(1 To POBLA, 1 To cuentaitems) 'Para ir cargando la siguiente Generación

'Elitism
contacromo = 0
If elites <> 0 Then
    contadorr = 0
    For i = POBLA To (POBLA - elites + 1) Step -1
        contadorr = contadorr + 1
        For j = 1 To cuentaitems
            poblavirtual(contadorr, j) = cromosomas(ranking(i, 1), j)
        Next j
    Next i
contacromo = contadorr
End If

'Immigration
If migration <> 0 Then
    For k = 1 To migration
        contacromo = contacromo + 1
        For j = 1 To cuentaitems
        A = Int(Rnd * cuentaitems) + 1 'Aleatorio entre 1 y cuentaitems
            If j = 1 Then
                poblavirtual(contacromo, j) = auxiliar(A)
            Else
                For X = 1 To j - 1
                    If poblavirtual(contacromo, X) = auxiliar(A) Then
                    A = Int(Rnd * cuentaitems) + 1
                    X = 0
                    End If
                Next X
                poblavirtual(contacromo, j) = auxiliar(A)
            End If
        Next j
    Next k
End If

'Crossover
For GG = 1 To (cruzamiento - 1) Step 2
    X = 0
    Y = 0
        Randomize
        A = Rnd()
        For i = 1 To POBLA
            If i = 1 And A <= ranking(i, 5) Then
                X = ranking(i, 1)
                Exit For
            ElseIf i <> 1 And i <> POBLA Then
                If A > ranking(i - 1, 5) And A < ranking(i, 5) Then
                X = ranking(i, 1)
                Exit For
                End If
            ElseIf i = POBLA Then
                If A >= ranking(i - 1, 5) Then
                X = ranking(i, 1)
                Exit For
                End If
            End If
        Next i
    Do While X = Y Or Y = 0
        Randomize
        b = Rnd()
        For i = 1 To POBLA
```

```
        If i = 1 And b <= ranking(i, 5) Then
            Y = ranking(i, 1)
            Exit For
        ElseIf i <> 1 And i <> POBLA Then
            If b > ranking(i - 1, 5) And b < ranking(i, 5) Then
            Y = ranking(i, 1)
            Exit For
            End If
        ElseIf i = POBLA Then
            If b >= ranking(i - 1, 5) Then
            Y = ranking(i, 1)
            Exit For
            End If
        End If
    Next i
Loop
    Randomize
    d = Int(Rnd() * (cuentaitems)) + 1
    e = Int(Rnd() * (cuentaitems)) + 1
    Do While d = e
    e = Int(Rnd() * (cuentaitems)) + 1
    Loop
    If d < e Then
        Punto1 = d
        Punto2 = e
    Else
        Punto1 = e
        Punto2 = d
    End If

    ReDim temp1(1 To Punto2 - Punto1 + 1)
    ReDim temp2(1 To Punto2 - Punto1 + 1)

    cont = 0
    For j = Punto1 To Punto2
        cont = cont + 1
        temp1(cont) = cromosomas(X, j)
        temp2(cont) = cromosomas(Y, j)
    Next j

    ReDim Hijo1(1 To cuentaitems)
    If Punto1 = 1 Then
    Else
        For j = 1 To Punto1 - 1
            Hijo1(j) = cromosomas(X, j)
        Next j
    End If
    cont = 0
    For j = Punto1 To Punto2
        cont = cont + 1
        Hijo1(Punto1 - 1 + cont) = temp2(cont)
    Next j
    If Punto2 = cuentaitems Then
    Else
        cont = 0
        For j = Punto2 + 1 To cuentaitems
            cont = cont + 1
            Hijo1(Punto2 + cont) = cromosomas(X, j)
        Next j
    End If

    ReDim Hijo2(1 To cuentaitems)
    If Punto1 = 1 Then
    Else
        For j = 1 To Punto1 - 1
            Hijo2(j) = cromosomas(Y, j)
        Next j
    End If
    cont = 0
    For j = Punto1 To Punto2
        cont = cont + 1
        Hijo2(Punto1 - 1 + cont) = temp1(cont)
    Next j
    If Punto2 = cuentaitems Then
    Else
        cont = 0
        For j = Punto2 + 1 To cuentaitems
            cont = cont + 1
            Hijo2(Punto2 + cont) = cromosomas(Y, j)
        Next j
    End If

    For j = 1 To cuentaitems
            For l = Punto1 To Punto2
                If Hijo1(j) = Hijo1(l) And j <> l Then
                    Hijo1(l) = 0
                    Exit For
                End If
```

```
                Next l
            Next j

            For j = 1 To cuentaitems
                    For l = Punto1 To Punto2
                        If Hijo2(j) = Hijo2(l) And j <> l Then
                            Hijo2(l) = 0
                            Exit For
                        End If
                    Next l
            Next j
            For j = 1 To cuentaitems
                If Hijo1(j) = 0 Then
                    For t = 1 To cuentaitems
                        yy = 1
                        For S = 1 To cuentaitems
                            If auxiliar(t) = Hijo1(S) Then
                            yy = 0
                            Exit For
                            End If
                        Next S
                        If yy <> 0 Then
                            Hijo1(j) = auxiliar(t)
                            Exit For
                        End If
                    Next t
                End If
            Next j

            For j = 1 To cuentaitems
                If Hijo2(j) = 0 Then
                    For t = 1 To cuentaitems
                        yy = 1
                        For S = 1 To cuentaitems
                            If auxiliar(t) = Hijo2(S) Then
                            yy = 0
                            Exit For
                            End If
                        Next S
                        If yy <> 0 Then
                            Hijo2(j) = auxiliar(t)
                            Exit For
                        End If
                    Next t
                End If
            Next j

           contacromo = contacromo + 1
            For j = 1 To cuentaitems
                If Hijo1(j) <> "" Then
                poblavirtual(contacromo, j) = Hijo1(j)
                End If
            Next j
            contacromo = contacromo + 1
            For j = 1 To cuentaitems
                If Hijo2(j) <> "" Then
                poblavirtual(contacromo, j) = Hijo2(j)
                End If
            Next j
    Next GG

    'Mutation
    If mutation <> 0 Then
        ReDim cromomuta(1 To mutation)
        For k = 1 To mutation
            guardar = 1
            Randomize
            aleat = Int(Rnd() * POBLA) + 1
            If k = 1 Then
                cromomuta(k) = aleat
            Else
                For j = 1 To k - 1
                    If cromomuta(j) = aleat Then
                    k = k - 1
                    guardar = 0
                    Exit For
                    End If
                Next j
                If guardar = 1 Then
                cromomuta(k) = aleat
                End If
            End If
        Next k
        For mm = 1 To mutation
        metodomuta = Int(Rnd() * 2) + 1
           If metodomuta = 1 Then
                Randomize
                genmuta1 = Int(Rnd() * cuentaitems) + 1
```

```
                genmuta2 = Int(Rnd() * cuentaitems) + 1
                Do While genmuta1 = genmuta2
                genmuta2 = Int(Rnd() * cuentaitems) + 1
                Loop

                b = 0
                If genmuta2 < genmuta1 Then
                    b = genmuta2
                    genmuta2 = genmuta1
                    genmuta1 = b
                End If

                ReDim mientrastanto(1 To (genmuta2 - genmuta1 + 1))
                contt = 0
                For n = genmuta1 To genmuta2
                contt = contt + 1
                mientrastanto(contt) = poblavirtual(cromomuta(mm), n)
                Next n

                contt = 0
                For n = genmuta2 To genmuta1 Step -1
                contt = contt + 1
                poblavirtual(cromomuta(mm), n) = mientrastanto(contt)
                Next n

             ElseIf metodomuta = 2 Then
                 Randomize
                genmuta1 = Int(Rnd() * cuentaitems) + 1
                genmuta2 = Int(Rnd() * cuentaitems) + 1
                Do While genmuta1 = genmuta2
                genmuta2 = Int(Rnd() * cuentaitems) + 1
                Loop
                d = 0
                d = poblavirtual(cromomuta(mm), genmuta1)
                poblavirtual(cromomuta(mm), genmuta1) = poblavirtual(cromomuta(mm), genmuta2)
                poblavirtual(cromomuta(mm), genmuta2) = d
            End If
        Next mm
    End If

    ReDim cromosomas(1 To POBLA, 1 To cuentaitems)
    For k = 1 To POBLA
            For j = 1 To cuentaitems
                cromosomas(k, j) = poblavirtual(k, j)
            Next j
    Next k

    ReDim fitness(1 To POBLA)
    For i = 1 To POBLA
        fitnessfunction = 0        fitnessfunction = fitnessfunction + matriz(1, cromosomas(i, 1) +
1) 'Del Depot a la primera posición
        For j = 1 To cuentaitems - 1
            fitnessfunction = fitnessfunction + matriz(cromosomas(i, j) + 1, cromosomas(i, j + 1) +
1)
        Next j
        fitnessfunction = fitnessfunction + matriz(cromosomas(i, cuentaitems) + 1, 1) 'De la última
posición al Depot
        fitness(i) = fitnessfunction
    Next i

    FFF = 0
    ITERACIONESCOUNT = ITERACIONESCOUNT + 1
    If FITNESSNOCHANGE >= generacionesconsecutivas Then
        GENERACIONESREALES = FITNESSNOCHANGE
        FFF = 1
        Exit For
    End If
Next HH

If FFF = 1 Then
TOTALITER = GENERACIONESREALES
Else
TOTALITER = iteraciones
End If
MEJORGENETIC = MEJORFITNESS

time2 = Timer
Tiempo = time2 - time1 'Variable que guarda el tiempo de ejecución

Cells(20, 12 + XXX) = MEJORGENETIC
Cells(20, 22 + XXX) = Tiempo
Cells(20, 32 + XXX) = ULTIMOCAMBIO
SUMAGA = SUMAGA + MEJORGENETIC
SUMATGA = SUMATGA + Tiempo


Next XXX
```

```
Cells(19, 12) = "ACO"
Cells(20, 12) = "GA"

    Cells(25, 13) = SUMAACO / REPETICIONES
    Cells(25, 14) = SUMATACO / REPETICIONES
    Cells(25, 15) = SUMAGA / REPETICIONES
    Cells(25, 16) = SUMATGA / REPETICIONES
    Cells(25, 17) = Cells(21, 13)
    Cells(25, 18) = Cells(22, 13)

If AAAAA = 1 Then
    Cells(25, 13) = SUMAACO / REPETICIONES
    Cells(25, 14) = SUMATACO / REPETICIONES
    Cells(25, 15) = SUMAGA / REPETICIONES
    Cells(25, 16) = SUMATGA / REPETICIONES
ElseIf AAAAA = 2 Then
    Cells(26, 13) = SUMAACO / REPETICIONES
    Cells(26, 14) = SUMATACO / REPETICIONES
    Cells(26, 15) = SUMAGA / REPETICIONES
    Cells(26, 16) = SUMATGA / REPETICIONES
ElseIf AAAAA = 3 Then
    Cells(27, 13) = SUMAACO / REPETICIONES
    Cells(27, 14) = SUMATACO / REPETICIONES
    Cells(27, 15) = SUMAGA / REPETICIONES
    Cells(27, 16) = SUMATGA / REPETICIONES
End If

Cells(24, 13) = "ACO"
Cells(24, 14) = "TACO"
Cells(24, 15) = "GA"
Cells(24, 16) = "TGA"

End Sub
```