



# Manual de usuario de aplicación para llevar a cabo el Proceso Jerárquico Analítico para la elección de una modalidad de ejecución en proyectos de infraestructura y servicios públicos

---

## Contenido

|  |    |
|--|----|
| Introducción .....   | 3  |
| Términos y condiciones de uso .....  | 3  |
| Requerimientos de Sistema .....  | 3  |
| Ingresando a Análisis Multicriterio - DNP .....                                  | 5  |
| Descripción de las hojas y menús que componen Análisis Multicriterio - DNP ..... | 5  |
| Construcción de la jerarquía .....   | 7  |
| Definición de Alternativas y Criterios.....                                      | 8  |
| Asignación de puntajes a las Alternativas y Criterios.....                       | 13 |
| Menús de Análisis Multicriterio - DNP .....                                      | 14 |
| Resultados del Análisis Multicriterio - DNP.....                                 | 16 |
| Anexo: Habilitación de macros en Excel .....                                     | 17 |



## INTRODUCCIÓN

Bienvenidos a Análisis Multicriterio – DNP, una herramienta diseñada para facilitar la toma de decisiones en problemas de decisión multicriterio en proyectos de infraestructura, de tal manera que se pueda integrar los múltiples criterios que conforman las alternativas de decisión en la etapa de evaluación de la modalidad de ejecución a elegir. El objetivo es obtener la alternativa óptima de un conjunto de funciones objetivo.

La metodología empleada es el Proceso Jerárquico Analítico (PJA) que fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty en la década del 70. Actualmente es la metodología de toma de decisiones multicriterio más empleada en diferentes ámbitos de la economía.

El proceso se realiza estructurando el problema de manera jerárquica, de tal forma que sea posible emplear una escala basada en una serie de preferencias de un elemento sobre otro, lo cual permite la cuantificación de las percepciones cualitativas del decisor, sintetizando sus juicios emitidos y obteniéndose una clasificación de las alternativas. Para mayores antecedentes refiérase al Manual de la Metodología del Proceso Jerárquico Analítico para la elección de una modalidad de ejecución en proyectos de infraestructura y servicios públicos.

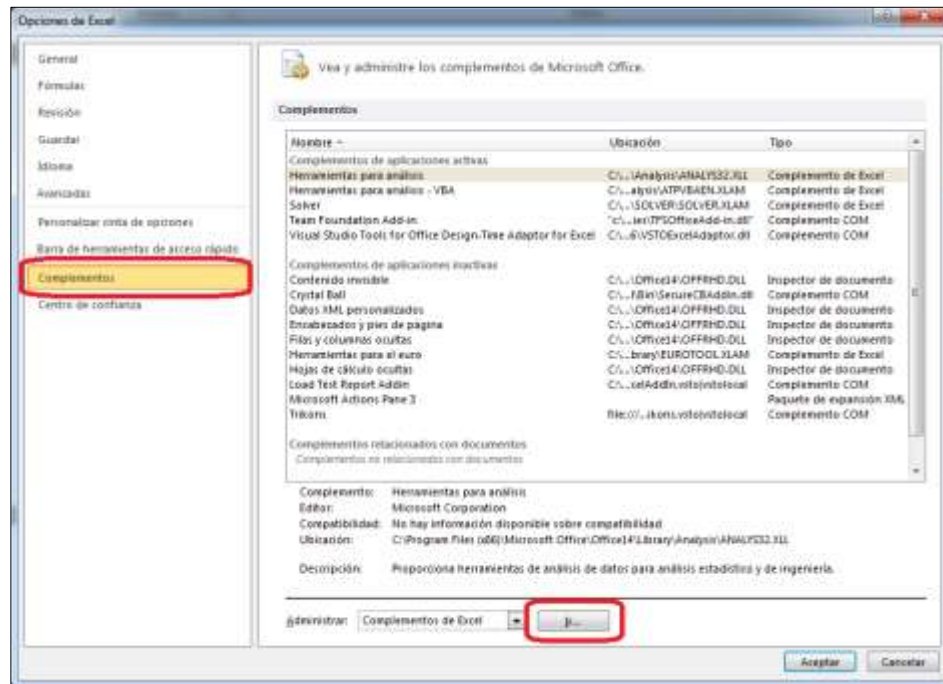
## TÉRMINOS Y CONDICIONES DE USO

Análisis Multicriterio – DNP no es un complemento de Microsoft Excel (Add-in), por consiguiente, cuenta con celdas que emplean fórmulas y referencias, de ahí que se recomienda tomar las precauciones del caso al momento de borrar el contenido de alguna celda en cualquiera de las hojas del archivo o cambiar el nombre de las hojas que componen Análisis Multicriterio - DNP.xlsm.

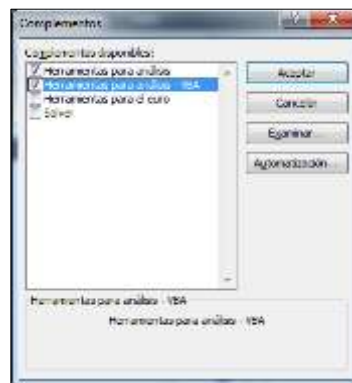
## REQUERIMIENTOS DE SISTEMA

Para el correcto funcionamiento de Análisis Multicriterio - DNP se requiere contar con las siguientes especificaciones mínimas:

- Procesador Pentium IV o similar
- Microsoft Excel 2010 en Español.
- Microsoft Office Web Components v10.0 instalado.
- 1 GB de memoria RAM.
- Los complementos de Excel: “Herramientas para análisis” y “Herramientas para análisis VBA” instalados. Para instalar estas herramientas ejecute las siguientes instrucciones:
  1. Abra Excel y selecciones el menú “Archivo” y luego “Opciones”
  2. A continuación seleccione “Complementos” y luego el botón “Ir...”



Busque las herramientas mencionadas (Herramientas para análisis y herramientas para análisis VBA), y selecciónelas. Luego presione “Aceptar”.



## INGRESANDO A ANÁLISIS MULTICRITERIO - DNP

Al momento de iniciar PJA por primera vez se mostrará el mensaje de “Advertencia de seguridad”, advirtiendo que la aplicación contiene macros, tal como se muestra en la siguiente figura.

Para el correcto funcionamiento de la aplicación Análisis Multicriterio – DNP, se deberá habilitar las macros que trae la aplicación mediante la selección de la opción “Enable Content” (en español, “Habilitar contenido”).



En función de los pasos anteriores, Análisis Multicriterio – DNP estará en condiciones de ser usado<sup>1</sup>. Además, se puede notar que hay un color característico para las hojas que componen la aplicación Análisis Multicriterio – DNP. La hoja “Portada” es de color blanco, la hoja “Entrada” es de color azul, las hojas donde se comparan las Alternativas en función de cada uno de los criterios: “Criterio1”,..., “Criterio10” son de color verde, la hoja “Criterio” es de color rojo, y la hoja “Resultados” de color anaranjado.

## DESCRIPCIÓN DE LAS HOJAS Y MENÚS QUE COMPONEN ANÁLISIS MULTICRITERIO - DNP

Análisis Multicriterio – DNP está compuesto de una serie de hojas<sup>2</sup>, con la finalidad de facilitar su uso. Motivo por el cual Análisis Multicriterio - DNP viene diseñado para tres alternativas (las cuales son fijas y como mínimo se puede trabajar con dos alternativas) y diez criterios (entre criterios generales y criterios sectoriales como máximo). Tal como se describe en la siguiente figura:

<sup>1</sup> En el Anexo I, se detalla el proceso de habilitar las macros en Excel.

<sup>2</sup> El número de hojas es variable, porque está en función del número de Criterios Generales y Criterios Sectoriales.

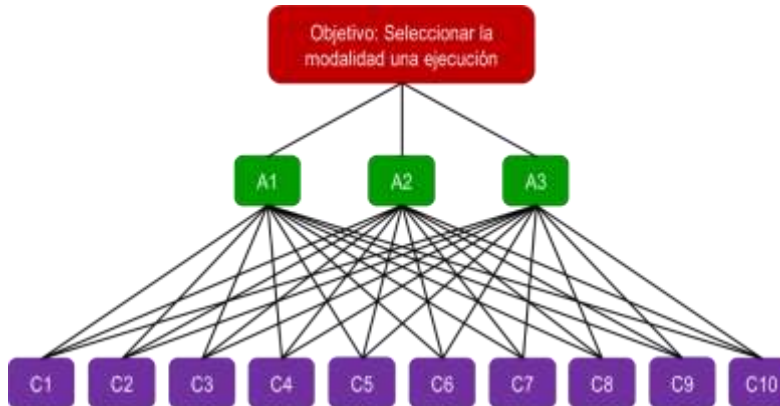
- Portada:** en esta hoja se encuentra la presentación de la aplicación, la cual está compuesta del nombre: *“Proceso Jerárquico Analítico: Selección de una Modalidad de Contratación”*, los logos de las instituciones que encargaron el desarrollo de la aplicación y la empresa que estuvo a cargo del desarrollo de la aplicación. Se recomienda no cambiar el nombre de la hoja.
- Entrada:** aquí se define el número de alternativas y se selecciona e ingresan los criterios. Se recomienda no cambiar el nombre de la hoja.
- Criterio1, Criterio2,..., Criterio10:** estas hojas hacen referencia al número de criterios que se haya definido en la hoja “Entrada”. En cada una de ellas se lleva a cabo las comparaciones de las alternativas teniendo en cuenta el respectivo criterio. Por ejemplo, en la hoja *“Criterio3”* se realiza las comparaciones de las alternativas, teniendo únicamente en cuenta el *“Criterio 3”*. Se recomienda no cambiar el nombre de ninguna de las hojas.
- Criterios:** el proceso de las comparaciones pareadas entre cada uno de los criterios se realiza en esta hoja. Se recomienda no cambiar el nombre de la hoja.
- Resultados:** se muestra el Valor de Consistencia (VDC) de cada una de las comparaciones realizadas en las hojas anteriores (Criterio1,..., Criterio10, Criterios). Además, un cuadro resumen de los pesos de los criterios y alternativas, como también la clasificación de las alternativas, que señalan cuál es la modalidad de ejecución más conveniente. Una lista desplegable, teniendo en cuenta cada uno de los criterios y de las alternativas, permite visualizar de manera gráfica las comparaciones entre ellos.

Los pasos de la implementación de la aplicación se realizan siguiendo la siguiente secuencia:

- Construcción de la jerarquía.
- Definición de Alternativas y Criterios
- Asignación de puntajes a las Alternativas y Criterios.
- Clasificación de las Alternativas.

## CONSTRUCCIÓN DE LA JERARQUÍA

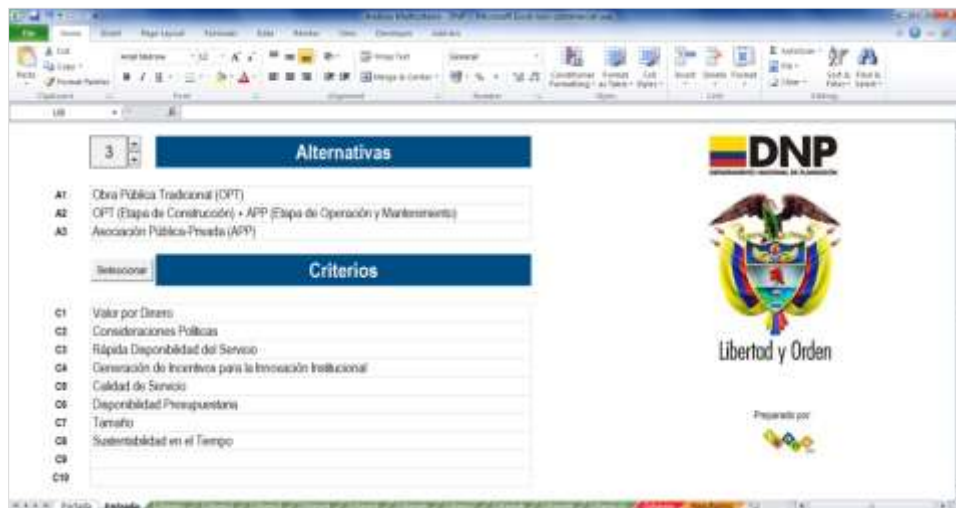
El objetivo de la construcción de una jerarquía es facilitar el proceso de optimización del objetivo que se desea lograr. De esta manera el problema se estructura mediante la jerarquización de los Criterios y Alternativas.



Análisis Multicriterio – DNP no permite la construcción de la jerarquía de manera gráfica, por lo cual esto debe de ser realizado ex-ante, una vez que se tiene claro la jerarquización del problema de decisión multicriterio a resolver. Entonces se procede a ingresar cada una de las alternativas y criterios definidos previamente en la hoja “Entrada”.

## DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y CRITERIOS

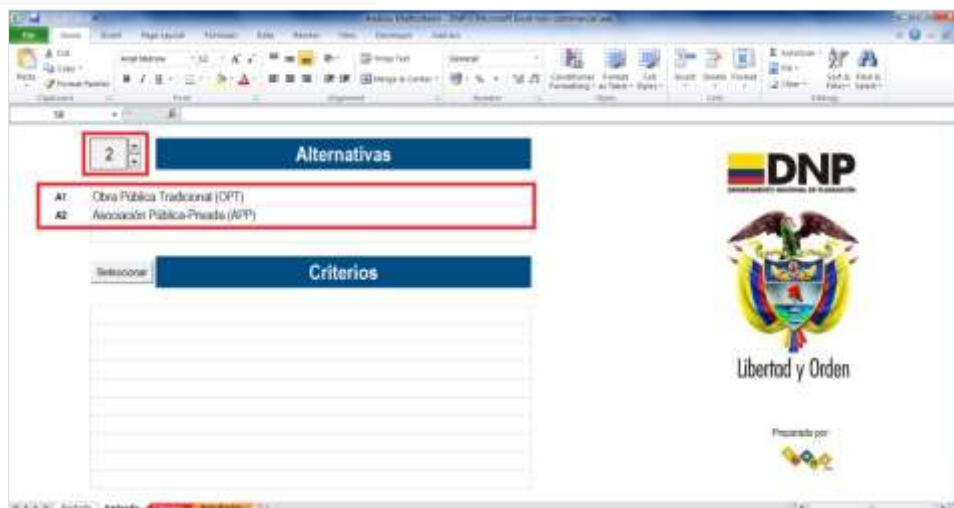
Análisis Multicriterio - DNP ha sido diseñado siguiendo el TDR de “*Contrato de Consultoría Preparación Metodología de Análisis Multicriterio para Infraestructura y Servicios Públicos*” donde se especifica que el número máximo de Alternativas y Criterios será 3 y 10, respectivamente, tal como se muestra en la siguiente figura:



La selección de las alternativas y criterios, se realizan mediante dos procedimientos distintos e independientes. Para el caso de la selección de Alternativas, se emplea un control de número, que permite representar dos escenarios distintos:

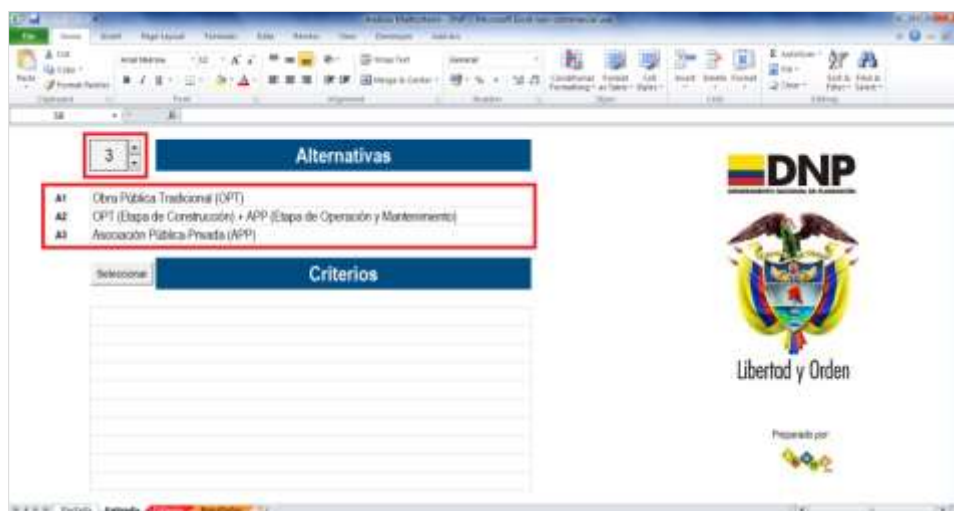
- Cuando sea 2, entonces, las Alternativas definidas son:
  - Obra Pública Tradicional (OPT), y
  - Asociación Público-Privada (APP).





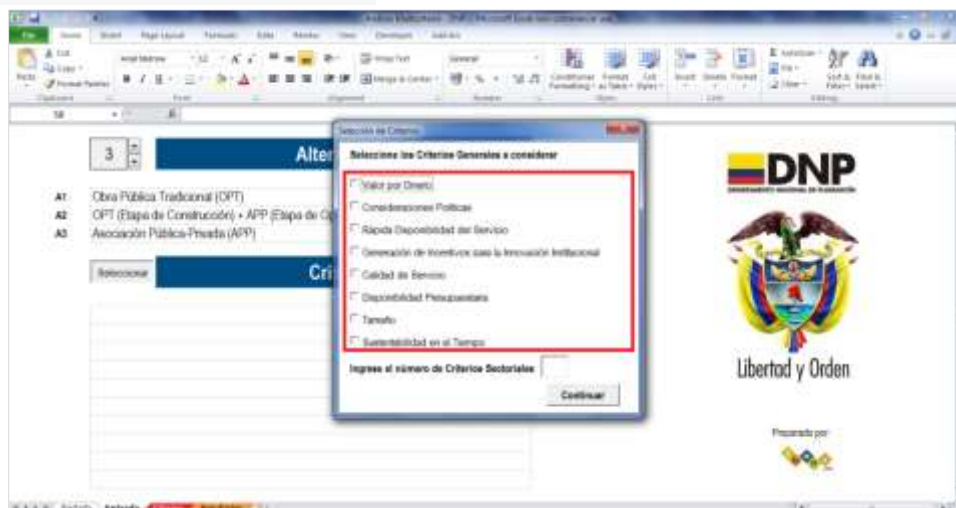
❑ Cuando sea 3, entonces, las Alternativas definidas son:

- Obra Pública Tradicional (OPT),
- OPT (Etapa de Construcción) + APP (Etapa de Operación y Mantenimiento)
- Asociación Público-Privada (APP).

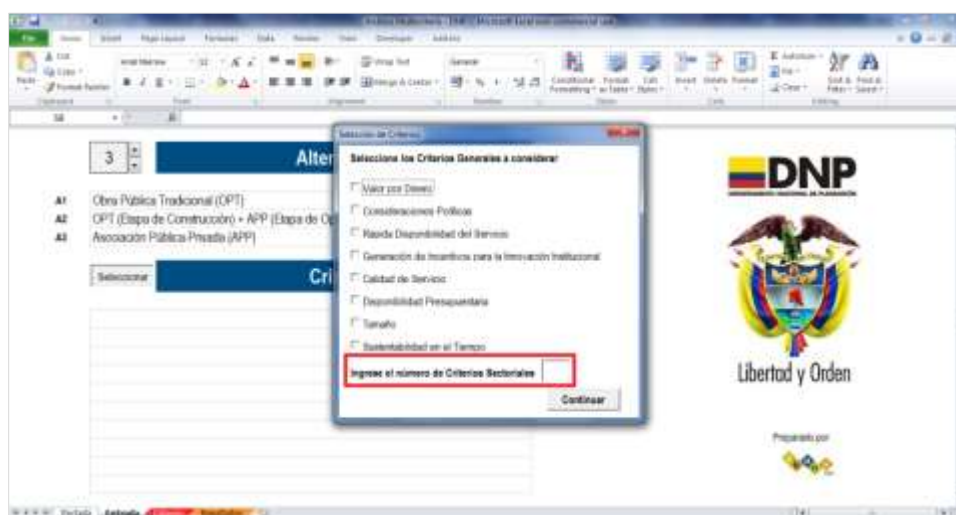


Sin embargo, la selección de los Criterios se desarrolla de dos formas distintas.

La selección de los Criterios Generales se realiza empleando una lista donde están definidos todos los Criterios Generales aprobados por la DNP, y se selecciona aquellos criterios tal como se muestra en la siguiente figura enmarcada con líneas rojas:

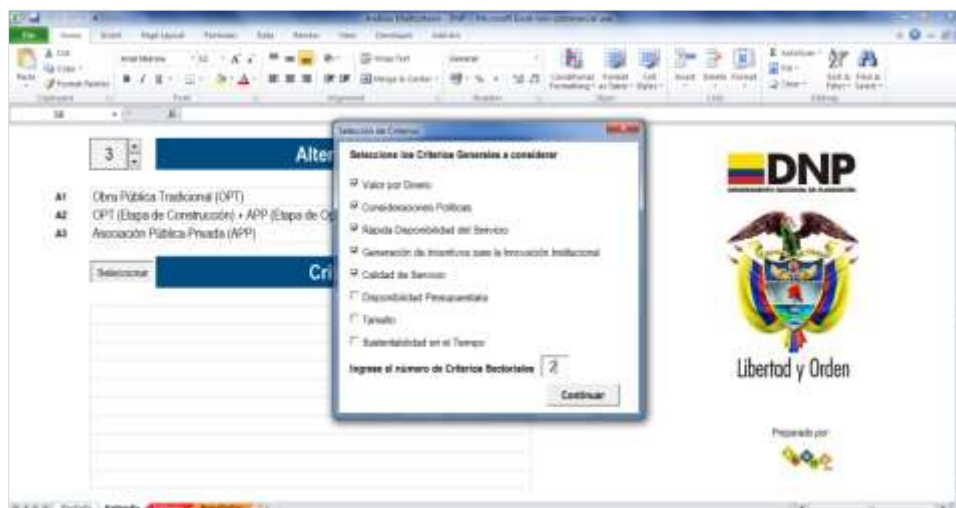


Como los Criterios Sectoriales deben ser definidos, entonces se requiere conocer el número de Criterios Sectoriales, motivo por el cual se emplea un cuadro de texto para que el usuario ingrese el número de Criterios Sectoriales, tal como se muestra en la siguiente figura:

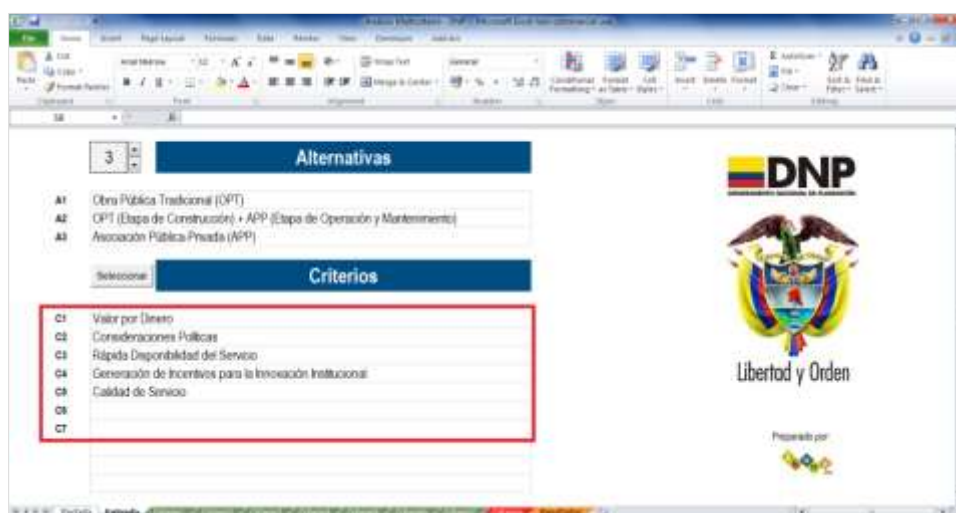


El total de los criterios seleccionados no puede ser superior a 10, dando cumplimiento a los TDR del Contrato.

Por ejemplo, si se considera la siguiente elección de los Criterios Generales y el número de Criterios Sectoriales es igual a 2, tal como se muestra en la siguiente figura:



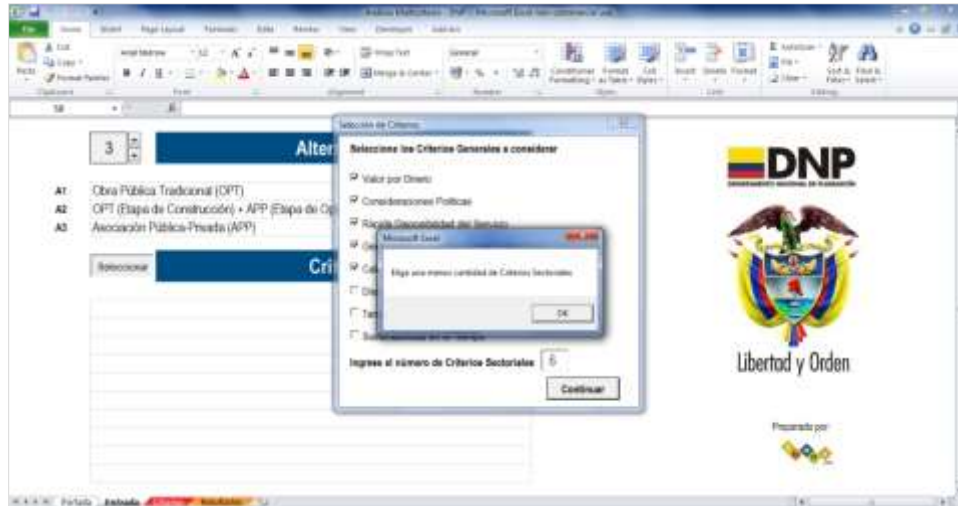
Se observará que luego de presionar el botón “Continuar”, se abre un número de hojas correspondiente al número de criterios definidos, además de los campos correspondientes para la definición de los respectivos Criterios Sectoriales, tal como se muestra en la siguiente figura:



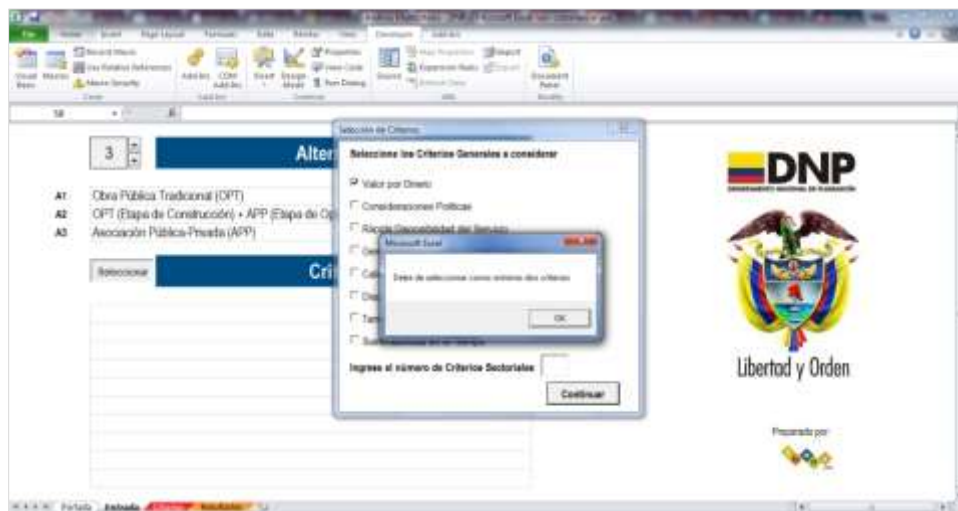
Tomando como ejemplo la figura anterior, luego de definir los Criterios Sectoriales, es decir, escribir en los campos correspondientes los criterios propios del sector (en los campos C6 y C7), las respectivas hojas correspondientes (i.e., Criterio6 y Criterio7) no tendrán como encabezado los criterios definidos. Para lograr la actualización, será necesario dirigirse a cualquier otra hoja, distinta a la hoja “Entrada” para lograr la actualización de los encabezados de las hojas correspondientes a los Criterios Sectoriales.



Sin embargo, es posible que por error se ingrese un número de Criterios Sectoriales que sumado al número de Criterios Generales seleccionados sean superior a diez, en cuyo caso la aplicación muestra un mensaje de advertencia, indicando que se elija un menor número de Criterios Sectoriales, tal como se muestra en la siguiente figura:



Si el número de Criterios Generales seleccionados es igual a 1, la aplicación muestra un mensaje de alerta indicando que se debe seleccionar como mínimo dos criterios generales, para poder llevar a cabo el análisis multicriterio.



## ASIGNACIÓN DE PUNTAJES A LAS ALTERNATIVAS Y CRITERIOS

La asignación de los respectivos puntajes para cada una de las Alternativas se realiza en las correspondientes hojas: “Criterio1”, “Criterio2”,..., “Criterio10”, donde se hacen las comparaciones pareadas teniendo en cuenta cada uno de los criterios definidos previamente, y luego de que estos hayan sido evaluados independientemente.

Por ejemplo, la siguiente figura muestra las puntuaciones realizadas en la hoja correspondiente al criterio “Valor por Dinero”, es decir, para el caso donde se ha considerado que hay tres alternativas. La puntuación se realiza mediante la barra de desplazamiento, posicionándolo en la puntuación deseada, según corresponda a la preferencia más importante, tal como se muestra en la siguiente figura:



La lectura de la figura adjunta se hace de la siguiente manera:

- ❑ La alternativa “*Obra Pública Tradicional (OPT)*” es cuatro veces más importante, al momento de compararlo con la alternativa “*OPT (Etapas de Construcción) + APP (Etapas de Operación y Mantenimiento)*”, considerando los resultados obtenidos del criterio “*Valor por Dinero*”.

En la hoja “Criterios” se realizan las comparaciones pareadas de los criterios por medio de las puntuaciones ingresadas mediante el mismo mecanismo empleado en las comparaciones de las alternativas en las hojas anteriores.



## MENÚS DE ANÁLISIS MULTICRITERIO - DNP

El Análisis Multicriterio - DNP cuenta con los siguientes menús los cuales son:

- Escala de los nueve puntos
- Criterios Generales
- Créditos
- Acceso



- Escala de los nueve puntos.** Este menú permite acceder a un ventana donde se describe el valor de las puntuaciones, su definición e interpretación, tal como se observa en la siguiente figura:

| Valor de la escala | Definición                | Interpretación  |
|--------------------|---------------------------|---|
| 1                  | Igualmente preferido      | Ambos elementos en comparación tienen la misma importancia.   |
| 3                  | Moderadamente preferido   | La experiencia y la estimación sugieren una importancia ligeramente mayor de un elemento con respecto al otro elemento.         |
| 5                  | Fuertemente preferido     | La experiencia y la estimación sugieren una importancia considerablemente mayor de un elemento con respecto al otro elemento.   |
| 7                  | Muy fuertemente preferido | La importancia es mucho mayor de un elemento en comparación con el otro elemento, que se ha demostrado claramente en el pasado. |
| 9                  | Extremadamente preferido  | La máxima diferencia de importancia entre los dos elementos.  |
| 2, 4, 6, 8         | Valores intermedios       |   |

- Criterios Generales.** Mediante este menú se puede acceder a una ventana donde se describe cada uno de los criterios, su definición y su tipología, para el normal desarrollo de las comparaciones pareadas.



- Créditos.** Permite ver el número del contrato sobre el cual se rige la aplicación diseñada para tal efecto, además del nombre del consultor y la empresa en la cual labora.



- Acceso.** Es un menú que conduce a un submenú "Ver Matriz", al cual sólo es posible acceder mediante una clave de acceso.



## RESULTADOS DEL ANÁLISIS MULTICRITERIO - DNP

En la hoja “Resultados” es posible encontrar la siguiente información:

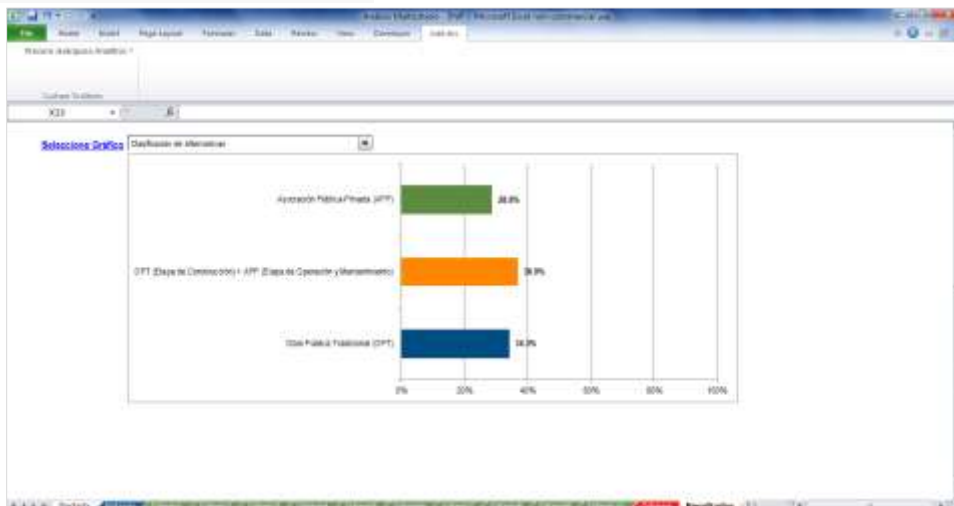
- ❑ El Valor de Consistencia (VDC)<sup>3</sup> de cada una de las hojas donde se han llevado a cabo las comparaciones pareadas de las alternativas, teniendo en cuenta cada uno de los criterios definidos en la hoja “Entrada”.
- ❑ El Valor de Consistencia (VDC)<sup>4</sup> de las comparaciones de a pares, entre todos los criterios definidos en la hoja “Entrada”.
- ❑ Cuadro resumen donde es posible encontrar los pesos relativos de las alternativas, los pesos globales de los criterios y la puntuación global que permite decidir cuál es la alternativa que permite llevar la modalidad de ejecución más conveniente.
- ❑ Las gráficas de barra de cada uno los pesos globales y relativos de las alternativas consideradas en la hoja “Entrada”.



<sup>3</sup> Si el VDC es mayor a 0.1, la aplicación mostrará el siguiente mensaje “No hay consistencia en las puntuaciones ingresadas, vuelva a revisarlas”, por consiguiente debe revisarse las puntuaciones ingresadas correspondientes únicamente al criterio relativo donde aparece el mensaje de advertencia.

<sup>4</sup> Ídem pie de página anterior.





## ANEXO: HABILITACIÓN DE MACROS EN EXCEL

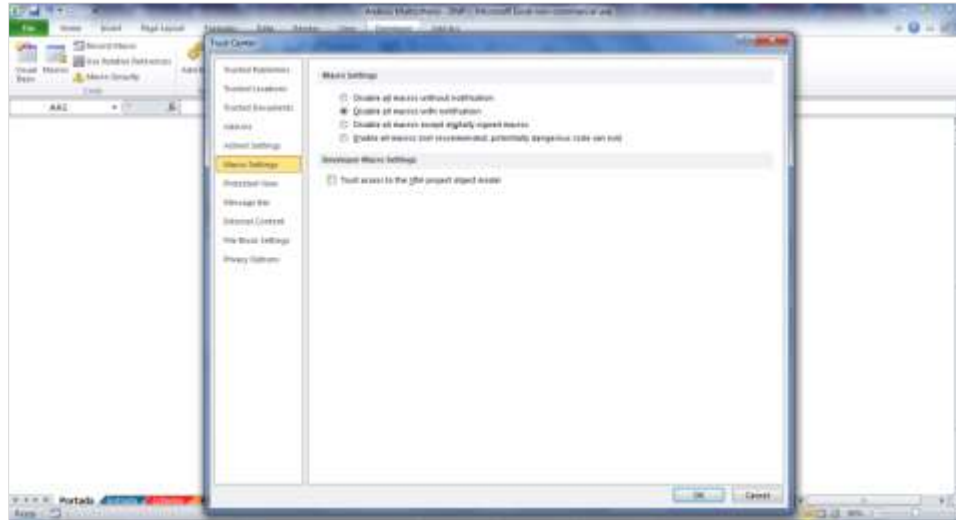
La aplicación **Análisis Multicriterio – DNP** ha sido desarrollada mediante macros a través de una serie de rutinas que han sido programadas mediante Microsoft Visual Basic for Applications 7.0, con la finalidad de automatizar una serie de procesos. Sin embargo, Microsoft Excel por defecto y por seguridad del equipo, siempre deshabilita el uso de las macros.

Para poder usar, crear y ver correctamente hojas de cálculo con macros, hay que disminuir el nivel de seguridad que Excel configura de manera predeterminada.

Para eso, en la hoja de cálculo activa, vamos al menú “Developer”, y escogemos la opción “Macro Security” que se encuentra dentro de la sección “Code”:



Al ingresar por “Macro Security”, se obtiene el siguiente menú “Trust Center” y elegimos la opción tal como se muestra en la figura



Por medio de esta configuración, la siguiente vez que un archivo tenga macros, siempre pedirá que se confirme si desea habilitar las macros.