

MANUAL DE USUARIO K'AXLLAY v1.0

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	¿QUÉ ES K'AXLLAY 1.0?	1
2	REQUERIMIENTOS	2
3	EL ENTORNO DE LA APLICACIÓN	3
3.1	VENTANA PRINCIPAL	4
3.2	DESCRIPCIÓN PANTALLA PRINCIPAL	5
3.2.1	Menu principal	6
3.2.1.1	Archivo	6
3.2.1.1.1	Proyecto-Nuevo	6
3.2.1.1.2	Proyecto-Abrir	8
3.2.1.1.3	Proyecto-Eliminar	9
3.2.1.2	Celda	10
3.2.1.2.1	Celda-Nueva	11
3.2.1.2.2	Celda-Eliminar	12
3.2.1.3	Proceso	13
3.2.1.3.1	Proceso-Nuevo	14
3.2.1.3.2	Proceso-Eliminar	15
3.2.1.4	Planificar	16
3.2.2	Pestañas de modo de trabajo	17
3.2.2.1	Modo Edición	17
3.2.2.2	Modo Solución	17
3.2.3	Barra de Herramientas Máquinas	18
3.2.4	Área de trabajo	19
3.2.5	Área datos del proyecto	19
3.2.6	Pestañas Máquinas-Tareas	19
3.2.6.1	Vista de Inspección y Configuración de los Datos de un Máquina	20
3.2.6.2	Vista de Inspección y Configuración de los Datos de un Tarea	20
3.2.7	Área visualización máquinas-Tareas	20
3.2.8	Área configuración máquinas-tareas	20

4 DESARROLLO DE UN PROYECTO EN K'AXLLAY21

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ¿QUÉ ES K'AXLLAY 1.0?

K'AXLLAY es un software de interfaz gráfica para la planificación de tareas en celdas de manufactura, desarrollado por los ingenieros Msc. Camilo Lagos M., PhD. Ricardo Timarán Pereira y Msc. José Tomás Buitrago, en lenguaje Java bajo la IDE NetBeans. La estrategia de planificación implementada se basa en técnicas de búsqueda heurística. El software permite generar un proyecto en el cual se puede gestionar una o más celdas de manufactura, en las cuales puede haber un conjunto de máquinas-herramientas, robots, un almacén de suministros y un almacén de salida y que tienen un conjunto de tareas asignadas a cada uno de ellos. Esta información es administrada por el programa a través de una base de datos creada por medio del gestor de base de datos MySQL.

Por el momento es una herramienta que realiza planificación de tareas utilizando dos tipos de razonamiento, razonamiento hacia adelante y razonamiento hacia atrás, sobre el algoritmo de búsqueda BHASP, algoritmo basado en soluciones parciales propuesto para esta herramienta.

K'Axllay contiene tres módulos principales. Un módulo de edición en el cual se puede hacer el diseño de la celda y asignación de tareas a cada una de las máquinas de esta, un módulo de planificación, en el cual se puede configurar el algoritmo de planificación y la función heurística que guíe en la solución, así como ejecutar la planificación, y un tercer módulo en donde se presenta los resultados de la planificación en dos formas, una como una tabla que contiene el conjunto de tareas necesarias para realizar los procesos deseados y otra como un diagrama de barras en donde se puede observar el trabajo realizado por las máquinas a lo largo de la planificación.

2 REQUERIMIENTOS

La herramienta fue diseñada en un ambiente Windows, pero debido a la plataforma en la que se desarrollo puede ser fácilmente adaptada a otros sistemas operativos.

Para la instalación y el correcto funcionamiento de la herramienta en Windows se necesita tener el siguiente software:

- Sistema operativo Windows de 32bits, tal como Windows XP o superior.
- MySQL server 5 o superior
- Instalador de K'Axllay

Los requerimientos mínimos de hardware son los siguientes:

- Procesador a 400 Mhz o superior.
- Memoria RAM 512 Mb o superior.

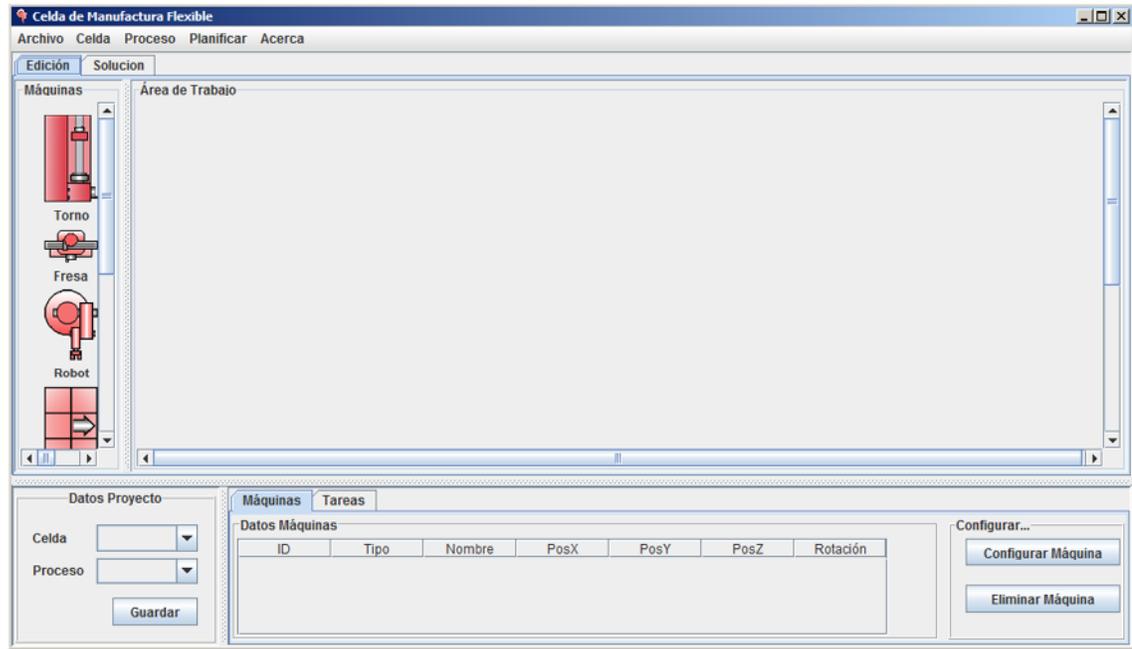
3 EL ENTORNO DE LA APLICACIÓN

Al ejecutar el programa, lo primero que encontramos es la ventana de presentación del software.



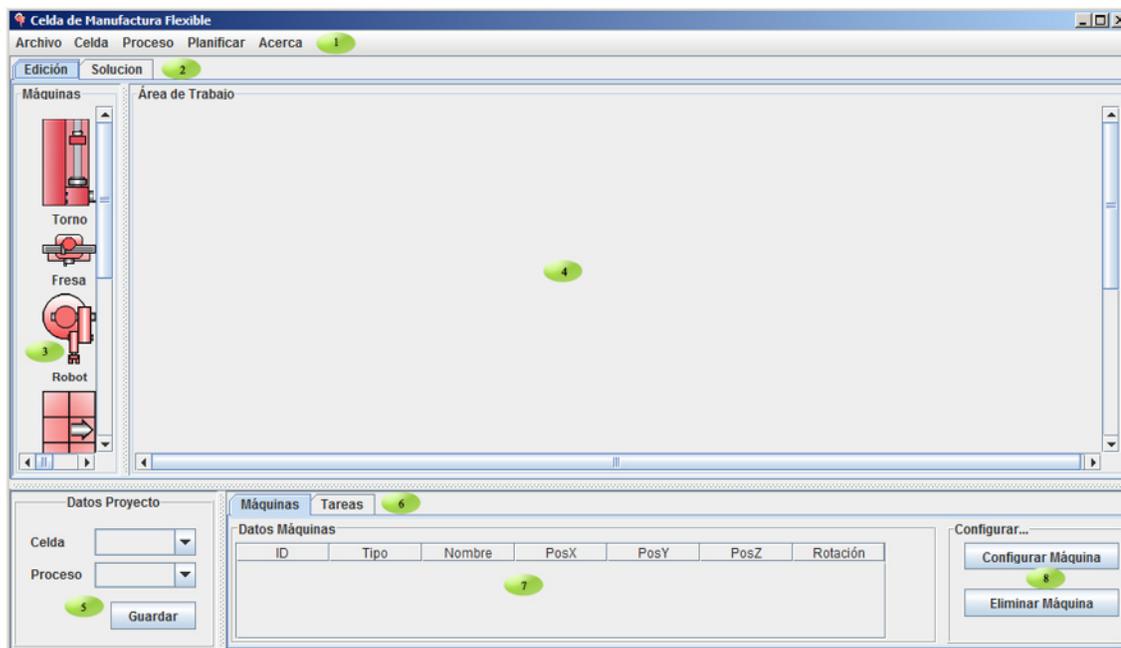
Al terminar la presentación se abre la ventana principal de la aplicación, desde la cual se gestionan todos los proyectos de planificación.

3.1 VENTANA PRINCIPAL



La ventana principal es el entorno en el cual se ejecuta la mayor cantidad de tareas. Ofrece herramientas y espacios para la administración de elementos y visualización de la información de estos.

3.2 DESCRIPCIÓN PANTALLA PRINCIPAL



En la interfaz gráfica de K' Axllay podemos encontrar los siguientes elementos:

1. Menú principal del programa
2. Pestañas de modo de trabajo, que permiten definir si se desea trabajar en el modo de edición o en el modo inspección de la solución, cambiando para ello el área debajo de ellas.
3. Barra de herramientas Máquinas, que permite adicionar máquinas a la celda actual del proyecto en ejecución.
4. Área de trabajo, que brinda un espacio en donde diseñar una celda de manufactura o visualizar los resultados de la planificación.
5. Área datos del proyecto, que brinda información acerca de la celda actual como del proceso actual del proyecto en ejecución y que además permite cambiar de celda en un proyecto, o de proceso en una celda.
6. Pestaña Máquinas-Tareas, compuesta por 2 pestañas que permiten alternar entre la visualización de la información acerca de las máquinas de la celda actual o de las tareas que se pueden ejecutar en el proceso seleccionado en la celda actual.
7. Área visualización información Máquinas –Tareas, área que brinda información de las máquinas o tareas asignadas a una celda o proceso dependiendo del ítem seleccionado en la Pestaña Máquinas-Tareas.
8. Área configuración Máquinas-Tareas, que provee elementos que permiten la configuración de los elementos de la celda, máquinas o tareas dependiendo del ítem seleccionado en la Pestaña Máquinas-Tareas.

3.2.1 MENÚ PRINCIPAL

Archivo Celda Proceso Planificar Acerca

El menú principal está compuesto por los elementos

- Archivo
- Celda
- Proceso
- Planificar
- Acerca.

3.2.1.1 Archivo

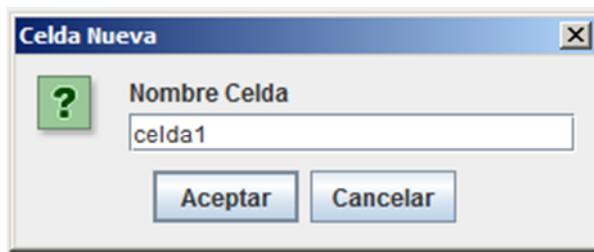
Archivo está compuesto por el submenú Proyecto, el cual a su vez está compuesto por los submenús Nuevo, Abrir, Eliminar.

3.2.1.1.1 Proyecto-Nuevo

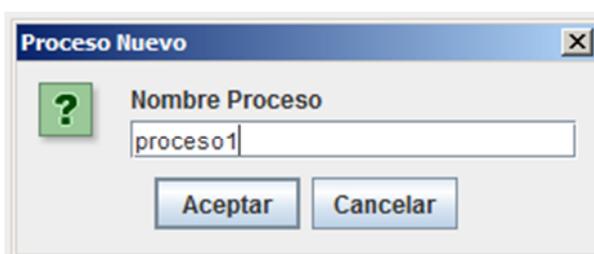
Permite crear un nuevo proyecto, a través de la siguiente pantalla



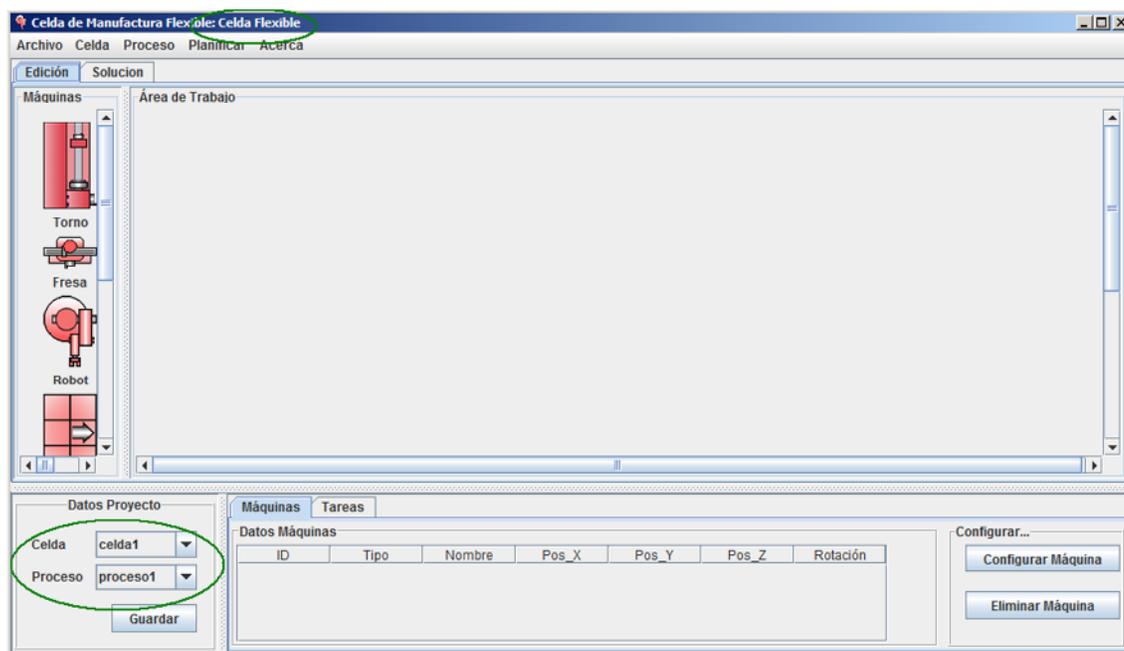
En esta pantalla se elige la ubicación y el nombre del nuevo proyecto que se desea crear. Después de seleccionar la ubicación y el nombre del nuevo proyecto y elegir guardar, programa despliega una nueva ventana en la cual se definirá el nombre de la primera celda que se creará.



Posteriormente de aceptar el nombre de la celda que se desea crear aparece una nueva ventana en la cual se definirá un primer proceso, el cual se llevara a cabo en la celda.



Al aceptar el nombre del proceso, la ventana principal se actualizará con la información del nuevo proyecto.

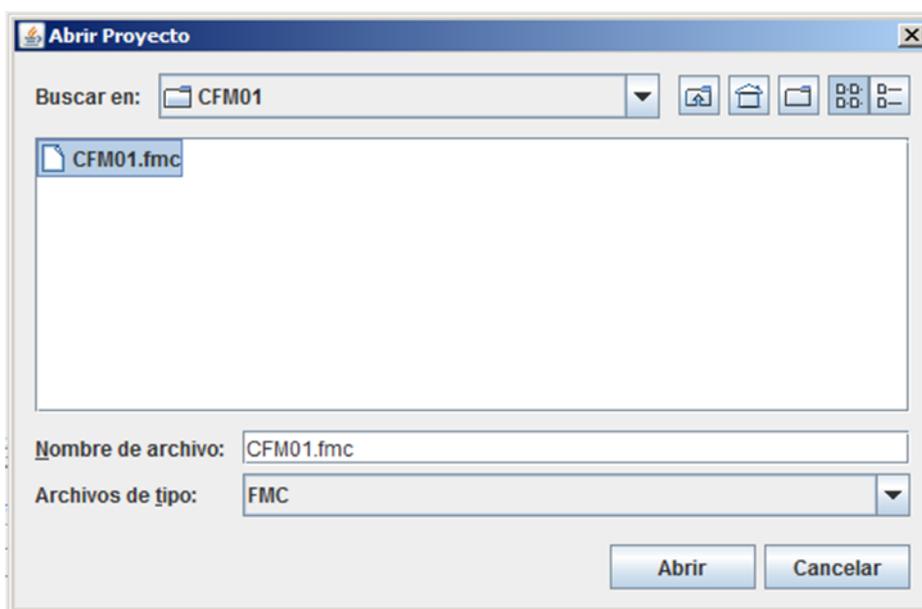


Durante el desarrollo de un proyecto se generan lo siguientes elementos:

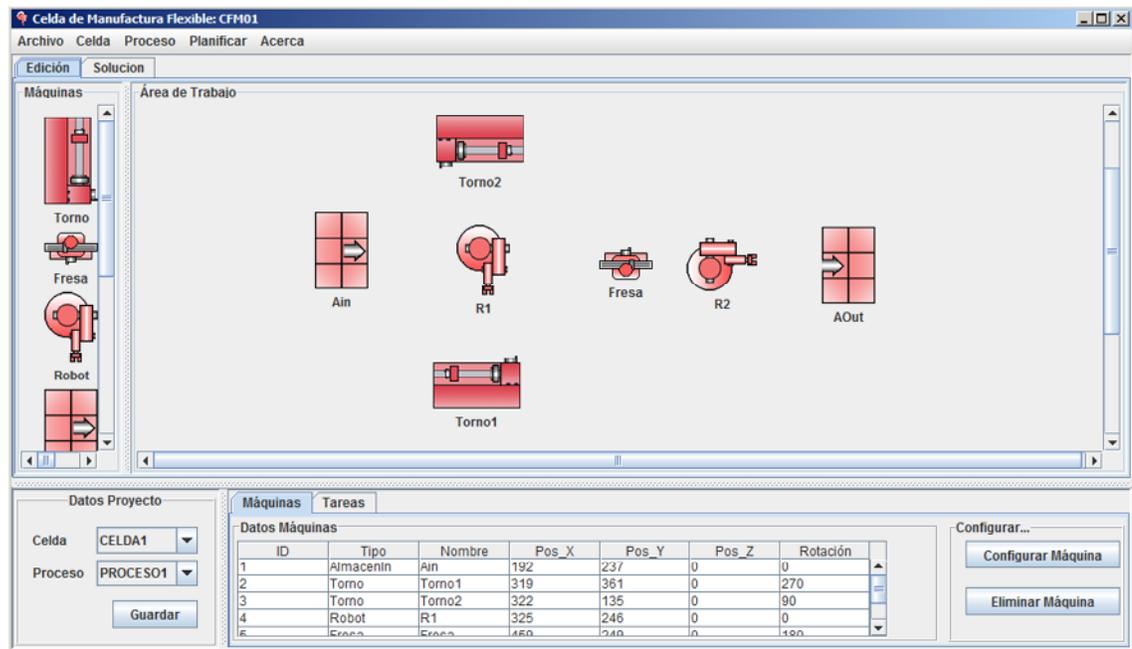
1. Una carpeta o directorio con el nombre del proyecto en la ruta especificada en la cual se guardan 2 tipos de archivos. Un archivo con el nombre del proyecto y con extensión FMC el cual contiene el nombre de todas las celdas del proyecto y uno o más archivos con extensión CLD que hacen referencia a cada una de las celdas del proyecto y que en su interior guarda el nombre de cada uno de los procesos que se lleva a cabo en dicha celda.
2. Una base de datos en el localhost de MySQL con el nombre del proyecto en la cual se encuentran las tablas correspondientes a cada celda y cada proceso que se haya definido en el proyecto.

3.2.1.1.2 Proyecto-Abrir

Permite abrir un proyecto existente, a través de la siguiente pantalla



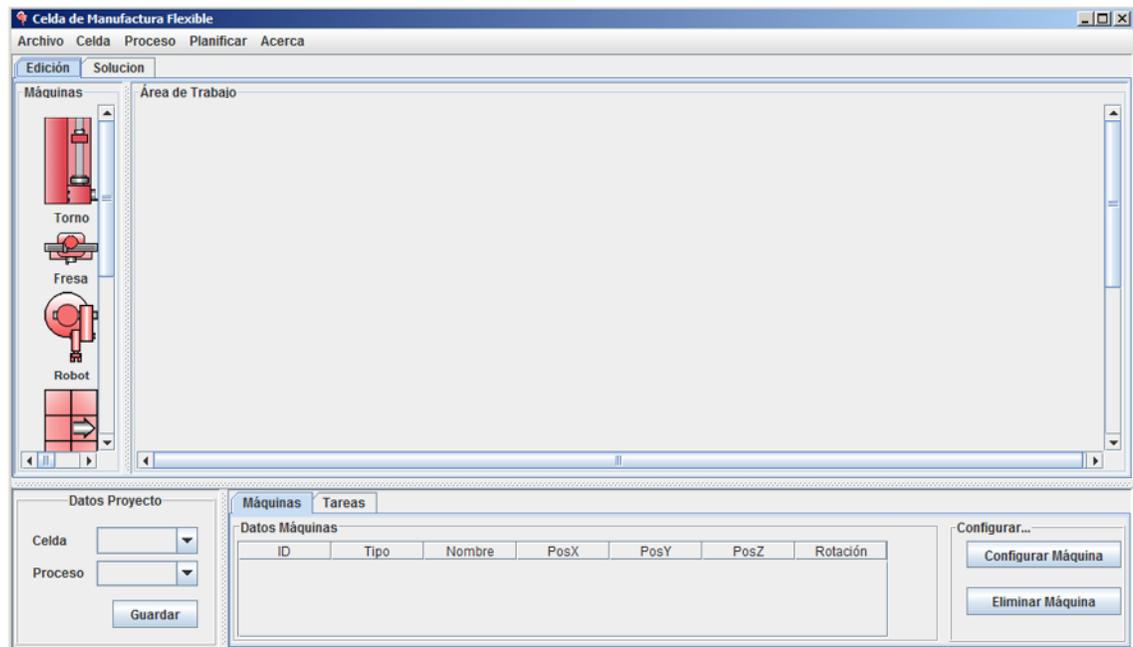
En esta pantalla se elige la ubicación y el nombre del proyecto que se desea abrir. Después de seleccionar la ubicación y el nombre del proyecto y hacer clic en abrir, el programa muestra en la pantalla principal toda la información y elementos del proyecto abierto como puede verse en la imagen siguiente.



3.2.1.1.3 Proyecto-Eliminar

Permite eliminar el proyecto actual.

Después de hacer clic en eliminar aparecerá la ventana inicial en blanco sin información de algún proyecto, como puede verse en la imagen siguiente.

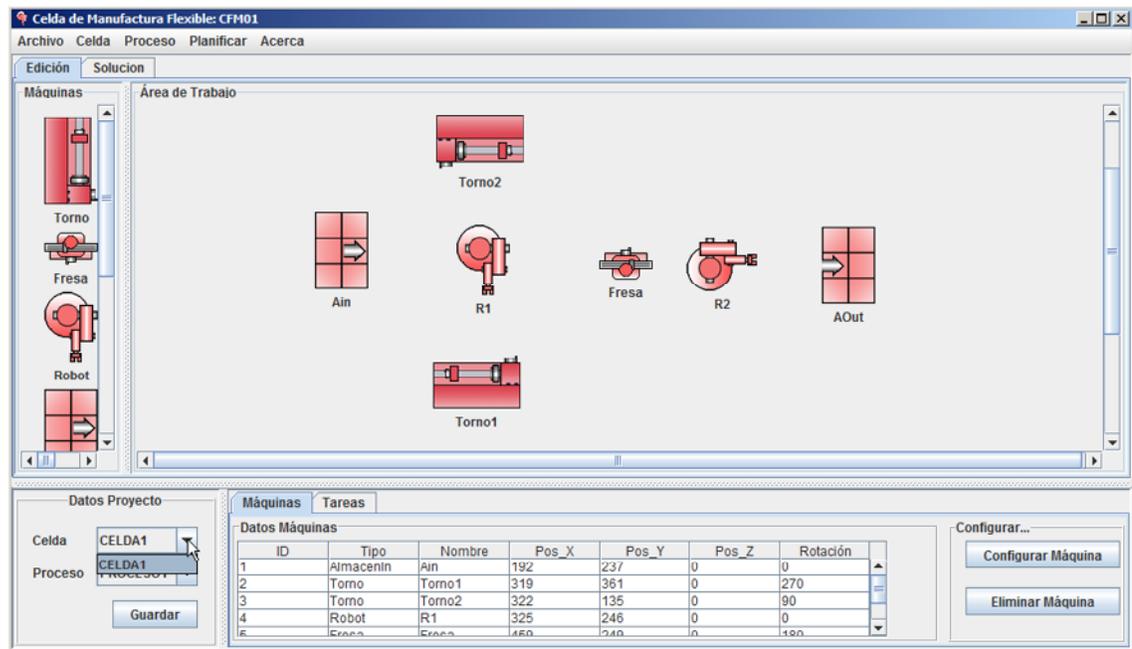


3.2.1.2 Celda

Un proyecto puede contener una o más celdas y este menú permite agregar o eliminar celdas. El menú está compuesto por los submenús

- Nueva
- Eliminar.

La información de las celdas existentes se puede visualizar el espacio para los datos del proyecto (5).

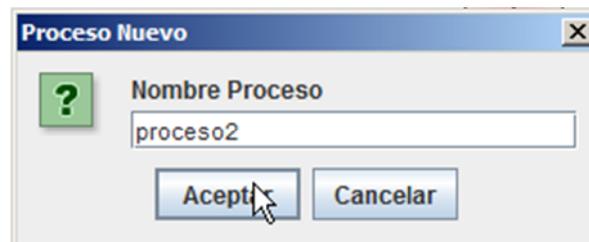


3.2.1.2.1 Celda-Nueva

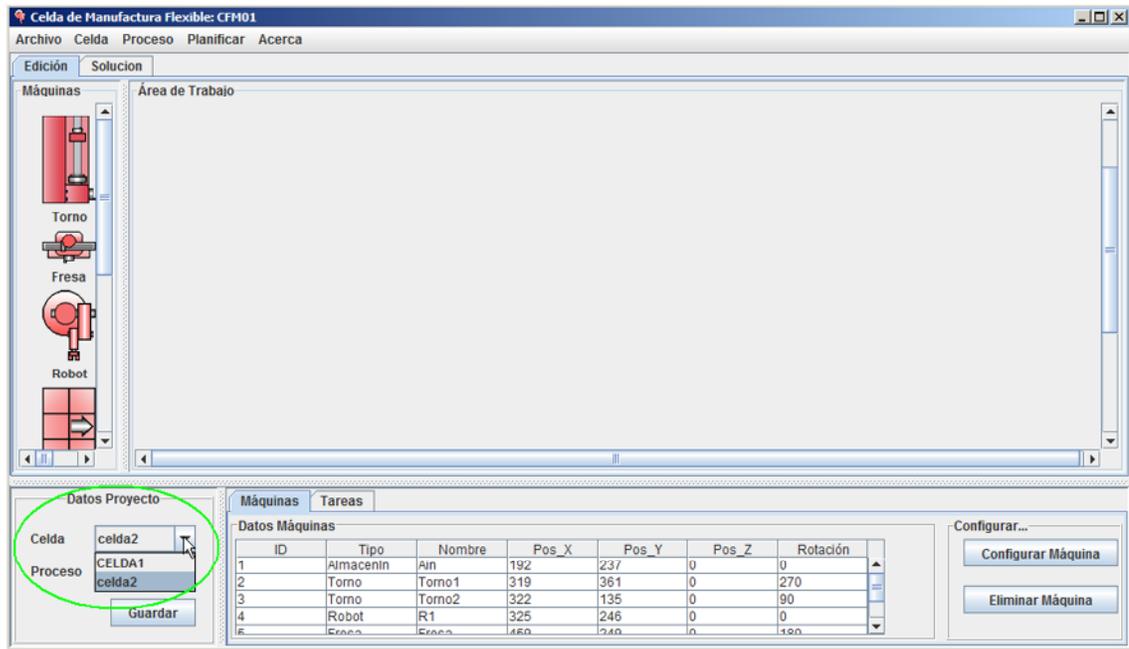
Permite crear una nueva celda en el proyecto actual, a través de la siguiente pantalla



Al hacer clic en aceptar aparece una ventana para un nuevo proceso, el cual será el primer proceso que se asignará a dicha celda.

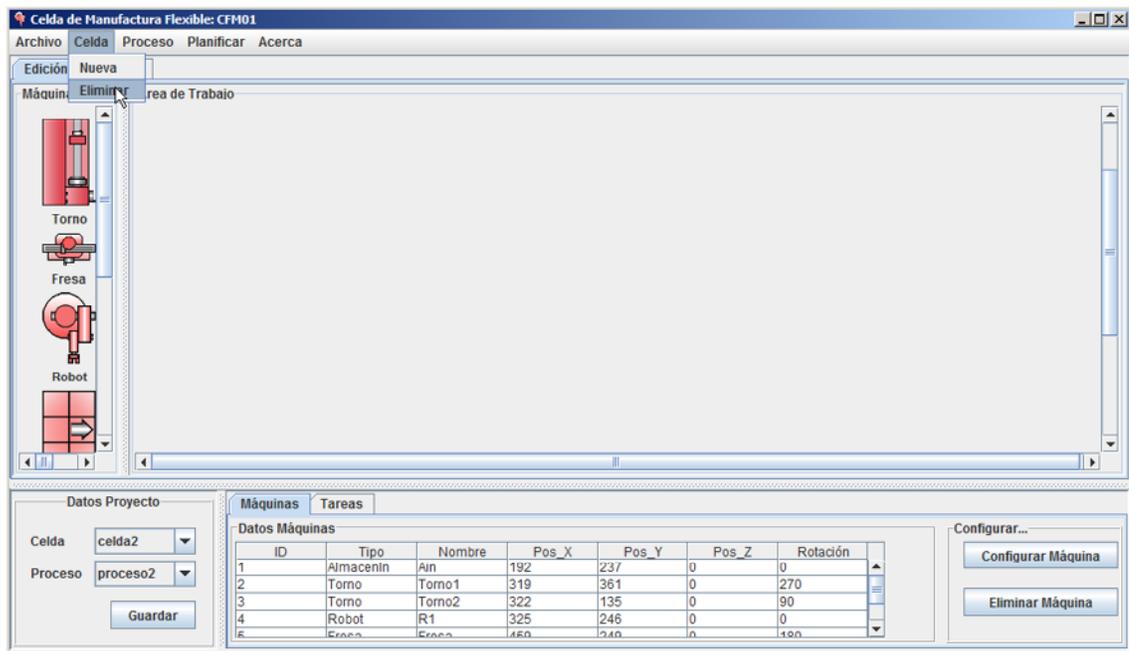


Al hacer clic en aceptar la ventana principal será actualizada con los nuevos datos, como puede observarse en la siguiente imagen siguiente.

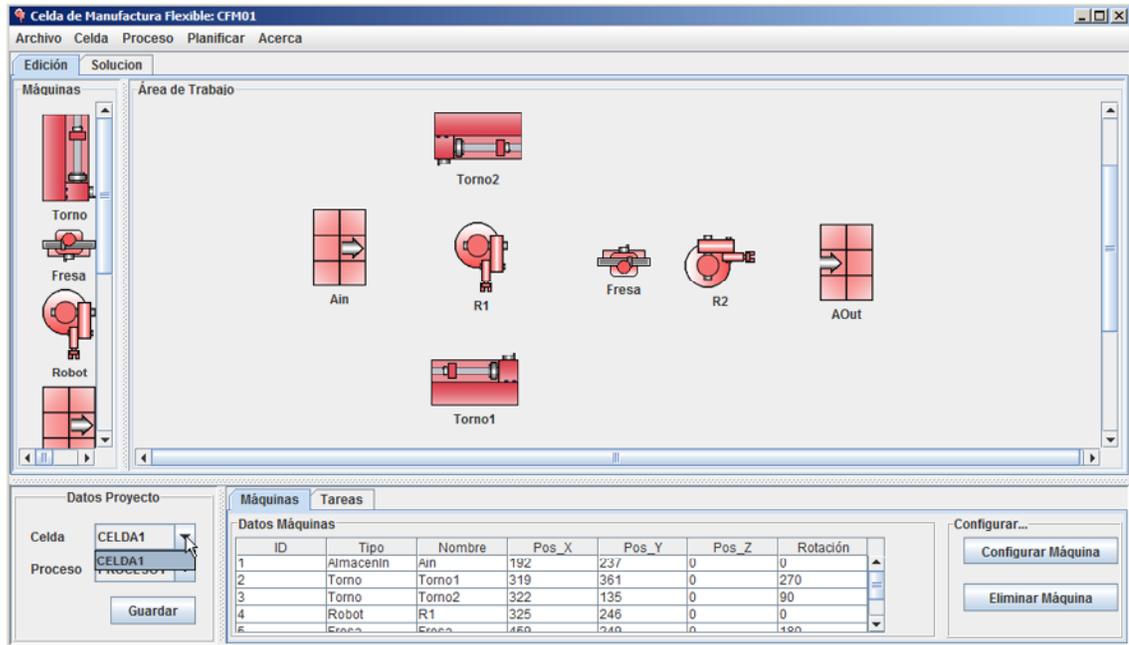


3.2.1.2.2 Celda-Eliminar

Permite eliminar la celda actual del presente proyecto así como todos los procesos asociados a dicha celda.



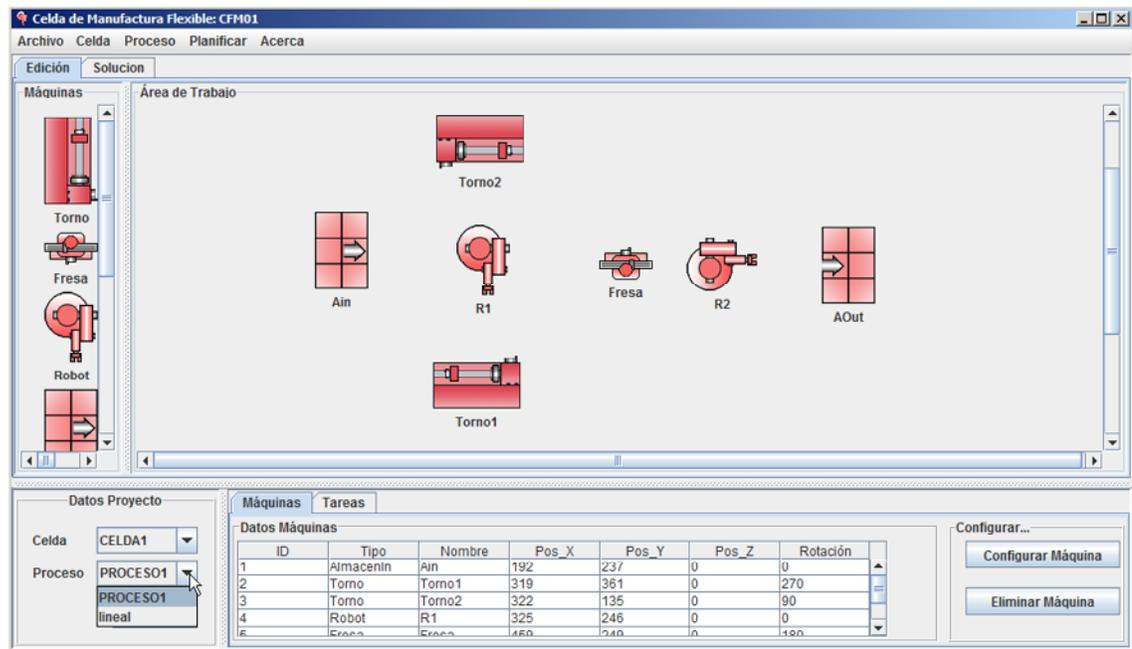
Después de hacer clic en eliminar puede observarse que en la ventana inicial ya no aparece la celda eliminada ni sus procesos respectivos, quedando únicamente las celdas restantes como puede verse en la imagen siguiente.



3.2.1.3 Proceso

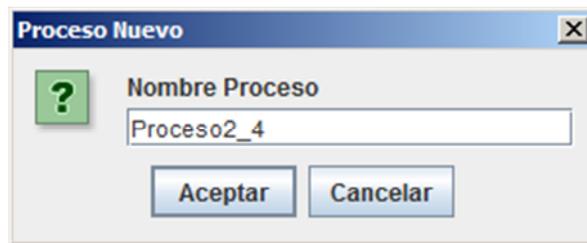
Una celda puede contener uno o más procesos y este menú permite agregar o eliminar estos procesos. El menú está compuesto por los submenús

- Nuevo
- Eliminar

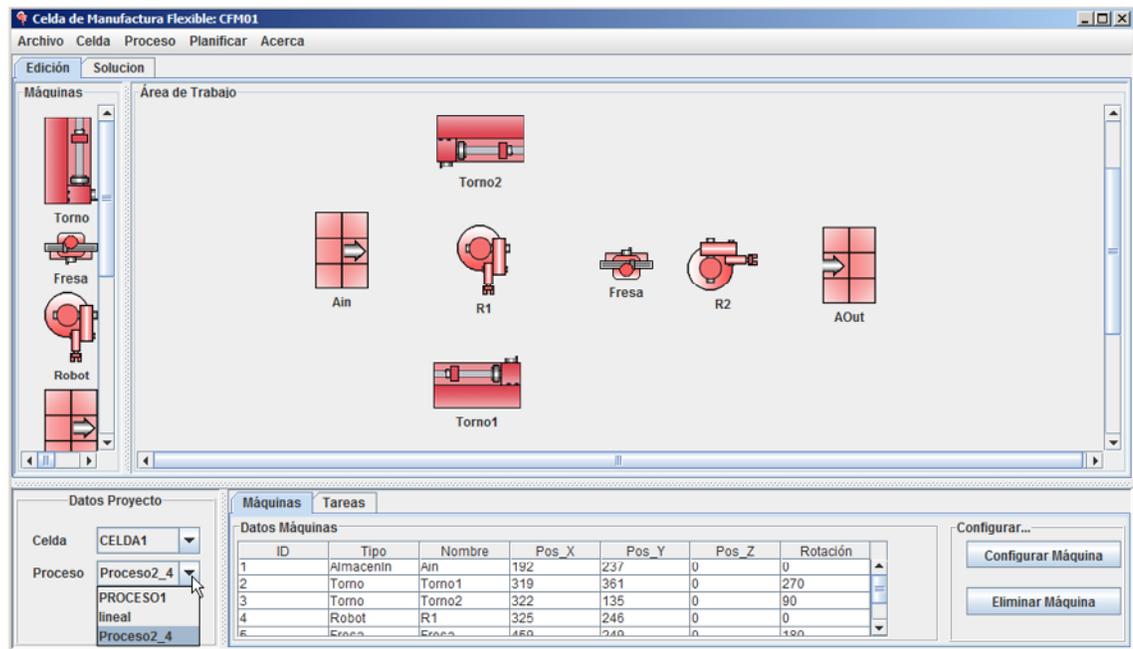


3.2.1.3.1 Proceso-Nuevo

Permite crear un nuevo proceso en la celda actual, a través de la siguiente pantalla

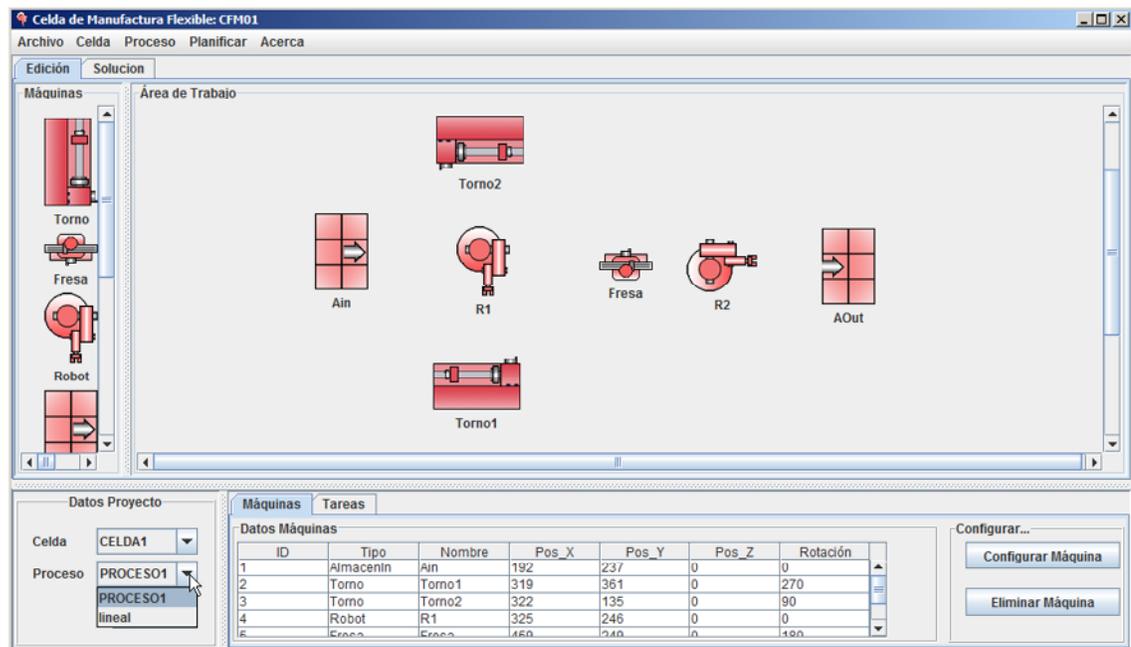


Al hacer clic en aceptar la ventana principal será actualizada con los nuevos datos, como puede observarse en la siguiente imagen.



3.2.1.3.2 *Proceso-Eliminar*

Permite eliminar el proceso actual de la celda actual. Después de hacer clic en eliminar puede observarse que en la ventana inicial ya no aparece el proceso eliminado, quedando únicamente los procesos restantes, como se muestra en la imagen siguiente.



3.2.1.4 Planificar

Teniendo un proyecto definido, con sus respectivas celdas las cuales tienen asignadas un conjunto de máquinas y una serie de actividades (proceso) sobre estas es posible planificar mediante este menú las actividades asignadas a la celda.

Al hacer clic sobre este menú y teniendo un proyecto en ejecución aparece la ventana emergente siguiente

En la cual pueden apreciarse los siguientes elementos:

Cantidad que define el número de piezas que se desean producir.

Tamaño del lote el cual se utiliza en conjunto con **Planificación BHASP** que es el algoritmo de planificación propuesto y que necesita de un tamaño de lote.

Factor de profundidad que es el valor que se le da a la profundidad de la ruta seguida en el proceso de planificación.

Planificación BHASP que es el algoritmo de planificación propuesto, basado en soluciones parciales.

Planificación Adelante que permite que el algoritmo empiece en el estado actual y avance hacia el estado objetivo en el proceso de planificación (Razonamiento hacia adelante).

Planificación Atrás que permite que el algoritmo empiece en el estado objetivo y avance hacia el estado actual en el proceso de planificación (Razonamiento hacia atrás).

Planificación Ad_Atr que permite que el algoritmo avance en ambas direcciones en el proceso de planificación.

Aparte de estos elementos podemos encontrar 2 botones adicionales que son **Configurar estado inicial** y **Planificar**.

Configurar estado inicial permite definir cuáles son las condiciones del estado inicial, lo que permitirá definir el punto desde el cual partirá el proceso de planificación.

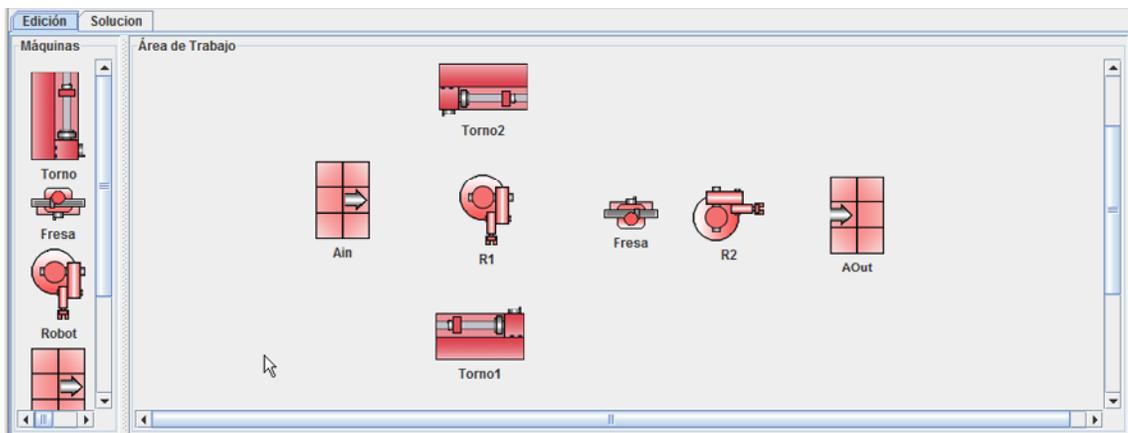
Planificar que permite ejecutar la planificación de las tareas.

3.2.2 PESTAÑAS DE MODO DE TRABAJO

Las pestañas de modo de trabajo permiten pasar a un modo de edición, en el cual es posible configurar una celda, a un modo de inspección de la solución obtenida después de planificar las actividades de una celda.

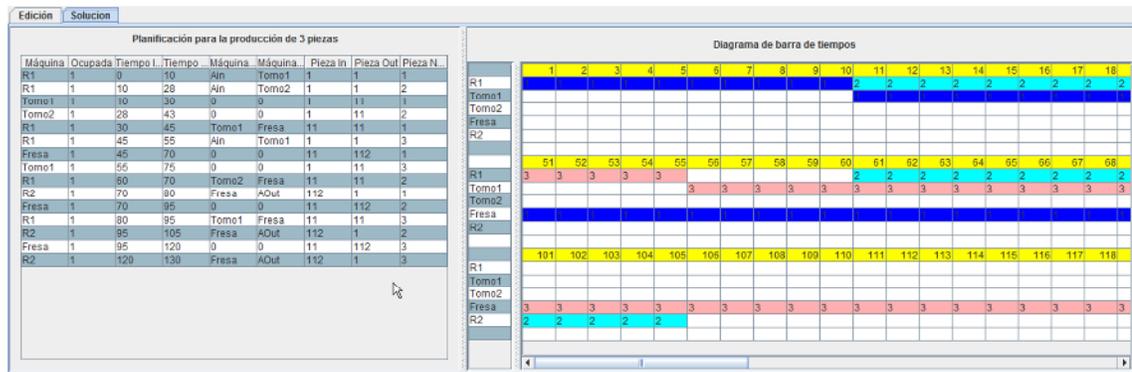
3.2.2.1 Modo Edición

Es la opción por defecto y permite visualizar el área en donde es posible agregar y configurar los elementos de la celda. Está compuesta por el Área de trabajo y por la barra de herramientas Máquinas.



3.2.2.2 Modo Solución

Permite visualizar el área en donde se puede inspeccionar la solución obtenida del proceso de planificación. Está compuesta por 2 secciones. Una en la cual se muestra los resultados, en formato tabla, de las actividades que la celda debe desarrollar para ejecutar el proceso y otra sección en la cual se muestra en formato de diagrama de barra de tiempo la ocupación de cada una de las máquinas durante el proceso de producción de las piezas.

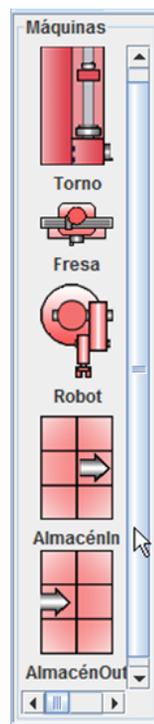


3.2.3 BARRA DE HERRAMIENTAS MÁQUINAS

Brindan acceso al usuario al conjunto de máquinas disponibles para armar o diseñar la celda mediante el proceso de arrastrar y soltar.

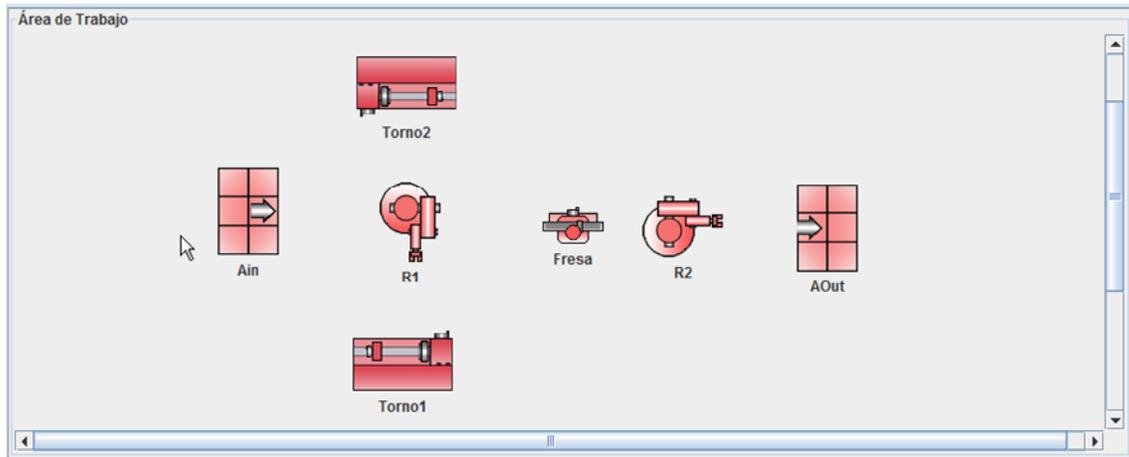
En esta versión se dispone de las siguientes máquinas:

- Almacén de suministros
- Almacén de salida
- Torno
- Fresa



3.2.4 ÁREA DE TRABAJO

Brinda el espacio en donde se alojarán las máquinas de la celda de manufactura en el proceso de edición o creación de ella.



3.2.5 ÁREA DATOS DEL PROYECTO

Brinda información acerca de las celdas y proceso que actualmente se ejecutan en el proyecto. Mediante los elementos de esta área es posible cambiar rápidamente de una celda a otra o de un proceso a otro del presente proyecto, adicionalmente posee un botón que permite guardar los cambios ejecutados en el proyecto actual.



3.2.6 PESTAÑAS MÁQUINAS-TAREAS

Las pestañas Máquina-Tareas permiten pasar de una vista de inspección y configuración de los datos de una máquina, a una vista de inspección y configuración de los datos de una tarea. Cada una de estas áreas se compone de dos subáreas, una que permite visualizar y seleccionar los datos y otra que permite configurarlos.

3.2.6.1 Vista de Inspección y Configuración de los Datos de un Máquina

Esta vista pone a disposición dos áreas, una denominada Datos Máquinas y la otra denominada Configurar que permiten administrar los datos de las máquinas de la celda.

ID	Tipo	Nombre	Pos_X	Pos_Y	Pos_Z	Rotación
1	Almacenin	Ain	192	237	0	0
2	Torno	Torno1	319	361	0	270
3	Torno	Torno2	322	135	0	90
4	Robot	R1	325	246	0	0
5	Fresa	Fresa	450	240	0	450

3.2.6.2 Vista de Inspección y Configuración de los Datos de un Tarea

Esta vista pone a disposición dos áreas, una denominada Datos Tareas y la otra denominada Configurar que permiten administrar los datos de las tareas existentes en los procesos de la celda.

ID	Nombre	M.Ejecutora	M.Origen	M.Destino	Tmpo Tarea	Tipo Pieza In	Tipo Pieza O...
1	T1	R1	Ain	Torno1	10	1	1
2	T2	R1	Ain	Torno2	18	1	1
3	T3	Torno1	0	0	20	1	11
4	T4	Torno2	0	0	15	1	11
5	T5	R1	Torno1	Fresa	45	11	11

3.2.7 ÁREA VISUALIZACIÓN MÁQUINAS-TAREAS

Permite visualizar los datos ya sea de las máquinas o de las tareas, dependiendo de la pestaña seleccionada.

3.2.8 ÁREA CONFIGURACIÓN MÁQUINAS-TAREAS

Provee los botones que permiten eliminar máquinas o tareas de la celda o modificar los datos de estas, dependiendo de la pestaña seleccionada.

4 DESARROLLO DE UN PROYECTO EN K'AXLLAY

Como se mencionó anteriormente para trabajar en el software K'Axllay es necesario trabajar en base a proyectos, lo cual se puede hacer abriendo uno existente o creando uno nuevo. Para explicar la funcionalidad del software se trabajará en base a un proyecto nuevo denominado *prueba1* y que tendrá asociado una celda de manufactura denominada *celdaprueba* y sobre la cual se montará el proceso denominado *pieza1*. La celda estará compuesta por un almacén de entrada denominado *suministros* en donde se encuentra la materia prima, un almacén de salida denominado *productos* en donde se encuentran los productos terminados, 2 tornos denominados *torno1* y *torno2*, dos robots denominados *robot1* y *robot2* y dos fresas denominadas *fresa1* y *fresa2* encargados del proceso de transformación. El proceso que se montará sobre esta celda constará de dos operaciones de transformación de las cuales la primera se debe realizar en un torno y la segunda se debe realizar en una fresa, por lo tanto las tareas a desarrollar serán las siguientes:

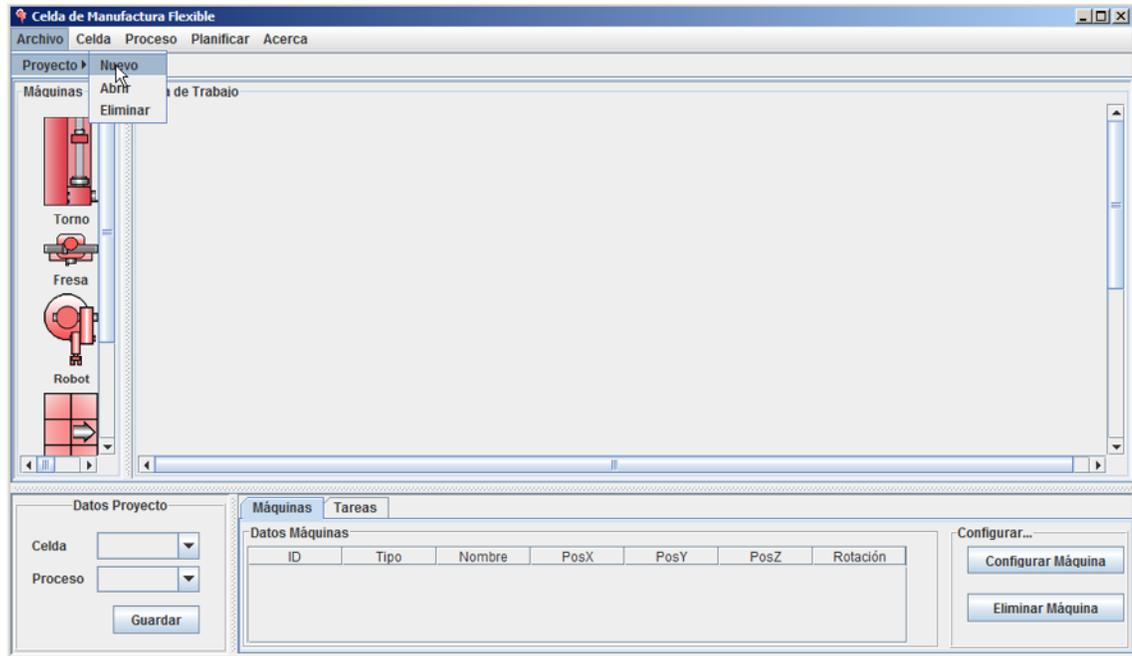
- Transporte de materia prima desde *suministros* hasta el *torno1* o *torno2* por parte del *robot1* para la ejecución del primer proceso de transformación del producto.
- Ejecución del primer proceso de transformación por parte del *torno1* o del *torno2*.
- Transporte del producto semiterminado desde el *torno1* o *torno2* a la *fresa1* o *fresa2* por el *robot1* para la ejecución del segundo proceso.
- Transporte del producto terminado desde la *fresa1* o *fresa2* al almacén *productos* por el *robot2*

Los tiempos empleados en cada una de las tareas son los siguientes:

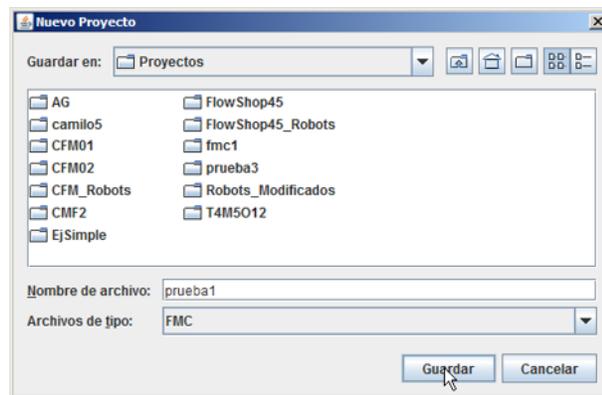
Tarea	Máquina ejecutora	Origen	Destino	Tiempo (sg)
Transporte	robot1	suministros	torno1	17
Transporte	robot1	suministros	torno2	15
Transformación 1	torno1			30
Transformación 1	torno2			35
Transporte	robot1	torno1	fresa1	13
Transporte	robot1	torno1	fresa2	18
Transporte	robot1	torno2	fresa1	19
Transporte	robot1	torno2	fresa2	14
Transformación 2	fresa1			27
Transformación 2	fresa2			35
Transporte	robot2	fresa1	productos	7
Transporte	robot2	fresa2	productos	10

Como primer paso ejecutamos el software teniendo obteniendo en primer plano la ventana principal del proyecto.

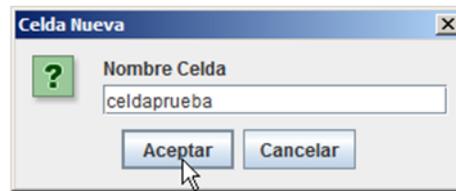
En la ventana principal hacemos clic en **Archivo-Proyecto-Nuevo**



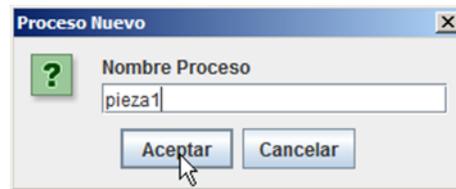
Al ejecutar esta acción nos aparece la ventana que permite definir el nombre del nuevo proyecto y su ubicación. En esta ventana se dejará la ubicación por defecto y se asignará como nombre de proyecto *prueba1*, como puede verse en la imagen.



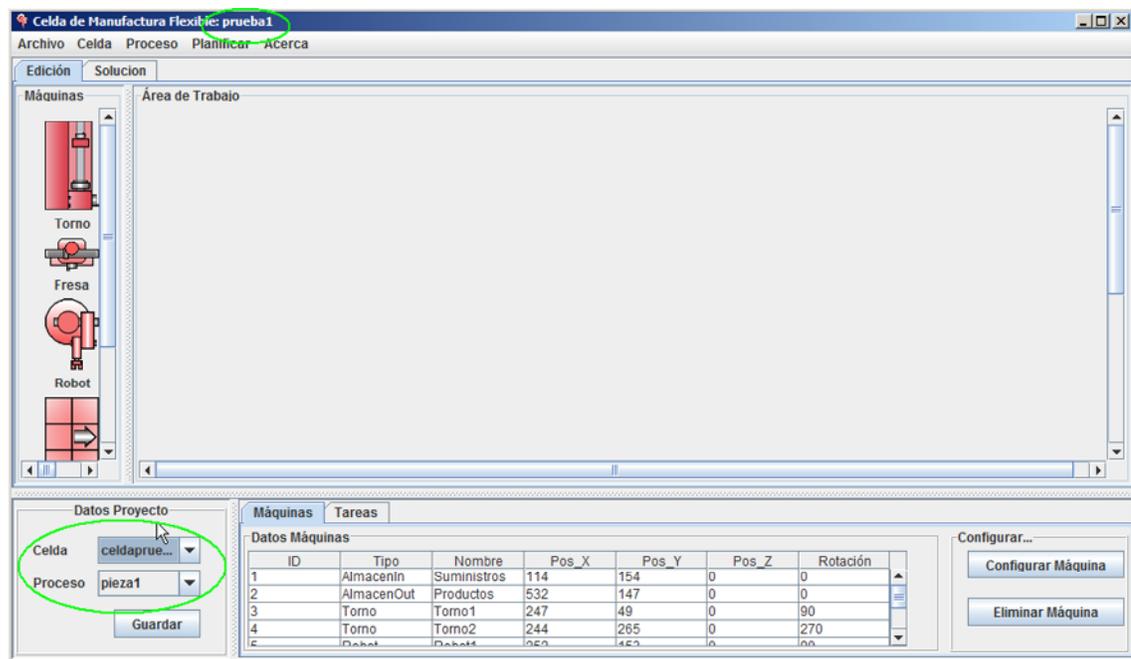
Al hacer clic en guardar aparecerá una nueva ventana en la cual asignaremos el nombre para la primera celda del proyecto, en este caso *celdaprueba*.



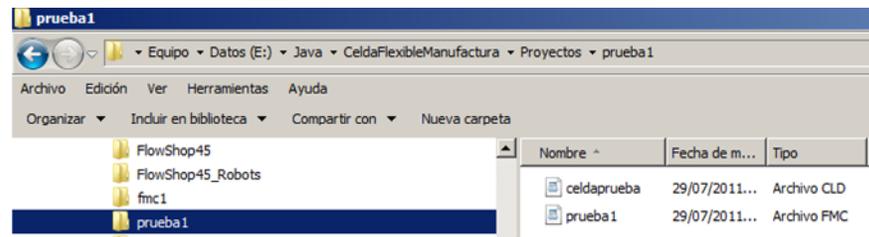
Al hacer clic en Aceptar aparecerá una nueva ventana en la cual asignaremos el nombre del primer proceso de la celda, en este caso *pieza1*.



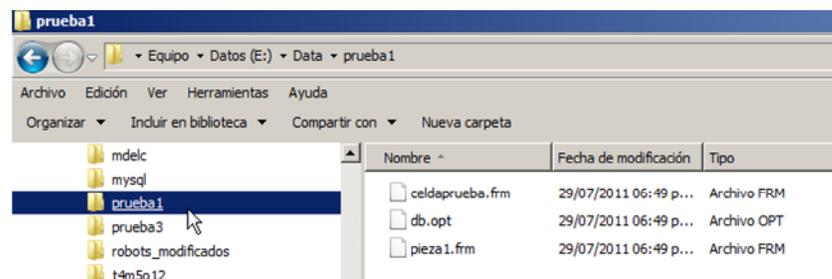
Al hacer clic en aceptar se tendrá la configuración inicial del proyecto y los datos de este se verán reflejados en la ventana principal como puede observarse en la figura siguiente.



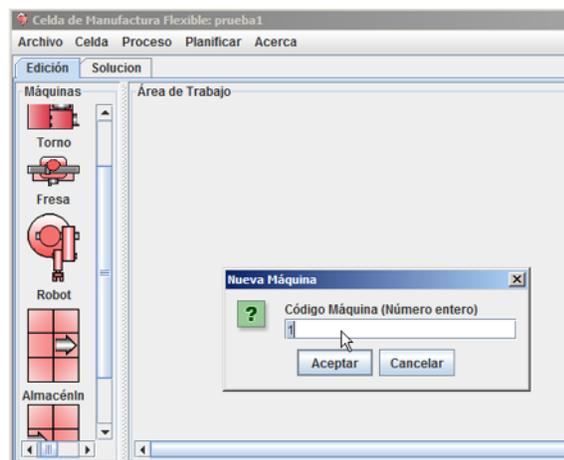
También al finalizar este proceso se genera una carpeta para el proyecto en la ruta seleccionada denominada *prueba1* y dentro de la cual podemos encontrar los archivos *prueba1.FMC* y el archivo *celdaprueba.CLD* correspondientes al archivo del proyecto y al archivo de la celda creada respectivamente, como puede observarse en la figura siguiente.



Adicionalmente se puede observar que en el localhost de MySQL se ha creado una base de datos denominada *prueba1* y que contiene 2 tablas denominadas *celdaprueba.frm* y *pieza1.frm* en las cuales se guardará la información de las máquinas existen en la celda *celdaprueba* y de las tareas que componen el proceso *pieza1* como puede observarse en la figura siguiente.

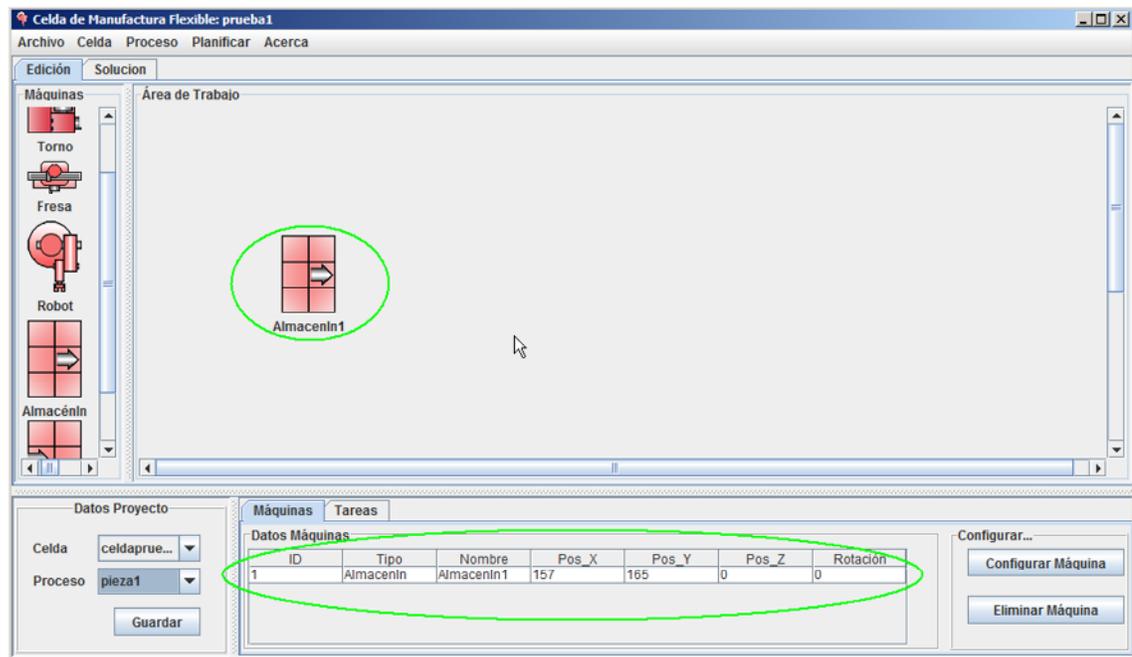


Con el proyecto creado y con una celda activa es posible empezar a agregar los elementos de la celda para ello se selecciona el elemento que se quiere agregar de la barra de herramientas y haciendo un clic, sosteniéndolo y arrastrándolo al lugar en el **área de trabajo** en donde se lo quiere ubicar y soltándolo. En primer lugar se agregará el almacén de entrada denominado *suministros*, al ubicar y soltar este elemento se desplegará una ventana en la cual se pide un código para el elemento agregado. Por defecto el coloca un número entero que no haya sido asignado antes, empezando desde 1. Se da clic en aceptar para aprobar el código sugerido.

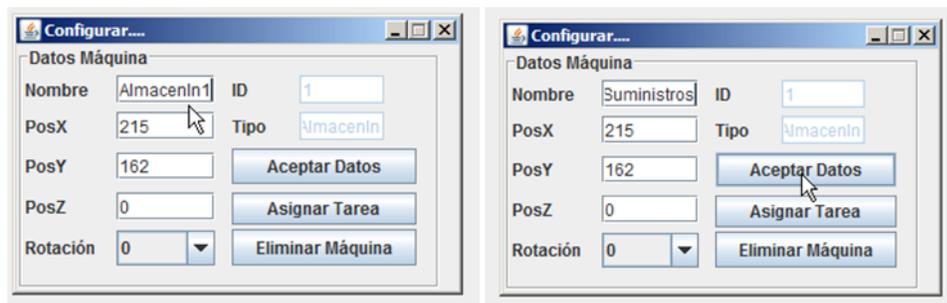


Después de hacer clic en aceptar aparecerá el elemento en el área de trabajo. Por defecto se asigna un nombre, el cual consta del nombre del tipo de elemento más un número consecutivo, empezando

en 1. La información de este elemento se podrá observar en la tabla ubicada abajo del área de trabajo bajo la pestaña **Máquinas**.

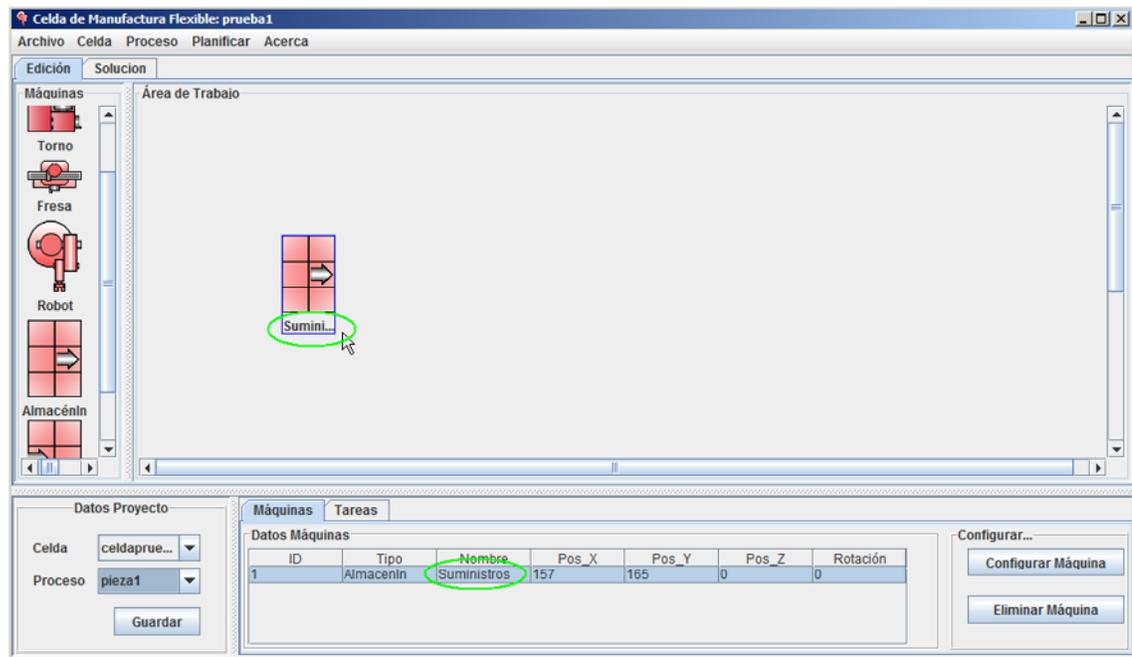


Para configurar los valores de este elemento se puede realizar dos acciones diferentes, una de ellas es hacer clic derecho sobre la elemento, evento que permite desplegar una ventana emergente en la cual se puede configurar las características de éste. Para este caso se necesita cambiar el nombre del elemento (AlmacenIn1 por Suministros)



En esta ventana también se puede visualizar 3 botones, el primer botón **Aceptar Datos** permite aceptar los cambios en la configuración de la máquina, el segundo botón **Asignar Tarea** permite asignar una tarea a la máquina, este botón se explicará a profundidad más adelante y el botón **Eliminar Máquina** el cual permite eliminar una máquina no deseada.

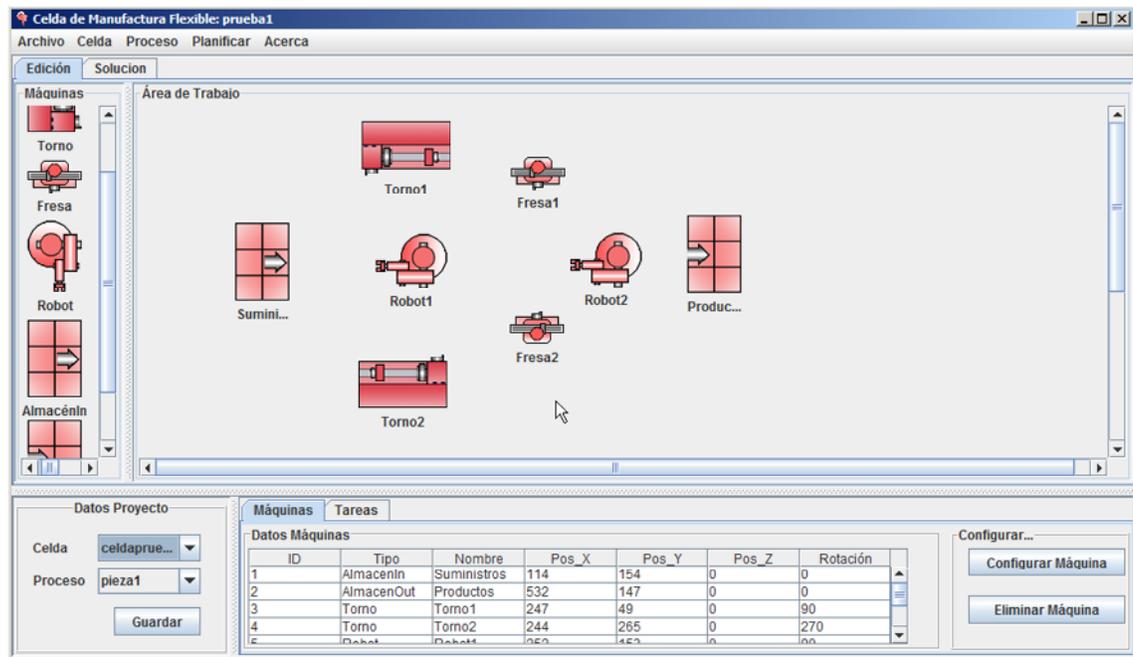
Al hacer clic en el botón **Aceptar Datos** el cambio de configuración se verá reflejado en la ventana principal como puede observarse en la imagen siguiente.



Otra forma de configurar la máquina es, estando esta seleccionada, hacer clic en el botón **Configurar Máquina** ubicado en la parte inferior derecha de la ventana. La única diferencia con el método anterior es que la ventana emergente mostrada al ejecutar este evento no tiene los botones **Asignar Tarea** y **Eliminar Máquina** como puede verse en la imagen siguiente.

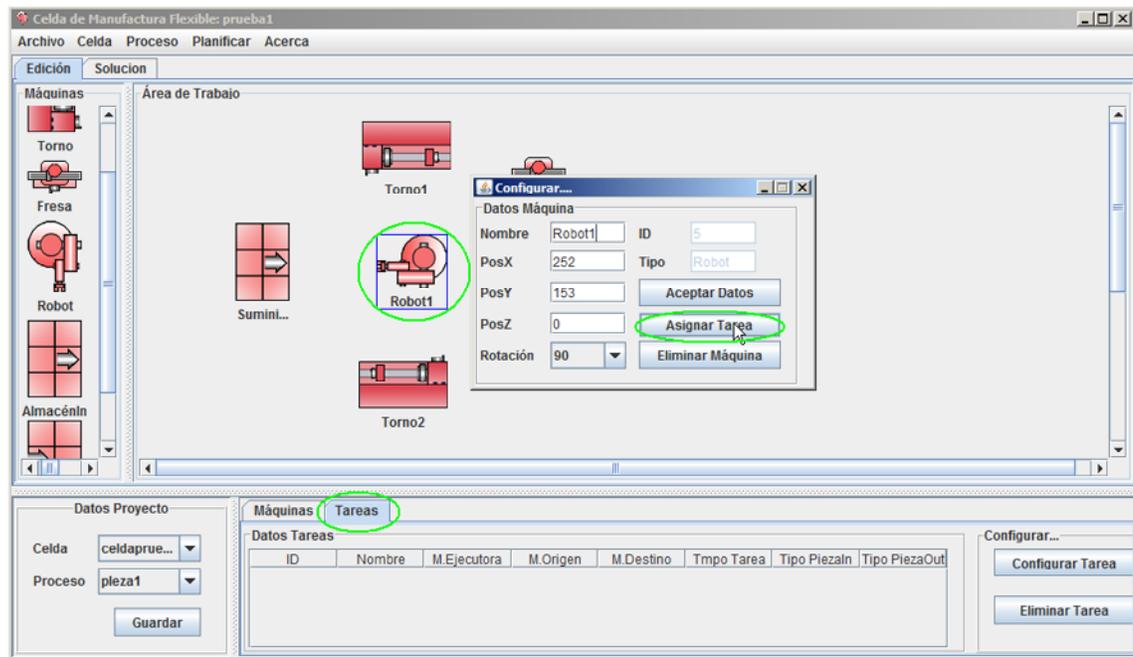


Procediendo de forma similar a la anteriormente explicada se ubican y configuran el resto de elementos de la celda, obteniendo el siguiente resultado:



Las máquinas pueden ser ubicadas en cualquier lugar del *Área de Trabajo* mediante la opción de configuración o arrastrándola y soltándola en el lugar deseado.

Una vez diseñada la celda de manufactura con todas sus máquinas y almacenes se procede a configurar cada una de las tareas que debe desarrollar cada máquina, para lo cual se procede de la siguiente forma: primero es conveniente activar la pestaña de *Tareas*, ubicada en la parte central inferior de la ventana principal, para poder ver las asignaciones de tareas a las máquinas o los cambios en la configuración de esta, segundo se debe identificar la máquina que realizará la tarea y hacer clic derecho sobre ella, evento que permitirá visualizar la ventana para configuración. En este caso asignaremos la primera tarea al *robot1* el cual llevará la materia prima desde el almacén *Suministros* al torno *Torno1* para realizar el primer proceso de transformación.



Al hacer clic en *Asignar Tarea* aparecerá una ventana emergente que permitirá definir una tarea para la máquina seleccionada. Esta ventana permite configurar los siguientes elementos: **ID** que permite asignar un código de identificación a la tarea. Este número debe ser un número entero no repetido, **Nombre** que permite asignar un nombre a la tarea, **Máq Ejecutora** en la cual aparecerá el nombre de la máquina que realizará la tarea y que no es modificable, **Máq Origen** que permite definir el origen de una tarea de transporte y que está activa únicamente para máquinas que pueden realizar tareas de transporte, **Máq Destino** que permite definir el destino de una tarea de transporte y al igual que la anterior solo está activa para este tipo de tareas, **Tiempo** que permite definir el tiempo que durará la tarea, **Pieza Tipo In** el cual es un código que se le da a la pieza sobre la cual se realiza la tarea antes de que dicha tarea empiece, **Pieza Tipo Out** el cual es un código que se le da a la pieza al terminar la tarea, mediante **Pieza Tipo In** y **Pieza Tipo Out** es posible identificar si la pieza sobre la cual se realiza la tarea sufrió alguna transformación en la ejecución de dicha tarea. En una tarea estrictamente de transporte el código de la pieza que entra y el código de la pieza que sale debe ser el mismo pues no hay transformación alguna sobre ella.

Asignar Tarea

ID: 1

Nombre: R1

Máq Ejecutora: Robot1

Máq Origen: Sumin...

Máq Destino: Torno1

Tiempo: 17

Pieza Tipo In: 1

Pieza Tipo Out: 1

Aceptar

Al hacer clic en *Aceptar* se puede ver los cambios en la tabla de tareas ubicada en la parte inferior central de la ventana principal.

Celda de Manufactura Flexible: prueba1

Archivo Celda Proceso Planificar Acerca

Edición Solucion

Máquinas

Área de Trabajo

Máquinas

Torno

Fresa

Robot

Almacén

Sumini...

Robot1

Torno1

Fresa1

Robot2

Fresa2

Torno2

Produc...

Datos Proyecto

Celda: celdapru...

Proceso: pleza1

Guardar

Máquinas Tareas

Datos Tareas

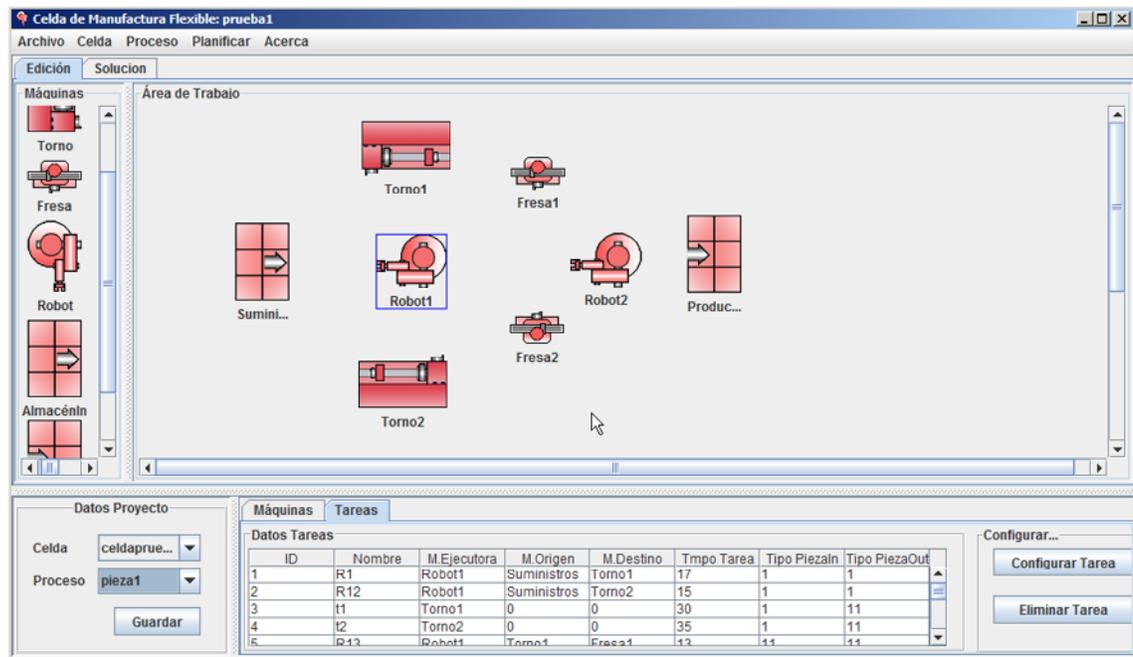
ID	Nombre	M.Ejecutora	M.Origem	M.Destino	Tmpo Tarea	Tipo PiezaIn	Tipo PiezaOut
1	R1	Robot1	Suministros	Torno1	17	1	1

Configurar...

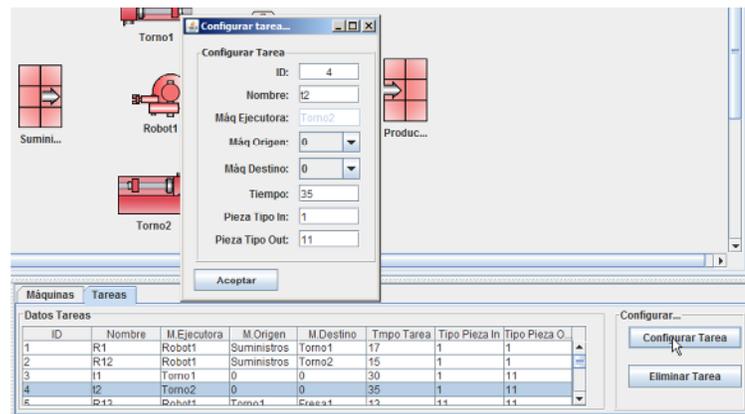
Configurar Tarea

Eliminar Tarea

Procediendo de igual forma asignamos las tareas restantes del proceso obteniendo el siguiente resultado



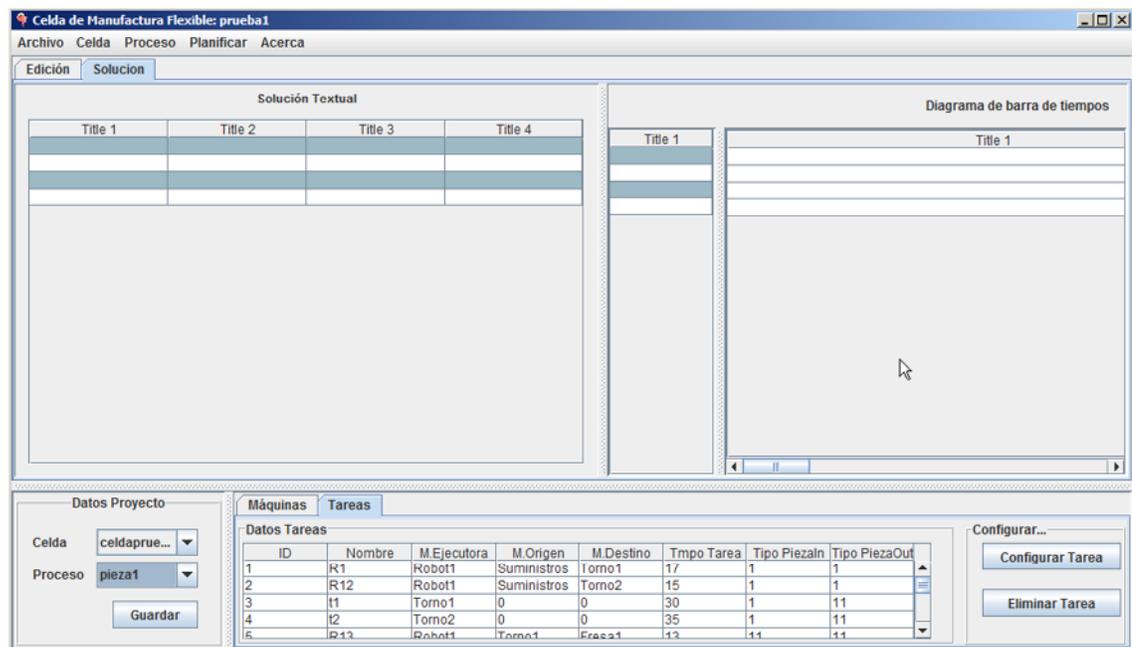
Las tareas definidas anteriormente pueden ser modificadas utilizando los botones ubicados en la parte inferior derecha con la pestaña **Tareas** activada. Estos botones son **Configurar Tarea** que permite definir nuevamente los parámetros de la tarea por medio de la ventana siguiente, en donde se puede observar que se activo una ventana emergente para configurar la tarea con identificación 4 pues es la que se había seleccionado antes de hacer clic en **Configurar Tarea**.



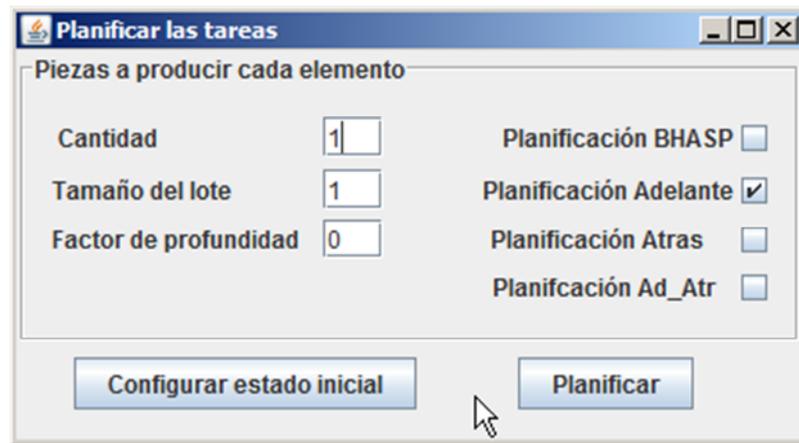
Se puede observar que para un máquina tipo torno o fresa uno existe un origen o un destino, asignando en este campo el valor 0 . Otro aspecto importante a tener en cuenta es el código asignado a la pieza que entra o sale de un proceso. Como se mencionó anteriormente una tarea de solo transporte no modificar la pieza por lo tanto el código de la pieza de entrada como de salida debe ser la misma. Adicionalmente se debe dar a las piezas un código que brinde información de la tarea ejecutada sobre ella, por ejemplo la tarea con identificación 3 la cual es realizada por el **Torno1** el código de la pieza de entrada es 1 (sin ninguna operación sobre ella) y la pieza de salida es 11 en

donde el 1 al final alude a que en ella se realizó el proceso 1, igualmente para la tarea con código 9 realizada por la **Fresal** en donde el código de la pieza de entrada es 11 con el significado anteriormente descrito y su código de salida el 112, es decir una pieza en la que se ha ejecutado los procesos 1 y 2 necesarios para el producto. Por último, para cerrar el ciclo de la pieza hay que tener mucho cuidado con el código de la pieza terminada en el almacén de salida (**Productos**), este código debe coincidir con el código de la pieza cuando sale del almacén de entrada (**Suministros**) por lo tanto cuando la pieza terminada es llevada desde la última máquina al almacén de salida el código debe ser el mismo que cuando la pieza salió del almacén de entrada como puede visualizarse en las tareas con identificación 11 y 12.

A medida que se vaya diseñando y configurando la celda y sus elementos se aconseja ir guardando los cambios realizados utilizando para ello el botón **Guardar** ubicado en la parte inferior izquierda de la ventana principal. Una vez terminado el proceso de diseñar la celda, definir sus tareas sobre y guardado la información es posible pasar a la planificación de las tareas, para ello se aconseja pasar a la pestaña de **Solución**, aunque no necesario, ubicada en la parte superior izquierda de la ventana principal. En el ambiente de esta pestaña encontramos 2 tablas principales, la tabla ubicada en la parte izquierda permitirá mostrar el tiempo inicial y tiempo final en que cada máquina empezará y terminará cada tarea encomendada a ella y en la parte derecha se tendrá otra tabla con la misma información pero en diagramas de barras lo que permite visualizar de manera sencilla el uso en el tiempo que se les está dando a las máquinas de la celda.



Para planificar las tareas se hace clic en **Planificar** del menú de la ventana principal desplegándose la siguiente ventana

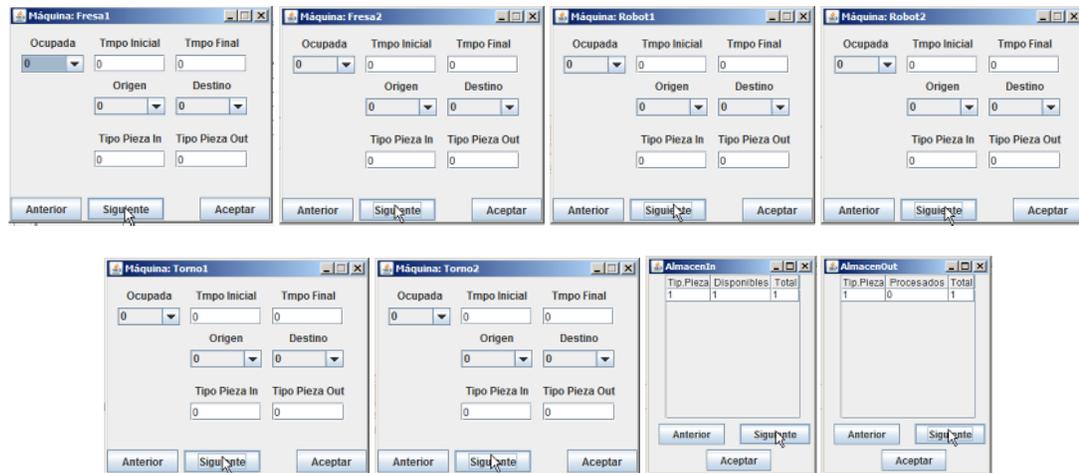


En esta ventana, como se mencionó anteriormente, se encuentran los siguientes elementos: **Cantidad** que define la cantidad de pieza que se va a producir de cada producto, es decir se se va a fabricar 3 piezas diferentes y en **Cantidad** aparece el valor 1 significa que en total se producirán 3 piezas, una de cada una, **Tamaño de lote** funciona en conjunto con **planificación BHASP** que es una técnica de búsqueda propuesta en este proyecto y que se explicará más adelante, **Factor de profundidad** es el efecto que tiene el camino seguido en el algoritmo de planificación (se tiene en cuenta puesto que los algoritmos de planificación implementados se basan en la técnica de búsqueda heurística primero el mejor y dentro de esta técnica el algoritmo A*), **Planificación BHASP** que es una estrategia de búsqueda heurística propuesta basada en el algoritmo A*, pero con la implementación de soluciones parciales que permiten reducir la complejidad computacional, está asociado con el **Tamaño del lote** que define el tamaño de la solución parcial, adicionalmente esta estrategia de planificación puede combinarse con **Planificación Adelante**, **Planificación Atras** y **Planificación Ad_Atr** para realizar mediante este algoritmo una planificación hacia adelante, hacia atrás o hacia adelante y atrás respectivamente, **Planificación Adelante** permite implementar, cuando solo está seleccionada esta caja de chequeo, una planificación mediante una búsqueda heurística básica hacia adelante mediante el algoritmo A*, **Planificación Atras** permite implementar, cuando solo está seleccionada esta caja de chequeo, una planificación mediante una búsqueda heurística básica hacia atrás mediante el algoritmo A*, **Planificación Ad_Atr** permite implementar, cuando solo está seleccionada esta caja de chequeo, una planificación mediante una búsqueda heurística básica bidireccional mediante el algoritmo A*.

En esta ventana también se encuentran 2 botones denominados **Configurar estado inicial** y **Planificar**.

Configurar estado inicial permite establecer las condiciones iniciales para la planificación de tareas. Al hacer clic en este botón se despliega la ventana emergente que permite configurar el estado inicial de la primera máquina, la cual permitirá acceder a la siguiente máquina y esta a la siguiente y así sucesivamente. Los últimos elementos en configurar son los almacenes. En la

siguiente gráfica puede observarse, para el proyecto actual, el orden en que se desplegarían las ventanas de configuración de cada elemento.



Como puede verse la ventana de configuración de estado inicial para las máquinas herramienta es igual para todas y contiene los siguientes elementos:

Ocupada que permite definir si la máquina empieza ocupada o no (1 o 0), **Tmpto Inicial** que permite definir en el caso de estar ocupada el tiempo en que empezó a ejecutar la tarea, **Tmpto Final** que permite especifica el tiempo en que finalizará o finalizó la última tarea en caso de esta ocupada o desocupada respectivamente, **Origen** y **Destino** que permiten especificar el origen y destino si la máquina realiza una tarea de transporte, en caso de ser una máquina que solo realiza un proceso de transformación estos valores serán 0, **Tipo Pieza In** y **Tipo Pieza Out** que permiten establecer el tipo de pieza que entra a un proceso y de que tipo sale, en el caso de una tarea exclusiva de transporte estos valores serán los mismos.

Para un almacén tipo **AlmacenIn** los elementos que se pueden configurar son **Tip.Pieza** que define los tipos de materia prima que pueden ser procesadas, este valor depende de la asignación de tareas en la definición de tipo de piezas de entrada y tipo de pieza de salida, **Disponibles** que define la cantidad de materia prima disponible para ser procesada, **Total** define la cantidad de materia prima en un inicio disponible para el proceso.

Para un almacén tipo **AlmacenOut** los elementos que se pueden configurar son **Tip.Pieza** que define los tipos de piezas terminadas que pueden llegar al almacén, **Procesados** que define la cantidad de cada una de las piezas que han sido procesadas y que se encuentran ya en el almacén de salida, **Total** define la cantidad de elementos de cada tipo de pieza que al final habrá en el almacén.

Por defecto la configuración inicial hace referencia a un estado en el cual aún no se ha iniciado ninguna tarea del proceso a desarrollar sobre la celda.

Una vez configurados los elementos de la celda podemos salir de la configuración haciendo clic en **Aceptar**. Esto puede hacerse en cualquier momento de la configuración.

Ya configurados todos los elementos podemos pasar al proceso de planificación haciendo clic en el botón **Planificar** que permite al algoritmo de planificación actuar para buscar la mejor distribución de tareas que permite reducir el makespan del proceso.

Al iniciar el proceso de planificación se despliega una ventana que nos informa que el proceso comenzó, adicionalmente permite parar la planificación en cualquier momento, lo cual puede ser de mucha ayuda cuando el proceso resulta muy demorado, que generalmente se debe a la configuración de la planificación, y se desea pararlo.



Al termina el proceso de planificación se muestra una ventana de mensaje de planificación terminada y los resultados de este proceso se muestra en las 2 tablas antes mencionadas como puede verse en la imagen siguiente.

Celda de Manufactura Flexible: prueba1

Archivo Celda Proceso Planificar Acerca

Edición Solucion

Planificación para la producción de 1 piezas

Máquina	Ocupada	Tiempo I...	Tiempo ...	Máquina ...	Máquina ...	Pieza In	Pieza Out	Pieza N...
Robot1	1	0	17	Sumini...	Torno1	1	1	1
Torno1	1	17	47	0	0	1	11	1
Robot1	1	47	60	Torno1	Fresa1	11	11	1
Fresa1	1	60	87	0	0	11	112	1
Robot2	1	87	94	Fresa1	Product...	112	1	1

Diagrama de barra de tiempos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Robot1									
Torno1									
Torno2									
Fresa1									
Fresa2									
Robot2									
Robot1	51	52	53	54	55	56	57	58	59
Torno1									
Torno2									
Fresa1									
Fresa2									
Robot2									

Datos Proyecto

Celda: celdaprue...
Proceso: pieza1
Guardar

Máquinas Tareas

Datos Tareas

ID	Nombre	M.Ejecutora	M.Origen	M.Destino	Tmpo Tarea	Tipo Piezaln	Tipo PiezaOut
1	R1	Robot1	Suministros	Torno1	17	1	1
2	R12	Robot1	Suministros	Torno2	15	1	1
3	t1	Torno1	0	0	30	1	11
4	t2	Torno2	0	0	35	1	11
5	R12	Robot1	Torno1	Fresa1	12	11	11

Configurar...
Configurar Tarea
Eliminar Tarea

En donde se puede observar que la tabla izquierda ahora tiene como título *Planificación para la producción de 1 piezas* y en la cual encontramos la mejor secuencia de tareas para lograrlo, teniendo que para este ejemplo la secuencia es: el **Robot1** transporta la materia prima desde **Suministros** hasta el **Torno1**, esta tarea empieza a los 0sg y termina a los 17sg, después de esta tarea entra en acción el torno, quien realiza la primera transformación a la materia prima, empezando a los 17sg y terminando a los 47sg, adicionalmente la pieza deja de ser de tipo 1 y pasa a ser de tipo 11 (se ha ejecutado el primer proceso sobre ella), a los 47sg el **Robot1** recoge la pieza del **Torno1** y la lleva hasta la **Fresa1**, terminando esta tarea a los 60sg, una vez la pieza está en la **Fresa1** esta ejecuta el proceso2 sobre la pieza y por lo tanto esta pasa de ser tipo 11 a tipo 112, esta proceso termina a los 87seg, finalmente el **Robot2** toma la pieza de la **Fresa1** y la lleva hasta **Productos** pasando la pieza de tipo 112 a tipo 1 en este almacén y completando el proceso encomendado a la celda.

Esta misma información se puede observar en la tabla derecha pero en forma de diagrama de barras de tiempo, en donde la barra amarilla permite referenciar al tiempo y las barras de otros colores hacen referencia a una pieza en particular siendo procesada por una máquina en un lapso de tiempo. A cada pieza se le asigna un color, es decir si la planificación hubiera sido para dos piezas, la primera pieza en ingresar al proceso quedaría identificada por color azul y la segunda por un color diferente a este como puede verse en la imagen siguiente en la cual se realizó la planificación para 3 piezas.

