



UNIVERSIDAD DE  
GUADALAJARA

MANUAL DE

# CÁMARAS OPTITRACK

LABORATORIO DE CONTROL

Emmanuel Cruz Zavala  
Carlos Iván Aldana López  
Emmanuel Nuño Ortega  
Alberto Carlos Aguirre González



# Manual de Usuario

Sistema de Captura de Movimiento  
OptiTrack Flex 13

Laboratorio de Control  
Universidad de Guadalajara

29 de abril de 2026

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Descripción general del sistema</b>	<b>3</b>
<b>3. Especificaciones técnicas</b>	<b>3</b>
<b>4. Requisitos de software</b>	<b>4</b>
<b>5. Instalación del software OptiTrack Motive</b>	<b>4</b>
5.1. Descarga . . . . .	4
5.2. Proceso de instalación . . . . .	4
<b>6. Configuración del equipo Host</b>	<b>6</b>
6.1. Firewall y antivirus . . . . .	6
6.2. Modo de alto rendimiento . . . . .	7
6.3. Configuración de la tarjeta gráfica . . . . .	7
6.4. Activación de la licencia de Motive . . . . .	8
<b>7. Instalación física de las cámaras</b>	<b>9</b>
7.1. Distribución recomendada . . . . .	9
7.2. Conexión . . . . .	9
<b>8. Configuración inicial del sistema</b>	<b>9</b>
<b>9. Calibración del sistema</b>	<b>9</b>
9.1. Tipos de calibración . . . . .	13
9.2. Preparación del volumen de captura . . . . .	14
9.3. Enmascaramiento de reflejos ( <i>Masking</i> ) . . . . .	14
9.4. Proceso de <i>wanding</i> . . . . .	15



---

9.5. Definición del plano de suelo . . . . .	16
9.6. Verificación de la calibración . . . . .	17
<b>10.Verificación del sistema</b>	<b>17</b>
<b>11.Marcadores</b>	<b>18</b>
<b>12.Creación de Rigid Bodies</b>	<b>19</b>
12.1. ¿Qué es un Rigid Body? . . . . .	19
12.2. Colocación de los marcadores . . . . .	19
12.3. Creación del Rigid Body en Motive . . . . .	20
12.4. Propiedades del Rigid Body . . . . .	23
12.4.1. Pose del Rigid Body . . . . .	23
12.5. Consideraciones para el rastreo en tiempo real . . . . .	25
<b>13.Ejemplo de aplicación: Seguimiento de un Turtle</b>	<b>25</b>
13.1. Colocación del objeto . . . . .	26
13.2. Creación del Rigid Body . . . . .	26
13.3. Obtención de la pose . . . . .	27
13.4. Análisis de datos . . . . .	27

## 1 Introducción

El presente manual describe el proceso de instalación, configuración y uso del sistema de captura de movimiento OptiTrack disponible en el Laboratorio de Control de la Universidad de Guadalajara. El sistema está compuesto por ocho cámaras **OptiTrack Flex 13** y tiene como propósito principal la obtención de la posición y orientación de robots móviles durante experimentos de control, seguimiento de trayectorias y validación de algoritmos de navegación.

Este documento está dirigido a estudiantes, investigadores y personal académico con conocimientos básicos en robótica y control.

## 2 Descripción general del sistema

El sistema OptiTrack es una plataforma de captura de movimiento basada en visión infrarroja. Utiliza cámaras especializadas que detectan marcadores reflectivos pasivos para reconstruir, en tiempo real, la posición tridimensional de los objetos dentro del volumen de captura.

El sistema instalado en el laboratorio consta de los siguientes componentes:

- Ocho cámaras OptiTrack Flex 13.
- Un equipo de cómputo central (Host) para procesamiento.
- El software OptiTrack Motive.
- Marcadores reflectivos pasivos.

## 3 Especificaciones técnicas

Las principales características técnicas de las cámaras **OptiTrack Flex 13** se resumen en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Especificaciones técnicas de la cámara OptiTrack Flex 13.

Parámetro	Valor
Resolución	1280 × 1024 píxeles
Frecuencia de muestreo	Hasta 120 fps
Campo de visión	56°
Latencia típica	< 10 ms
Iluminación	LEDs infrarrojos integrados
Tipo de marcadores	Pasivos reflectivos
Interfaz de conexión	USB

Estas características permiten una captura precisa y de baja latencia, lo que hace al sistema adecuado para aplicaciones de control en tiempo real de robots móviles.

## 4 Requisitos de software

Para el correcto funcionamiento del sistema OptiTrack se requiere el software indicado a continuación:

- **OptiTrack Motive** (versión Body o Tracker).
- Sistema operativo Windows 10 o superior.
- Controladores de red compatibles con switches PoE.
- *(Opcional)* MATLAB, para análisis de datos.
- *(Opcional)* ROS, para integración con robots móviles.

## 5 Instalación del software OptiTrack Motive

Motive es la plataforma principal para la configuración, calibración y visualización del sistema OptiTrack.

### 5.1 Descarga

El software puede descargarse desde el [sitio oficial de OptiTrack](#). Es necesario contar con una licencia válida proporcionada por el laboratorio. Las versiones Motive Body y Motive Tracker utilizan el mismo instalador.

### 5.2 Proceso de instalación

**Paso 1:** Ejecutar el instalador de Motive con permisos de administrador.

**Paso 2:** Se abra una pantalla como la Figura 1, además se deberán seleccionar los componentes y la ruta de instalación véase las Figuras 2 y 3

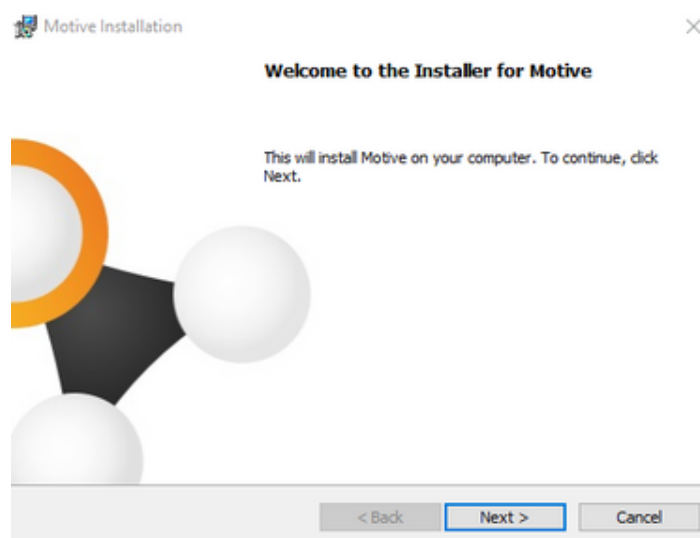


Figura 1: Pantalla de inicio del instalador de Motive.

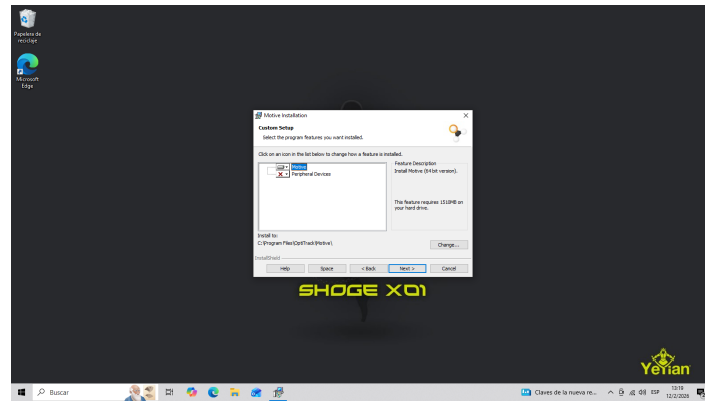


Figura 2: Selección de componentes durante la instalación.

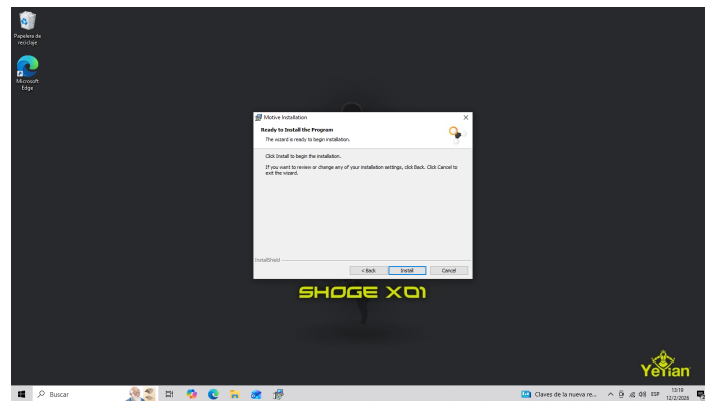


Figura 3: Confirmación de ruta de instalación.

### Paso 3: Instalación del controlador USB y dependencias.

Durante la primera instalación, el asistente solicitará la instalación del controlador USB de OptiTrack (Figura 4), necesario para todos los dispositivos USB del sistema, incluidas las llaves de seguridad y de hardware. Es posible que también se solicite la instalación de otras dependencias, como las redistribuciones de C++, las cuales están incluidas en el instalador de Motive. Una vez instaladas todas las dependencias, la instalación de Motive continuará automáticamente.

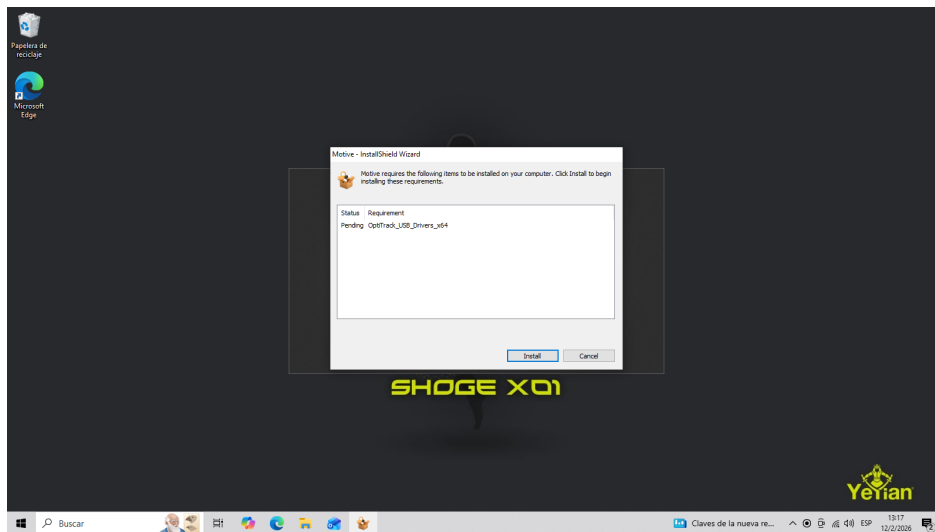


Figura 4: Instalación del controlador USB de OptiTrack.

**Paso 4:** Reiniciar el sistema al concluir la instalación.

#### Nota

Durante la instalación, el software configura automáticamente los controladores de red necesarios para la detección de las cámaras.

## 6 Configuración del equipo Host

El equipo Host es la PC encargada de la adquisición, procesamiento y transmisión de los datos del sistema OptiTrack. Una configuración adecuada del sistema operativo y del software es fundamental para garantizar un funcionamiento estable durante los experimentos de control en tiempo real.

### 6.1 Firewall y antivirus

Para un funcionamiento óptimo, se recomienda aislar la red de cámaras del resto de la red institucional. De esta forma no es necesario configurar el firewall ni el antivirus en el equipo Host.

En caso de que el equipo Host deba permanecer conectado a una red institucional o corporativa, se deben aplicar las siguientes medidas:

- Configurar el antivirus para permitir todo el tráfico asociado al software Motive.
- Verificar que el firewall de Windows reconozca correctamente la red de cámaras Ethernet.
- Habilitar el tráfico bidireccional entre Motive y la red de cámaras.

### Nota

Algunos antivirus pueden interferir con la comunicación entre las cámaras y Motive, provocando pérdida de cuadros o fallos en la detección de dispositivos.

### Advertencia

Si persisten problemas de comunicación, puede ser necesario desinstalar completamente el antivirus del equipo Host.

## 6.2 Modo de alto rendimiento

El modo de ahorro de energía de Windows puede limitar el uso del procesador y afectar negativamente el desempeño de Motive. Para evitar este problema, se recomienda configurar el plan de energía del sistema en **Alto rendimiento**:

**Paso 1:** Abrir el **Panel de Control** de Windows.

**Paso 2:** Seleccionar **Hardware y sonido**.

**Paso 3:** Acceder a **Opciones de energía**.

**Paso 4:** Seleccionar el plan **Alto rendimiento**, como se aprecia en la Figura 5

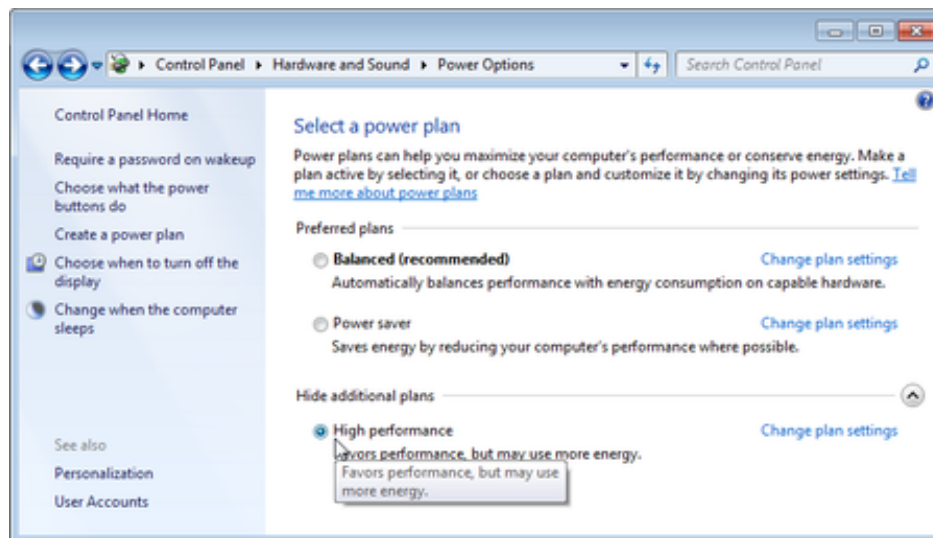


Figura 5: Configuración del plan de energía en Windows.

## 6.3 Configuración de la tarjeta gráfica

Esta configuración aplica únicamente a equipos que disponen tanto de gráficos integrados como de una tarjeta gráfica dedicada. En algunos sistemas, al salir del modo de suspensión, Windows puede cambiar automáticamente a los gráficos integrados, lo que ocasiona que la visualización en Motive deje de responder. Para evitar este comportamiento, es necesario forzar el uso de la tarjeta gráfica de alto rendimiento para Motive:

**Paso 1:** Abrir la configuración de Windows y buscar **Gráficos**.

**Paso 2:** Navegar a **Sistema > Pantalla > Gráficos**.

**Paso 3:** Agregar una aplicación de escritorio y seleccionar el ejecutable:  
C:\Program Files\OptiTrack\Motive\Motive.exe

**Paso 4:** Establecer la preferencia gráfica en **Alto rendimiento**.

**Paso 5:** Guardar los cambios.

## 6.4 Activación de la licencia de Motive

Una vez instalado el software, es necesario activar la licencia correspondiente mediante una llave de seguridad USB. El sistema OptiTrack acepta dos tipos de llaves:

- **Security Key (USB-C):** utilizada en Motive 3.x o superior. Véase Figura 6



Figura 6: Llave de Seguridad

- **Hardware Key (USB-A):** compatible con versiones anteriores de Motive.

### Advertencia

Solo debe conectarse una llave al equipo Host en un momento dado.

La activación se realiza mediante la herramienta de activación de licencias, accesible desde la pantalla de inicio de Motive o desde el directorio de instalación:

**Paso 1:** Conectar la llave de seguridad USB al equipo Host.

**Paso 2:** Ejecutar Motive.

**Paso 3:** Abrir la herramienta de activación de licencias.

**Paso 4:** Ingresar el número de serie y la información de la licencia.

**Paso 5:** Activar la licencia y reiniciar el software.

Los archivos de licencia se almacenan automáticamente en:

C:\ProgramData\OptiTrack\License

### Nota

Motive puede instalarse en múltiples equipos, pero solo puede ejecutarse en aquel que tenga conectada la llave de seguridad. En caso de migrar el sistema a otro equipo, los archivos de licencia pueden copiarse manualmente desde el directorio indicado sin necesidad de reactivar la licencia.

## 7 Instalación física de las cámaras

Las cámaras OptiTrack Flex 13 deben instalarse alrededor del área de experimentación de manera que formen un volumen de captura adecuado.

### 7.1 Distribución recomendada

- Instalar las cámaras a una altura mínima de 2 metros sobre el nivel del suelo.
- Distribuir las cámaras de forma uniforme alrededor del área de captura.
- Evitar oclusiones entre cámaras.

### 7.2 Conexión

Cada cámara se conecta a uno de los dos hubs USB disponibles. Cada hub aloja cuatro cámaras y suministra tanto energía como la comunicación de datos al sistema.

## 8 Configuración inicial del sistema

Una vez conectadas y encendidas todas las cámaras, se debe verificar su correcta detección en Motive:

**Paso 1:** Abrir OptiTrack Motive.

**Paso 2:** Verificar que las ocho cámaras aparezcan en el panel de dispositivos.

**Paso 3:** Ajustar los parámetros básicos de cada cámara, como exposición y ganancia, según las condiciones del entorno.

## 9 Calibración del sistema

La calibración es un paso fundamental para garantizar la precisión en la estimación de la posición y orientación de los objetos dentro del volumen de captura. Durante este proceso, Motive calcula la ubicación y orientación de cada cámara, así como los parámetros necesarios para reconstruir el espacio tridimensional de forma consistente.

Se recomienda realizar una calibración completa cada vez que se modifique la disposición física de las cámaras o cuando se detecten errores significativos en las mediciones.

El proceso de calibración se realiza desde el menú correspondiente en Motive, como se muestra en la Figura 7.

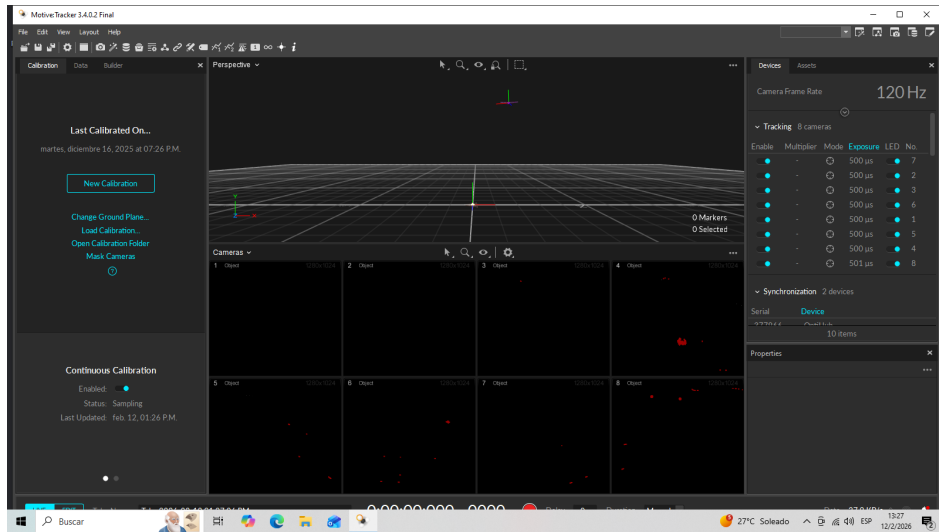


Figura 7: Acceso al menú de calibración en Motive.

Una vez dentro del menú, se debe seleccionar la opción **New Calibration**, como se observa en la imagen anterior.

Durante la captura inicial, pueden aparecer reflejos no deseados (véase la Sección 9.3 para entrar en detalle), como se muestra en la Figura 8. Estos deben eliminarse mediante enmascaramiento, cuyo resultado se observa en la Figura 9, las cuales el enmascaramiento son las Figuras en rojo.

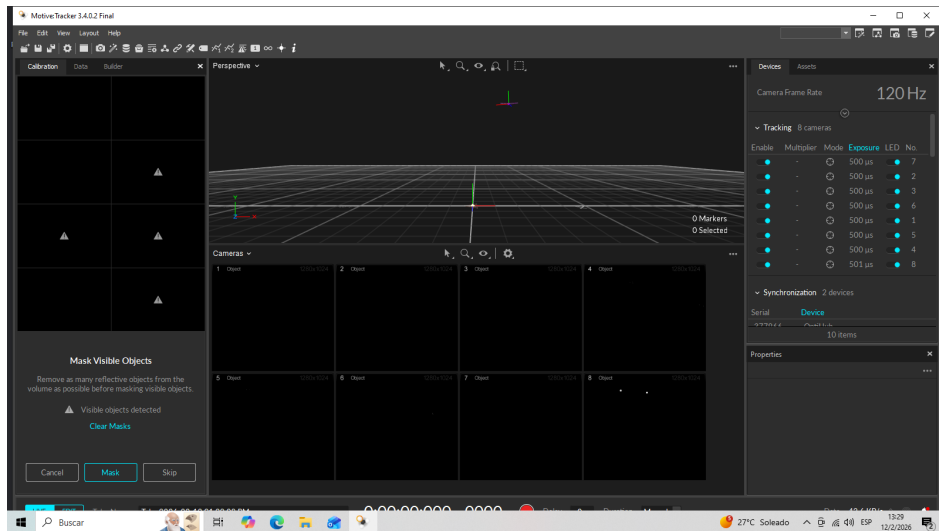


Figura 8: Vista de cámaras con reflejos no deseados.

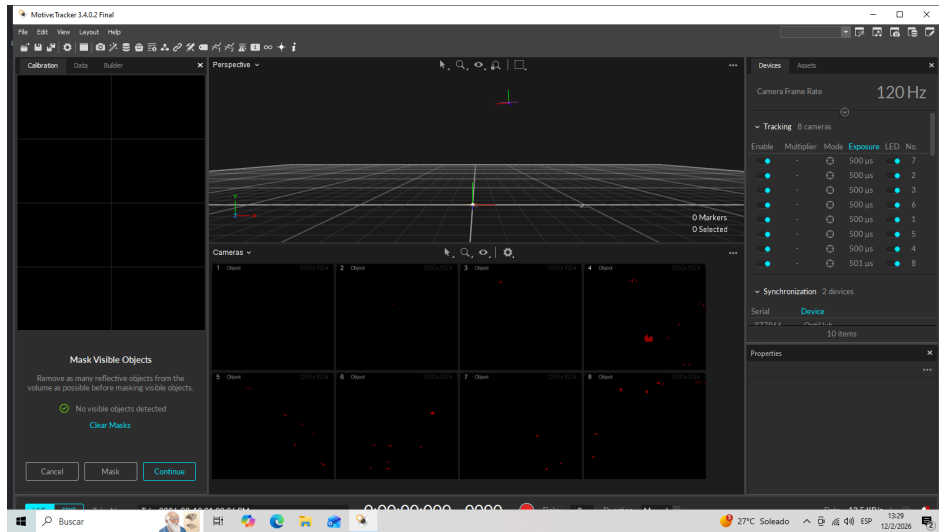


Figura 9: Enmascaramiento aplicado correctamente.

Una vez eliminadas las reflexiones no deseadas, se puede iniciar el proceso de *wanding* como se muestra en la Figura 10. (véase la Sección 9.4):

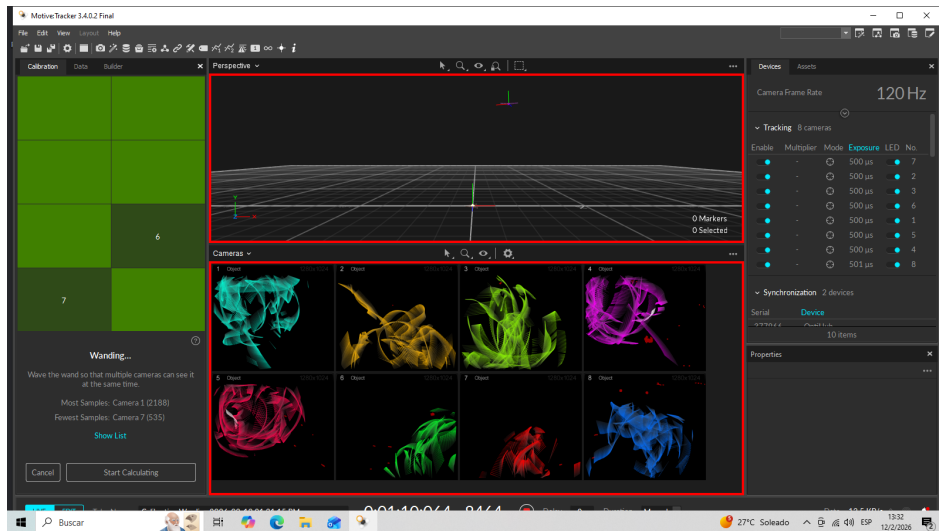


Figura 10: Inicio del proceso de *wanding*.

En el panel lateral izquierdo se visualiza el progreso de la calibración del volumen. Las secciones en **verde claro** indican zonas con suficientes muestras, mientras que las de **verde oscuro** aún requieren datos adicionales. Es necesario continuar moviendo la varilla por estas zonas hasta completar la cobertura:

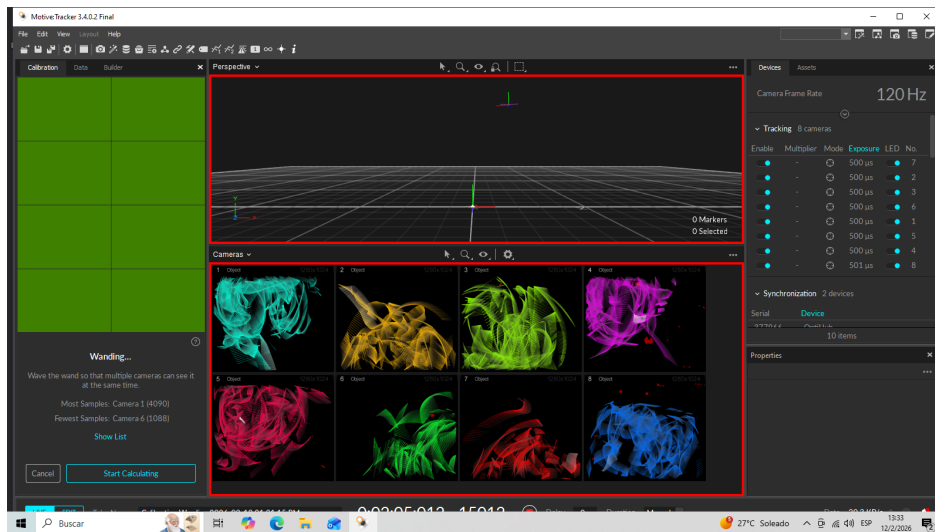


Figura 11: Progreso de la calibración del volumen: zonas completadas.

Cuando todas las secciones del panel lateral estén en verde claro, el volumen ha sido cubierto satisfactoriamente y se puede proceder con el cálculo.

La siguiente Figura 12 muestra el resultado del proceso de *wanding*. Un resultado **excepcional** permite continuar sin necesidad de repetir el proceso:

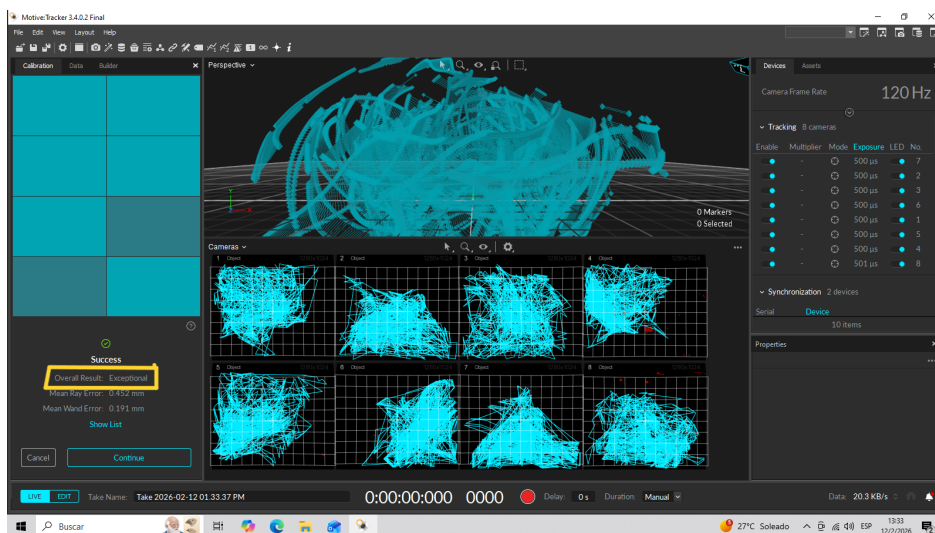


Figura 12: Resultado del *wanding*: calidad excepcional.

Finalmente, se debe definir el plano del suelo utilizando la herramienta descrita en la Sección 9.5. Esta herramienta se coloca en un punto central del área de captura y se presiona **Set Ground Plane**, como se puede apreciar en Figura 13:

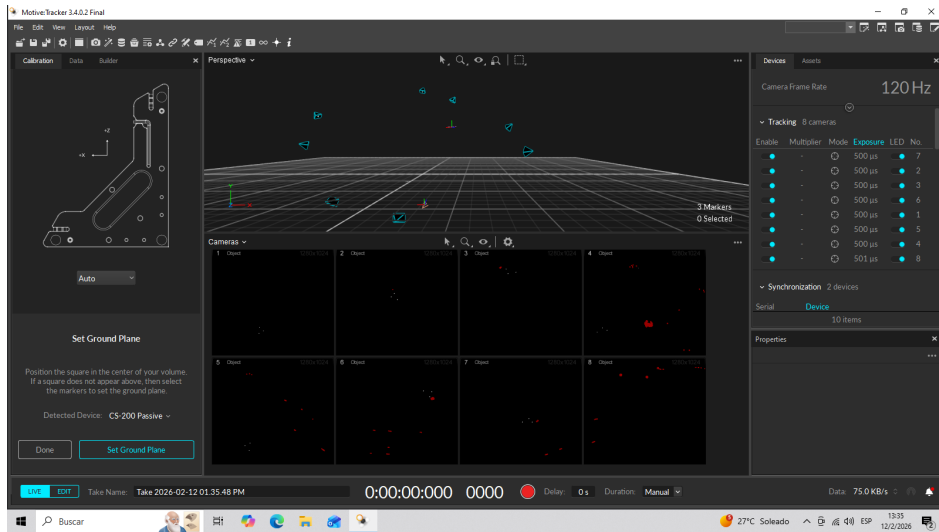


Figura 13: Colocación de la herramienta de plano de suelo.

En la Figura 14 se puede observar el plano definido con la herramienta de definición de suelo.

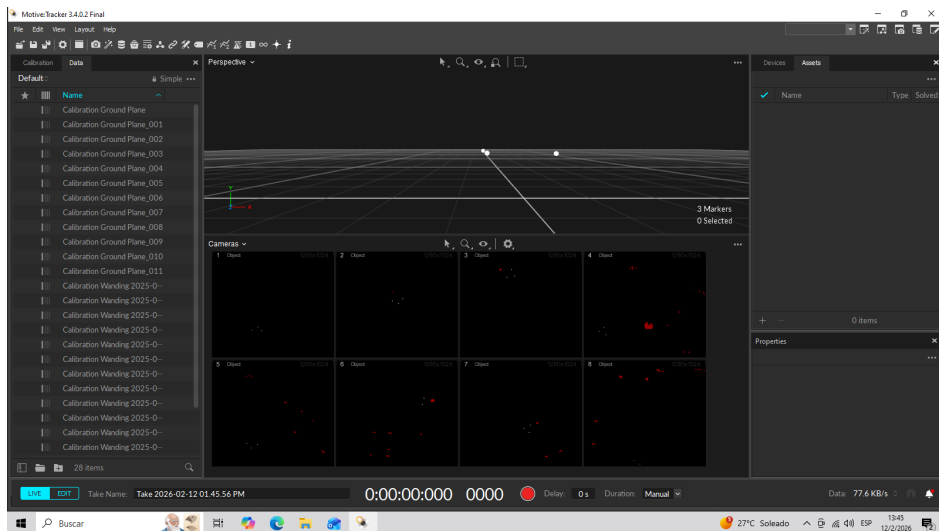


Figura 14: Definición del plano de suelo en Motive.

## 9.1 Tipos de calibración

Motive ofrece dos modalidades de calibración:

- **Calibración completa (*Full*):** recalcula desde cero todos los parámetros del sistema. Se utiliza durante la instalación inicial o cuando las cámaras han sido reubicadas.
- **Calibración de refinamiento (*Refine*):** ajusta una calibración existente sin recalcular completamente el sistema. Es útil cuando la disposición de las cámaras no ha cambiado de forma significativa.

#### Nota

La calibración de refinamiento solo puede realizarse si existe una calibración previa válida almacenada en Motive.

## 9.2 Preparación del volumen de captura

Antes de iniciar la calibración, es necesario verificar los siguientes puntos:

- Las cámaras deben estar firmemente montadas y orientadas hacia el volumen de captura.
- Los parámetros de las cámaras, como exposición y ganancia, deben permanecer constantes durante todo el proceso de calibración.
- El volumen de captura debe estar libre de reflejos u objetos que puedan interferir con la detección de los marcadores.

## 9.3 Enmascaramiento de reflejos (*Masking*)

Antes de calibrar el sistema, es necesario eliminar o enmascarar todas las reflexiones externas y marcadores no relacionados con el experimento que puedan ser detectados por las cámaras. Estas reflexiones pueden provenir de superficies brillantes, elementos metálicos u objetos ajenos al volumen de captura.

Cuando las cámaras detectan reflejos no deseados, Motive muestra una advertencia visual en la vista de las cámaras afectadas (Véase la Figura 15). Si no es posible eliminar físicamente dichas fuentes de ruido, el software permite ignorarlas mediante el uso de máscaras aplicadas sobre la vista 2D de cada cámara.

Las máscaras se aplican desde el panel de calibración utilizando la herramienta **Mask**. Al activarla, Motive genera automáticamente regiones en color rojo sobre las áreas donde se detectan reflejos no deseados. Los píxeles contenidos dentro de estas regiones son ignorados durante la adquisición y el procesamiento de datos.

**Paso 1:** Identificar las cámaras que muestran advertencias por reflejos no deseados.

**Paso 2:** Acceder al panel de calibración en Motive.

**Paso 3:** Seleccionar la opción **Mask** que se aprecia en la Figura 16.

**Paso 4:** Verificar que las regiones en rojo cubran únicamente las áreas problemáticas, sin afectar el volumen de captura útil.

#### Advertencia

Las máscaras se aplican de forma acumulativa. Si existen máscaras de sesiones anteriores, se recomienda eliminarlas antes de generar nuevas máscaras para evitar ocultar información relevante para la calibración.

#### Nota

Un uso excesivo de máscaras puede reducir la cantidad de información disponible para la calibración y comprometer la precisión del sistema.

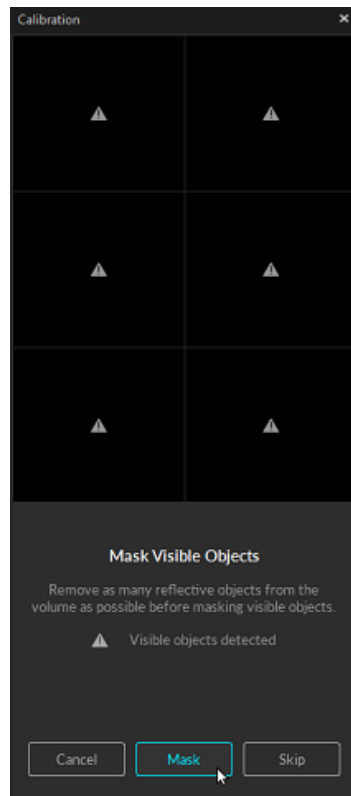


Figura 15: Ejemplo de advertencia de reflejo en la vista de una cámara.

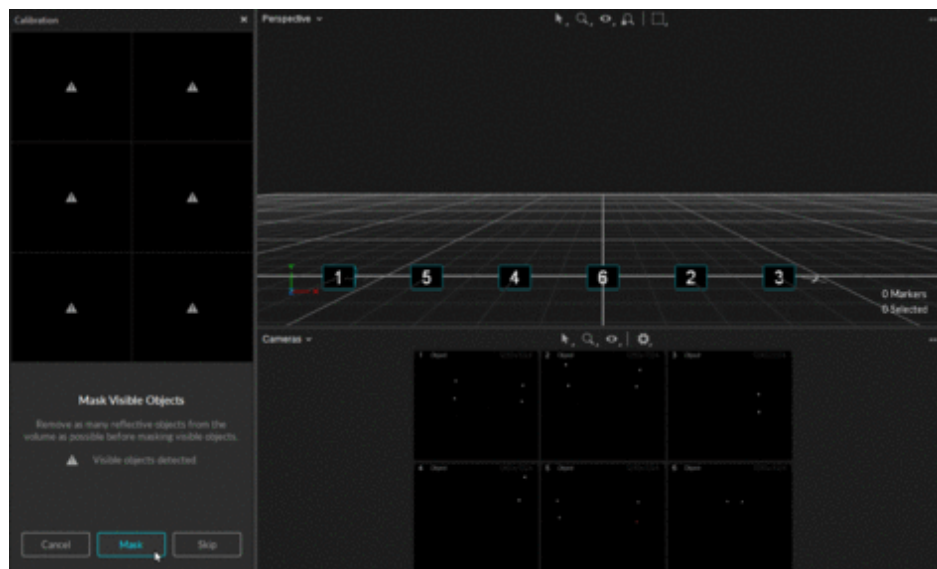


Figura 16: Aplicación de máscaras sobre los reflejos detectados.

#### 9.4 Proceso de *wanding*

El proceso de *wanding* consiste en mover una varilla de calibración (Figura 17) con marcadores reflectivos a través de todo el volumen de captura, con el fin de recolectar muestras espaciales que permitan calcular la posición y orientación de cada cámara.



Figura 17: Varilla de calibración utilizada durante el proceso de *wanding*.

- Paso 1:** Seleccionar el tipo de calibración deseado (*Full* o *Refine*).
- Paso 2:** Seleccionar el modelo de varilla de calibración correspondiente.
- Paso 3:** Mover la varilla lentamente por todo el volumen de captura, cubriendo distintas alturas y regiones.
- Paso 4:** Asegurarse de que al menos dos cámaras detecten simultáneamente los marcadores de la varilla en cada posición.
- Paso 5:** Continuar el proceso hasta que todas las cámaras alcancen el número suficiente de muestras.
- Paso 6:** Iniciar el cálculo de la calibración desde Motive una vez completada la recolección de datos.

#### Nota

Cubrir distintas alturas y regiones del volumen mejora significativamente la calidad y precisión de la calibración.

## 9.5 Definición del plano de suelo

Una vez concluido el cálculo de la calibración, es necesario definir el plano de suelo para establecer el sistema de coordenadas global del volumen de captura.



Figura 18: Herramienta de definición del plano de suelo.

**Paso 1:** Activar la herramienta de definición del plano de suelo en Motive.

**Paso 2:** Colocar la herramienta de referencia sobre el suelo (Figura 18), en un punto central del área de captura.

**Paso 3:** Presionar **Set Ground Plane** para definir el plano.

## 9.6 Verificación de la calibración

Tras finalizar la calibración, se recomienda verificar el desempeño del sistema colocando un marcador en el volumen de captura y observando su comportamiento en Motive. Una calibración adecuada se refleja en una reconstrucción estable, sin saltos abruptos ni errores visibles en la posición reportada.

## 10 Verificación del sistema

Tras completar la calibración, se recomienda verificar la precisión del sistema colocando marcadores en posiciones conocidas dentro del volumen de captura y comparando los valores reportados por Motive con las medidas reales. Cualquier discrepancia significativa puede ser indicativo de una calibración deficiente o de reflexiones no enmascaradas.

## 11 Marcadores

El sistema OptiTrack es compatible tanto con marcadores pasivos (Figura 19) como con marcadores activos para la estimación de la posición y orientación en tres dimensiones. Una instalación apropiada de los marcadores es esencial para garantizar la calidad y confiabilidad del rastreo durante los experimentos, en la Figura 20 se puede ver la distribución de los marcadores en el TurtleBot.



Figura 19: Marcadores pasivos

Los marcadores pasivos son esferas recubiertas con material retroreflectivo que reflejan la luz infrarroja emitida por las cámaras del sistema. Estos marcadores no poseen identificación individual, por lo que su seguimiento se basa en la reconstrucción espacial y en la geometría relativa entre ellos. En el software Motive, los marcadores detectados se visualizan como puntos tridimensionales, los cuales pueden ser etiquetados y agrupados para formar estructuras como Rigid Bodies o esqueletos. La correcta disposición geométrica de estos marcadores es fundamental para evitar ambigüedades y pérdidas de seguimiento.

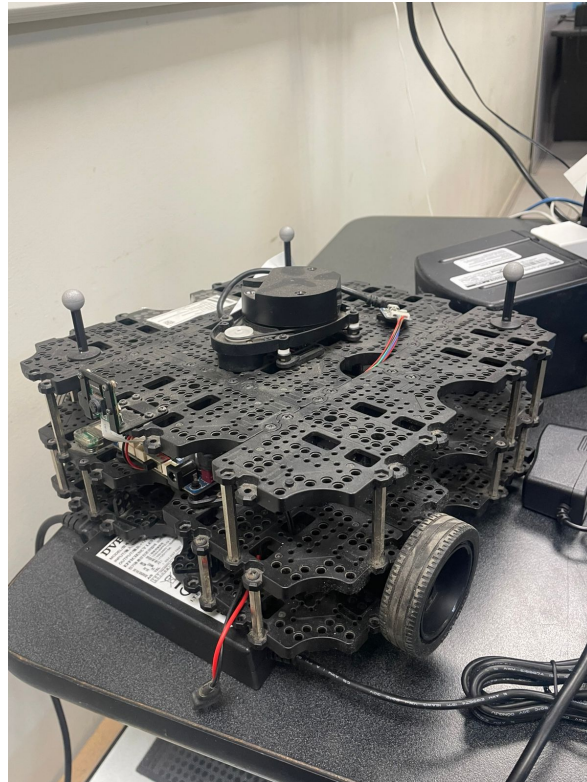


Figura 20: Distribución de los marcadores pasivos en el turtlebot

## 12 Creación de Rigid Bodies

### 12.1 ¿Qué es un Rigid Body?

Un **Rigid Body** es una representación virtual de un objeto físico cuya forma no cambia durante el movimiento. En el contexto del sistema OptiTrack, un Rigid Body se define a partir de un conjunto de marcadores reflectivos colocados sobre el objeto que se desea rastrear. Motive utiliza la geometría relativa de estos marcadores para estimar, en tiempo real, la posición tridimensional y la orientación del objeto, expresadas como un vector de traslación y un cuaternión (o ángulos de Euler, según la configuración).

En el Laboratorio de Control, los Rigid Bodies se utilizan principalmente para obtener la pose —posición y orientación— de robots móviles durante experimentos de seguimiento de trayectorias y validación de algoritmos.

### 12.2 Colocación de los marcadores

La disposición física de los marcadores sobre el objeto es un factor determinante para la calidad y robustez del rastreo. Se deben considerar las siguientes recomendaciones al momento de colocarlos:

- Utilizar un **mínimo de tres marcadores** por Rigid Body. Con tres marcadores se puede determinar de forma unívoca la posición y orientación del objeto, siempre que no sean colineales.

- Evitar disposiciones **simétricas**. Si los marcadores forman un patrón con simetría rotacional (por ejemplo, un triángulo equilátero o un cuadrado), Motive puede confundirse al distinguir la orientación real del objeto. Se recomienda una disposición **asimétrica e irregular**.
- Asegurar que los marcadores sean **visibles simultáneamente** por al menos dos cámaras en todo momento durante el experimento.
- Fijar los marcadores de forma **rígida** al objeto para que no se desplacen durante el movimiento, ya que cualquier desplazamiento relativo degrada la estimación de la pose.
- Separar los marcadores **lo suficiente** entre sí para facilitar su identificación individual por parte del software. Una separación mínima de 2 cm es recomendable.
- Evitar colocar marcadores en zonas donde puedan ser ocluidos frecuentemente por partes del propio robot u otros objetos del entorno.

#### Nota

Se recomienda usar entre cuatro y seis marcadores por Rigid Body. Un mayor número de marcadores aumenta la redundancia del sistema y mejora la estimación de la pose, especialmente en situaciones de oclusión parcial.

#### Advertencia

No deben existir dos Rigid Bodies con geometrías de marcadores idénticas o muy similares dentro del mismo volumen de captura, ya que Motive podría intercambiar su identidad durante el rastreo.

### 12.3 Creación del Rigid Body en Motive

Una vez que los marcadores están correctamente posicionados sobre el objeto y el sistema ha sido calibrado, se puede proceder a la creación del Rigid Body en Motive. El procedimiento es el siguiente:

- Paso 1:** Colocar el objeto con los marcadores dentro del volumen de captura (Figura 21) y verificar que todos los marcadores sean detectados correctamente en la vista 3D de Motive. (Figura 22)



Figura 21: Colocación del objeto en el plano

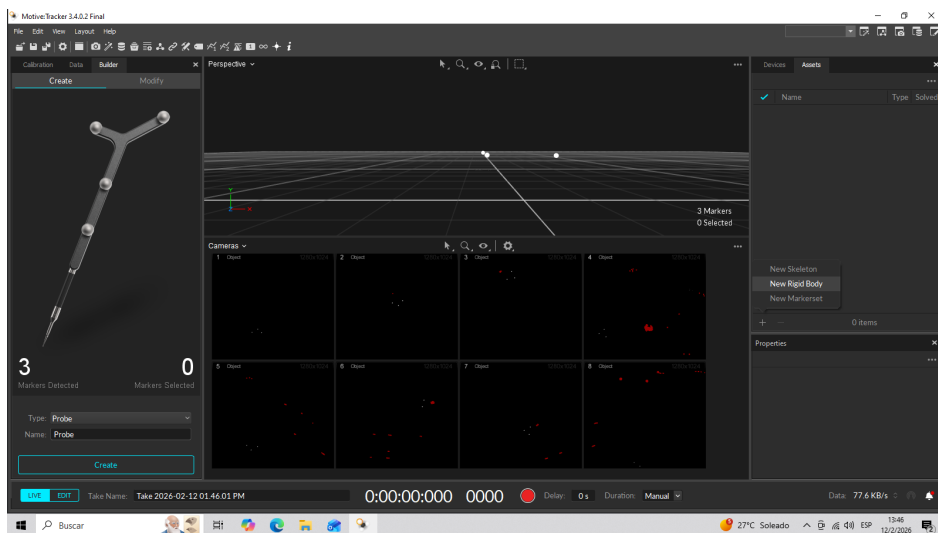


Figura 22: Detección de marcadores en la vista 3D de Motive.

**Paso 2:** En la vista 3D, seleccionar todos los marcadores que conformarán el Rigid Body (Figura 23). Para seleccionar múltiples marcadores, mantener presionada la tecla **Shift** mientras se hace clic sobre cada uno, o bien trazar un rectángulo de selección arrastrando el cursor sobre ellos.

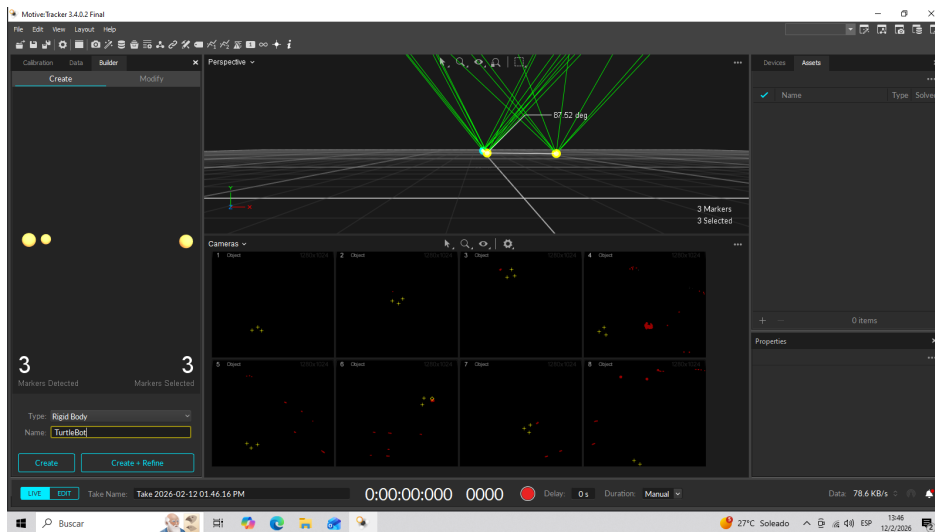


Figura 23: Selección de los marcadores en la vista 3D.

**Paso 3:** Con los marcadores seleccionados, hacer clic derecho sobre la vista 3D y seleccionar la opción **Rigid Body >Create From Selected Markers**. (Figura 24)

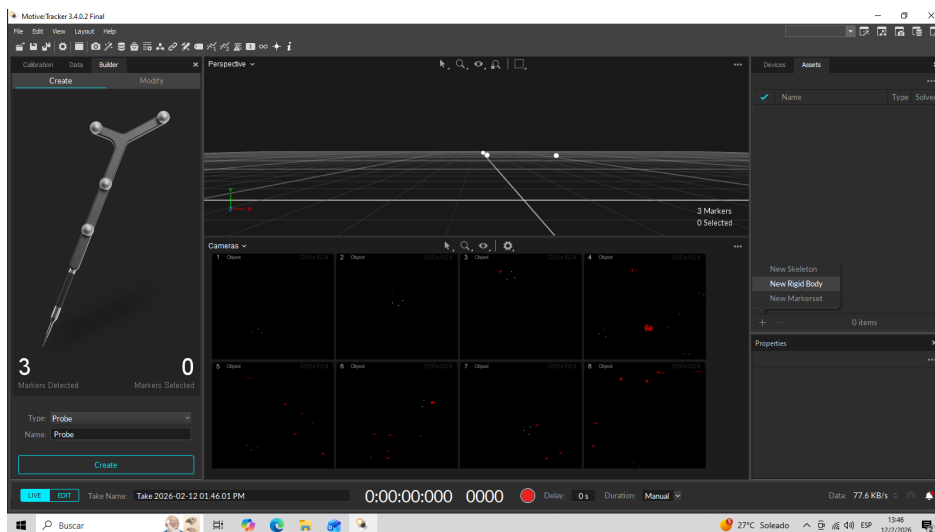


Figura 24: Opción de creación del Rigid Body desde el menú contextual.

**Paso 4:** Motive creará el Rigid Body y lo listará en el panel **Assets**, ubicado en el panel lateral (Figura 25). Se asignará un nombre por defecto que puede editarse haciendo doble clic sobre él.

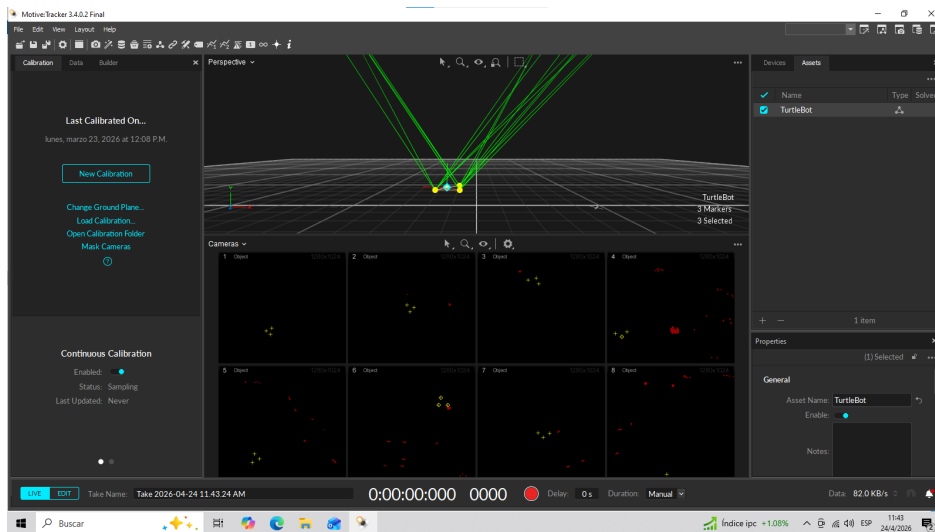


Figura 25: Rigid Body creado y listado en el panel *Assets*.

**Paso 5:** Verificar que el Rigid Body sea rastreado correctamente moviendo el objeto dentro del volumen de captura y observando que la representación 3D en Motive siga el movimiento de forma estable y sin interrupciones.

#### Nota

Al crear un Rigid Body, Motive establece la posición actual del objeto como el **origen local** del cuerpo. Se recomienda crear el Rigid Body cuando el objeto esté orientado de forma conocida y reproducible, de modo que la relación entre el sistema de coordenadas del Rigid Body y el del laboratorio sea predecible.

## 12.4 Propiedades del Rigid Body

Una vez creado el Rigid Body, es posible ajustar sus propiedades desde el panel **Properties** de Motive. Los parámetros más relevantes para las aplicaciones del laboratorio son:

- **Nombre:** identificador del Rigid Body. Debe ser único y descriptivo, especialmente cuando se trabaja con múltiples objetos simultáneamente.
- **ID de transmisión (*Streaming ID*):** identificador numérico utilizado para distinguir el Rigid Body durante la transmisión de datos por red. Este valor es relevante al integrar Motive con ROS u otras plataformas de control.
- **Umbral de rastreo (*Min Markers*):** número mínimo de marcadores que deben ser visibles para que Motive considere válida la estimación de la pose. Se recomienda establecer este valor en al menos la mitad del total de marcadores del Rigid Body.

### 12.4.1. Pose del Rigid Body

El sistema *Motive* proporciona en tiempo real la **pose** del Rigid Body, la cual está compuesta por su posición y orientación en el espacio tridimensional.

- **Posición:** definida por las coordenadas cartesianas  $(x, y, z)$  con respecto al sistema de referencia global establecido durante la calibración del sistema.
- **Orientación:** describe la rotación del Rigid Body respecto al sistema de referencia. Esta puede representarse de distintas formas:
  - *Ángulos de Euler* (roll, pitch, yaw), los cuales son intuitivos pero pueden presentar singularidades (*gimbal lock*).
  - *Cuaterniones*  $(q_x, q_y, q_z, q_w)$ , los cuales son la representación utilizada internamente por Motive y recomendada para aplicaciones de control y robótica debido a su estabilidad numérica.

Estos datos pueden visualizarse directamente en la interfaz del software o ser transmitidos en tiempo real mediante protocolos como NatNet para su uso en aplicaciones externas como MATLAB, Python o ROS.

Para acceder a estas medidas en Motive se necesita acceder al panel presentado en la Figura 26.

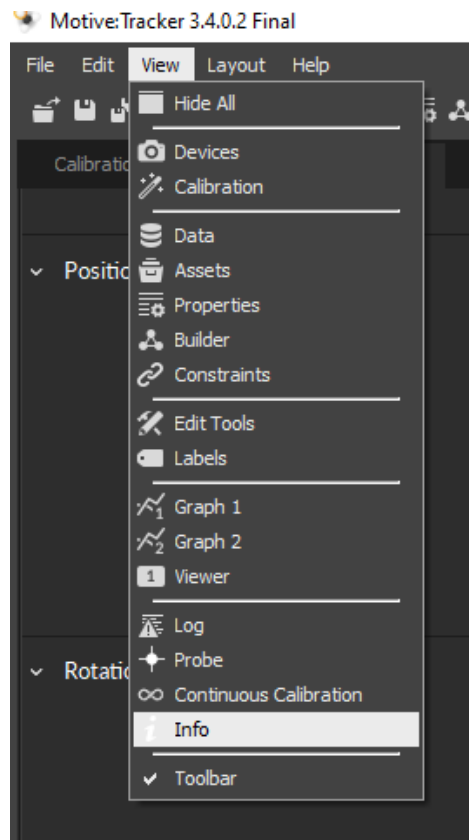


Figura 26: Panel para información de Pose

Después de haber seleccionado esta opción se desplegará un panel en el lado derecho de la interfaz mostrando la información relevante como se aprecia en la Figura 27.

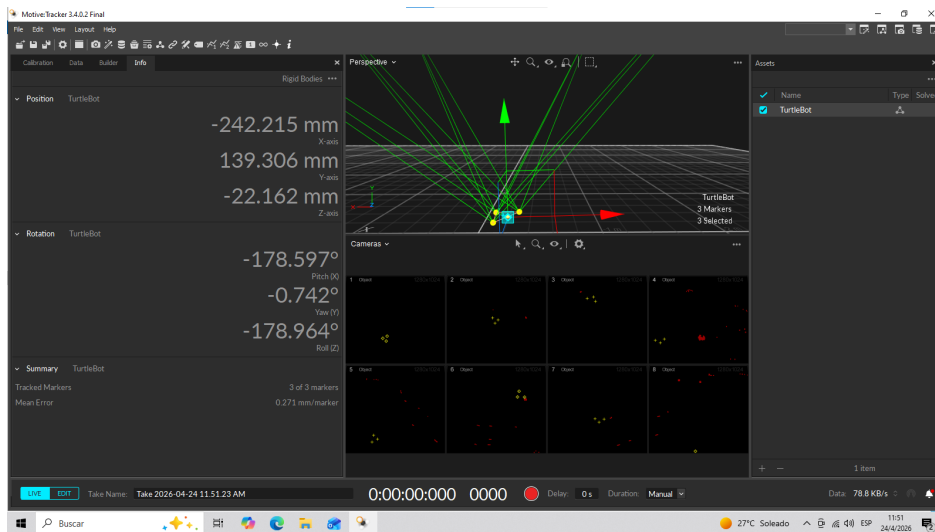


Figura 27: Posición y orientación de un RigidBody

## 12.5 Consideraciones para el rastreo en tiempo real

Durante la operación del sistema en experimentos de control, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos para garantizar un rastreo continuo y confiable:

- **Oclusiones:** si algún marcador queda temporalmente oculto, Motive puede continuar estimando la pose del Rigid Body utilizando los marcadores restantes, siempre que se supere el umbral mínimo configurado. Sin embargo, oclusiones prolongadas pueden provocar pérdida del rastreo.
- **Intercambio de marcadores:** en entornos con múltiples Rigid Bodies, es posible que Motive asigne erróneamente un marcador a un cuerpo incorrecto. Una geometría asimétrica y bien diferenciada entre objetos reduce este riesgo.
- **Variaciones de iluminación:** cambios drásticos en la iluminación del entorno pueden afectar la detección de los marcadores. Se recomienda mantener condiciones de iluminación estables durante los experimentos.

### Advertencia

Si el Rigid Body pierde el rastreo durante un experimento, Motive dejará de transmitir datos de pose para ese objeto. El sistema de control debe estar preparado para manejar esta situación, por ejemplo mediante un mecanismo de detección de pérdida de señal y parada de emergencia del robot.

## 13 Ejemplo de aplicación: Seguimiento de un Turtle

Una vez realizados los pasos de calibración descritos en las secciones anteriores, se procede a realizar un ejemplo práctico de seguimiento de un objeto mediante el sistema OptiTrack.

### 13.1 Colocación del objeto

Se utiliza un robot móvil tipo *Turtlebot*, sobre el cual se colocan marcadores reflectivos en una configuración rígida. El objeto se posiciona dentro del volumen de captura, procurando que todos los marcadores sean visibles por las cámaras.



Figura 28: Colocación del Turtle dentro del volumen de captura.

### 13.2 Creación del Rigid Body

Una vez detectados los marcadores en el software, se seleccionan manualmente para definir un nuevo *Rigid Body*. Este proceso permite a Motive identificar el objeto como una entidad rígida y estimar su movimiento en el espacio.

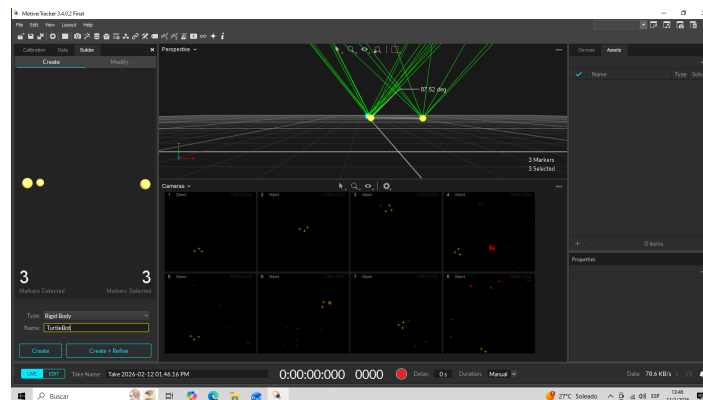


Figura 29: Selección de marcadores para la creación del Rigid Body.

### 13.3 Obtención de la pose

Una vez creado el *Rigid Body*, el sistema comienza a estimar su **pose** en tiempo real. Esta información incluye:

- **Posición:** coordenadas  $(x, y, z)$  en el sistema de referencia global.
- **Orientación:** representada mediante ángulos de Euler o cuaterniones.

Estos valores pueden visualizarse directamente en la interfaz de Motive, así como mediante gráficas en el tiempo para analizar el comportamiento dinámico del sistema.

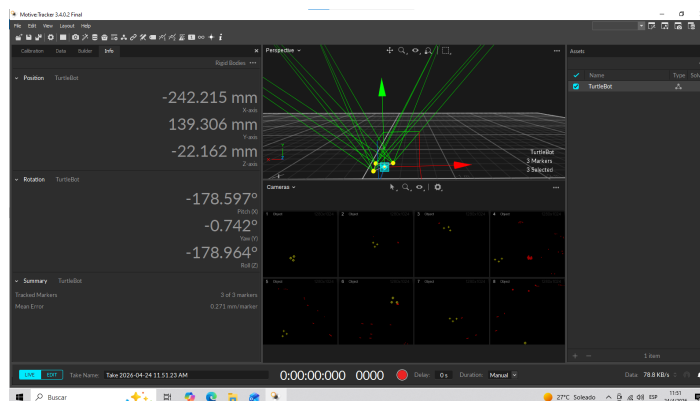


Figura 30: Visualización de la posición y orientación del Rigid Body en Motive.

### 13.4 Análisis de datos

El sistema permite observar la evolución temporal de la posición y orientación del objeto (véase la Figura 31), lo cual resulta útil para aplicaciones de control y robótica. Además, estos datos pueden ser transmitidos en tiempo real a otras plataformas como MATLAB o ROS mediante protocolos de comunicación como NatNet u otros servidores privados y personalizados como en el caso del Laboratorio.

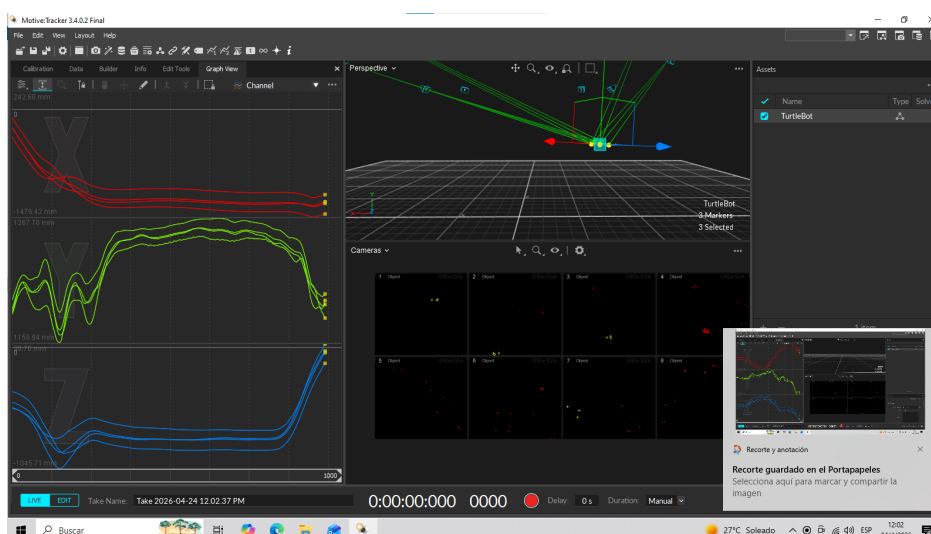


Figura 31: Evolución de la Pose en el tiempo



---

Este procedimiento constituye la base para el desarrollo de aplicaciones como seguimiento de trayectoria, control de robots móviles y validación de modelos cinemáticos en entornos reales.