

PNAV

PROGRAMA NACIONAL
DE ALGORITMOS
VERDES

Manual de usuario

Calculadora

Fecha: 31 diciembre 2025



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



MINISTERIO
PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL
Y DE LA FUNCIÓN PÚBLICA



Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



ENIA
AGENCIA EUROPEA PARA
INTELIGENCIA
ARTIFICIAL

España | digital ²⁰²⁶

Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU. Sin embargo, los puntos de vista y las opiniones expresadas son únicamente los del autor o autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o la Comisión Europea. Ni la Unión Europea ni la Comisión Europea pueden ser consideradas responsables de las mismas

Índice

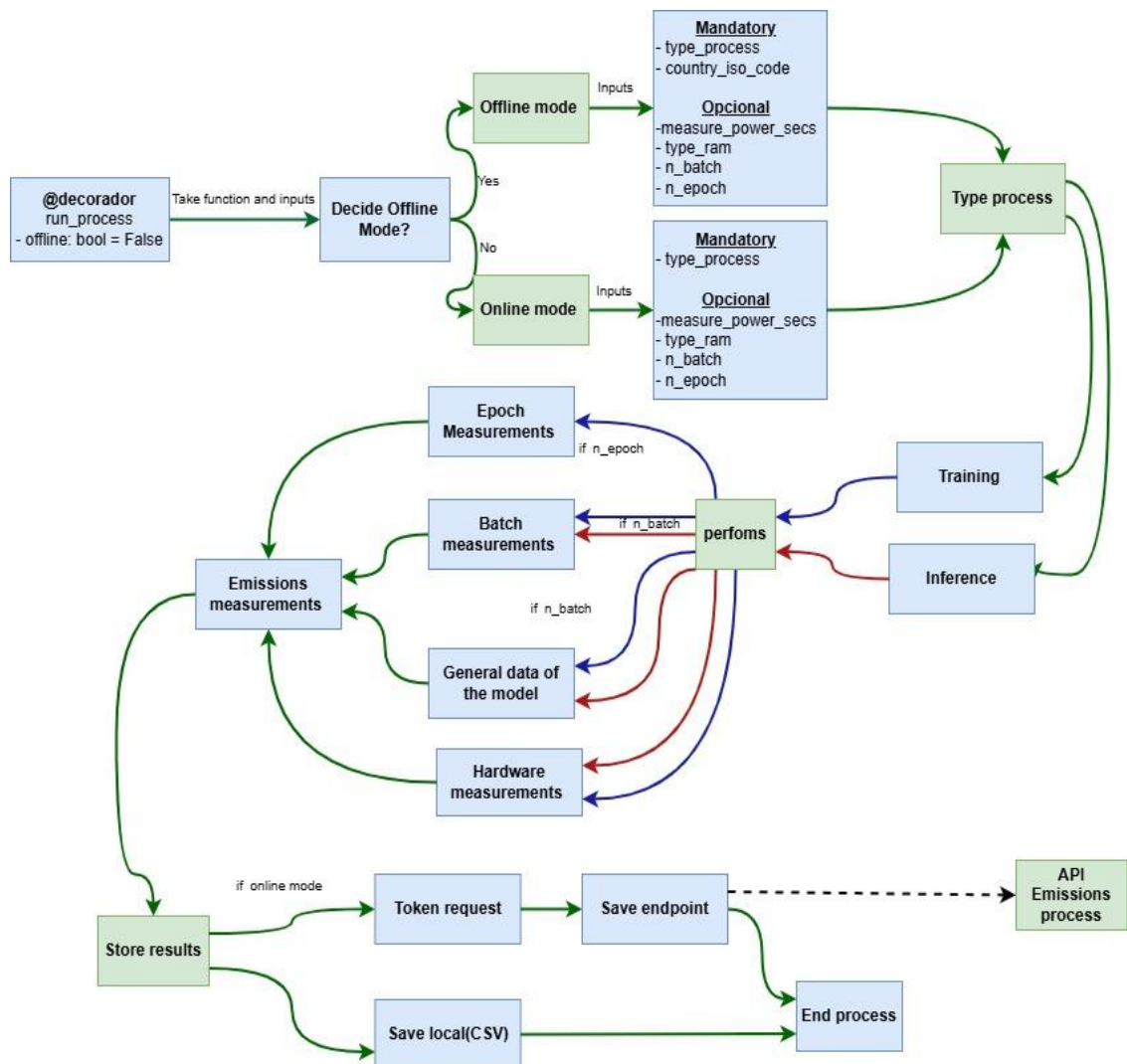
1. Introducción	4
2. Diagrama de proceso.....	4
3. Instalación	4
4. Configuración.....	5
5. Ejecución.....	7
5.1 Modo Online	7
Requisitos.....	7
Funcionamiento.....	8
5.2 Modo Offline	8
Requisitos.....	8
Funcionamiento.....	9
6. Persistencia y formato de salida	9
6.1 Estructura de salida.....	9
7. Múltiples instancias y bloqueo.....	11
8. Ejemplo práctico	11
8.1 Modo online.....	11
Modo offline infraestructura privada.....	12
8.2 Modo offline en la nube.....	12
Output por consola.....	13
9. Consideraciones Finales.....	14
10. Preguntas Frecuentes (FAQ)	14

1. Introducción

La librería calculadorapnav está diseñada para monitorizar el consumo energético y calcular las emisiones de carbono (en kg CO₂) generadas por procesos computacionales. Permite rastrear el consumo energético de CPU, GPU y RAM, así como extraer parámetros generales del modelo a medir para finalmente calcular las emisiones de carbono y guardar resultados durante la ejecución de entrenamientos o inferencias de machine learning.

Es especialmente útil en contextos donde se desea cuantificar y optimizar la huella de carbono de experimentos de inteligencia artificial o cualquier carga computacional.

2. Diagrama de proceso



3. Instalación

El método de instalación se realiza por medio del instalador de código abierto de Python, pip. Es compatible con versiones de Python entre 3.9 y 3.11. Se puede instalar mediante el siguiente comando en una terminal de Python:

```
pip install calculadorapnav
```

Adicionalmente, se recomienda para los equipos que dispongan de CPUs de Intel, instalar Intel Power Gadget, para mediciones más precisas.

4. Configuración

El decorador `tracker_emissions()` permite recibir múltiples parámetros para personalizar la medición. A continuación, se detallan los parámetros disponibles:

Nombre input	Descripción	Tipo de dato	Valor default	Valores admitidos
token	Token de API (requiere registro en PNAV).	String	None	N/A
model_id	ID del modelo para rastrear emisiones.	String	None	N/A
type_process	Tipo de proceso a rastrear.	String	None	"training", "inference"
type_ram	Tipo de RAM a rastrear.	String	None	"DDR3", "DDR4", "DDR5"
instance_id	ID de la instancia de AWS, en caso de usar AWS.	String	None	N/A
n_batches	Número de lotes (batches) en el proceso de entrenamiento.	Integer	None	N/A
n_epochs	Número de épocas en el proceso de entrenamiento.	Integer	None	N/A
measure_power_secs	Intervalo (en segundos) para medir el uso de energía del hardware.	Integer	15	N/A
output_dir	Ruta del directorio donde se registran los detalles del experimento.	String	Directorio actual	N/A
output_file	Nombre del archivo CSV de salida.	String	"emissions_ _<type_pro cess>.csv"	N/A
save_to_file	Indica si los artefactos de emisiones deben registrarse en un archivo.	Boolean	True	True, False

save_to_logger	Indica si los artefactos de emisiones deben escribirse en un logger dedicado.	Boolean	False	True, False
logging_logger	Objeto LoggerOutput que encapsula un logging.logger o un logger de Google Cloud.	Object	None	N/A
offline	Indica el tipo de ejecución (offline o online).	Boolean	False	True, False
gpu_ids	IDs de GPU especificados por el usuario para rastrear.	List/String	None	Lista de enteros o cadena separada por comas (e.g., [1, 3, 4] o "1,2")
emissions_endpoint	URL opcional del endpoint HTTP para enviar datos de emisiones.	String	None	N/A
experiment_id	ID del experimento.	String	None	N/A
experiment_name	Etiqueta del experimento.	String	None	N/A
log_level	Nivel de log global de calculadorapnav.	String	"info"	{"debug", "info", "warning", "error", "critical"}
on_csv_write	Indica si siempre agregar una nueva línea o actualizar el run_id existente al escribir en el CSV.	String	append	{"append", "update"}
logger_preamble	Cadena que se incluye sistemáticamente en los mensajes del logger.	String	""	N/A
default_cpu_power	Potencia de la CPU que se utilizará como predeterminada si no se conoce la CPU.	Float	None	N/A

pue	PUE (Eficiencia del Uso de Energía) del centro de datos.	Float	None	N/A
allow_multiple_runs	Permitir múltiples instancias de calculadorapnav ejecutándose en paralelo.	Boolean	False	True, False
country_iso_code	Código ISO de 3 letras del país donde se ejecuta el experimento.	String	None	N/A
region	Region del país donde se ejecuta el proceso.	String	None	N/A
cloud_provider	Proveedor de nube especificado para estimar la intensidad de emisiones.	String	None	N/A
cloud_region	Región del centro de datos en la nube.	String	None	N/A
endpoint_url	URL del API del PNAV para envío de resultados	String	None	N/A

5. Ejecución

5.1 Modo Online

En este modo, la librería se comunica con el servicio o la API de PNAV para enviar los datos de salida, directamente a la web del PNAV, automatizando así la subida del csv.

Requisitos

- Es necesario disponer de conexión a Internet.
- Token de autenticación válido (token) para el envío de las mediciones.
- Identificador del modelo (model_id) que se quiere evaluar.

model_id y token_id se deben proporcionar como parámetro de entrada en el decorador para iniciar el proceso de medición. Alternativamente, si no se especifica, se solicitarán al usuario por consola al final del proceso.

El endpoint_url está programado por defecto para apuntar a la API productiva, pero en caso de que haya algún cambio, se puede incluir como parámetro de entrada en el programa.

Funcionamiento

1. **Infraestructura y Geolocalización:**
 - Determina si el proceso se ejecuta en la nube o en infraestructura privada.
 - En función de la ubicación, toma datos relacionados con la nube o la geolocalización para las mediciones.

2. **Medición Continua:**
 - La herramienta mide continuamente el consumo energético durante el proceso.

3. **Datos del Modelo:**
 - Para una correcta extracción de los datos generales del modelo, es necesario ingresar como parámetros de entrada del decorador:
 - El modelo ya construido.
 - El número de épocas (n_epochs) y el número de lotes (n_batches).
 - Si no se especifican estos valores, no será posible realizar mediciones detalladas de consumo energético por épocas o por lotes.

4. **Finalización del Proceso:**
 - Al finalizar el proceso, se realizan las mediciones.
 - La herramienta solicita el token, por consola si no fue proporcionado en el decorador.
 - Si el token ingresado no cumple con el formato hash, se solicitará hasta tres veces. Si se alcanzan los intentos máximos sin éxito, no se enviará la información.
 - El model_id debe ser ingresado como un valor en formato de cadena (string) y también se permite hasta tres intentos.
 - La URL de la API debe ser ingresado como un valor en formato de cadena (string) y también se permite hasta tres intentos.

5. **Persistencia de Datos:**
 - Se genera un archivo en formato .CSV que contiene todas las mediciones y datos relevantes.
 - Los datos también se envían a la API en formato JSON.

5.2 Modo Offline

En este modo, la librería funciona de forma autónoma, sin intentar enviar datos a ningún servidor remoto ni determinar la geolocalización de la ejecución.

Requisitos

- No es necesario un token de autenticación (token) o puede ser un valor nulo (None).
- El parámetro offline debe configurarse como True en el decorador.
- Es obligatorio especificar el código ISO del país (country_iso_code) como parámetro de entrada, por ejemplo, "ESP" (España).

Nota: Actualmente, la lista de países disponibles incluye los pertenecientes a la Unión Europea (UE). Para otros países, la información de intensidad de carbono puede no estar actualizada.

Funcionamiento

1. **Infraestructura Privada:**
 - Por defecto, el modo offline asume que la ejecución se realiza en infraestructura privada.
2. **Geolocalización:**
 - Utiliza el código ISO proporcionado en el parámetro `country_iso_code` para asociar las mediciones al país correspondiente y tomar los datos relacionados para calcular el consumo energético y las emisiones de carbono.
3. **Medición Continua:**
 - La herramienta mide continuamente el consumo energético durante el proceso.
4. **Datos del Modelo:**
 - Igual que en el modo online, es necesario ingresar como parámetros de entrada del decorador:
 - El modelo ya construido.
 - El número de épocas (`n_epochs`) y el número de lotes (`n_batches`).
 - Si no se especifican estos valores, no será posible realizar mediciones detalladas de consumo energético por épocas o por lotes.
5. **Persistencia de Datos:**
 - Se genera un archivo en formato .CSV que contiene todas las mediciones y datos relevantes.

6. Persistencia y formato de salida

Por defecto, el rastreador genera un archivo CSV con las mediciones en el directorio definido (`output_dir`) y en archivo de nombre (`emissions_<tipo_proceso>.csv`).

6.1 Estructura de salida

La tabla a continuación describe los campos del archivo .CSV generado y los datos enviados a la API en formato JSON:

Nombre del campo	Descripción
<code>model_id</code>	Código identificador del modelo
<code>type_process</code>	Identificador del proceso que se está monitorizando: entrenamiento/reentrenamiento o inferencia
<code>model_size</code>	Indica el tamaño del modelo
<code>cpu_count</code>	Cantidad de CPUs utilizadas en la infraestructura de ejecución del modelo.

cpu_model	Especificación del modelo de CPU utilizada.
gpu_count	Cantidad de GPUs utilizadas en la infraestructura de ejecución del modelo.
gpu_model	Especificación del modelo de GPU utilizada.
type_ram	Tipo de memoria RAM empleada (ejemplo: DDR4, DDR3, etc.).
ram_total_size	Capacidad total de RAM disponible para la ejecución del modelo, expresada en GB.
os	Sistema operativo en el que se ha realizado la medición
country_name	País en el que se ha realizado la medición
region	Región en la que se ha realizado la medición
on_cloud	Indica si la infraestructura utilizada está alojada en la nube o en servidores privados.
cloud_provider	En caso de que la infraestructura esté en la nube, especifica el proveedor (AWS, Azure, GCP, etc.).
cloud_region	Indica la región geográfica en la que se encuentra alojada la infraestructura en la nube.
emissions	Emisiones de CO₂-equivalentes [CO₂eq] en kilogramos.
emissions_epoch	Energía consumida por batch de entrenamiento o inferencia.
emissions_batch	Emisiones de CO ₂ por batch de entrenamiento o inferencia
emissions_rate	Emisiones por segundo en kilogramos por segundo.
pue	Power Usage Effectiveness del centro de datos donde se ejecuta el modelo.
ref	Factor de energía renovable utilizada con respecto al total de energía consumida.
n_parameters	Cantidad total de parámetros del modelo.
n_features	Cantidad de características (features) del modelo.
cpu_power	Consumo energético de la CPU, medido en vatios.
gpu_power	Consumo energético de la GPU, medido en vatios.
ram_power	Consumo energético de la RAM, medido en vatios.
energy_consumed	Energía total consumida durante el proceso.
duration	Duración total del proceso
cpu_energy	Energía consumida por la CPU en kilovatios hora (kWh).
gpu_energy	Energía consumida por la GPU en kilovatios hora (kWh).

ram_energy	Energía consumida por la RAM en kilovatios hora (kWh).
energy_batch	Energía consumida por batch de entrenamiento o inferencia.
time_batch	Duración de un batch, expresada en segundos.
n_batch	Cantidad de lotes procesados en el entrenamiento o inferencia.
energy_epoch	Energía consumida en una época de entrenamiento.
n_epoch	Cantidad de épocas en las que se ha entrenado el modelo.
time_epoch	Duración de una época, expresada en segundos.
timestamp	Fecha y hora en la que se realizó la medición
python_version	Versión de Python que se ha utilizado para ejecutar la tarea
country_iso_code	Código ISO del país donde se ejecuta el proceso

7. Múltiples instancias y bloqueo

Para evitar que múltiples instancias del rastreador corran simultáneamente (lo que podría generar datos duplicados o inconsistentes), `calculadorapnav` usa un mecanismo de bloqueo basado en archivo lock. Esto puede configurarse con el parámetro `allow_multiple_runs` (False por defecto).

8. Ejemplo práctico

8.1 Modo online

El siguiente ejemplo muestra cómo usar la librería en modo online para rastrear el consumo energético y las emisiones de carbono durante el entrenamiento de un modelo:

```

from calculadorapnav import track_emissions

@track_emissions(
    token="your_api_token",
    type_process="training",
    model_id="your_model_id",
    endpoint_url="https://fake_endpoint",
    # other parameters...
)
def train_model(model=model, n_epoch=10, n_batch=100):
    # Your model training code
    pass

train_model()

```

Modo offline infraestructura privada

En este ejemplo, configuramos la librería para ejecutarse en modo offline en infraestructura privada, especificando el código ISO del país donde se realiza la ejecución.

```

from calculadorapnav import track_emissions

@track_emissions(
    offline=True,
    country_iso_code="ESP",
    type_process="training",
    # other parameters...
)
def train_model(model=model, n_epoch=10, n_batch=100):
    # Your model training code
    pass

train_model()

```

8.2 Modo offline en la nube

Si se ejecuta en la nube, se puede especificar el proveedor y la región de la nube para un cálculo más preciso de las emisiones.

```

from calculadorapnav import track_emissions

@track_emissions(
    offline=True,
    cloud_provider="aws",
    cloud_region="eu-west-1",
    type_process="training",
)
def train_model(model=model, n_epoch=10, n_batch=100):
    # Your model training code
    pass

train_model()

```

Output por consola

Mientras se ejecuta la función decorada la herramienta muestra por consola el estado del proceso.

```

Windows OS detected: Please install Intel Power Gadget to measure CPU

[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] CPU Model on constant consumption mode: 12th Gen Intel(R) Core(TM) i7-1255U
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] [setup] GPU Tracking...
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] No GPU found.
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] >>> Tracker's metadata:
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] Platform system: Windows-10-10.0.22631-SP0
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] Python version: 3.10.0
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] CalculadoraPNAV version: 1.0.0
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] Available RAM : 31.692 GB
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] CPU count: 12
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] CPU model: 12th Gen Intel(R) Core(TM) i7-1255U
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] GPU count: None
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] GPU model: None
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31] Saving emissions data to file C:\Users\nelson.rojas.george\Documents\PNAV\calculadora\ca
Epoch 1/10
4/4 [=====] - 0s 8ms/step - loss: 2.3300 - accuracy: 0.1000
Epoch 2/10
4/4 [=====] - 0s 9ms/step - loss: 2.2824 - accuracy: 0.1500
Epoch 3/10
4/4 [=====] - 0s 9ms/step - loss: 2.2764 - accuracy: 0.1300
Epoch 4/10
4/4 [=====] - 0s 8ms/step - loss: 2.2697 - accuracy: 0.1800
Epoch 5/10
4/4 [=====] - 0s 6ms/step - loss: 2.2591 - accuracy: 0.1800
Epoch 6/10
4/4 [=====] - 0s 7ms/step - loss: 2.2460 - accuracy: 0.2400
Epoch 7/10
4/4 [=====] - 0s 9ms/step - loss: 2.2437 - accuracy: 0.2500
Epoch 8/10
4/4 [=====] - 0s 8ms/step - loss: 2.2226 - accuracy: 0.3700
Epoch 9/10
4/4 [=====] - 0s 8ms/step - loss: 2.2045 - accuracy: 0.2400
Epoch 10/10
4/4 [=====] - 0s 7ms/step - loss: 2.1974 - accuracy: 0.1300
[calculadorapnav INFO @ 15:27:31]
Graceful stopping: collecting and writing information.
Please wait a few seconds...
[calculadorapnav INFO @ 15:27:32] Energy consumed for RAM : 0.000000 kWh. RAM Power : 0.0738372802734375 W
[calculadorapnav INFO @ 15:27:32] Energy consumed for all CPUs : 0.000006 kWh. Total CPU Power : 30.0 W
[calculadorapnav INFO @ 15:27:32] 0.000006 kWh of electricity used since the beginning.
[calculadorapnav INFO @ 15:27:32] Number of parameters: 225034
[calculadorapnav INFO @ 15:27:32] Model size in bytes: small

```

9. Consideraciones Finales

- **Precisión de las Mediciones:** Para obtener resultados precisos, se recomienda proporcionar todos los parámetros posibles (como `n_epochs`, `n_batches`, `gpu_ids`, etc.).
- **Persistencia Local vs. Envío a API:** Mientras que el modo offline guarda los datos localmente, el modo online también los envía a la API para análisis global.
- **Geolocalización:** La configuración del país y la región es crucial para calcular las emisiones asociadas correctamente.
- **Bloqueo de Instancias:** En contextos de ejecución paralela, habilite el parámetro `allow_multiple_runs` según sea necesario.

Este manual proporciona una guía completa para aprovechar al máximo la librería `calcladorapnav` en distintos contextos de uso.

10. Preguntas Frecuentes (FAQ)

1. ¿Qué sucede si no tengo un token válido para el modo online?

Si no tienes un token válido, puedes ejecutarlo en modo offline configurando el parámetro `offline=True`. En este caso, los datos se guardarán localmente en formato `.CSV` y no se enviarán a la API de PNAV. En caso de querer realizar la ejecución en modo online, el token se proporciona en la web del PNAV, tras crear un perfil de proveedor y registrar un modelo.

2. ¿Cómo puedo asegurarme de que las mediciones sean precisas?

Para lograr mediciones precisas, se recomienda:

- Proporcionar parámetros completos como `n_epochs`, `n_batches`, `gpu_ids`, entre otros.
- Especificar correctamente el país (`country_iso_code`) y la región (`region`) donde se ejecuta el proceso.
- Configurar el tipo de RAM (`type_ram`) y los modelos de CPU/GPU utilizados.

3. ¿Qué sucede si ejecuto múltiples instancias de `calcladorapnav` simultáneamente?

Por defecto, la librería utiliza un mecanismo de bloqueo para evitar conflictos entre múltiples instancias. Si necesitas ejecutar varias instancias en paralelo, configura el parámetro `allow_multiple_runs=True`.

4. ¿Qué pasa si no especifico el código ISO del país en modo offline?

Si no especificas el código ISO del país (`country_iso_code`), las mediciones no estarán asociadas a la intensidad de carbono local del país, lo que podría afectar la precisión de los cálculos.

5. ¿Cómo se calcula el consumo energético para procesos en la nube?

En modo online, la librería determina si el proceso se ejecuta en infraestructura privada o en la nube. Si se ejecuta en la nube, se utiliza el proveedor (`cloud_provider`) y la región (`cloud_region`) para estimar la intensidad de carbono de las emisiones.

6. ¿Qué formato tienen los archivos generados?

Persistencia local: Los datos se guardan en formato `.CSV`.

Envío a API: Los datos se envían en formato `JSON`.