FORECASTING

🛑 Problema

Las empresas enfrentan limitaciones críticas en sus procesos actuales de predicción:

- Modelos tradicionales incapaces de capturar la complejidad real de los datos (picos, ruido, estacionalidades débiles).
- Tiempos de procesamiento altos que hacen imposible reaccionar en tiempo real.
- Dependencia de analistas para preparar datos, configurar modelos y validar pronósticos.
- Forecasts inestables que empeoran progresivamente al extender el horizonte.
- Dificultad para gestionar múltiples series en producción con consistencia y precisión.

🎯 Objetivo de la solución.

Proporcionar a los equipos de analítica, operaciones, supply chain y finanzas un sistema de forecasting automático, preciso y acelerado por GPU, basado en NHITS (Neural Hierarchical Interpolation for Time Series), que:

- Entrena modelos en segundos.
- Se integra fácilmente vía API o dashboard web.
- Requiere cero preparación técnica por parte del usuario: solo subir el CSV.
- Escala a cientos o miles de series simultáneamente.

✅ Resultados de la solución

- Reducción de hasta 92% del error respecto a modelos tradicionales.
- Forecasts generados en milisegundos o segundos gracias al procesamiento en GPU.
- Intervalos de confianza automáticos para decisiones con menor riesgo.
- Entrenamiento NHITS on-the-fly desde MongoDB o CSV sin intervención humana.
- API /forecast/ para ejecutar pronósticos bajo demanda en cualquier sistema.
- Resumen técnico y métricas guardadas automáticamente para auditoría y seguimiento.

📈 Impacto esperado

- Mejora significativa en la planeación de ventas, inventarios y producción.
- Reducción de quiebres de inventario y sobrestock con modelos más sensibles a picos.
- Ahorro operativo al eliminar procesos manuales de forecast y validación.
- Incremento de precisión en presupuestos, KPIs y proyecciones financieras.
- Capacidad de anticiparse a anomalías, picos y riesgos antes de que ocurran.
- Habilitación de equipos no técnicos para generar forecast confiable sin depender de TI.

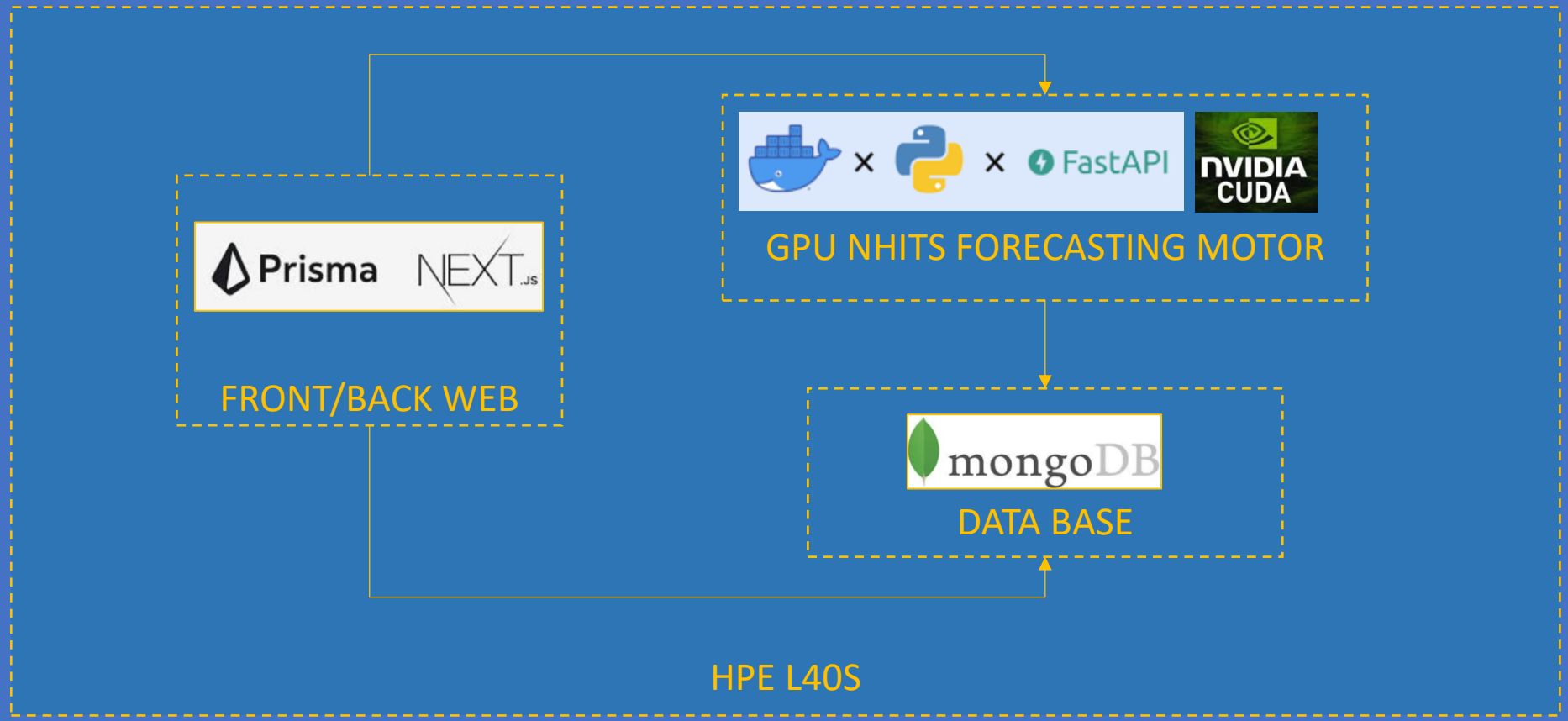
FORECASTING: ARQUITECTURA SOLUCIÓN

El **Front/Back** Web en Next.js con Prisma permite que los usuarios registren y consulten Forecasts desde una interfaz moderna y rápida.

La **base de datos** MongoDB almacena los Forecasts, su trazabilidad completa del proceso.

GPU NHITS FORECASTING MOTOR

Motor de forecasting ejecutado en Docker, construido en FastAPI y acelerado por GPU (CUDA). Entrena y ejecuta modelos NHITS para generar predicciones multi-step con intervalos probabilísticos.



FORECASTING: PROCESO

✅ PASO 1 — Series Loader

📥 **Carga de series**

El usuario simplemente arrastra y suelta su CSV.

La plataforma valida el formato y prepara los datos para entrenamiento.

✅ PASO 2 — Frequency Configuration

⏱️ **Selección de frecuencia**

El usuario elige la frecuencia de la serie (diaria, semanal, horaria...).

El sistema ajusta automáticamente el procesamiento para garantizar un forecasting preciso.

✅ PASO 3 — GPU NHITS Training

⚡ **Entrenamiento del modelo NHITS en GPU**

Se entrena un modelo NHITS usando PyTorch + NeuralForecast.

La GPU L40S acelera el proceso, permitiendo modelos optimizados en segundos.

✅ PASO 4 — Probabilistic Output

📊 **Generación de pronósticos probabilísticos**

El motor produce pronósticos multi-step con sus bandas inferior y superior.

Esto permite decisiones más seguras y gestión de riesgos.

✅ PASO 5 — Model Summary

📄 **Resumen técnico del modelo**

El sistema genera un resumen completo: métricas, configuración, errores, tiempos y parámetros.

La información se almacena automáticamente en ProjectForecasting para auditoría.

✅ PASO 6 — FastAPI Endpoint

🔗 **Ejecución vía API**

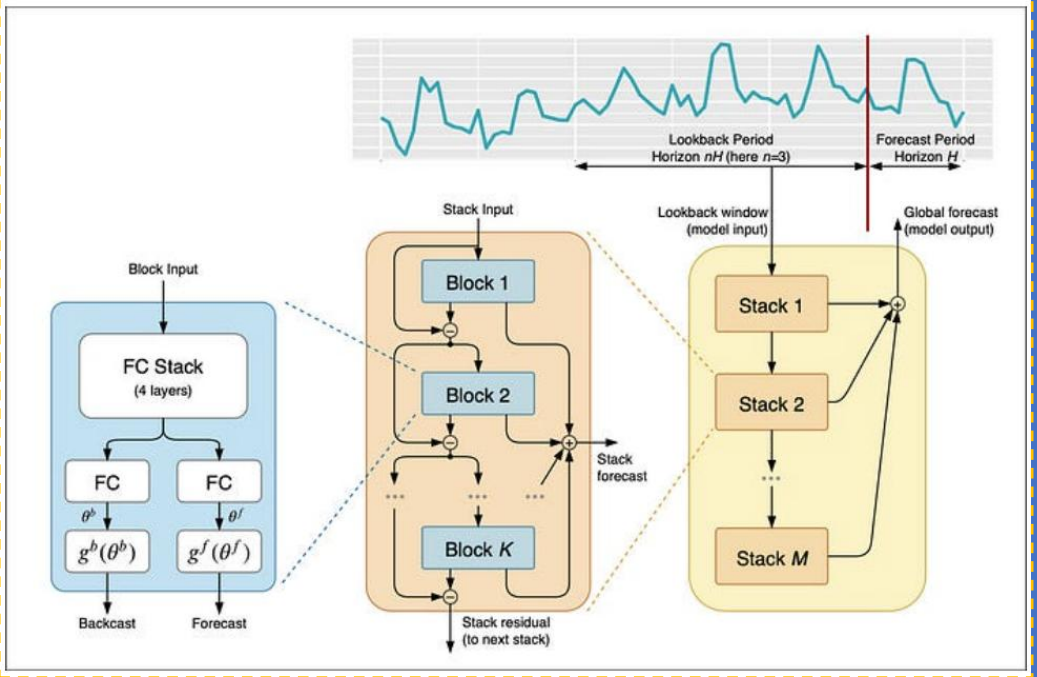
El endpoint `/forecast/` permite solicitar nuevos pronósticos en tiempo real.

Admite parámetros como horizonte, niveles de confianza y selección de series.

FORECASTING: SOBRE NHITS

NHITS (Neural Hierarchical Interpolation for Time Series Forecasting)
Es un modelo de pronóstico que combina Deep Learning con principios de procesamiento de señales.
NHITS se construye sobre la arquitectura NBEATS, por lo que primero vale la pena recordar brevemente cómo funciona NBEATS:
Arquitectura de NBEATS (visión general)

Al igual que en NBEATS, NHITS está compuesto por módulos organizados en tres niveles:
Bloque (azul):
Es la unidad básica de procesamiento.
Stack o pila (naranja):
Conjunto de bloques que trabajan juntos para capturar patrones específicos.
Modelo final (amarillo):
Combinación de múltiples stacks que permiten aprender diferentes escalas temporales y estructuras de la serie.



Características clave que diferencian a NHITS
NHITS incorpora varias innovaciones que mejoran la precisión y estabilidad del pronóstico:

- 1. Multi-Rate Data Sampling (único de NHITS)

Permite que el modelo analice la serie a diferentes frecuencias, capturando tanto patrones de corto como de largo plazo.

- 2. Neural Basis Expansion Analysis (compartido con NBEATS)

Utiliza funciones base aprendidas para representar la serie de tiempo de forma flexible y eficiente.

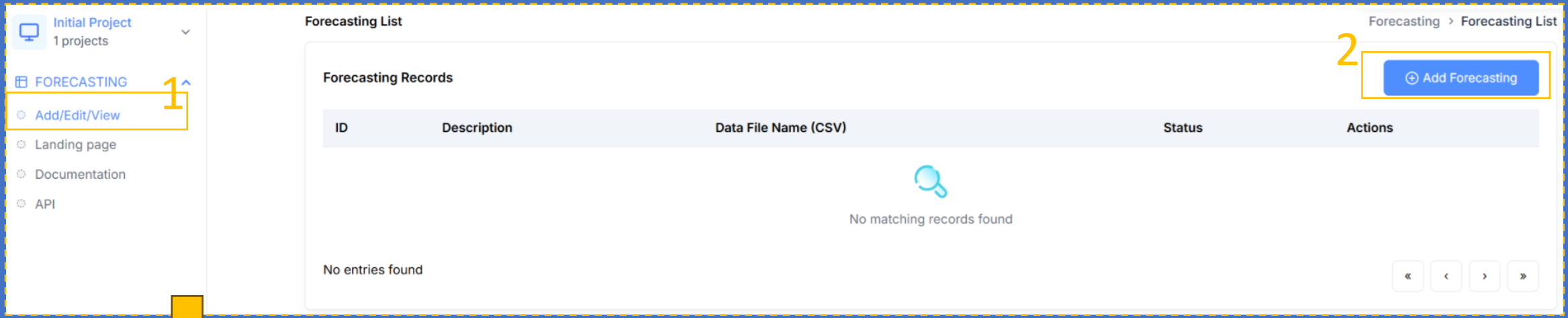
- 3. Doubly Residual Stacking (compartido con NBEATS)

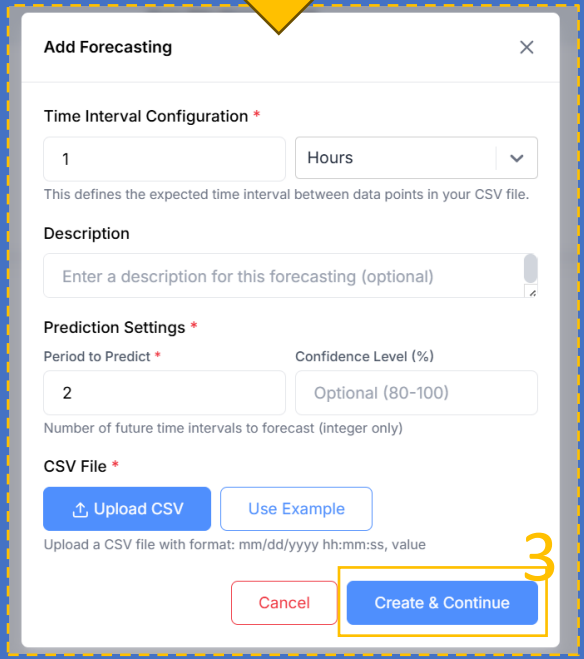
Cada stack aprende lo que los stacks anteriores no pudieron capturar, reduciendo errores de forma progresiva.

- 4. Hierarchical Interpolation (único de NHITS)

Reconstruye la señal final mediante interpolación jerárquica, lo que mejora la precisión en horizontes largos y series irregulares.

FORECASTING APP





Pasos del proceso

1 Add/Edit/View (Forecasting)
Entras a la sección de forecasting para crear una nueva ejecución.

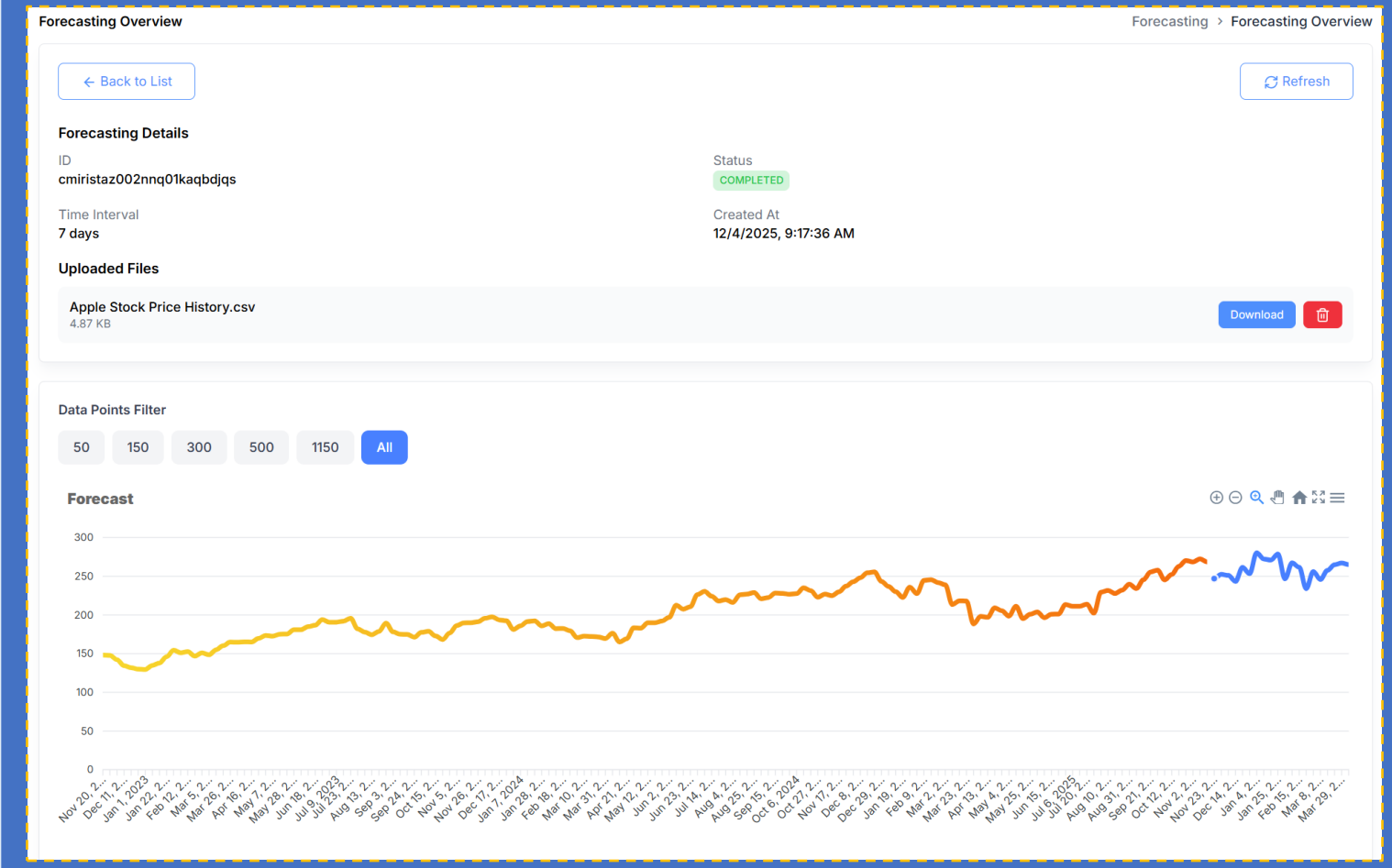
2 Add Forecasting
Abres el formulario para configurar el forecast.

3 Create & Continue
Completa los campos, sube el CSV y confirma para iniciar el proceso.

Campos del formulario

- Time Interval Configuration
Define cada cuánto ocurre un dato en tu serie (ej. 1 Hour).
- Description
Texto opcional para identificar este forecasting.
- Period to Predict
Cantidad de intervalos futuros que quieres pronosticar.
- Confidence Level (%)
Nivel de confianza para generar bandas probabilísticas.
- CSV File
Carga el archivo con tu serie de tiempo en formato fecha-valor.

FORECASTING APP



Interpretación del resultado

🟧 Línea naranja – Datos históricos
Representa la serie de tiempo original cargada desde el CSV.
Muestra el comportamiento real del valor a lo largo del tiempo (tendencias, picos y variaciones).

🔵 Línea azul – Predicción del modelo
Corresponde al forecast generado por el modelo NHITS entrenado en GPU.
Proyecta los valores futuros manteniendo coherencia con la dinámica histórica de la serie.

📌 Qué permite esta vista
Comparar visualmente los datos reales con la predicción.
Validar la calidad del forecast frente al comportamiento histórico.

Explorar diferentes cantidades de puntos usando el filtro superior (50, 150, 300…).
Descargar el archivo con los resultados o refrescar la gráfica si se entrena un nuevo modelo.

FORECASTING APP

Summary

Forecast NHITS (PyTorch GPU). Horizonte: 20, Confianza: ~95% (z≈1.96). Frecuencia declarada: 7D, inferida: W-SUN. Obs: 157 (11/20/2022 00:00:00 → 11/16/2025 00:00:00). MAE≈19.5908, RMSE≈30.1438. MAPE≈10.62%. Tiempo entrenamiento: 1.29s.

Forecasting Info

- **model:** NHITS
- **library:** neuralforecast
- **backend:** pytorch
- **device:** cuda
- **frequency inferred:** W-SUN
- **n observations:** 157
- **horizon:** 20
- **input size:** 60
- **val size:** 31
- **train size:** 126
- **level:** 0.95
- **z value:** 1.96
- **sigma residuals:** 28.202287674
- **train mae:** 19.5908203125
- **train rmse:** 30.1438407898
- **train mape:** 10.6164962053
- **epochs trained:** null
- **fit seconds:** 1.29417
- **timestamp start:** 11/20/2022 00:00:00
- **timestamp end:** 11/16/2025 00:00:00

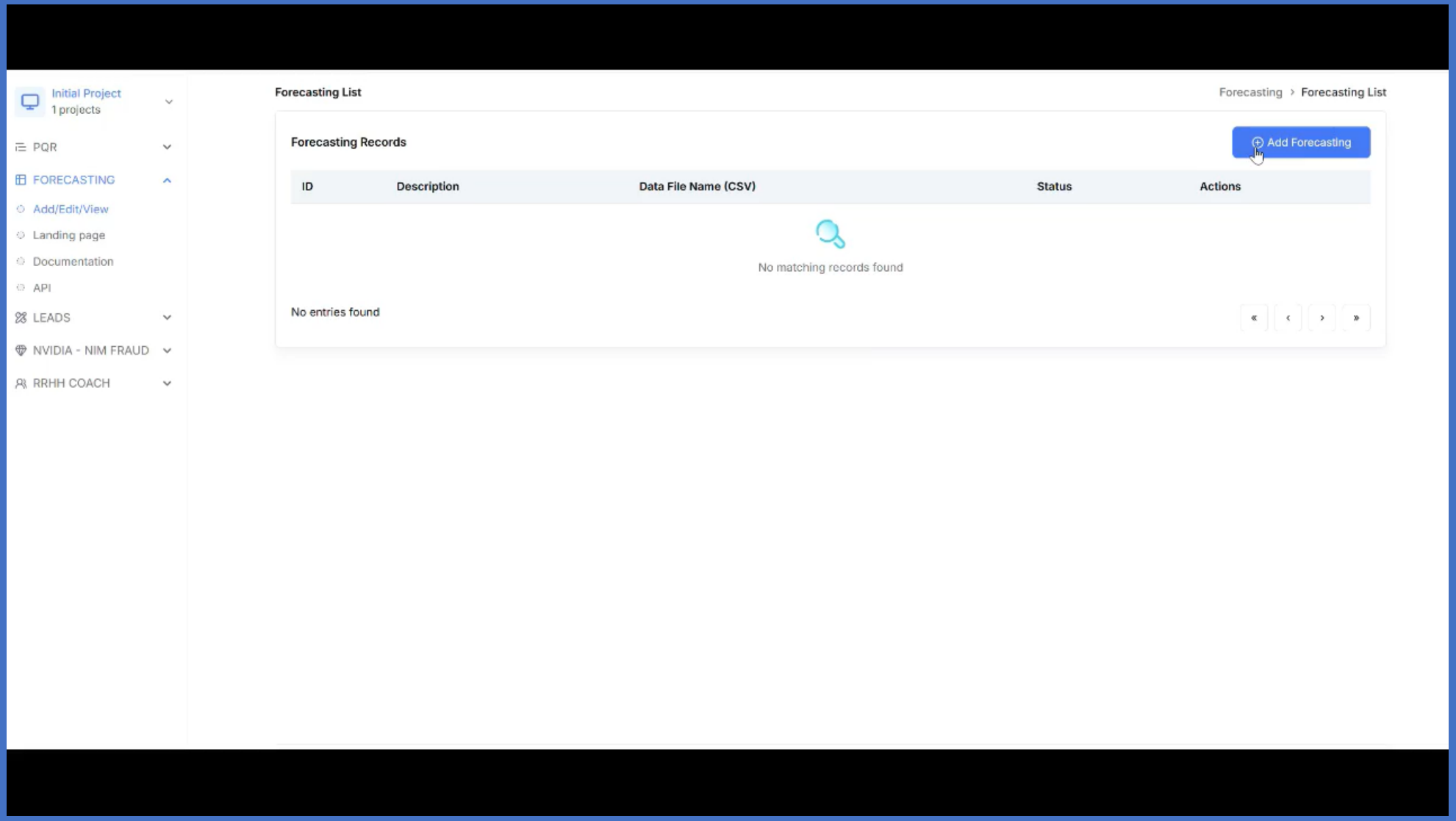
Resumen del Forecast

La sección *Summary* presenta una vista rápida del resultado generado por NHITS en GPU:

- Modelo: NHITS ejecutado sobre PyTorch con aceleración CUDA.
- Horizonte: 20 períodos futuros pronosticados.
- Confianza: ~95%, equivalente a un valor z de 1.96.
- Frecuencia: 7 días (declarada) – inferida como W-SUN por el motor.
- Observaciones usadas: 157 puntos históricos.
- Errores del modelo:
  - MAE ≈ 19.59
  - RMSE ≈ 30.14
  - MAPE ≈ 10.62%
- Tiempo de entrenamiento: 1.29 segundos.
- Este resumen permite evaluar rápidamente la calidad del modelo y la estabilidad del forecast.

Información técnica del forecasting

La sección *Forecasting Info* detalla los parámetros que utilizó el modelo durante el entrenamiento:

- model / library / backend: NHITS – neuralforecast – PyTorch
- device: cuda (GPU)
- frequency inferred: W-SUN (semanal, terminando en domingo)
- n observations: cantidad total de datos utilizados
- horizon: número de pasos futuros predichos
- input size / val size / train size: estructura interna del modelo
- level: nivel de confianza seleccionado (0.95)
- z value: valor estadístico para las bandas de confianza (1.96)
- sigma residuals: desviación estándar de los residuos
- train metrics: MAE, RMSE, MAPE del entrenamiento
- fit seconds: duración total del entrenamiento

FORECASTING DEMO