

Predicción del valor de ICP y su lateralización en pacientes pediátricos en cuidados neurocríticos usando modelos LSTM

- AVANCE 1 -

ROBERTO MARIN
LUIS BARRETO
ARELI SÁNCHEZ
GIANFRANCO FERIA

INTRODUCCIÓN



ENFERMEDADES NEUROLÓGICAS

CONDICIONES NEUROLÓGICAS PROVOCAN EXPANSIÓN DE UN COMPARTIMENTO INTRACRANEAL, ESTA EXPANSIÓN ELEVA LA PRESIÓN INTRACRANEAL

LESIÓN CEREBRAL TRAUMÁTICA (TBI)
HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA (SAH),
HEMORRAGIA INTRACRANEAL RELACIONADA CON LA PREMATURIDAD
DISFUNCIÓN CEREBRAL ASOCIADA A SEPSIS
ACCIDENTE CEREBROVASCULAR (ACV)

LA INCIDENCIA ANUAL SE ESTIMA ENTRE 2.5 Y 3 CASOS POR 100,000 NIÑOS, ES CATALOGADO COMO UNA DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE MUERTE Y DISCAPACIDAD A LARGO PLAZO

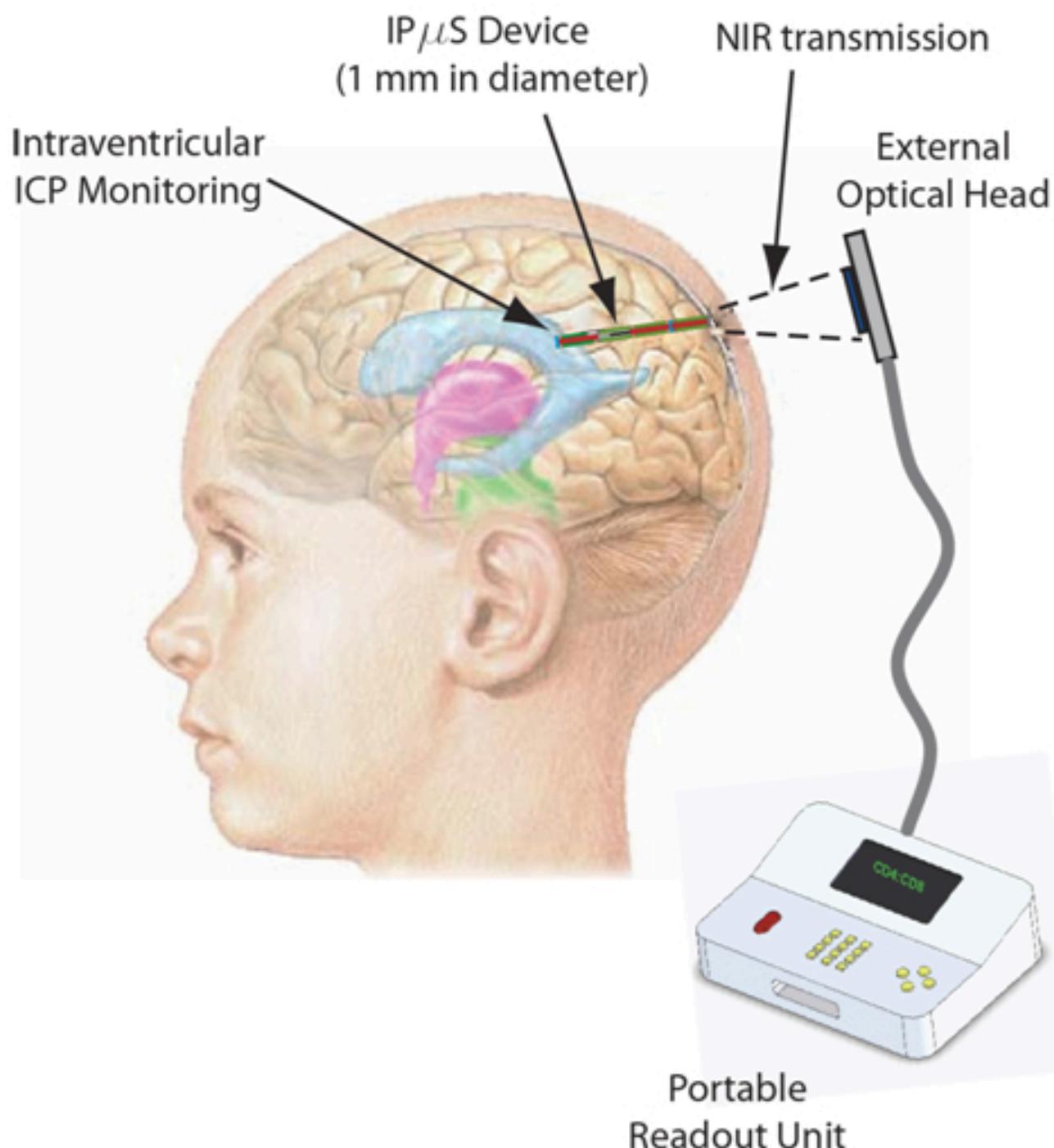
FUENTE: C. B. DABDOUB ET AL., "ACCIDENTE CEREBROVASCULAR: UN MANTO OSCURO EN PEDIATRÍA,"

X. LIU, Y. PU, D. WU, Z. ZHANG, X. HU, AND L. LIU, "CROSS-FREQUENCY COUPLING BETWEEN CEREBRAL BLOOD FLOW VELOCITY AND EEG IN ISCHEMIC STROKE PATIENTS WITH LARGE VESSEL OCCLUSION,"

PROBLEMÁTICA



EL MONITOREO INVASIVO DE LA ICP ES EL ESTÁNDAR ACTUAL, PERO SU INVASIVIDAD Y RIESGO DE INFECCIÓN LIMITAN SU USO A PACIENTES GRAVEMENTE ENFERMOS.



BASE DE DATOS



NEUROCRITICAL CARE WAVEFORM RECORDINGS IN PEDIATRIC PATIENTS

VARIABLES:

- PRESIÓN ARTERIAL (ABP)
- PRESIÓN INTRACRANEAL (ICP)
- HEMATÓCRITO (HCT)
- VELOCIDAD DE FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL (CBFV)
- ALTURA DEL TRANSDUCTOR DE PRESIÓN ARTERIAL (HABP)
- ALTURA DEL TRANSDUCTOR DE PRESIÓN INTRACRANEAL (HICP).

INSTRUMENTOS UTILIZADOS:

- MONITORES DE CABECERA PHILIPS MP-90
- SISTEMA DE ULTRASONIDO DOPPLER TRANSCRANEAL SPENCER ST3.

12 PACIENTES PEDIÁTRICOS, APROXIMADAMENTE 10 HORAS DE GRABACIÓN EN TOTAL, SE MUESTREARON A 125 Hz.

ANÁLISIS EXPLORATORIO



DATOS GENERALES

PACIENTES: 12 (9M, 3F)

EDAD PROMEDIO: 11 AÑOS

PATOLOGÍAS NECESITANTES DE MONITOREO DE ICP INVASIVO

ACCIDENTE CEREBROVASCULAR: 4

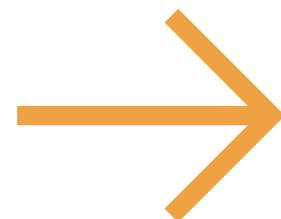
MASA CEREBRAL O PROBLEMA NEUROQUIRÚRGICO: 4

TRAUMATISMO CEREBRAL SEVERO: 3

ANORMALIDAD METABÓLICA: 1

FUENTE: FANELLI ET AL. "FULLY AUTOMATED, REAL-TIME, CALIBRATION-FREE, CONTINUOUS NONINVASIVE ESTIMATION OF INTRACRANIAL PRESSURE IN CHILDREN"

ANÁLISIS EXPLORATIVO



INFORMACIÓN EN LAS TOMAS DE CADA ESTUDIO

PATIENT07_STUDY03_LMCA_2 3 125 9748

PATIENT07_STUDY03_LMCA_2.DAT 16 16.0(0)/MMHG 16 0 1603 46642 0 ABP

PATIENT07_STUDY03_LMCA_2.DAT 16 16.0(0)/MMHG 16 0 140 64124 0 ICP

PATIENT07_STUDY03_LMCA_2.DAT 16 10.0(0)/CM/S 16 0 501 61184 0 CBFV

HABP = 86 CM

HICP = 103 CM

HCT = 23.7%

Identificador

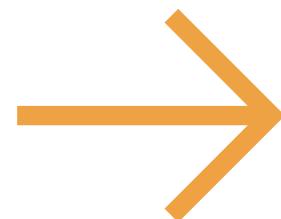
paciente _ # estudio _ lugar de medida de CBFV _ # sección

Número de señales

Frecuencia de sampleo

Cantidad de muestras

ANÁLISIS EXPLORATIVO



INFORMACIÓN EN LAS TOMAS DE CADA ESTUDIO

PATIENT07_STUDY03_LMCA_2 3 125 9748

PATIENT07_STUDY03_LMCA_2.DAT 16 16.0(0)/MMHG 16 0 1603 46642 0 ABP

PATIENT07_STUDY03_LMCA_2.DAT 16 16.0(0)/MMHG 16 0 140 64124 0 ICP

PATIENT07_STUDY03_LMCA_2.DAT 16 10.0(0)/CM/S 16 0 501 61184 0 CBFV

HABP = 86 CM

HICP = 103 CM

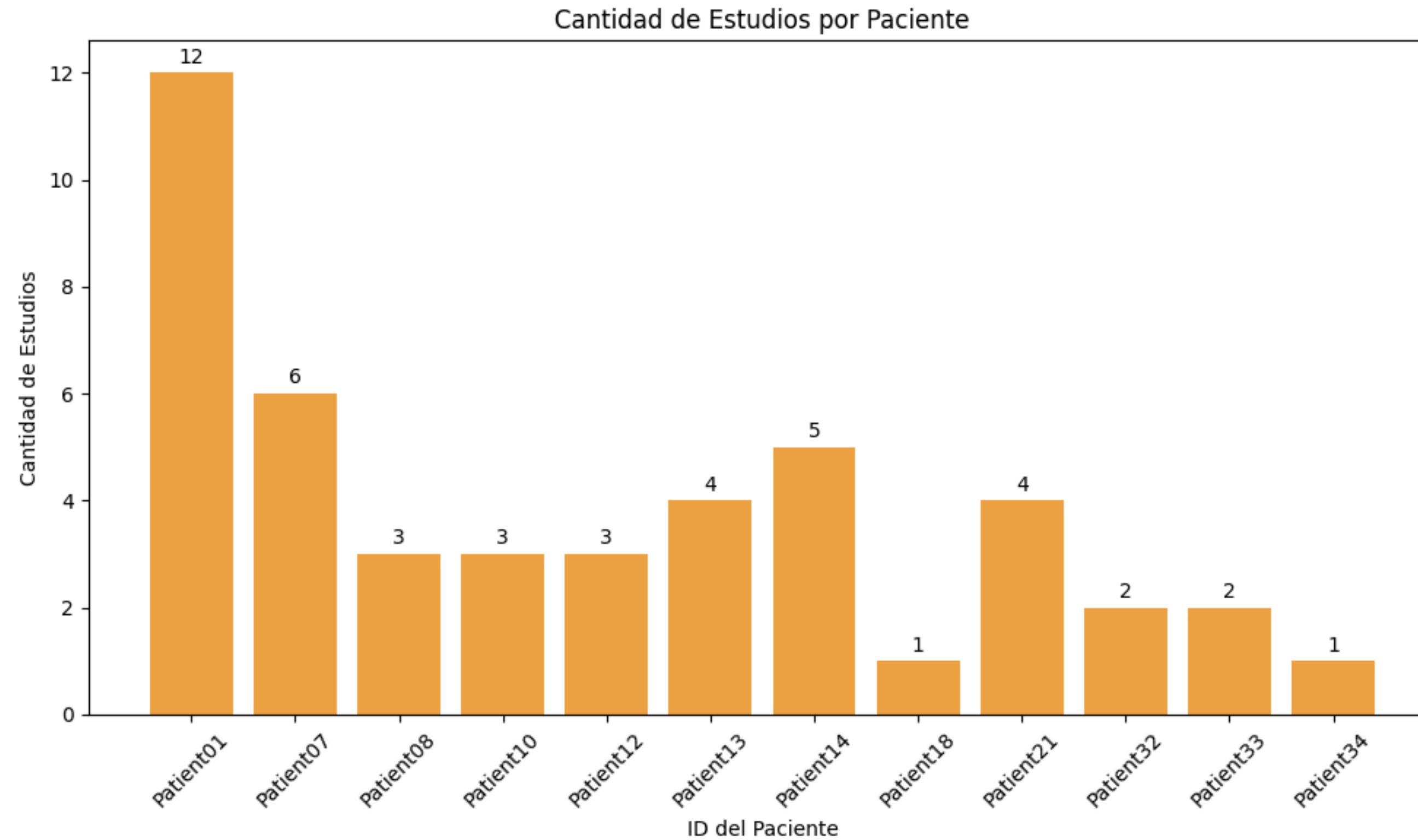
HCT = 23.7%

HABP: Referenciado a nivel del corazón

HICP: Referenciado a nivel del tragus

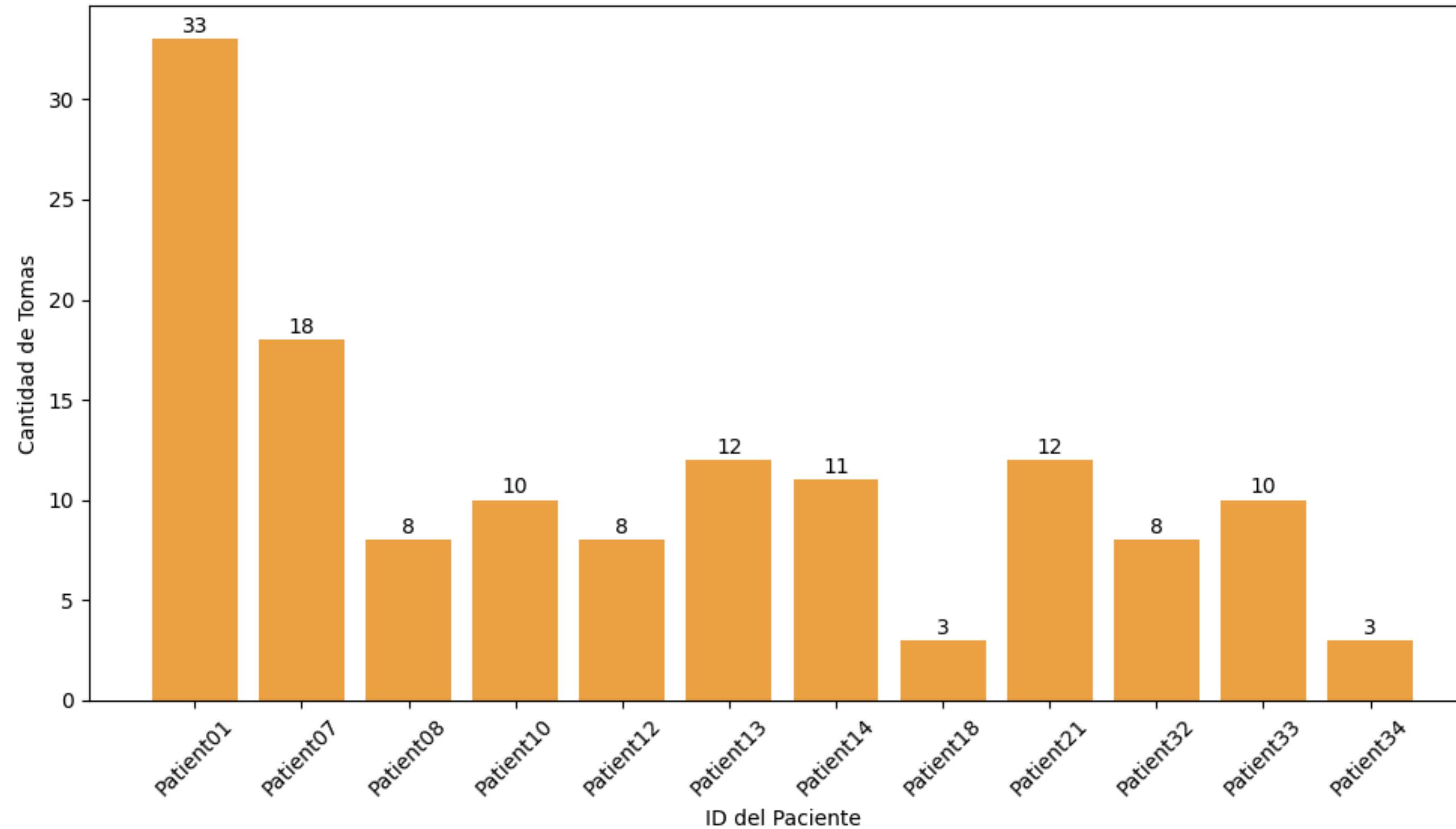
%Hematocritos

ESTUDIOS POR PACIENTE



SECCIONES POR PACIENTE

Cantidad de Tomas por Paciente

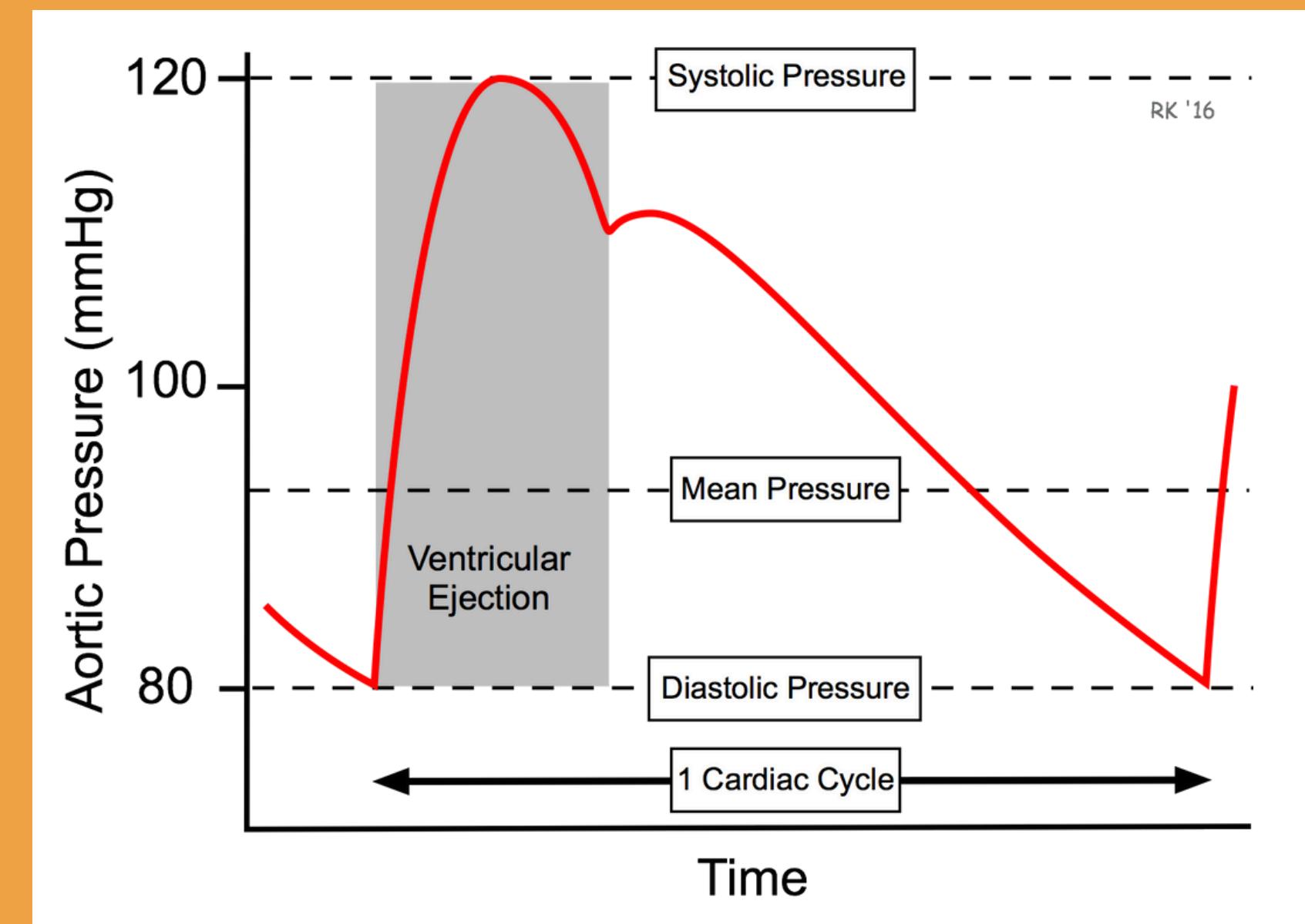
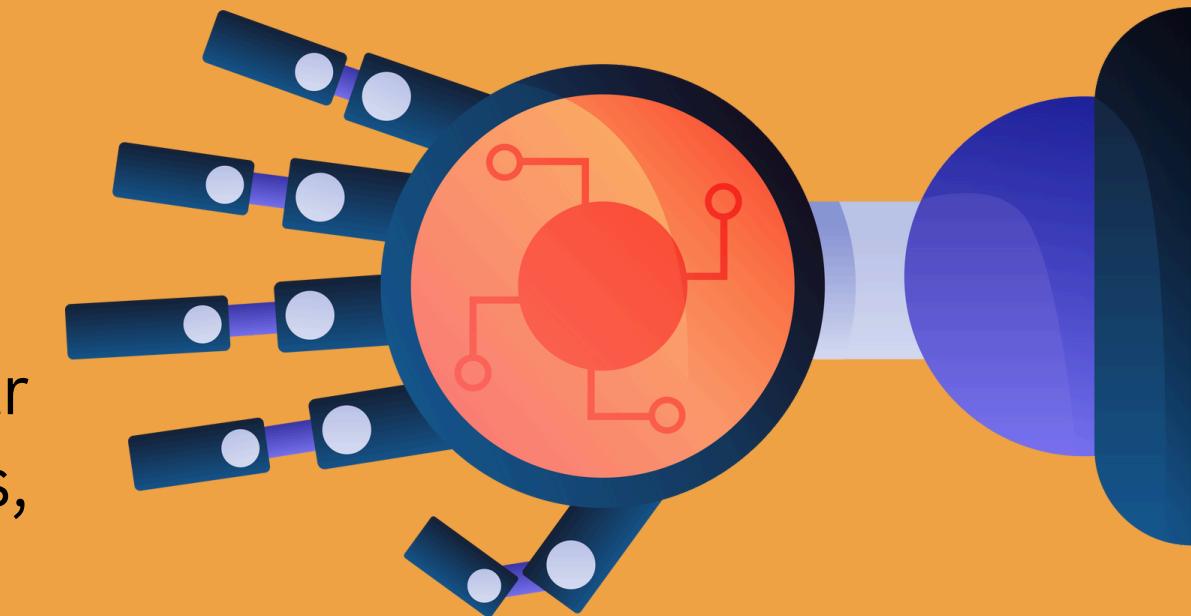


ANÁLISIS DESCRIPTIVO



VARIABLES

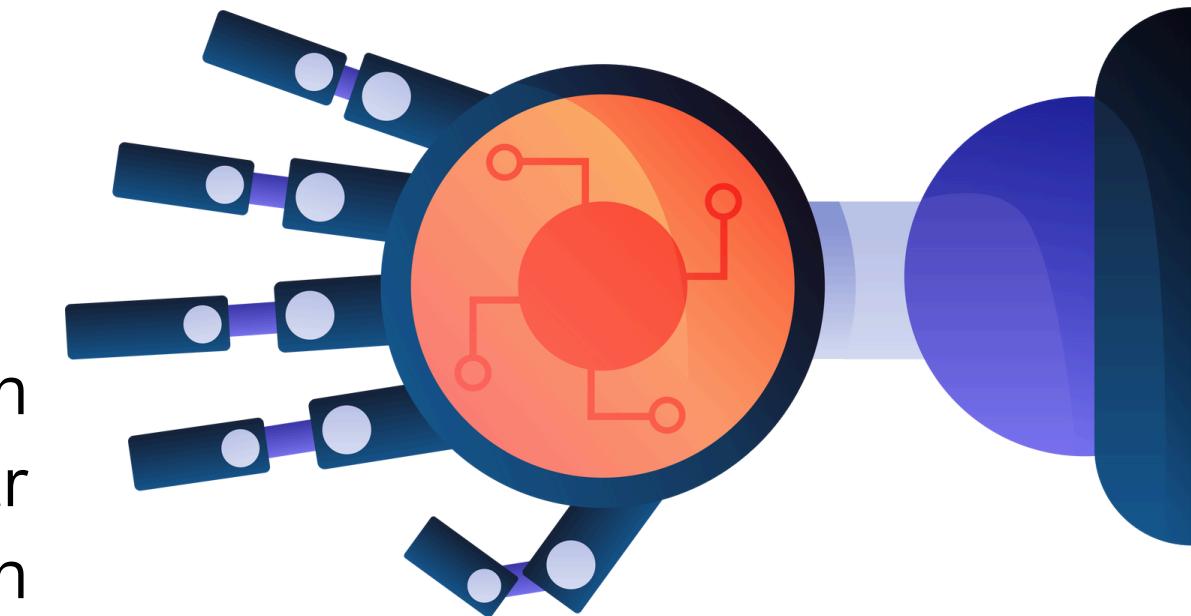
- Presión Arterial (ABP - Arterial Blood Pressure):
 - La presión arterial es crucial para evaluar la dinámica cardiovascular y pueden influir en el monitoreo de otras condiciones médicas, especialmente en pacientes con monitoreo intracranegal.



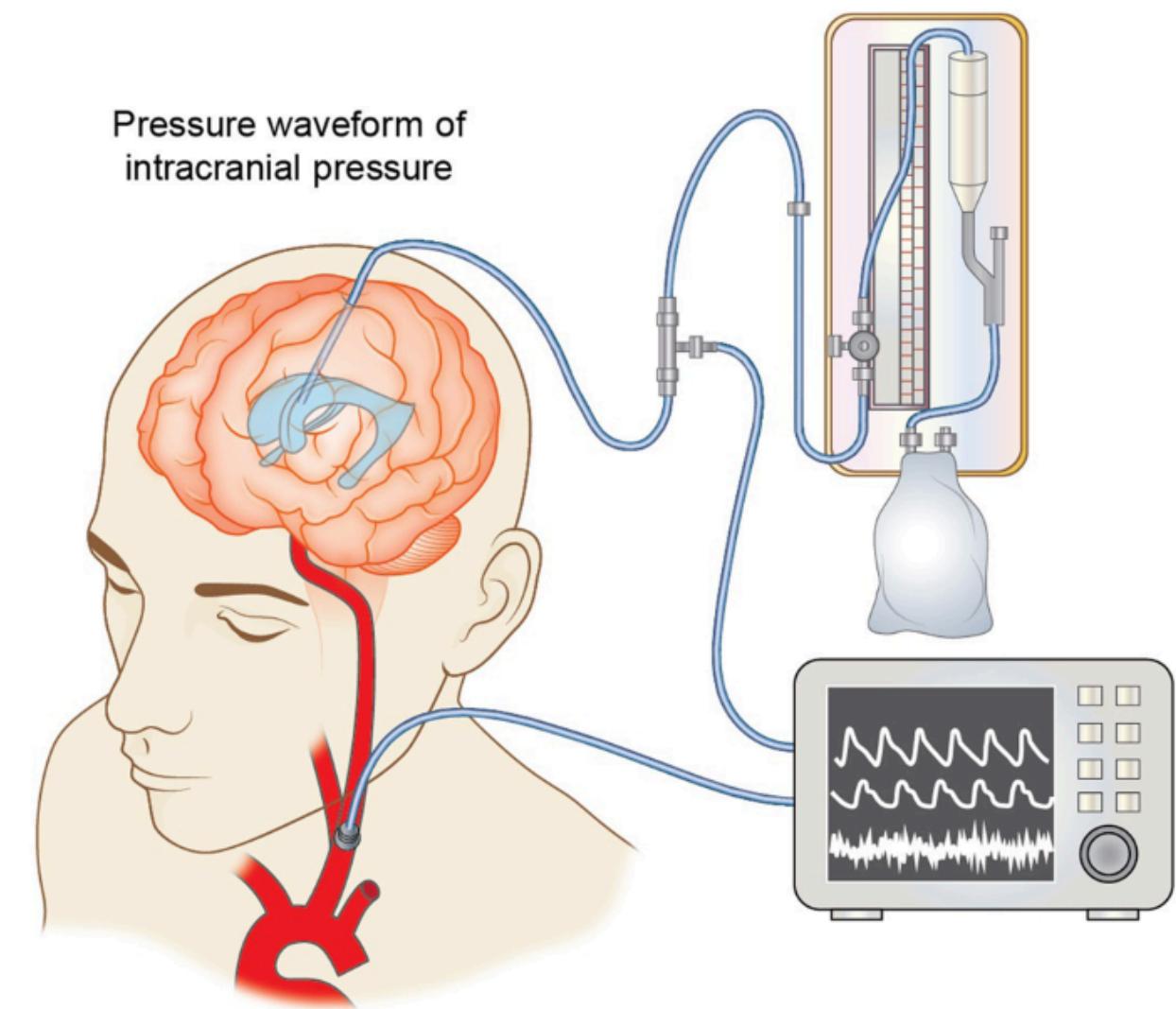
VARIABLES

- **Presión Intracranial (ICP - Intracranial Pressure):**

- La presión dentro del cráneo es un parámetro vital en pacientes con afecciones neurológicas, ya que elevaciones en la ICP pueden indicar eventos adversos como edema cerebral o hemorragias, que son críticos en el contexto pediátrico y de jóvenes adultos.



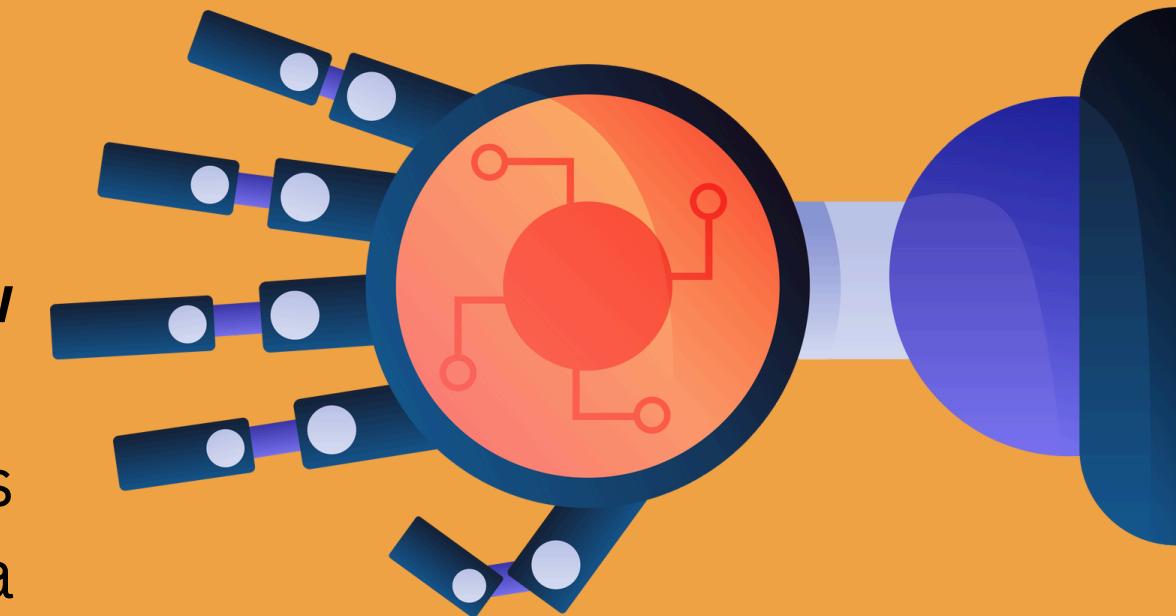
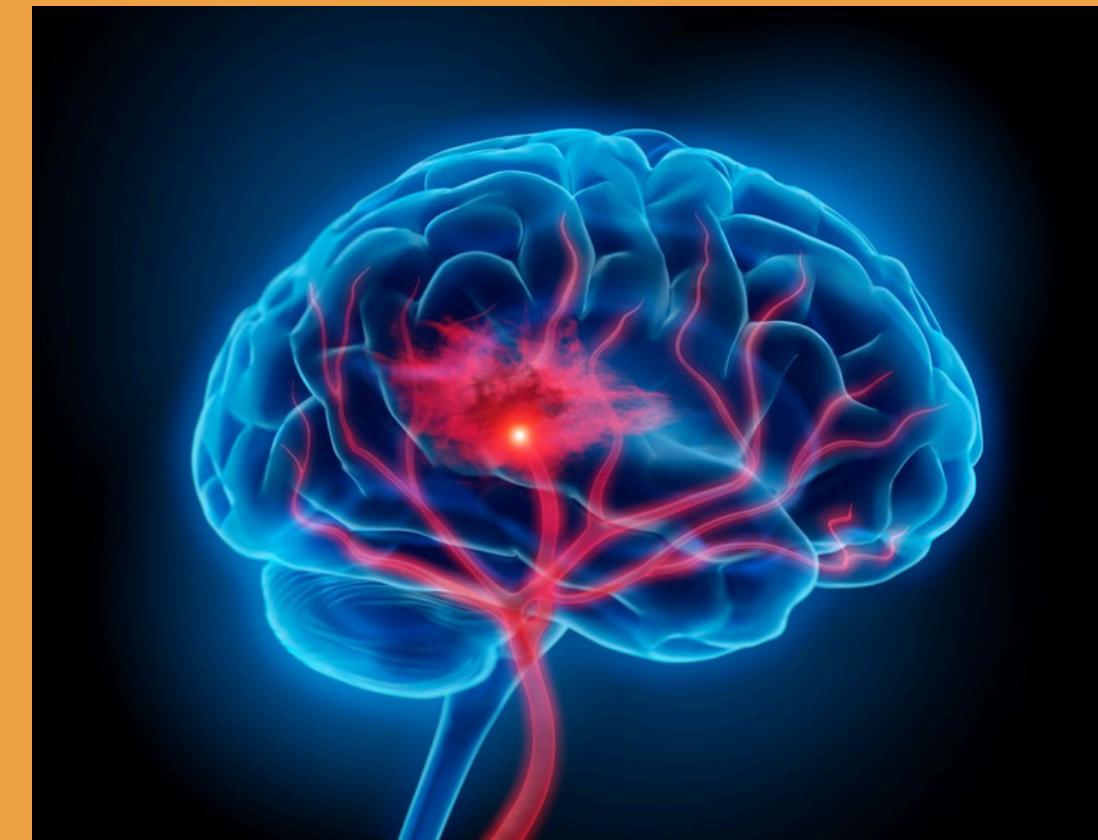
COUNT 4775829



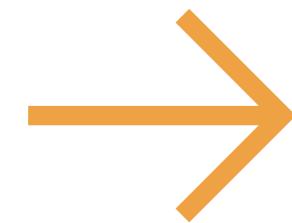
VARIABLES

- **Velocidad del Flujo Sanguíneo Cerebral (CBFV - Cerebral Blood Flow Velocity):**

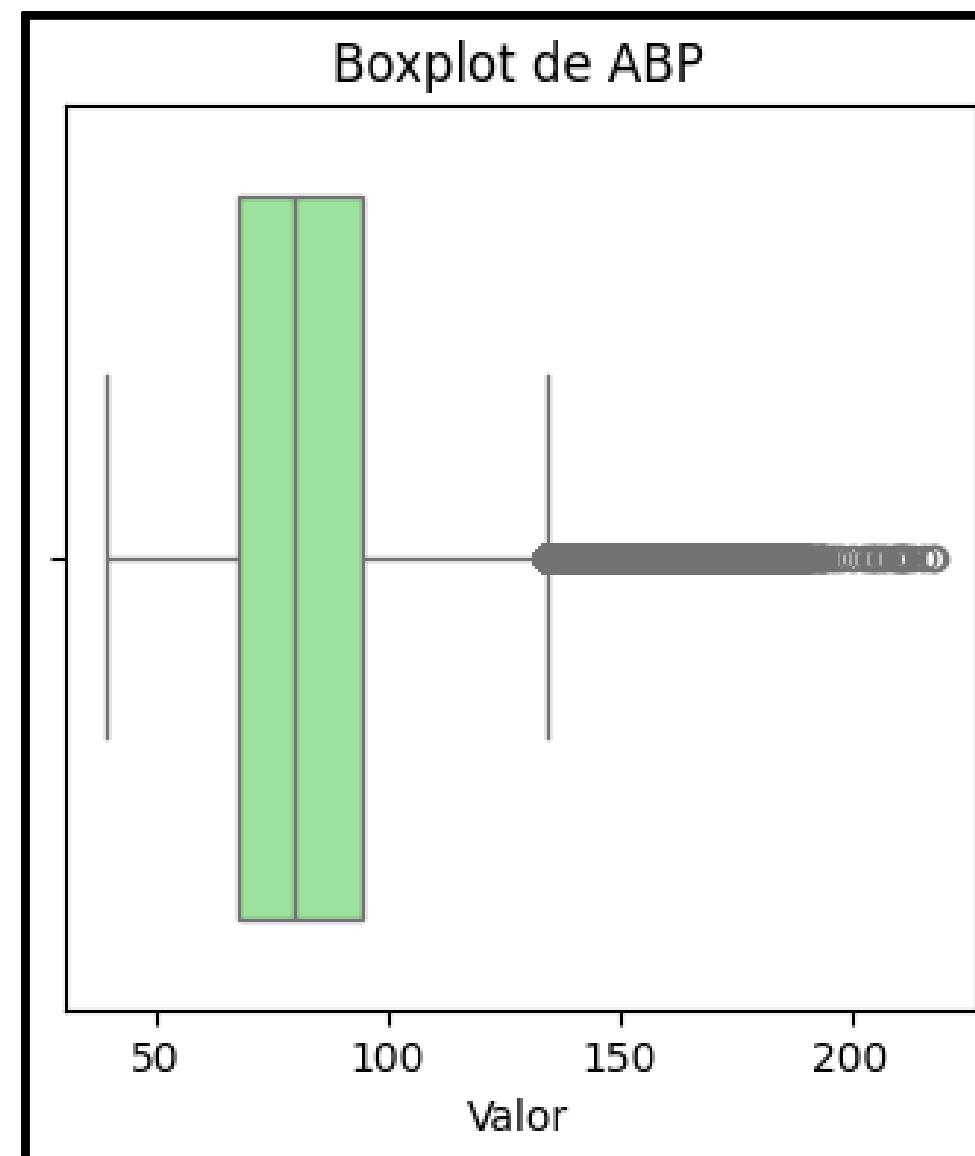
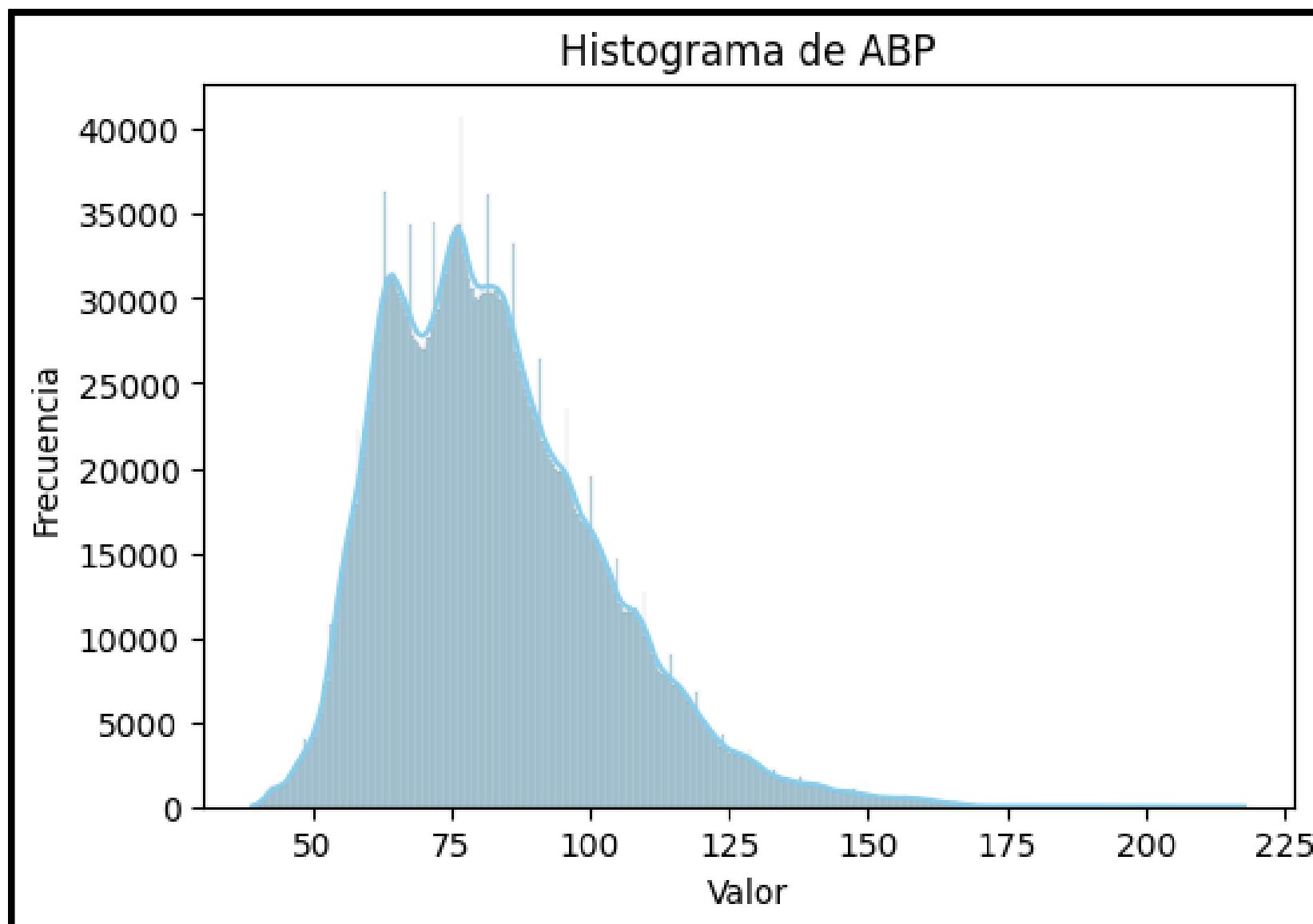
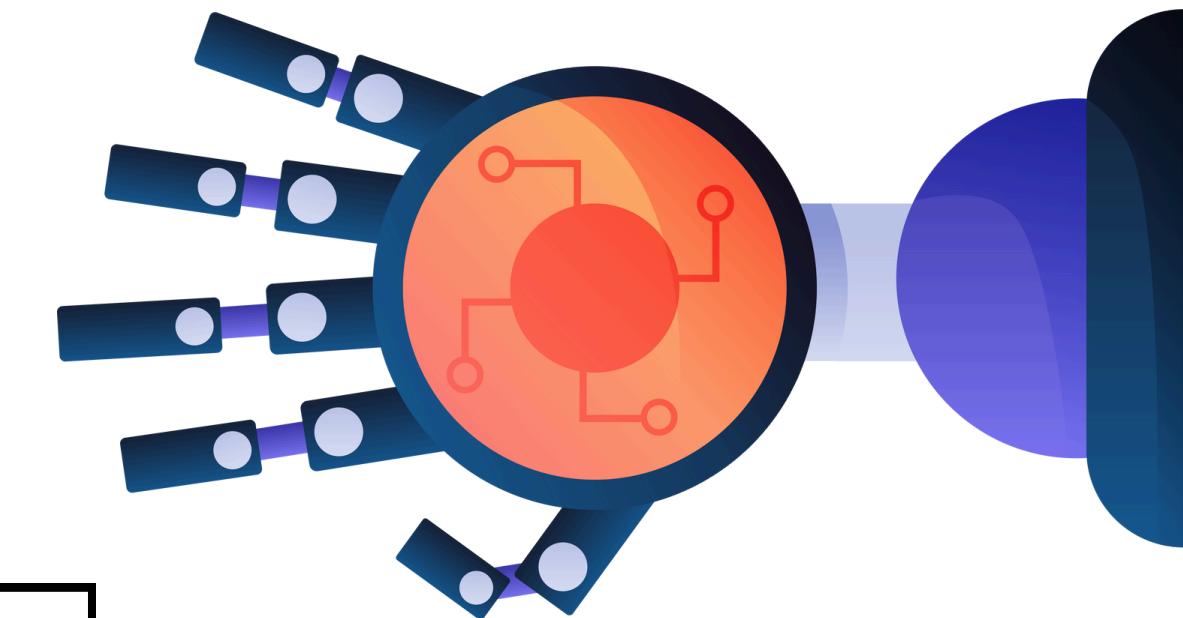
- Mide la velocidad del flujo sanguíneo a través de las arterias cerebrales, específicamente la arteria cerebral media derecha (RMCA) o izquierda (LMCA). Estos datos son esenciales para entender la perfusión cerebral, es decir, cómo la sangre fluye a través del cerebro, lo que puede ser indicativo de varias patologías neurológicas o la respuesta del cerebro a diferentes tratamientos.



ANÁLISIS DESCRIPTIVO

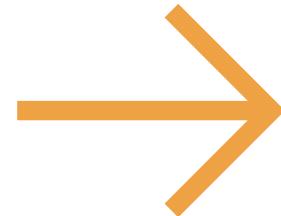


PRESIÓN ARTERIAL (ABP)

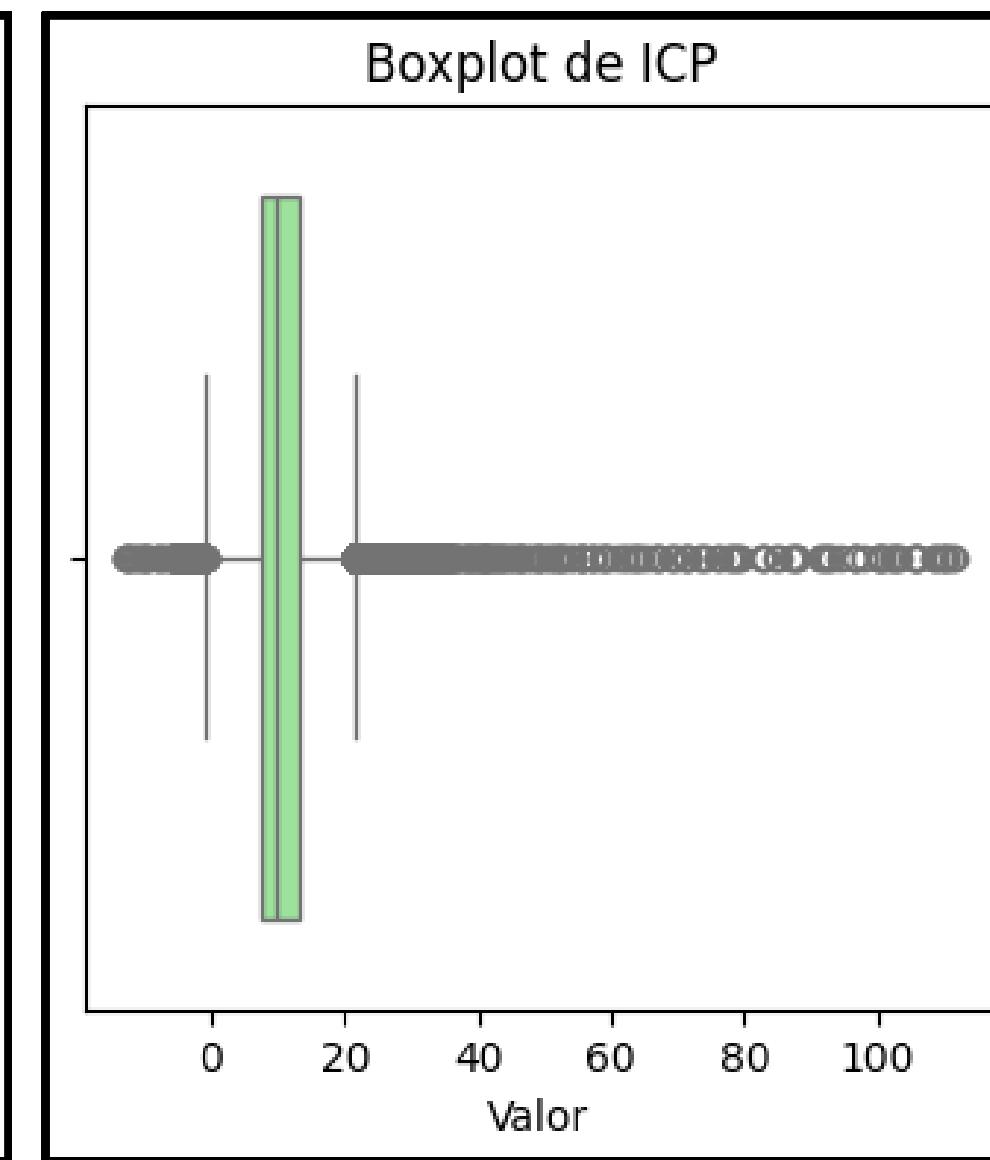
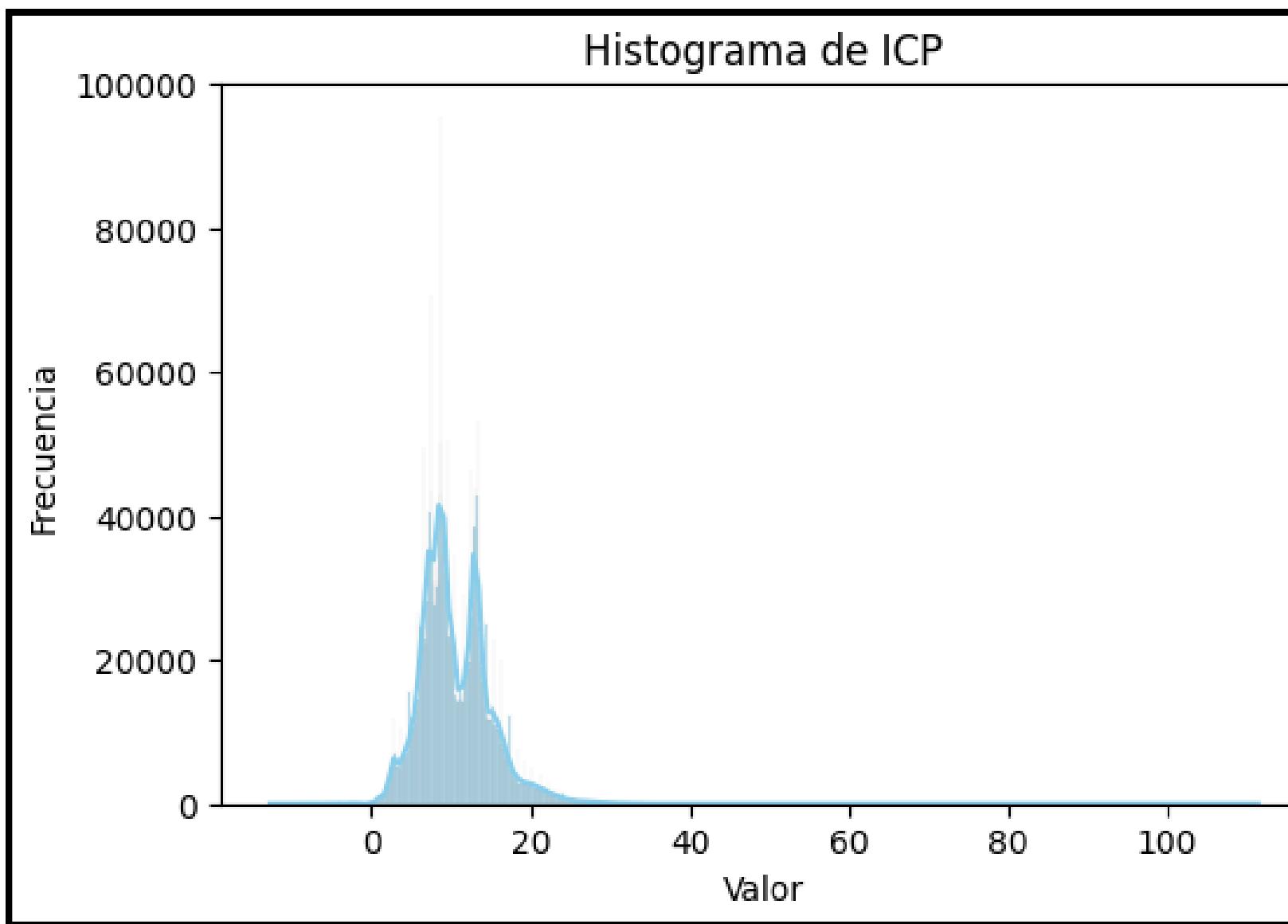
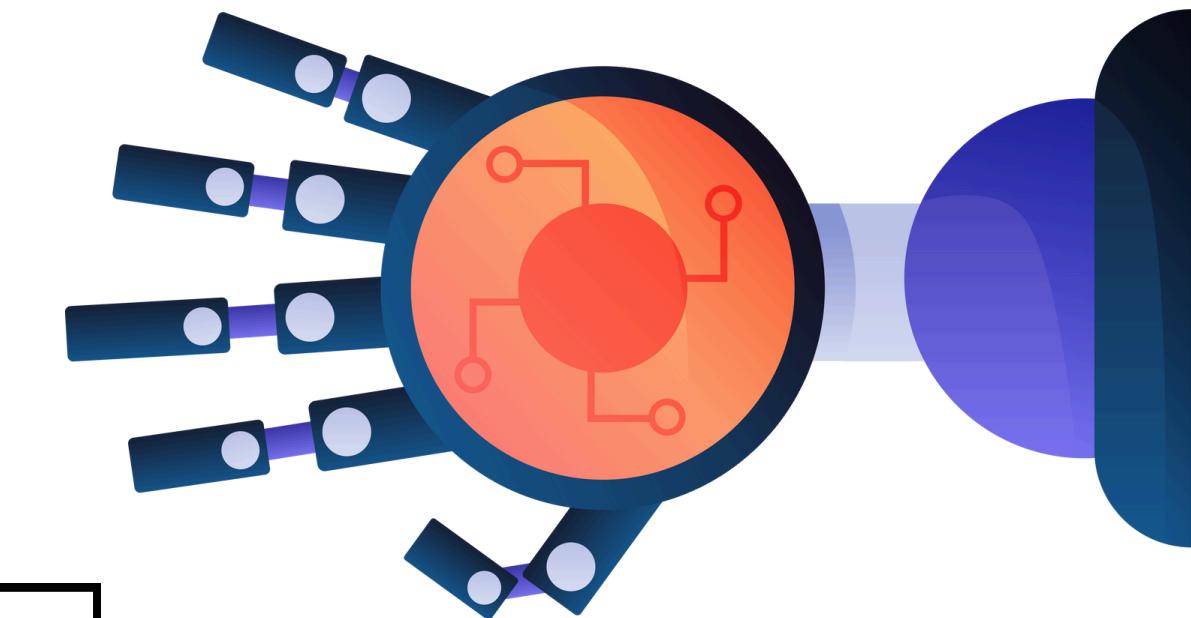


MEAN	82.86
STD	19.84
MIN	39.25
25%	67.81
50%	80.13
75%	94.50
MAX	217.88

ANÁLISIS DESCRIPTIVO



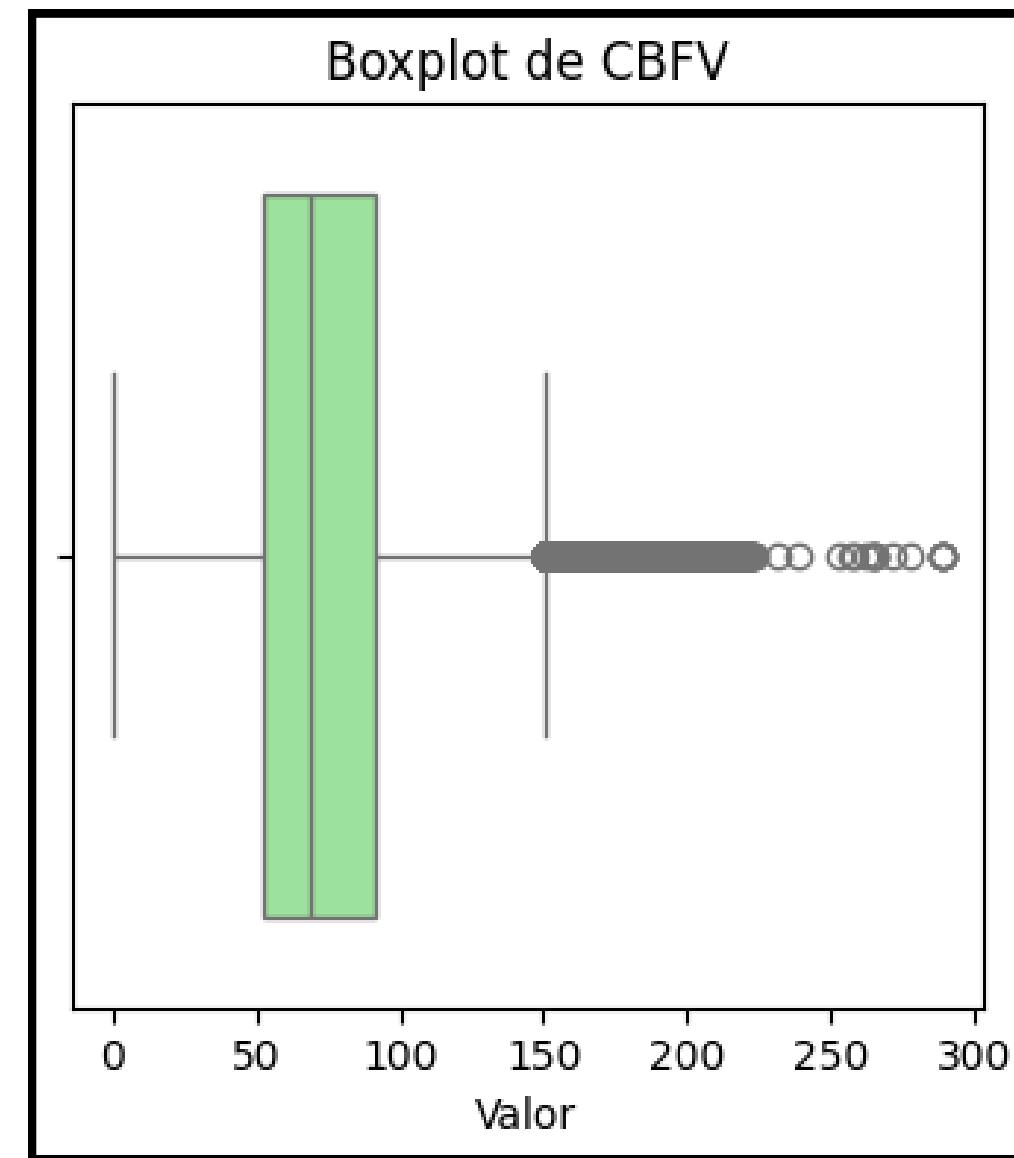
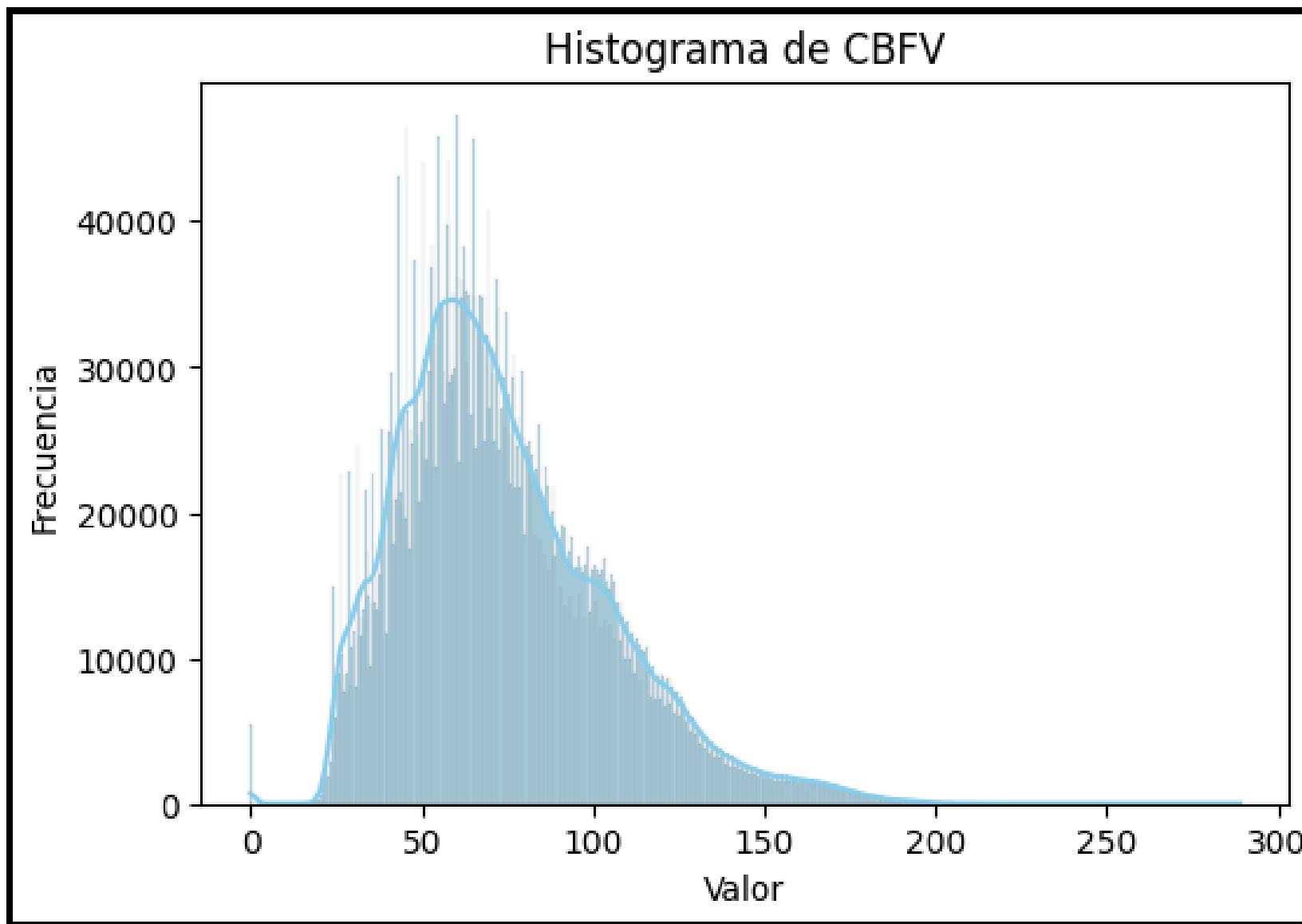
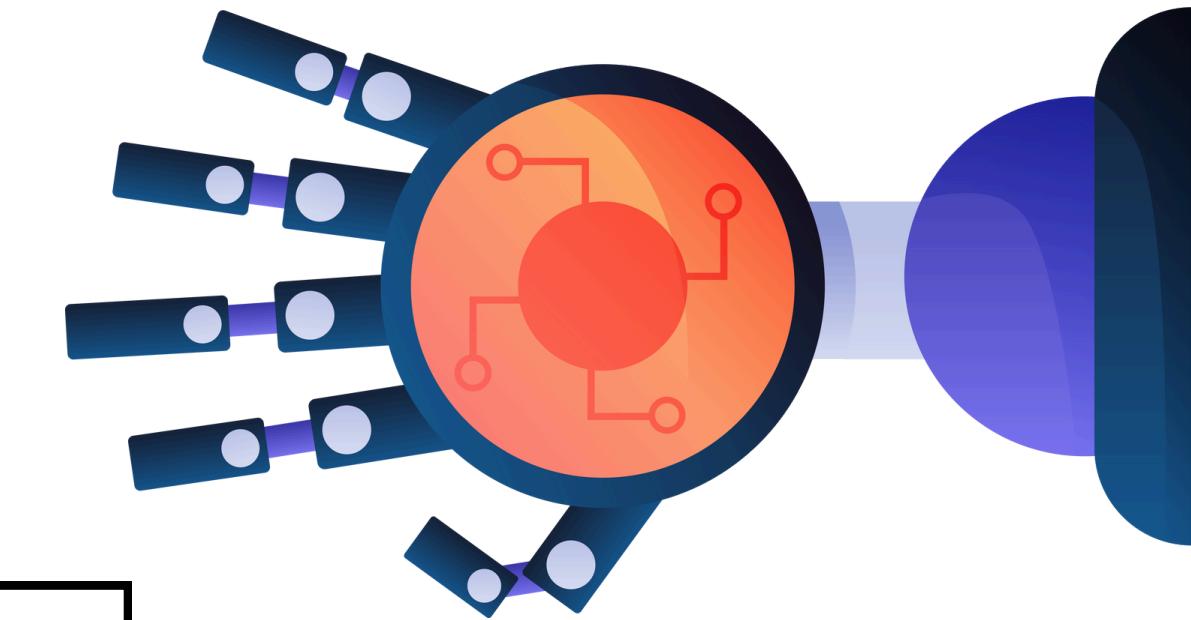
PRESIÓN INTRACRANEAL (ICP)



MEAN	10.55
STD	4.31
MIN	-12.75
25%	7.56
50%	9.69
75%	13.19
MAX	111.44

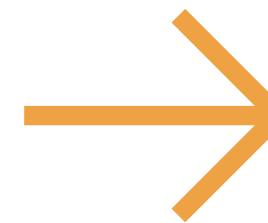
ANÁLISIS DESCRIPTIVO

VELOCIDAD DEL FLUJO SANGUÍNEO
CEREBRAL (CBFV)

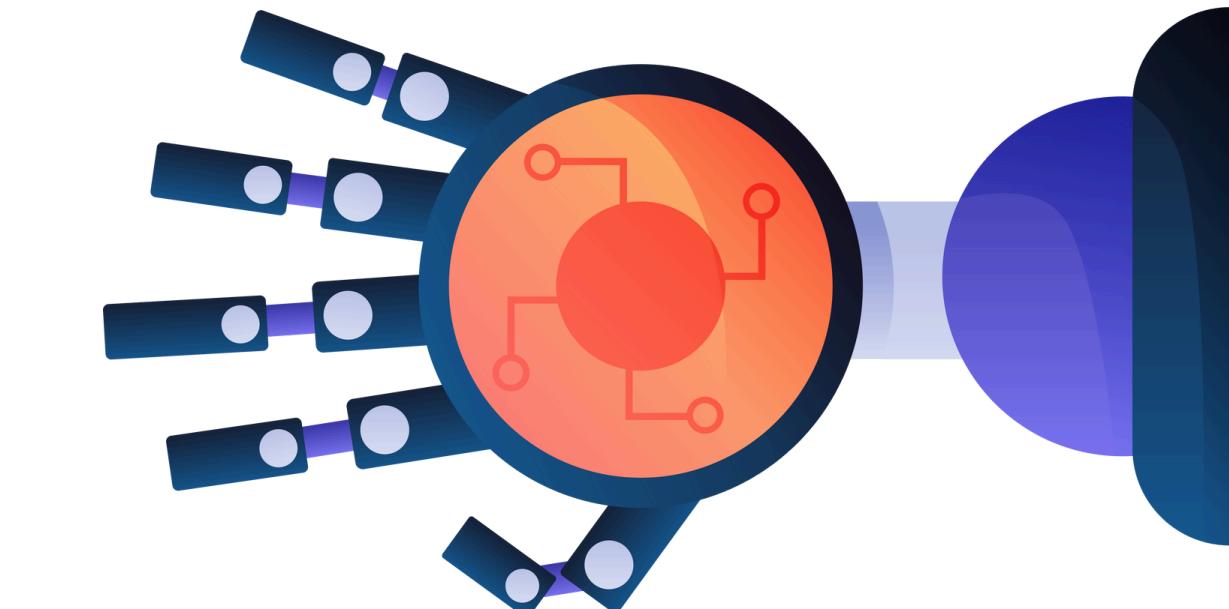
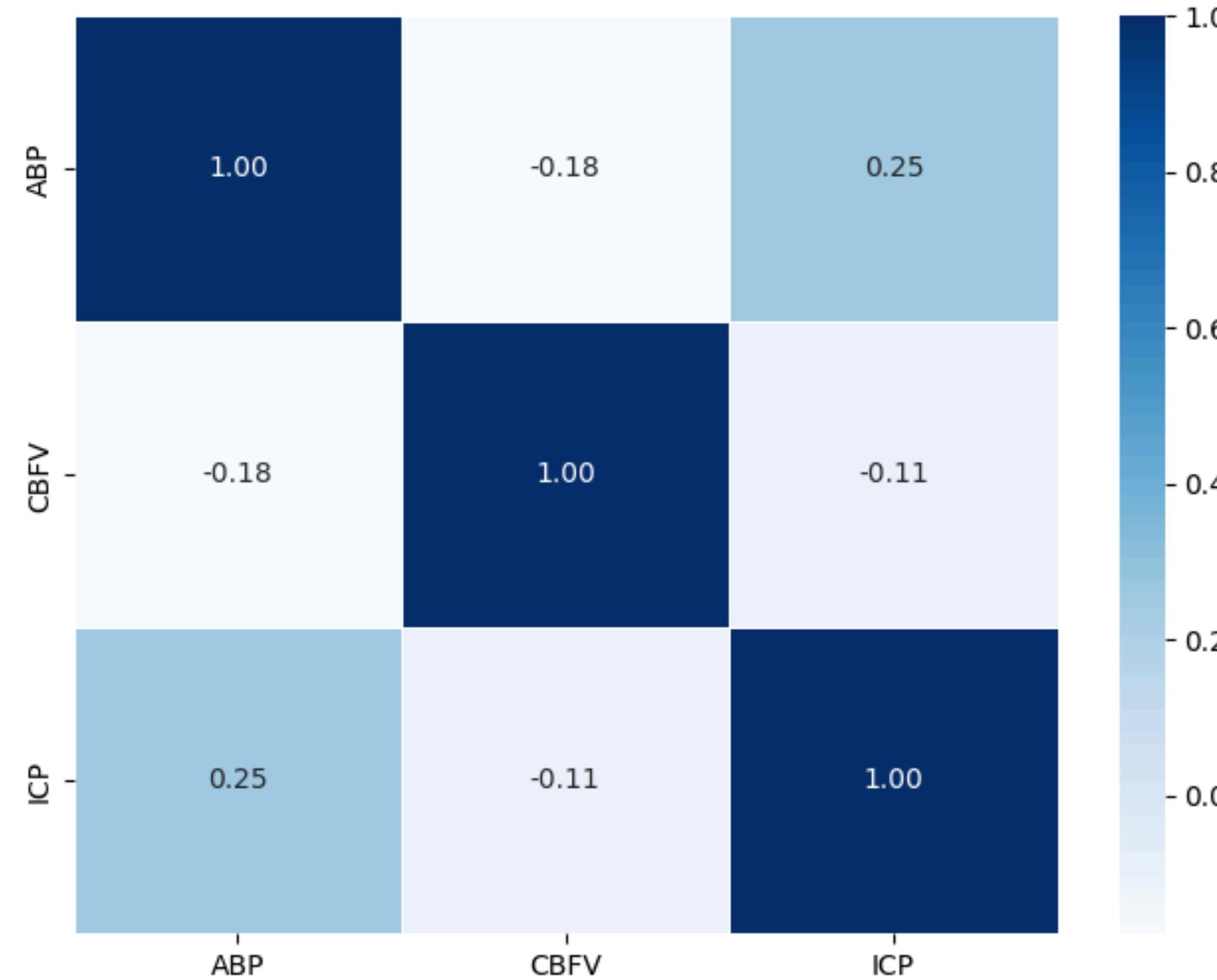


MEAN	73.74
STD	30.38
MIN	0.00
25%	51.90
50%	68.50
75%	91.30
MAX	288.70

ANÁLISIS DESCRIPTIVO



MATRIZ DE CORRELACIÓN



- SE MUESTRAN RELACIONES DÉBILES A MODERADAS ENTRE ABP, CBFV E ICP.
- LA CORRELACIÓN LEVE ENTRE ABP E ICP SUGIERE UNA POSIBLE ASOCIACIÓN ENTRE LA PRESIÓN ARTERIAL Y LA PRESIÓN INTRACRANEAL EN ALGUNOS CONTEXTOS.

DESARROLLO DE MODELO DE ML



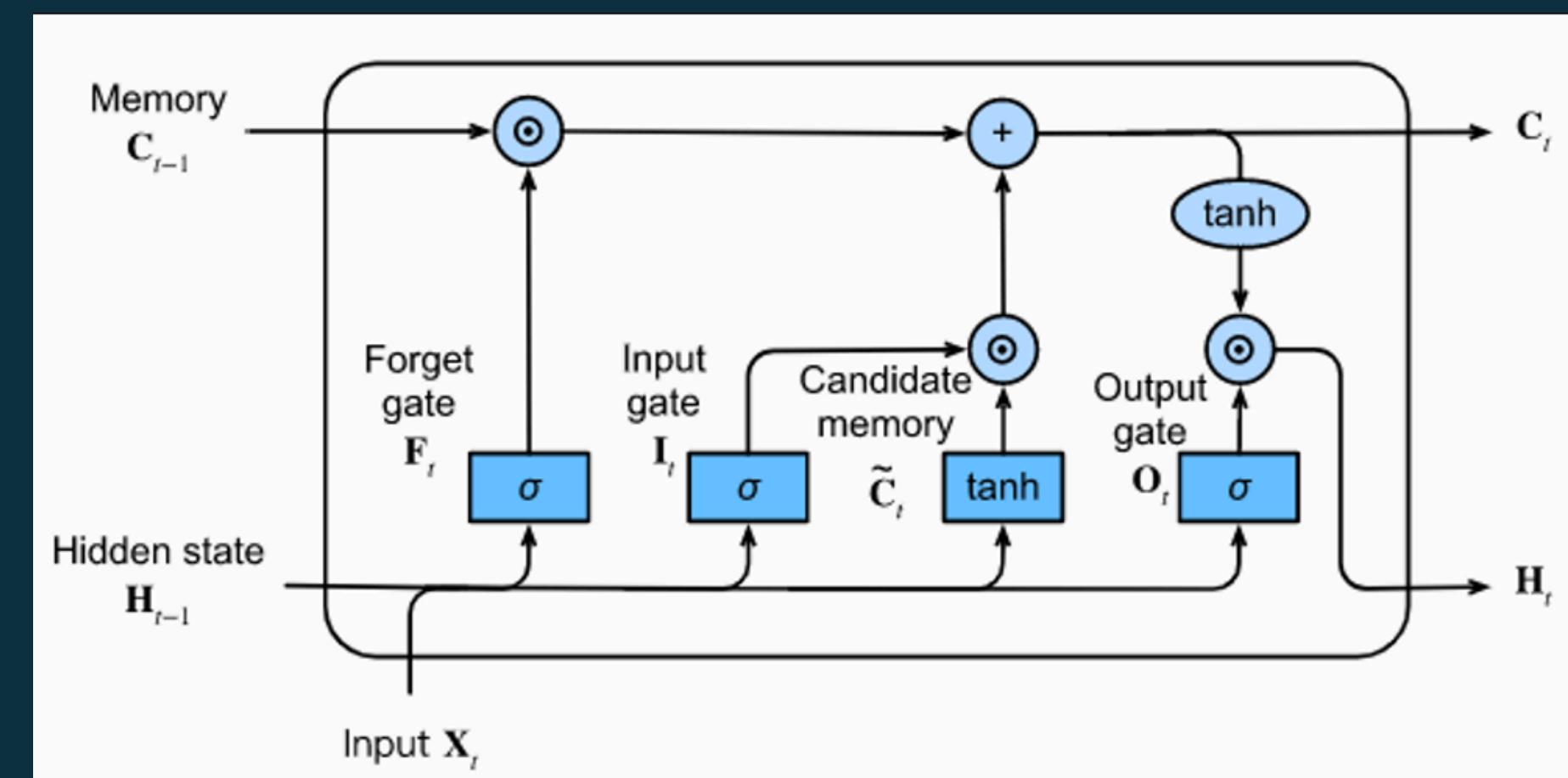
DESARROLLO DE MODELO DE ML

PREDICCIÓN DE SECUENCIAS

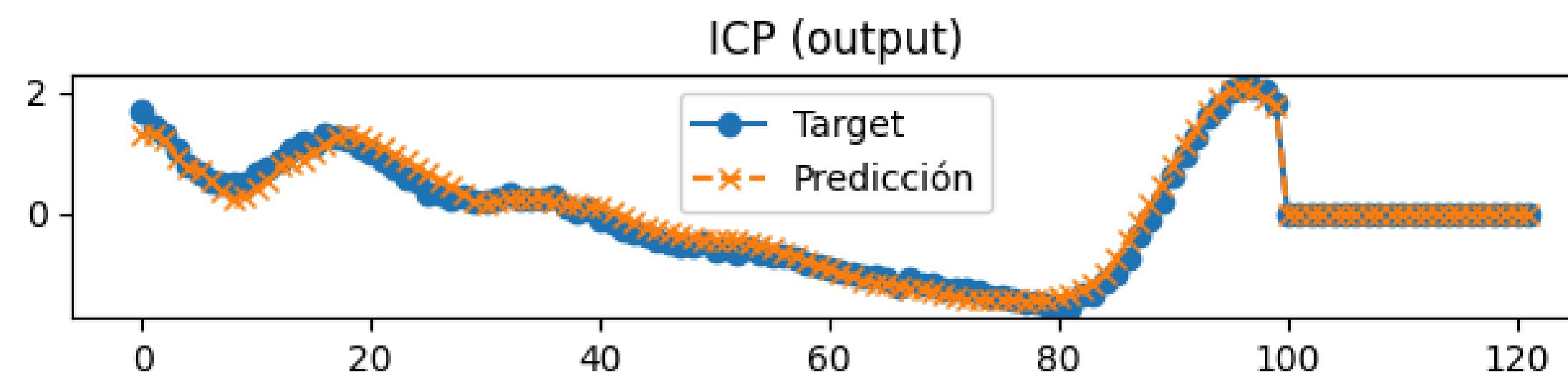
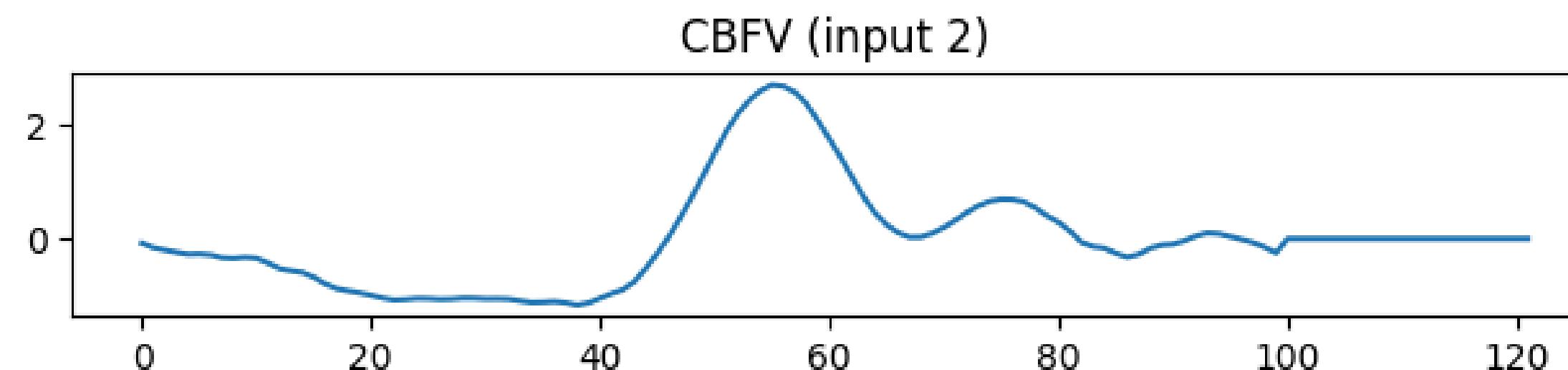
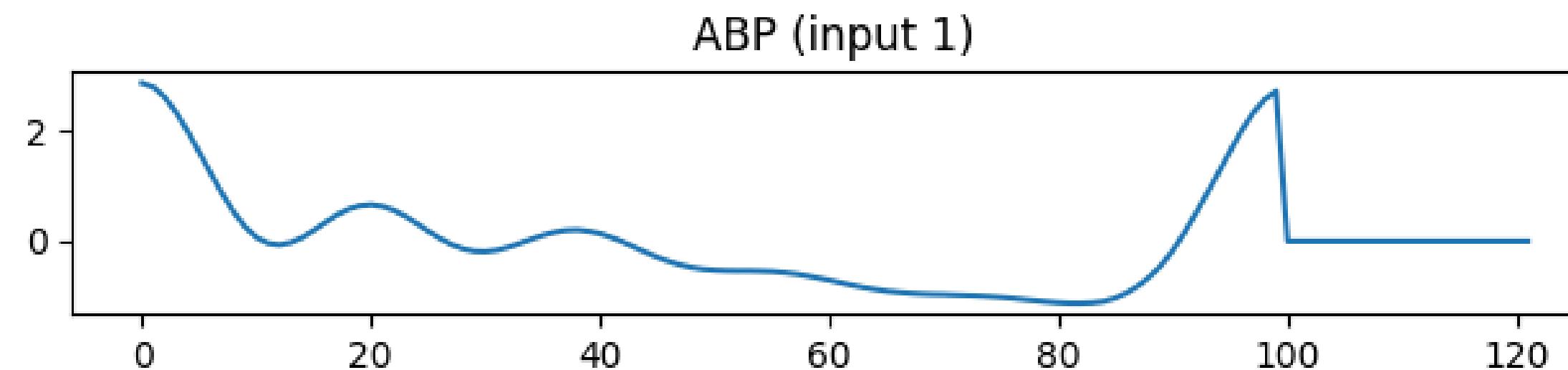
Usaremos una RNN de la arquitectura LSTM debido a su capacidad para predecir secuencias al mantener información en "celdas de memoria".

PREDICCIÓN DE MEDIA

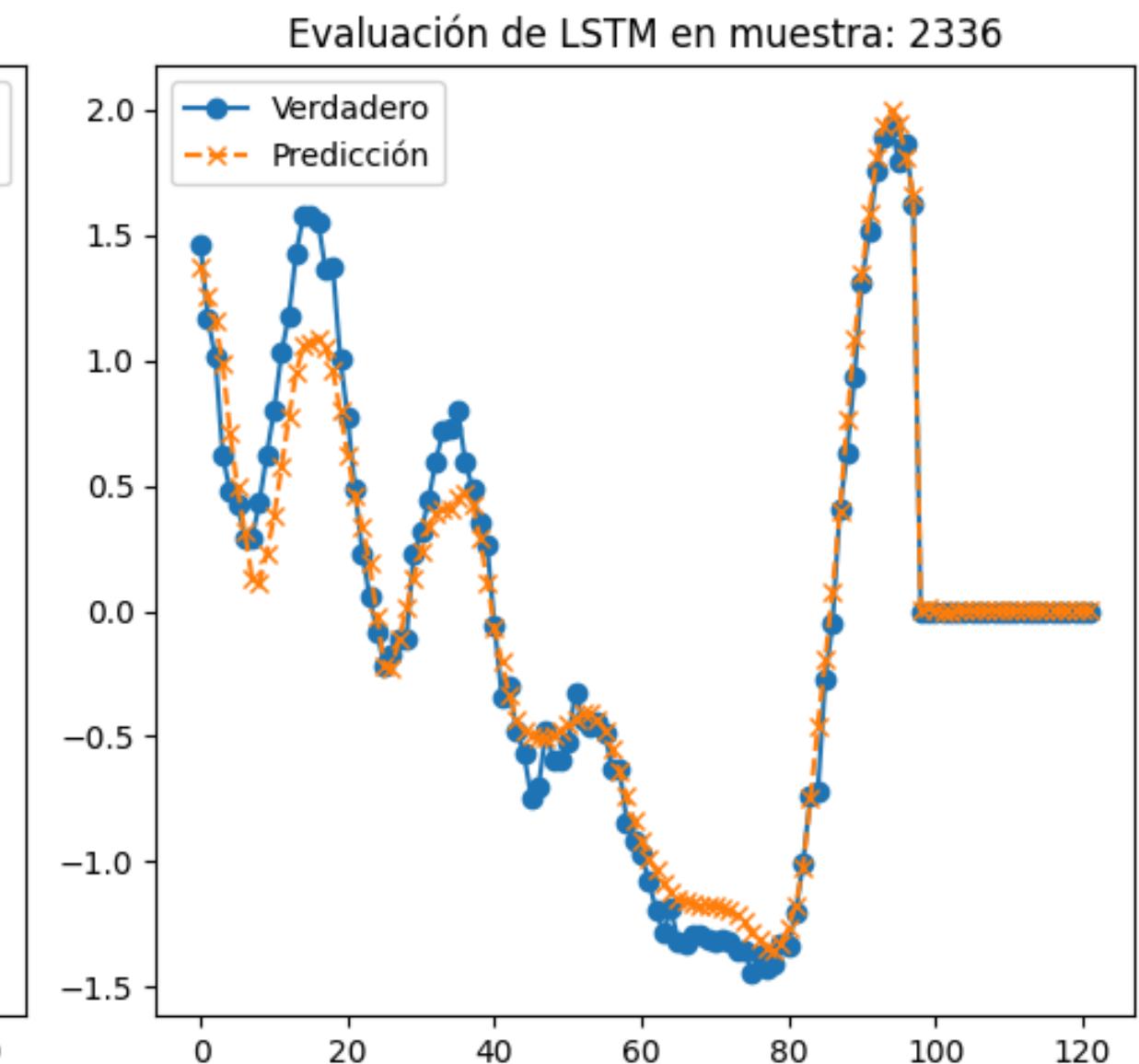
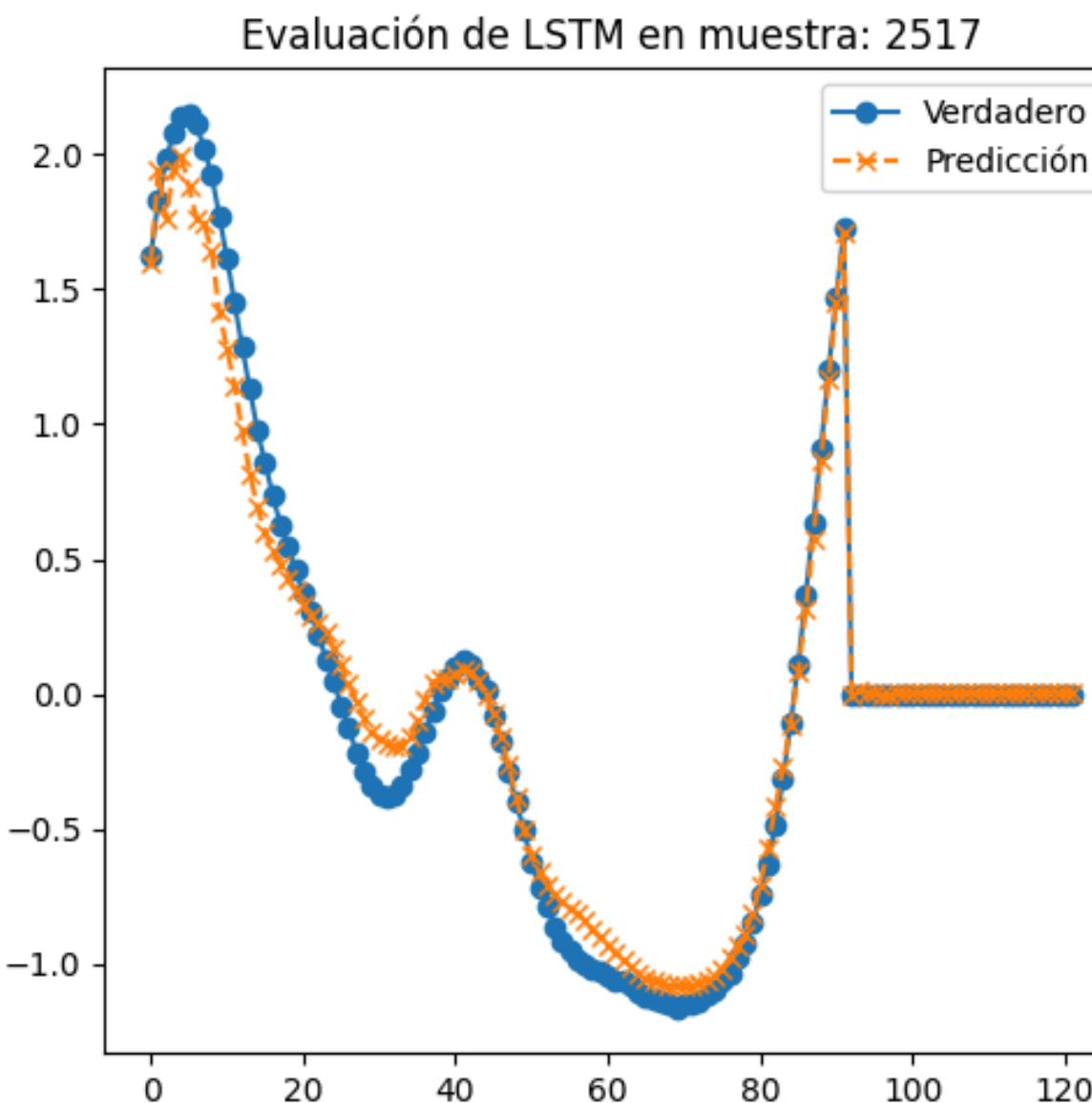
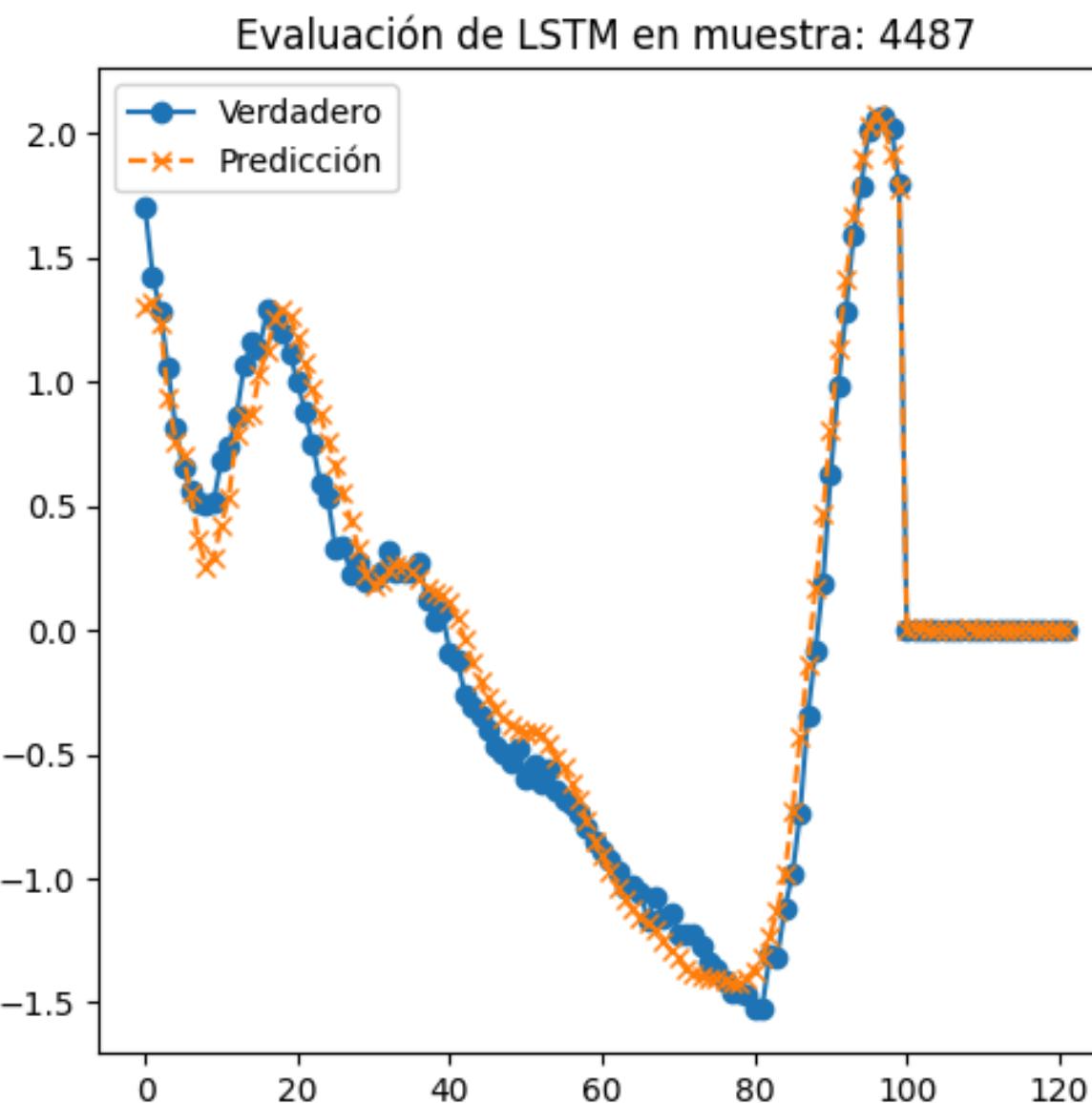
Las redes neuronales densas o completamente conectadas son efectivas para problemas de regresión debido a su capacidad de aprender relaciones no lineales complejas entre las características de entrada y las salidas.



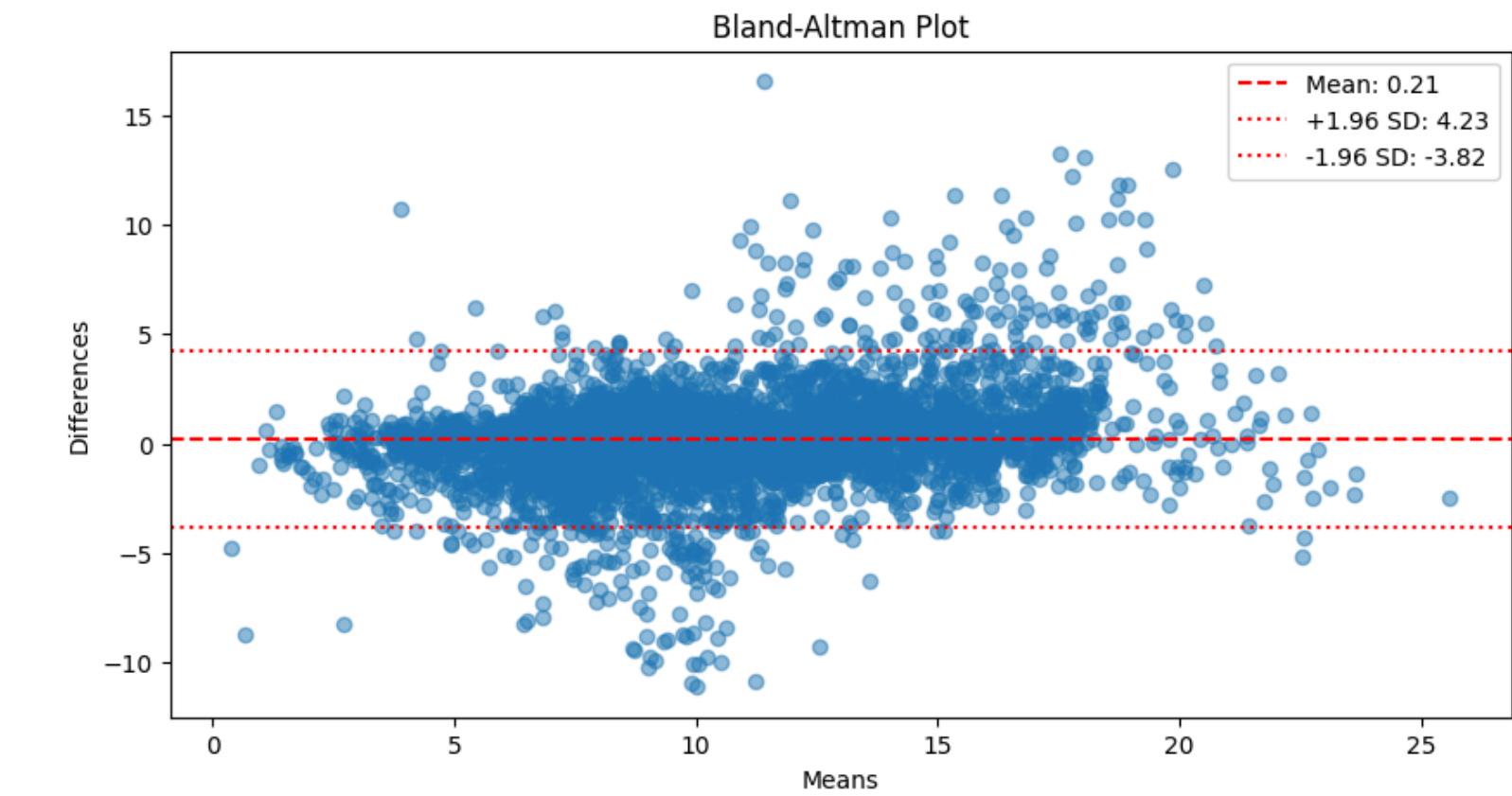
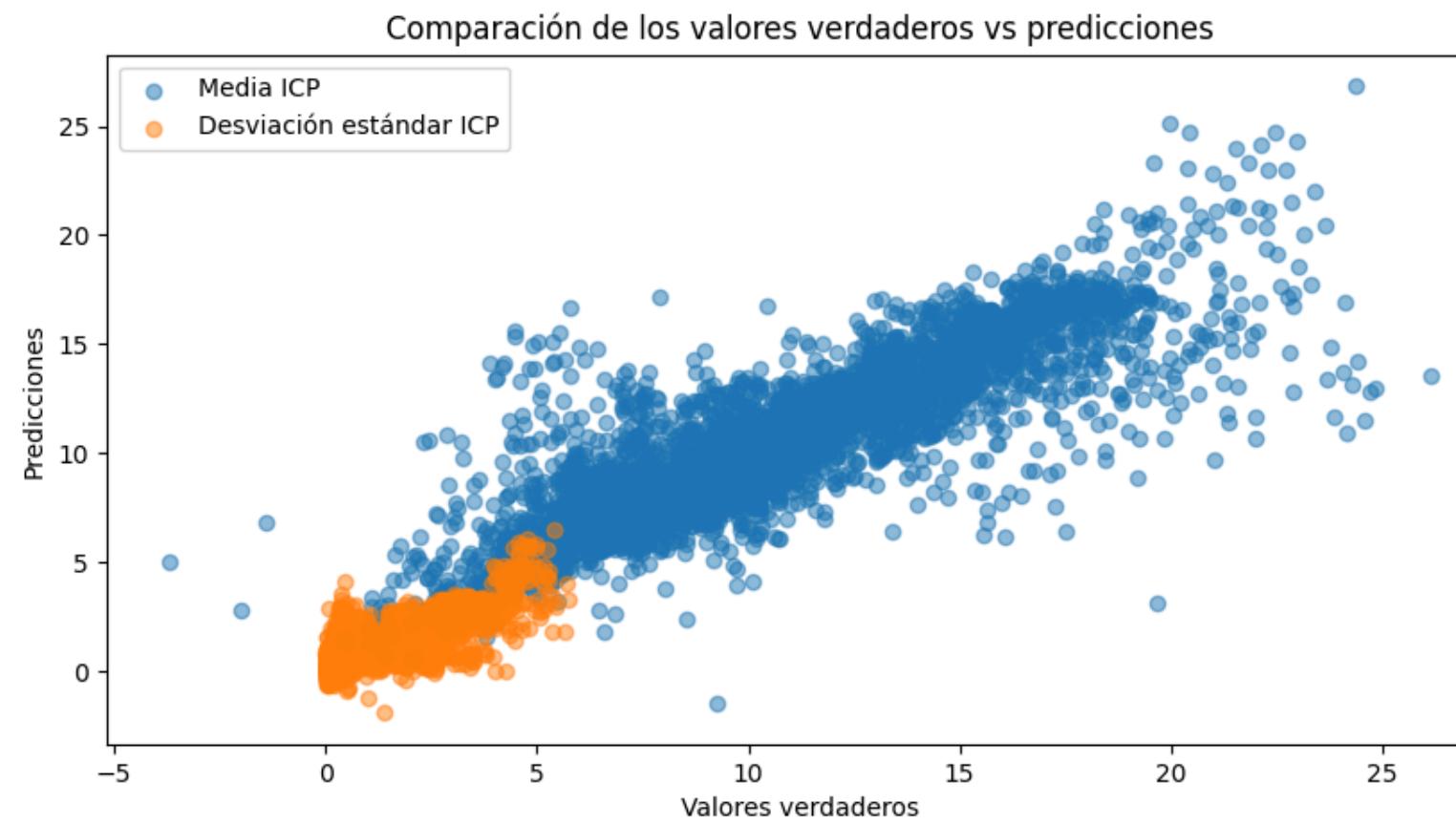
PREDICCIÓN DE FORMA DE Onda DE ICP



PREDICCIÓN DE FORMA DE Onda DE ICP



PREDICCIÓN DE MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR



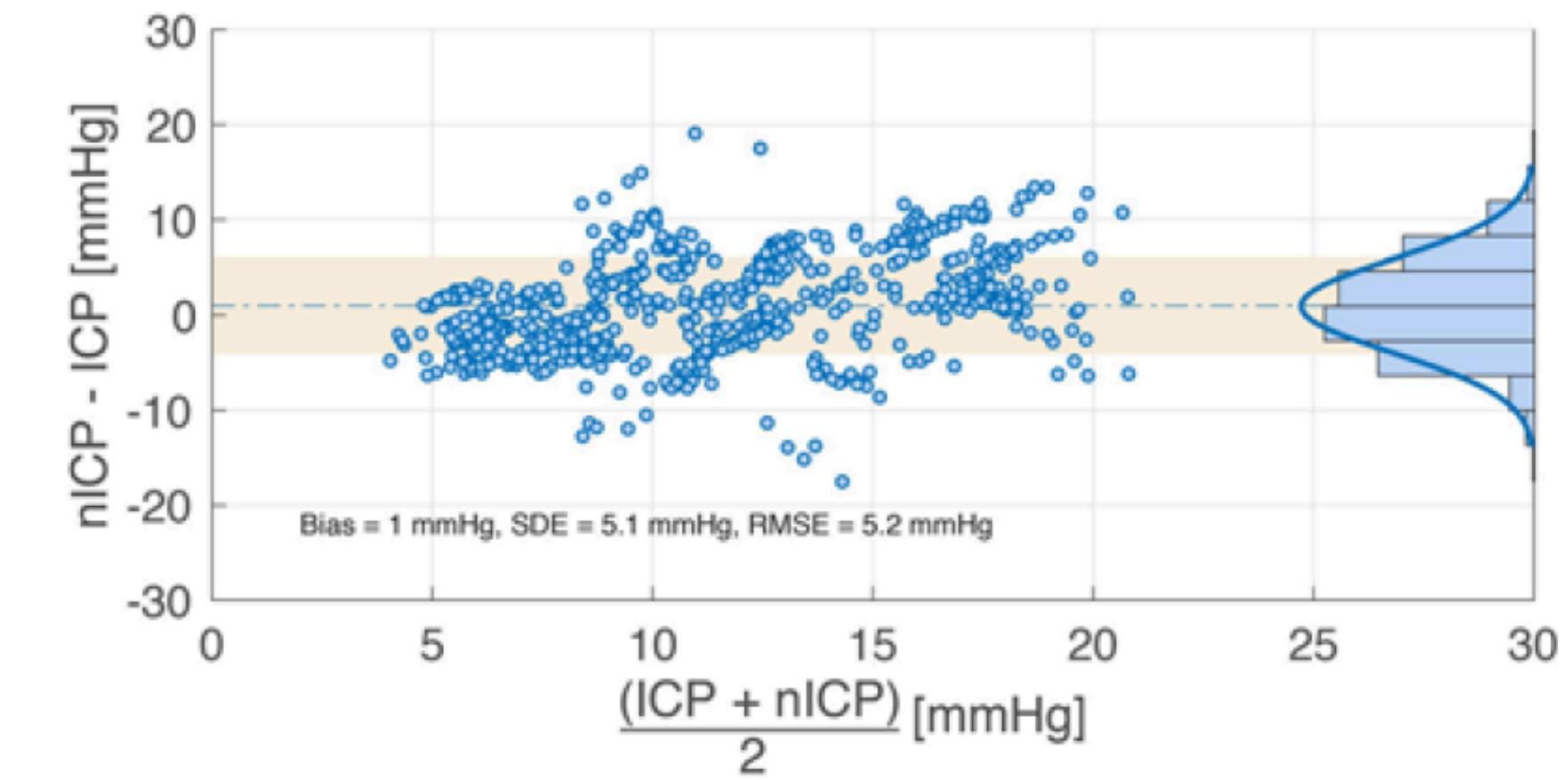
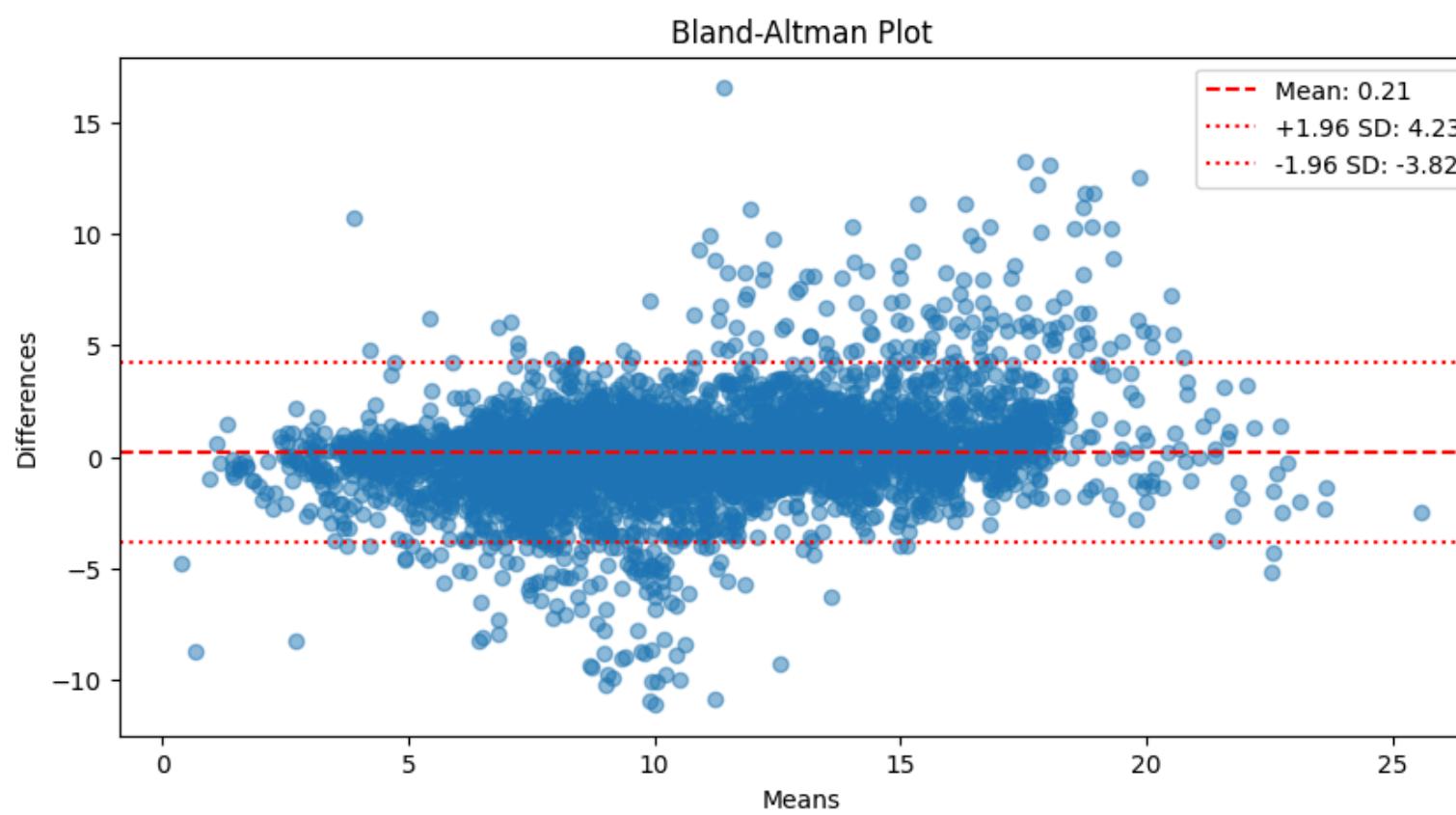
MAE: 1.33

STD: 2.05

RMSE: 2.06

BIAS: 0.21

COMPARACIÓN CON LA LITERATURA



MAE: 1.33
STD: 2.05

RMSE: 2.06
BIAS: 0.21

MAE: 4.16
STD: 5.1

RMSE: 5.2
BIAS: 0.24

FANELLI ET AL. "FULLY AUTOMATED, REAL-TIME, CALIBRATION-FREE, CONTINUOUS NONINVASIVE ESTIMATION OF INTRACRANIAL PRESSURE IN CHILDREN"

SIGUIENTES PASOS

■ OPTIMIZACIÓN DEL MODELO

- Buscar mejoras en la arquitectura de la red neuronal densa.
- Ajuste de parámetros, como función de pérdida o learning rate.

■ EVALUACIÓN DE OTROS ENFOQUES

- Evaluación de otros modelos de ML para la predicción de la media o ICP como random forest o modelos autoregresivos.

■ DATA AUGMENTATION

- Utilización de más características para predicción de la media.
- Mejora del algoritmo de segmentación de datos.
- Evaluación con la utilización de datos de un solo paciente.
- Dividir datos según la lateralización cerebral.

■ CLASIFICACIÓN DE PACIENTES

- Realizar una clasificación de los pacientes según estado de gravedad mediante umbrales del ICP predicho.



MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN