

# ¿Es posible predecir la adherencia al tratamiento de pacientes con VIH? – Proyecto de innovación, a través del uso de modelos de Machine Learning

Víctor Alexander Sáenz Castro

e+salud

3er CONGRESO COLOMBIANO  
1er CONGRESO LATINOAMERICANO



Organizan:

**VIRREY SOLIS**  
I. P. S.

**ROZO**  
ASOCIADOS

Aliado estratégico:

**América**  
economía  
Media Group



**VIRREY**  
LABORATORIO SOCIAL  
ECOGRA...

PERPETUO SOCORRO  
SANGRE PULMONES LABORATORIO

**VIRREY SOLIS**  
RADIOGRAFIAS

O CLINICO  
PULMONES  
RADIOGRAFIAS

**37**

**AÑOS DE HISTORIA**

VIRREY SOLIS SaludTotal

4

De enero  
1982

Nace el laboratorio social  
Virrey Solís  
con 19 colaboradores

VIRREY SOLÍS  
RADIOGRAFIAS

LABORATORIO CLINICO  
SANGRE Y PULMONES  
CONSULTA MEDICA RADIOGRAFIAS



Noviembre

2018

Nuestro sueño en la  
actualidad  
¡Somos más de 3200  
colaboradores!

# Plataforma estratégica 2017- 2020

## Nuestra **MISIÓN**



Somos una Institución Prestadora de Servicios de Salud con ***sedes integradas en red***



***Gestionamos el riesgo*** a través de modelos integrales para prevenir la enfermedad y recuperar la salud



***Nuestra atención es humanizada y segura*** con criterios éticos, técnicos y científicos.



Contamos con ***talento humano*** de alto desempeño y comprometido.



Generamos ***sostenibilidad financiera***.

# Plataforma estratégica 2017- 2020

## Nuestra **VISIÓN**

En el año **2020**

Seremos una institución referente por nuestros *modelos de atención primaria*, generando *conocimiento y experiencia* para contribuir al desarrollo del sistema de salud Colombiano con base en el *mejoramiento continuo de los procesos y en la efectividad clínica*.



# Presencia Virrey Solis



 Bogotá



 Medellín



 Girardot



 Manizales



 Cali



 Ibagué



 Villavicencio



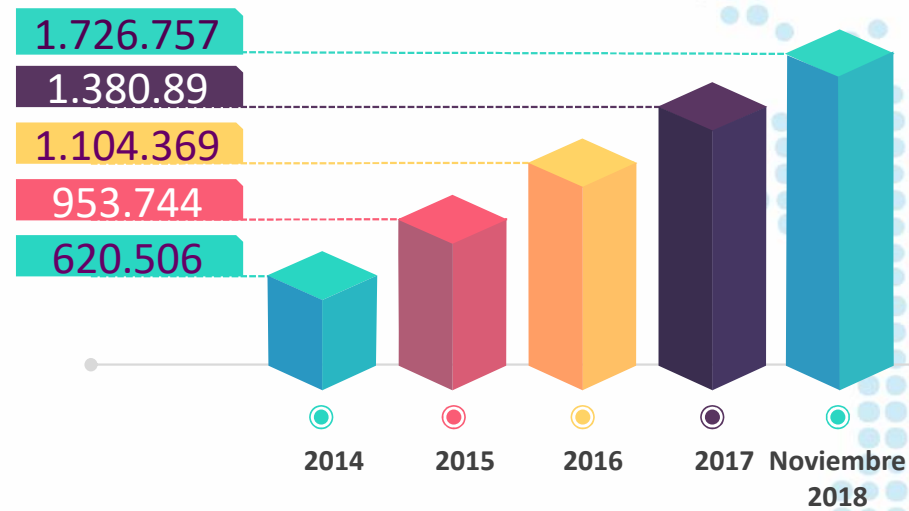
 Pereira

# Nuestras sedes integradas en red



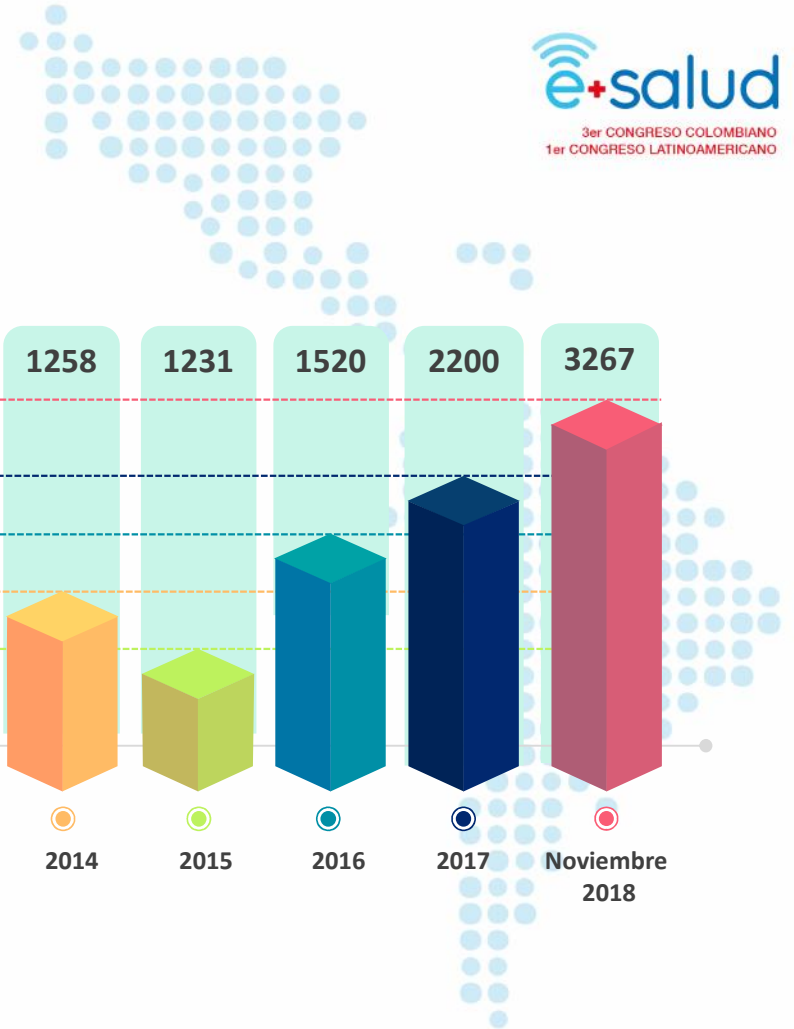
# Nuestra usuarios

## Nacional





# Nuestros colaboradores



**e+salud**  
3er CONGRESO COLOMBIANO  
1er CONGRESO LATINOAMERICANO



# Nuestros reconocimientos

2012



Acreditación  
en salud

2012



Responsabilidad  
social

2014



Excelencia a la atención  
Integral a la primera infancia.

2017



Certificación AHA

2018

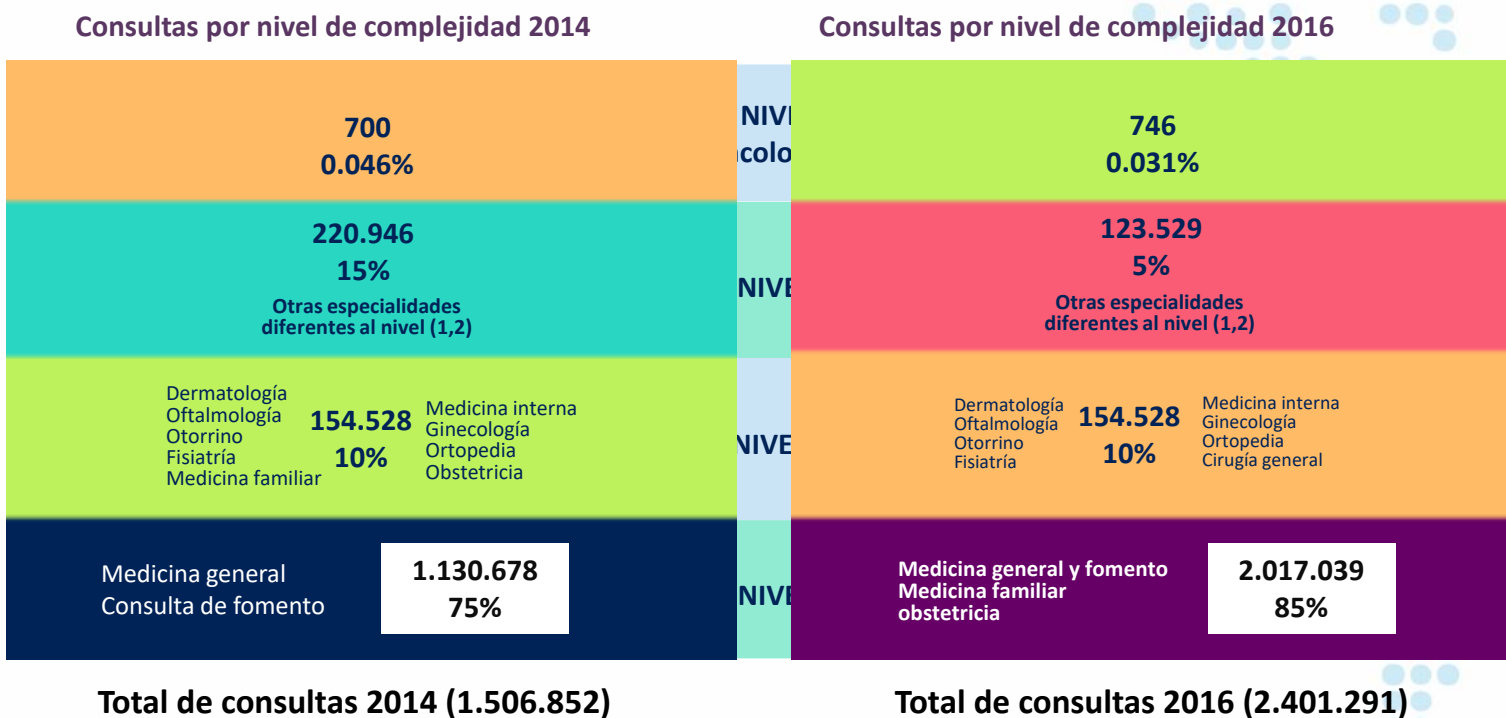


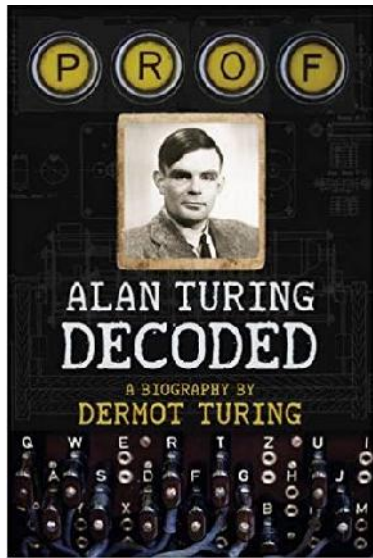
Certificación efr

# Nuestro modelo de atención



# Resultados modelo atención primaria

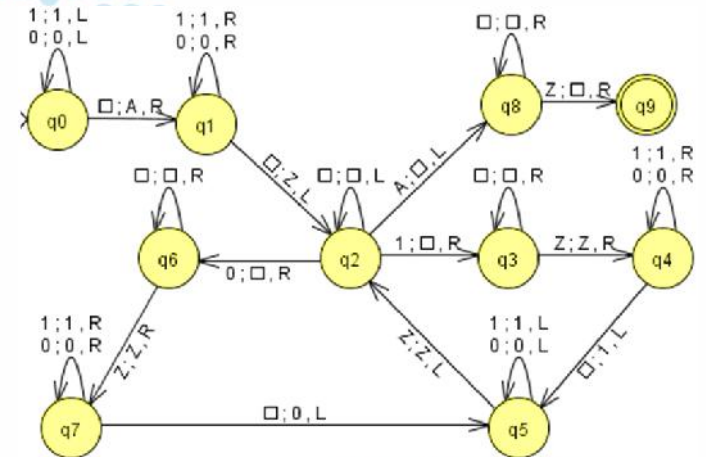




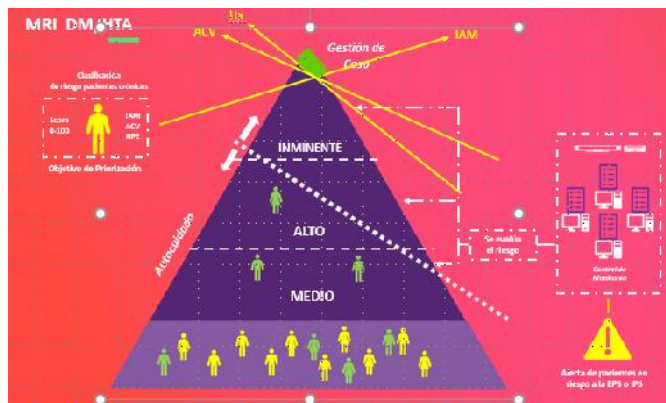
Enigma / 1918



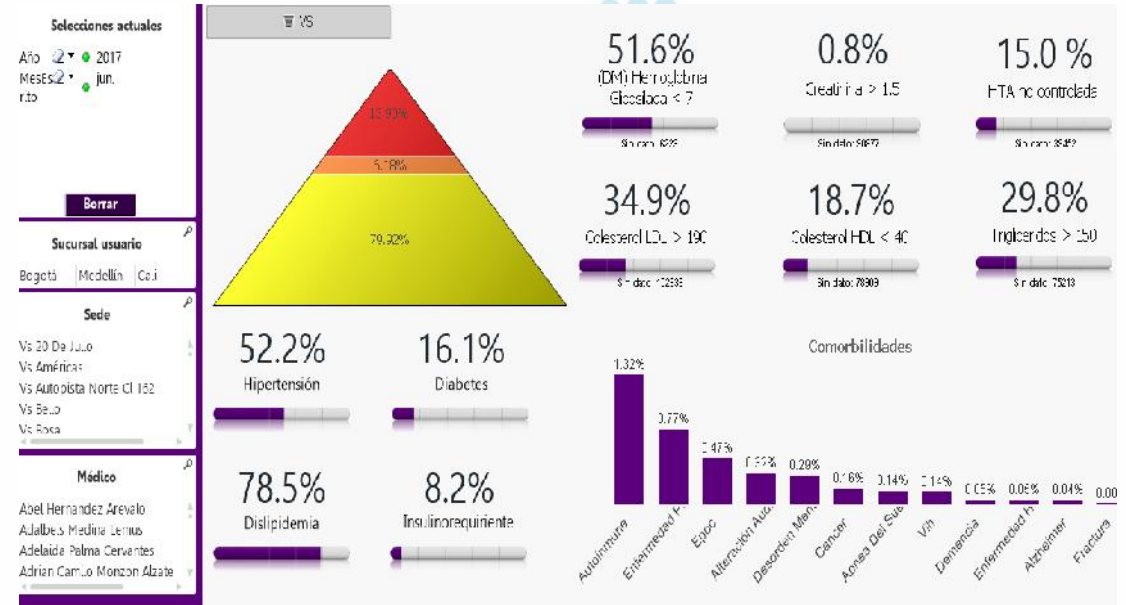
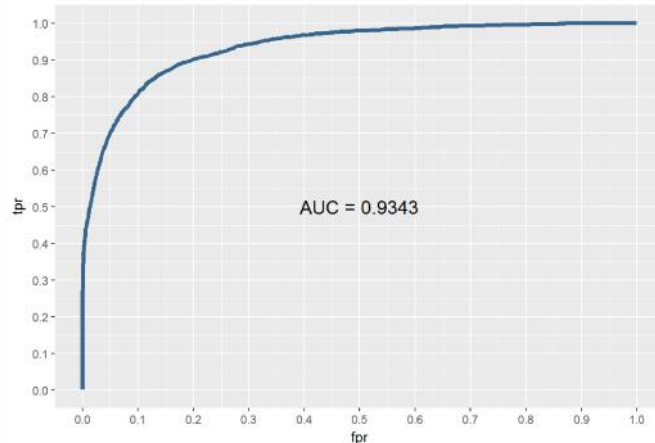
Bombe / 1940



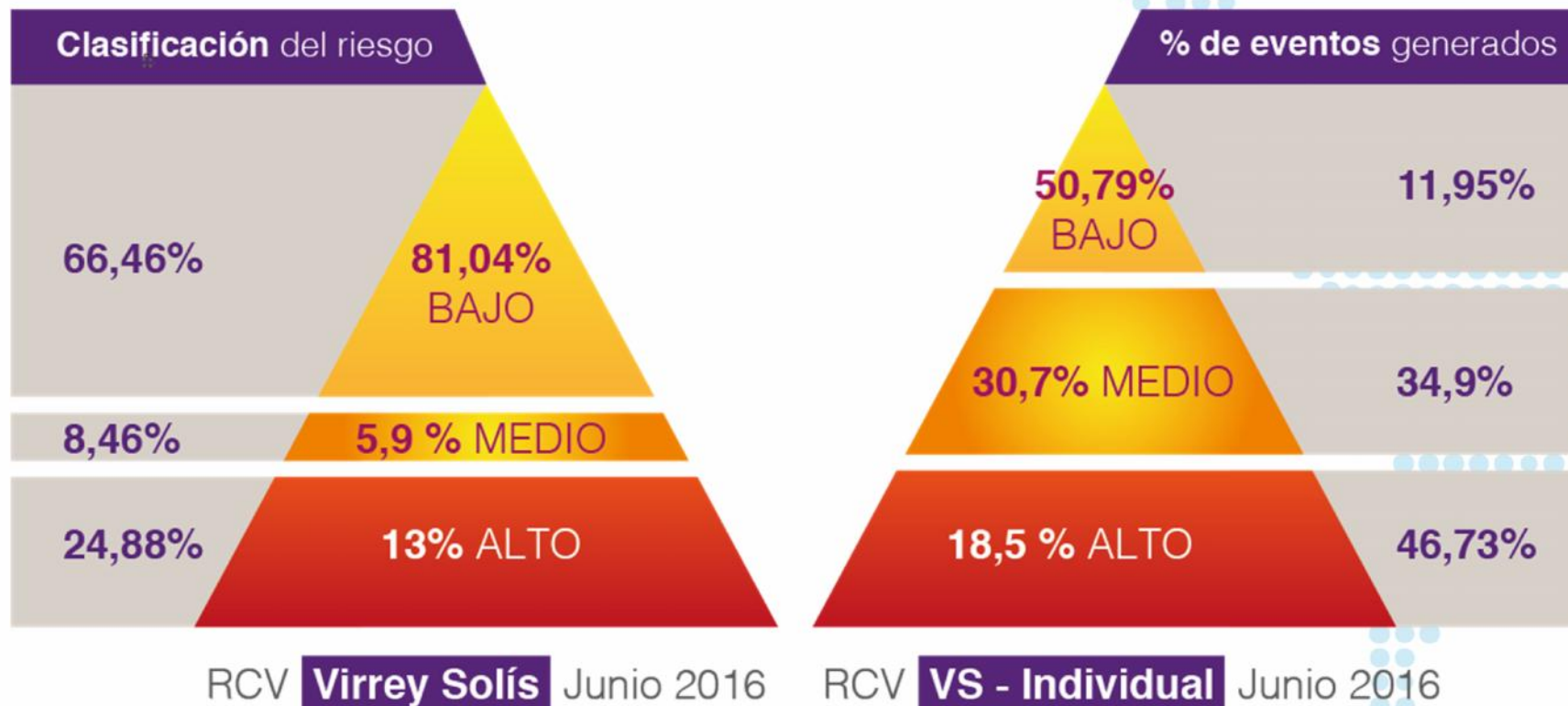
# El reto sobre inteligencia artificial



Curva ROC en validación cruzada



# Nuestro reto modelo predictivo HTA/DM



# Sedes de atención programa VIH

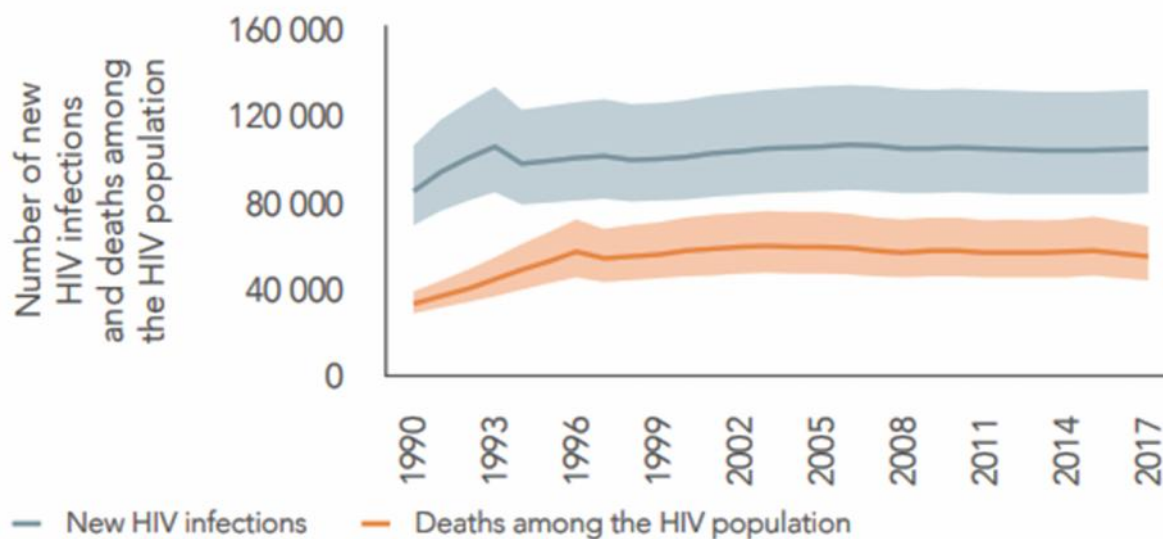
**NORTH WEST**





# Incidencia de VIH en Latinoamérica

Number of new HIV infections and deaths among the HIV population, Latin America, 1990–2017



Source: UNAIDS 2018 estimates.

# Incidencia de VIH en Colombia



Mapa 3. Incidencia ajustada de VIH por edad en Colombia (100.000 habitantes), 2017

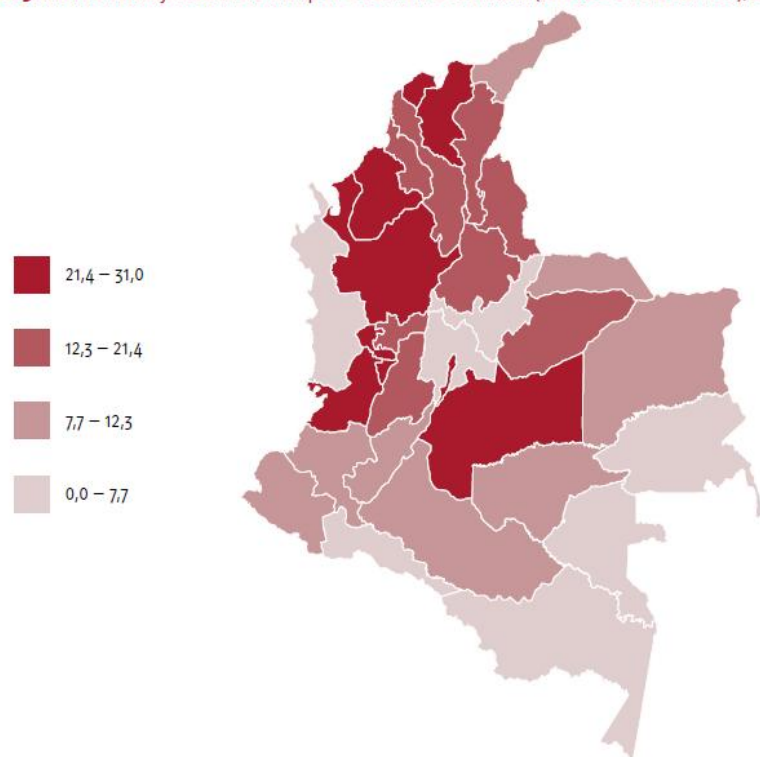
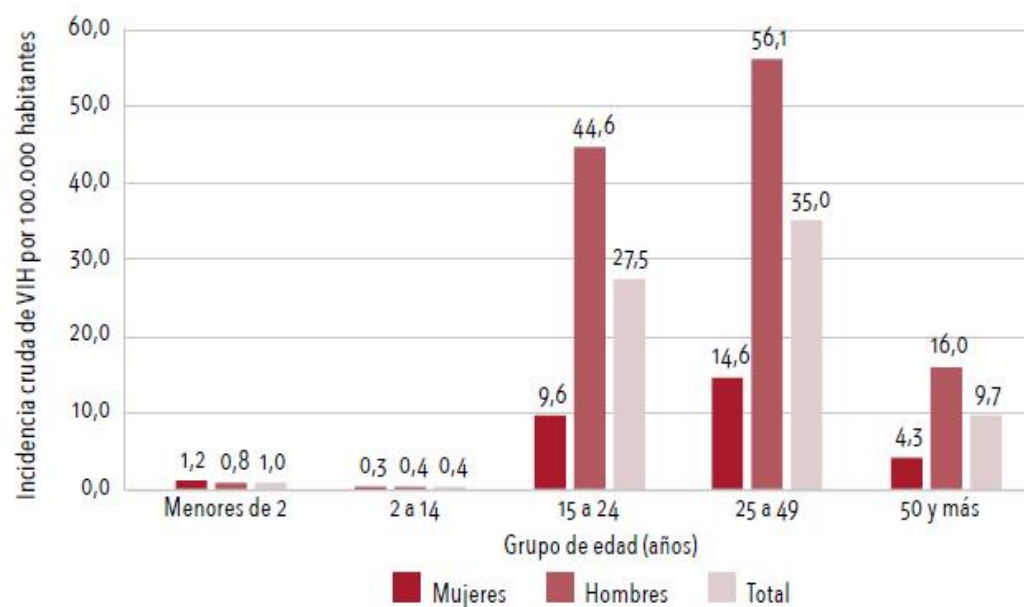


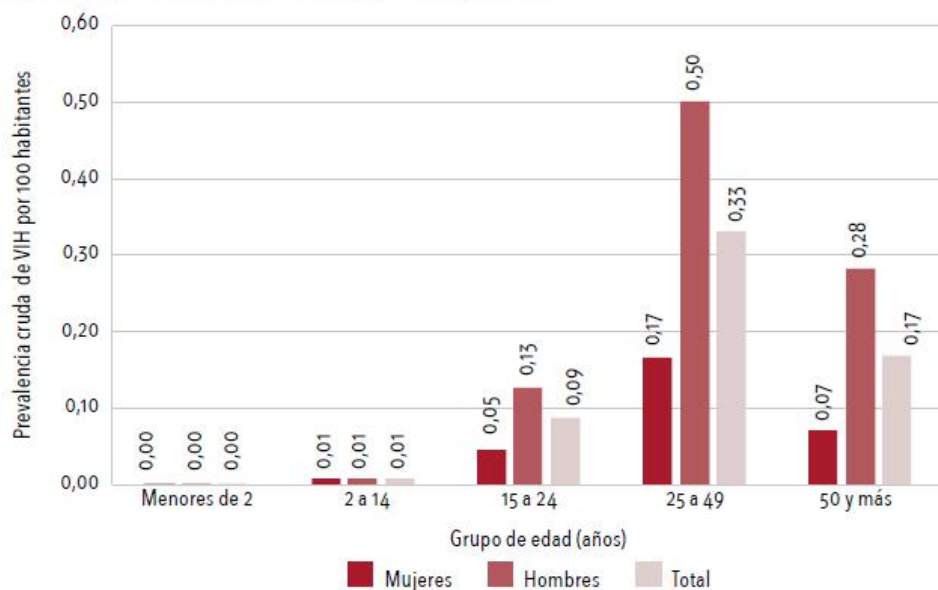
Figura 12. Incidencia del VIH por sexo y edad



*Situación del VIH Sida en Colombia 2017. Fondo Colombiano de Enfermedades de Alto Costo – Cuenta de Alto Costo (CAC). Bogotá – Colombia, agosto 2018.*

# Prevalencia de VIH en Colombia

**Figura 10.** Prevalencia del VIH por sexo y edad



**Tabla 5.** Prevalencia e incidencia del VIH ajustadas por edad según el sexo y el régimen de afiliación

		Prevalencia ajustada	Incidencia ajustada
Sexo	Masculino	0,25 por 100 habitantes	30,6 por 100.000 habitantes
	Femenino	0,08 por 100 habitantes	7,8 por 100.000 habitantes
Régimen de afiliación	Contributivo	0,22 por 100 afiliados	24,55 por 100.000 afiliados
	Subsidiado	0,15 por 100 afiliados	17,45 por 100.000 afiliados

*Situación del VIH Sida en Colombia 2017. Fondo Colombiano de Enfermedades de Alto Costo – Cuenta de Alto Costo (CAC). Bogotá – Colombia, agosto 2018.*

# Resultados gestión VIH en Colombia

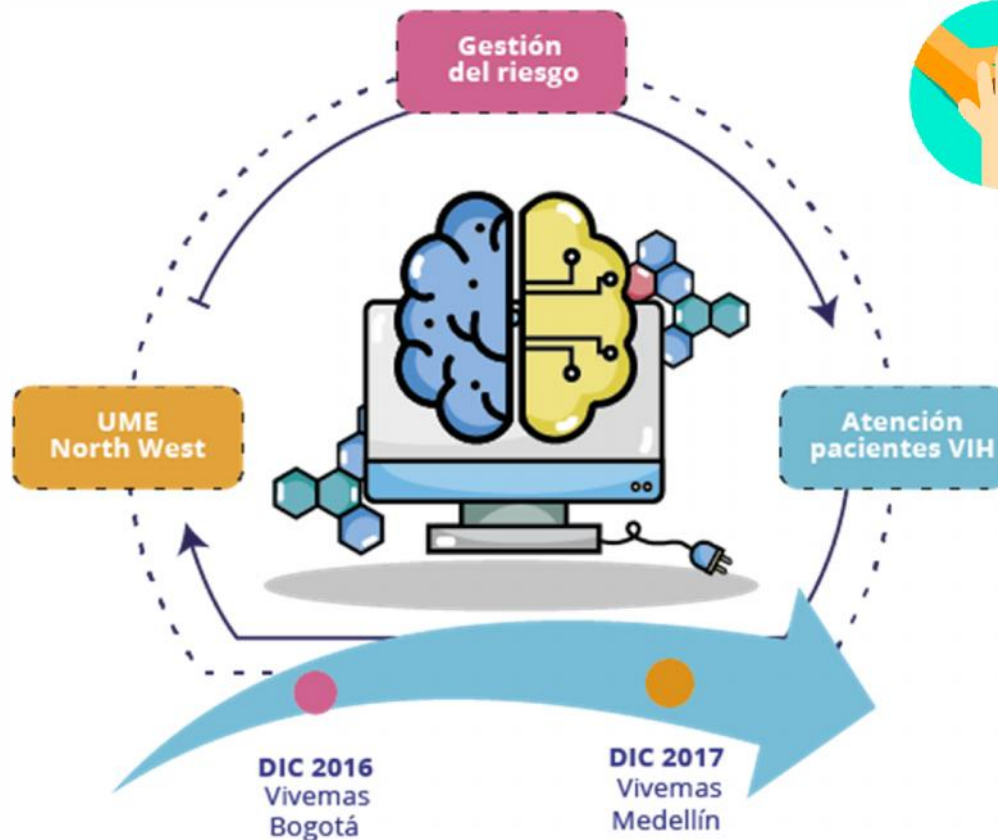
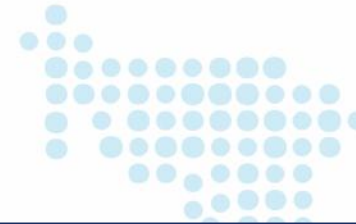
Tabla 37. Indicadores de gestión del riesgo 2012 - 2017

Ind.	Nombre del indicador	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Porcentaje de gestantes tamizadas para VIH	61,3 %	86,2 %	70,5 %	78,9 %	85,5 %	89,0 %
2	Porcentaje de menores de 6 meses con profilaxis postnatal para VIH	77,0 %	82,8 %	96,3 %	96,1 %	92,8 %	86,5 %
3	Estudio de transmisión materno-infantil en menores de 6 meses expuestos	23,5 %	40,49 %	47,3 %	58,3 %	70,6 %	75,0 %
4	Porcentaje de cobertura de terapia antirretroviral indicada	98,4 %	99,9 %	95,5 %	95,8 %	94,2 %	94,7 %
5	Realización de linfocitos T CD4+ en PVV en el período, sin terapia antirretroviral en el corte	67,8 %	84,4 %	55,7 %	54,1 %	53,1 %	44,7 %
6	Realización carga viral para PVV en el período, con terapia antirretroviral en el corte	***	86,7 %	63,6 %	79,3 %	86,7 %	85,9 %
7	PVV con terapia antirretroviral con carga viral indetectable	***	***	***	51,4 %	57,5 %	66,8 %
8	PVV con detección temprana en incidentes	***	***	***	57,4 %	60,0 %	59,0 %

\*\*\* No se disponía de información para la medición del indicador en este periodo

*Situación del VIH Sida en Colombia 2017. Fondo Colombiano de Enfermedades de Alto Costo – Cuenta de Alto Costo (CAC). Bogotá – Colombia, agosto 2018.*

# Historia del programa



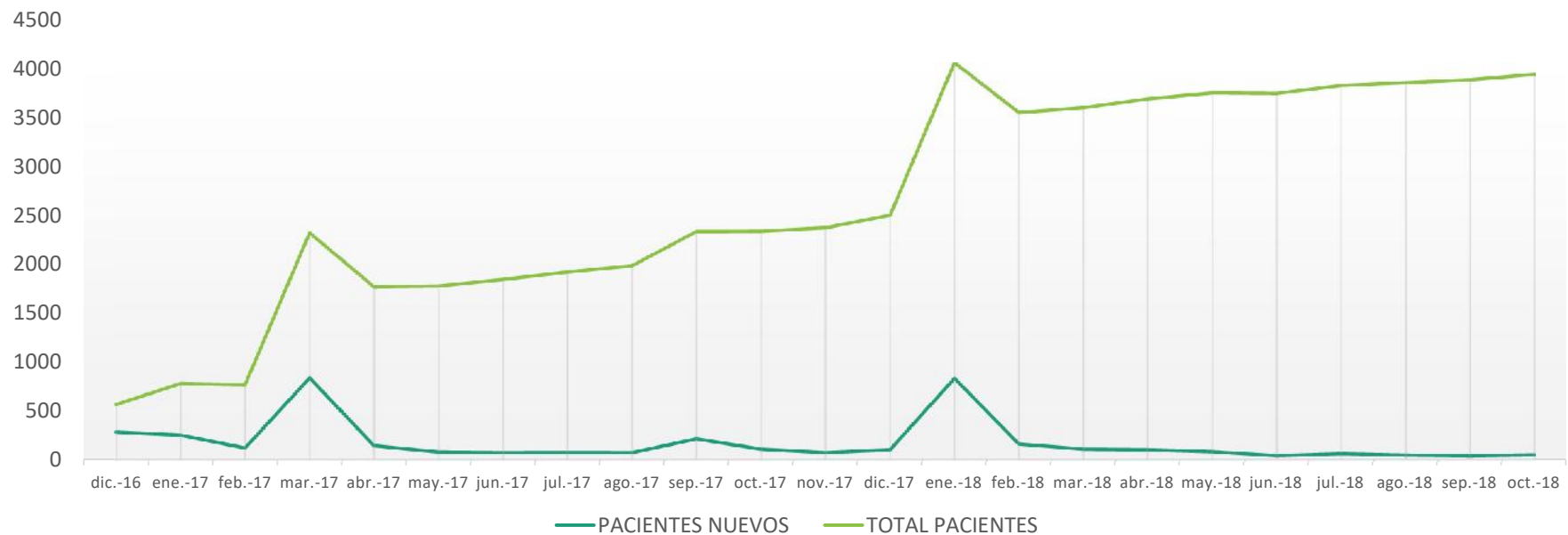
## EQUIPO INTERDISCIPLINARIO

- Médicos expertos
- Médicos entrenados
- Infectólogo adultos
- Infectólogo Pediatra
- Enfermeras Jefes
- Psicóloga
- Trabajadora social
- Psiquiatra
- Ginecólogo
- Oftalmólogo
- Auxiliares de demanda inducida
- Toma de muestras



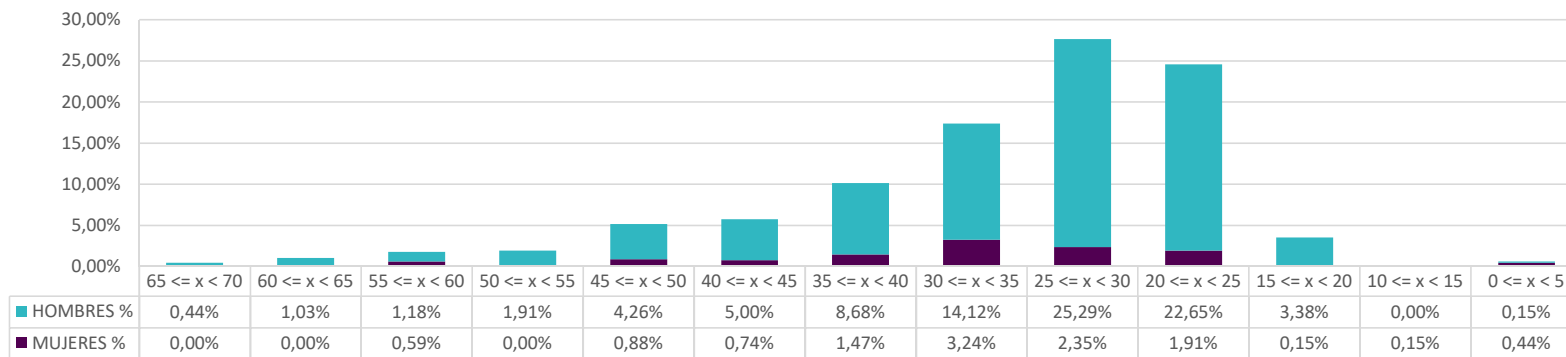
# Pacientes programa Virrey Solis

CANTIDAD DE PACIENTES PROGRAMA VIH  
VIRREY SOLIS IPS  
DIC 2016 – OCT 2018



# Pacientes nuevos del programa

DISTRIBUCIÓN POR EDADES  
NUEVOS CASOS DE VIH  
VIRREY SOLIS IPS - 2018



● **66,03%** pacientes nuevos están entre

**25 y 49 años**

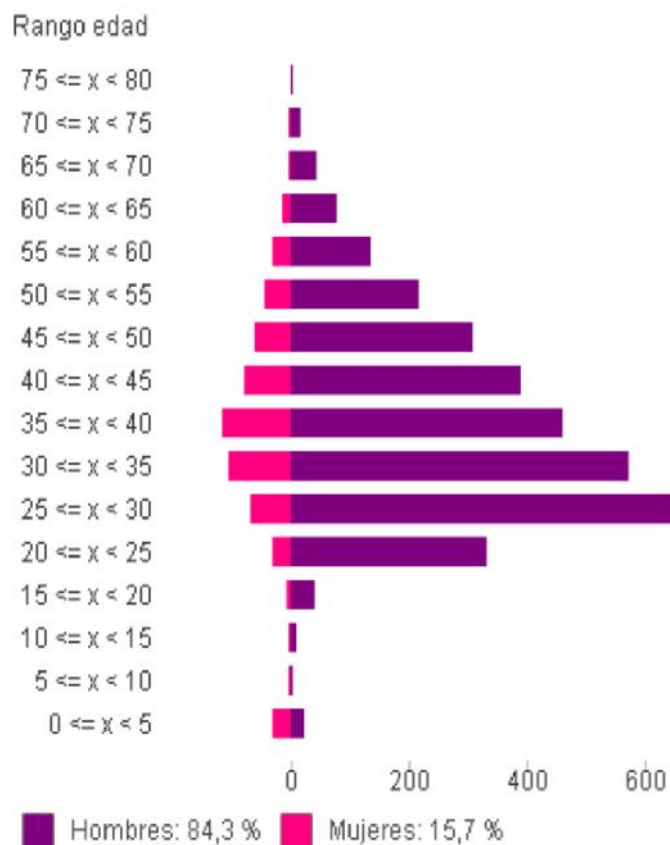
Dato nacional: 62%

● **28,09%** De las personas están entre

**15 y 24 años \***

A nivel nacional 25%

# Población total del programa



- El **84,3%** son **hombres**, mayor en un **10%** al **comportamiento nacional**. La relación es de 4 a 1 y en el país es de 3 a 1.
- El **75,7%** está entre **25 y 49 años**, esto es un 20,9% mayor al comportamiento nacional.
- La media de la **edad es de 36,39 años**, con media nacional de 39 años.

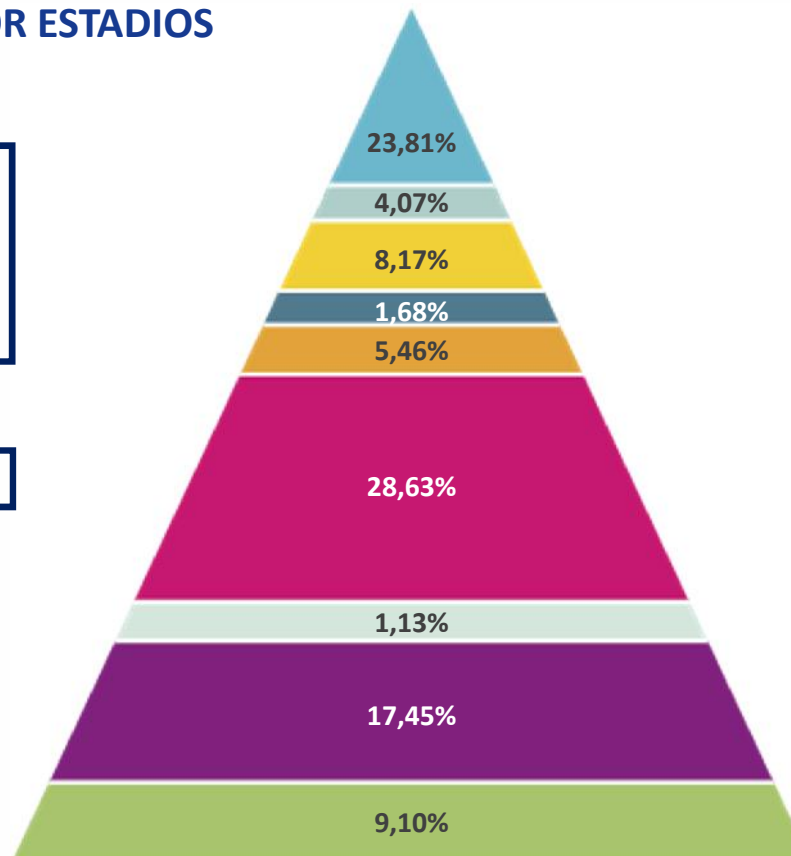


# Estadio actual pacientes del programa

- PRIRAMIDE POR ESTADIOS

Estadios

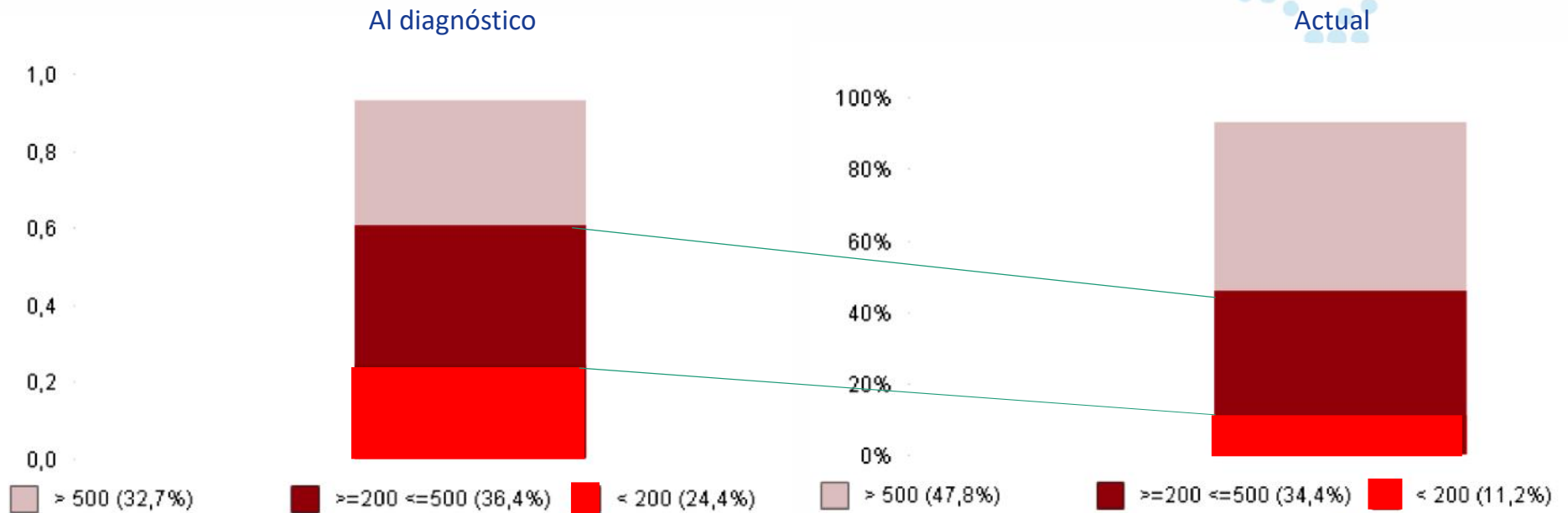
C3	23,81%
B3	4,07%
A3	8,17%
C2	1,68%
B2	5,46%
A2	28,63%
C1	0,49%
B1	1,13%
A1	17,45%
--	9,10%



Pacientes en Estadio 3 suman **el 38,22%** de la población con VIH (promedio nacional para 2017 en 54,9 %)

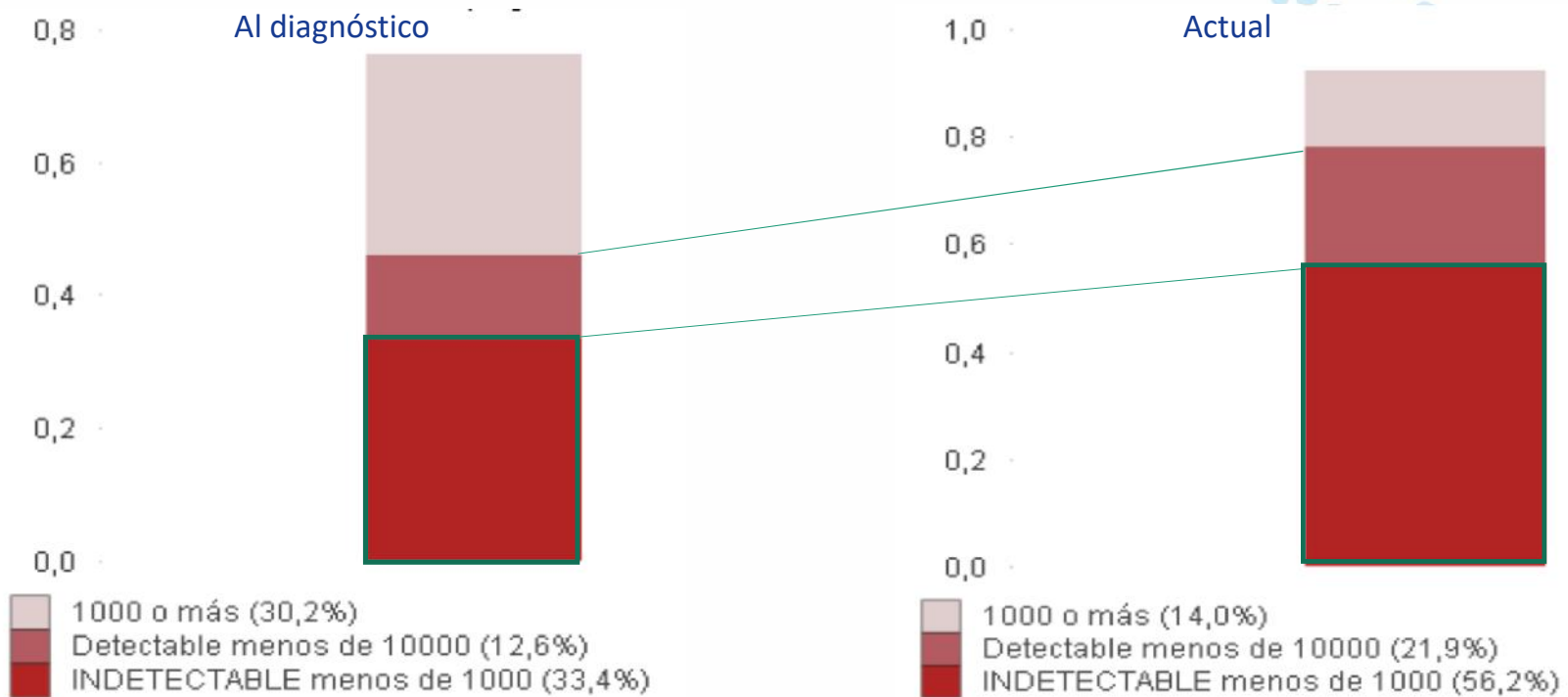
# Indicadores traza del programa

## CONTEO DE CD4 AL DIAGNÓSTICO / CONTEO ACTUAL



# Indicadores traza del programa

## CONTEO DE CARGA VIRAL AL DIAGNÓSTICO VS CONTEO ACTUAL



# Investigaciones adherencia en VIH



Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica

Volume 20, Issue 10, 2002, Pages 491-497



## Factors predicting lack of adherence to highly active antiretroviral treatment

Vicente Martín-Sánchez <sup>1</sup> ✉, Luis Ortega-Valín <sup>b</sup>, María del Rosario Pérez-Simón <sup>c</sup>, José Luis Mostaza-Fernández <sup>d</sup>, Juan José Ortiz de Urbina-González <sup>b</sup>, Miriam Rodríguez-María <sup>e</sup>, José Antonio Carro-Fernández <sup>c</sup>, María José Cuevas-González <sup>f</sup>, Manuel Alcoba-Leza <sup>c</sup>, el Grupo de Trabajo sobre Adhesión a Targa en la provincia de León <sup>g</sup>

50%

# Investigaciones adherencia en VIH

Original

## Adherence to highly active antiretroviral therapy in Spain. A meta-analysis

Carmen Ortego<sup>a,\*</sup>, Tania Bibiana Huedo-Medina<sup>b</sup>, Javier Vejo<sup>a</sup>, Francisco Javier Llorca<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Enfermería, University of Cantabria, Spain

<sup>b</sup> Center for Health, Intervention, and Prevention (CHIP), University of Connecticut, USA

<sup>c</sup> Group of Epidemiology and Computational Biology, University of Cantabria, Spain; CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Spain

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 16 April 2010

Accepted 5 October 2010

Available online 5 May 2011

#### Keywords:

HAART

AIDS/HIV

Adherence

Meta-analysis

Observational studies

### ABSTRACT

**Objectives:** To estimate the percentage of adherence to highly-active antiretroviral therapy (HAART) in Spanish observational studies and to identify the variables associated with adherence.

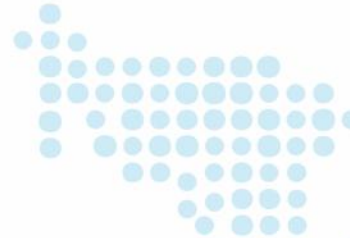
**Methods:** Seven electronic databases were used to locate the studies. Six inclusion criteria were established. Two coders codified the variables independently. Inter-coder reliability was calculated. Publication bias was analyzed through the Begg, Egger and Trim and Fill tests. Homogeneity was evaluated using the Q test and the  $I^2$  index. A random effects model was assumed to estimate both the overall percentage of adherence and to explain heterogeneity.

**Results:** This meta-analysis included 23 observational studies, yielding a total of 34 adherence estimates. The sample was composed of 9,931 HIV-positive individuals (72% men) older than 18 years under treatment with HAART. The percentage of patients adhering to an intake of >90% of the prescribed antiretroviral drugs was 55%. Wide heterogeneity was detected ( $I^2 = 91.20$ ; 95%CI: 88.75-93.13). Adherence was mainly measured using a single strategy (47.8%), the most widely used being self-report (48.7%). In the univariate analysis, the following factors were significant: infection stages A ( $\beta = 0.68$ ,  $p < 0.001$ ) and B ( $\beta = -0.56$ ,  $p < 0.01$ ), viral loads >200 copies/ml ( $\beta = -0.41$ ,  $p < 0.05$ ) and <200 ( $\beta = 0.39$ ,  $p < 0.05$ ), and university education ( $\beta = -0.66$ ,  $p < 0.05$ ).

**Conclusions:** The overall percentage of adherence was 55%, although this value may be an overestimate. Adherence was associated with infection stage A and with a viral load of <200 copies/ml.

© 2010 SESPAS. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

# Proyecto de investigación



## ¿90-90-90 al 2020?



No existen muchos trabajos reportados acerca de aplicación de machine learning en VIH.



Crecimiento constante en la aplicación de machine learning en la investigación clínica del VIH.

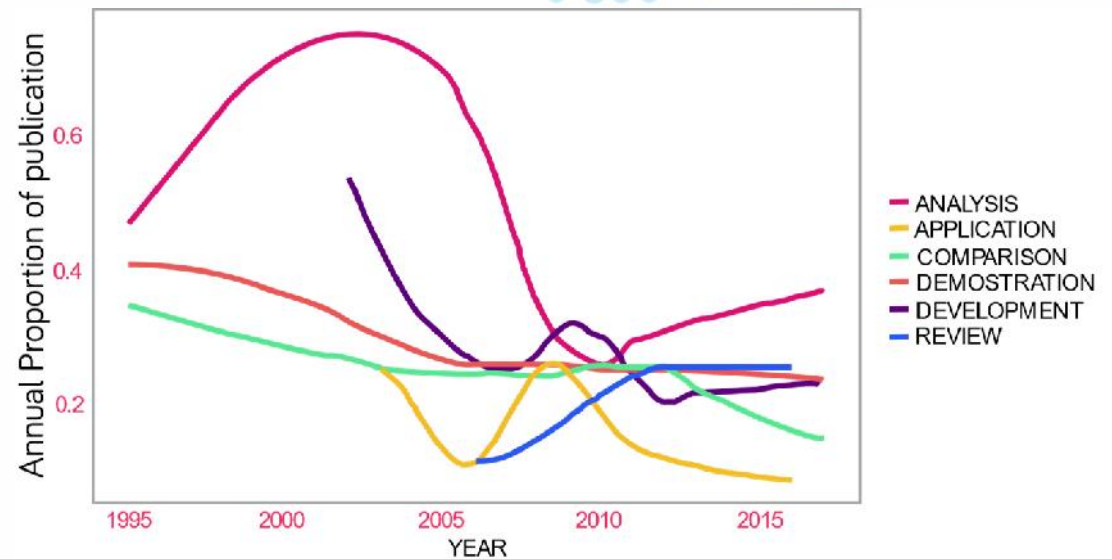


Fig. 3. Trend in patterns of application of ML in published HIV clinical research and care

Fuente: Bisaso KR, Anguzu GT, Karungi SA3, Kiragga A, Castelnuovo B. A survey of machine learning applications in HIV clinical research and care. *Comput Biol Med.* 2017 Dec 1;91:366-371. doi: 10.1016/j.combiomed.2017.11.001. Epub 2017 Nov 9.

# Disclaimer



Organizan:



Aliado estratégico:



# Diseño de modelo predictivo de adherencia

Ítem	Descripción
Objetivo	A través del análisis de los datos de Virrey Solís, determinar si un nuevo paciente va a llegar a ser adherente durante el primer año usando como base la información histórica.
Fuente de datos	Sistemas de información Virrey Solís Estructurados (tabla) – no estructurado (narrativa clínica).
Técnica de machine learning	Modelamiento supervisado (random forests, gradient boosting machine, entre otros.), análisis estadístico.
Modelamiento	Seleccionar un grupo de datos de pacientes nuevos con la patología y con el inicio de la terapia TAR que hayan sido adherentes vs otros que no hayan sido adherentes, mediante la aplicación de analítica
Cantidad de pacientes (cohorte)	170 pacientes
Ventana de tiempo	Diciembre 2016, enero, febrero y marzo 2017
Tiempo de evaluación de adherencia	Carga viral después de 24 semanas



# Estrategia predictiva



## Selección de periodos

- **Fecha inicio:** 01/12/2016
- **Fecha final:** 31/03/2017

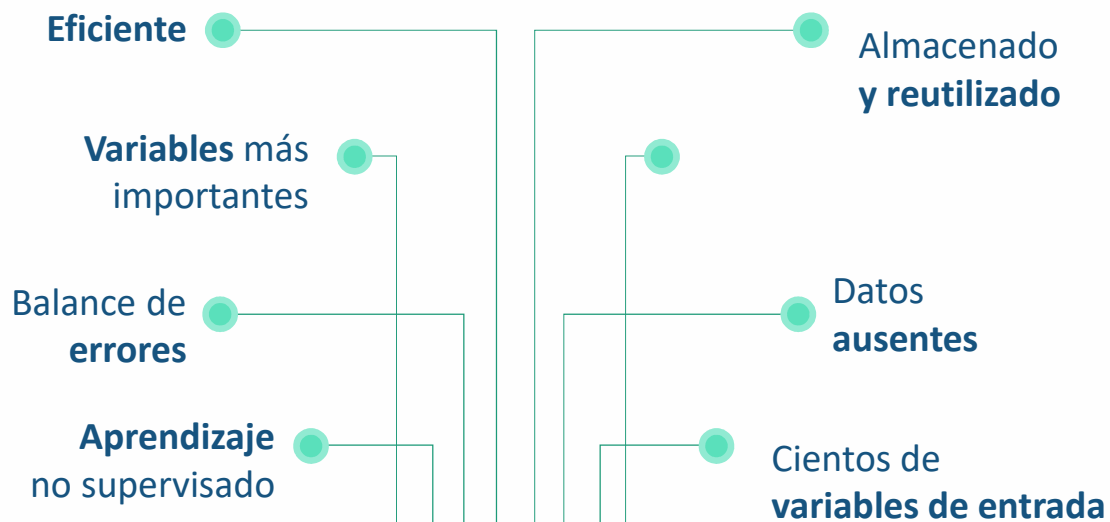


## Selección de métricas de evaluación

- Curva ROC
- Matriz de confusión
- Importancia de las variables

# Modelamiento

## Árbol de datos



## Random Forest

Área de ciencia	Inteligencia Artificial
Sub área de ciencia	Machine Learning
Modelo de aprendizaje	Ensamble basado en árboles de decisión Random Forest
Familia de modelo	Modelo lógico
Sub campo de aprendizaje	Aprendizaje supervisado
Categoría del problema	Clasificación binaria
Tecnología	R y H2O

# VARIABLES SELECCIONADAS PARA EL MEDIO

Total: 22 principales variables

Se intentaron incluir las siguientes variables pero no se encontraron datos en Historia Clínica

- Conocimiento de los pacientes del Test de Batalla
- Test de adherencia en el programa: SMAQ, Morisky Green

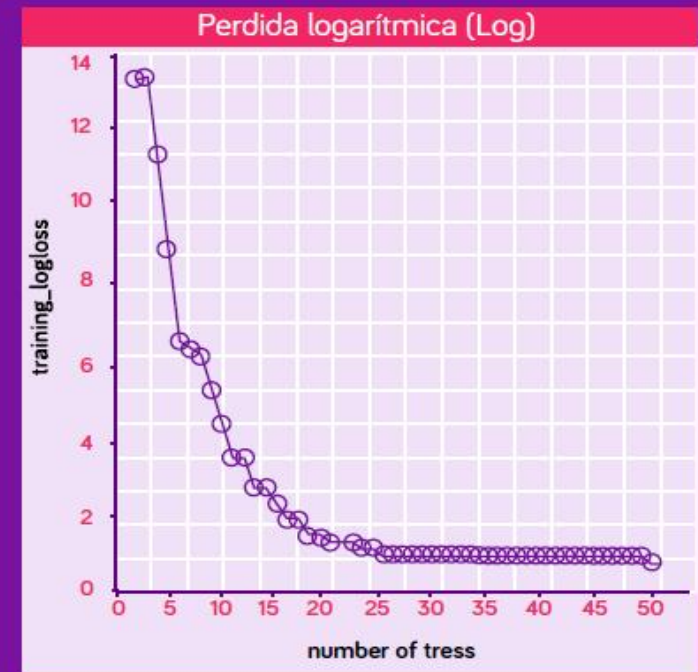
Variable	Descripción
Sexo	Masculino, Femenino.
Orientación sexual	Hombre sexo con hombre, hombre sexo con demás combinaciones.
Fecha de diagnóstico	Fecha de diagnóstico de VIH.
Valoración por psicología en los primeros 3 meses de diagnóstico	Si fue realizada valoración por psicología en primeros meses después del diagnóstico.
Valoración por psiquiatría en los primeros 3 meses de diagnóstico.	Si fue realizada valoración por psiquiatría en primeros meses después del diagnóstico.
Con quien vive	Con quien vive padres, pareja, amigos, vive solo.
Carga viral al inicio de la Terapia Antirretroviral	Carga viral al inicio de la Terapia Antirretroviral
CD4 al inicio de la terapia Antirretroviral	CD4 al inicio de la terapia Antirretroviral
Fecha de Inicio de Terapia Antirretroviral	Fecha de Inicio de Terapia Antirretroviral
Pareja seropositiva	Pareja seropositiva
Abuso de sustancias	Si hay abuso de sustancias.
Hijos	Si tiene hijos.
Número de hijos	Cantidad de hijos.
Ocupación	Ocupación reportada en el sistema de información.
EPS	Entidad promotora de salud al que se encuentra afiliado.
Régimen	contributivo/ subsidiado
Numero de citas en los siguientes 12 meses del inicio de la terapia	Numero de citas en los siguientes 12 meses del inicio de la terapia
Numero de entregas de Terapia en los siguientes 12 meses del inicio de la terapia	Numero de entregas de Terapia en los siguientes 12 meses del inicio de la terapia
Numero de cambios de Terapia en los siguientes 12 meses del inicio de la terapia	Numero de cambios de Terapia en los siguientes 12 meses del inicio de la terapia
Carga viral a las 24 semanas del inicio de la terapia	Carga viral a las 24 semanas del inicio de la terapia
Si cuenta con apoyo social o familia	Si cuenta con apoyo social o familiar
Si ha presentado eventos adversos con los medicamentos	Si ha presentado eventos adversos con los medicamentos

# Proyecto de innovación - Resultados

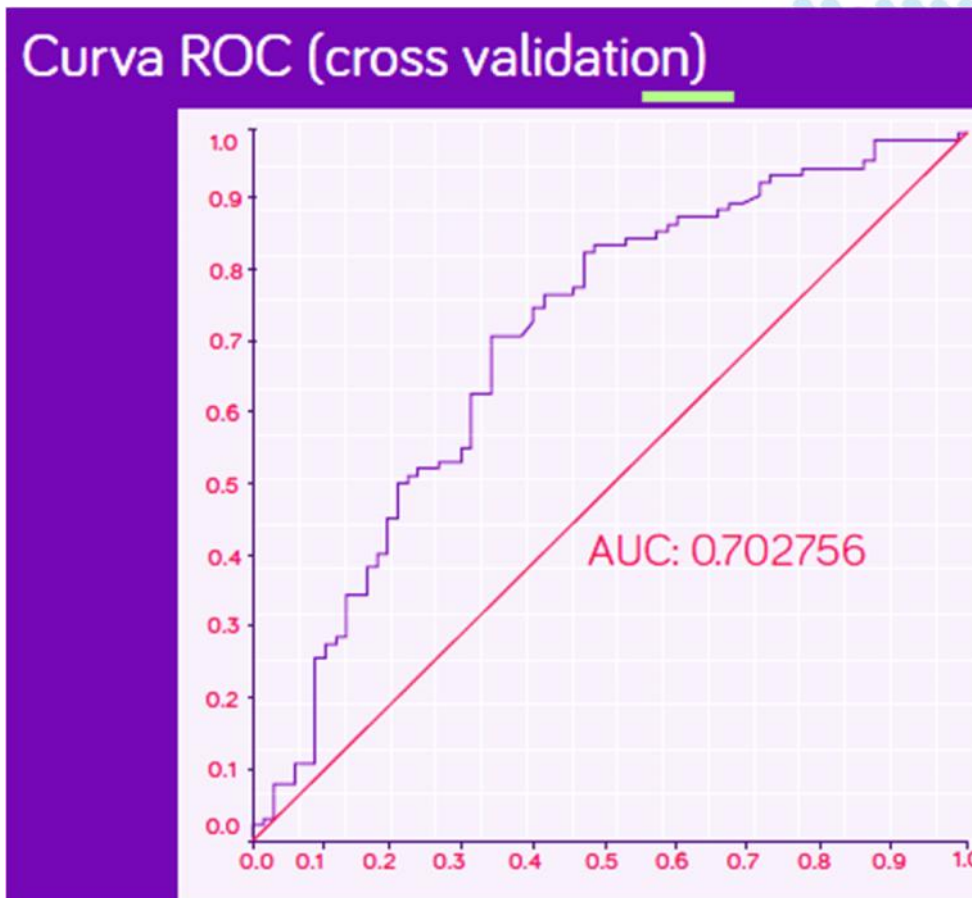
## Modelo de predicción adherencia al tar

<b>Objetivo</b>	Predicción de la probabilidad de tener adherencia de un paciente de la población de vih..
<b>Algoritmo</b>	Random Forest distribuido
<b>Número de variables</b>	50
<b>Variable de respuesta</b>	Carga viral después de 24 semanas de iniciado TAR.

## Perdida logarítmica (Log Loss)



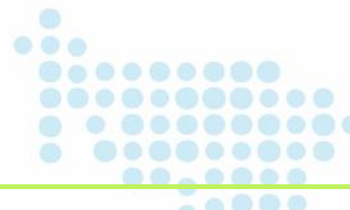
# Resultados finales



# Resultados variables más importantes



# Conclusiones finales



*La aplicación de machine learning en adherencia de VIH, es un trabajo pionero que nos permitirá diseñar una calculadora de adherencia a la TAR*

*Los resultados del modelo sugieren que hay brechas en la calidad de la información que deben ser superadas*

*Debemos completar los datos de esta cohorte y de nuevo correr el modelo, para mejorar el poder predictivo*

*La profesión que tienen las personas, sugiere que tiene un peso significativo en la probabilidad de adherencia, al igual que el tiempo de diagnóstico versus el inicio del TAR.*

*Debemos romper el paradigma de compartir la información y trabajar en equipo, para lograr mejores resultados*

# Para terminar, **gracias totales**

**e+salud**  
3er CONGRESO COLOMBIANO  
1er CONGRESO LATINOAMERICANO



Fuente: Programa VIH Virrey Solis – Direktio SAS





e+salud  
3er CONGRESO COLOMBIANO  
1er CONGRESO LATINOAMERICANO

# *Calidad e innovación* para mejorar **TU SALUD**



**VIRREY SOLIS**  
I. P. S.



