



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología - SENAMHI

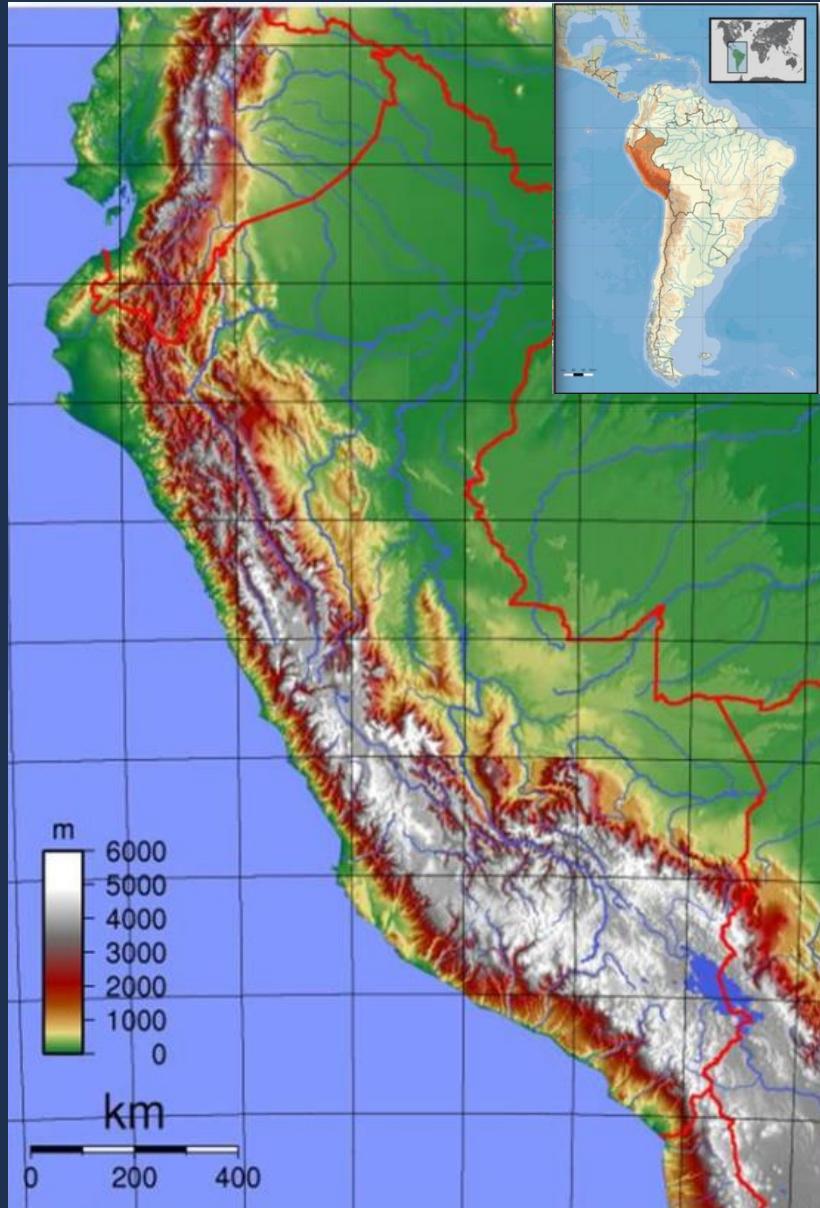


Implementación de un sistema de Alerta ante crecidas hidrológicas

PhD. Wilson Suarez
SENAMHI

Piura 14 de noviembre del 2018, SENAMHI

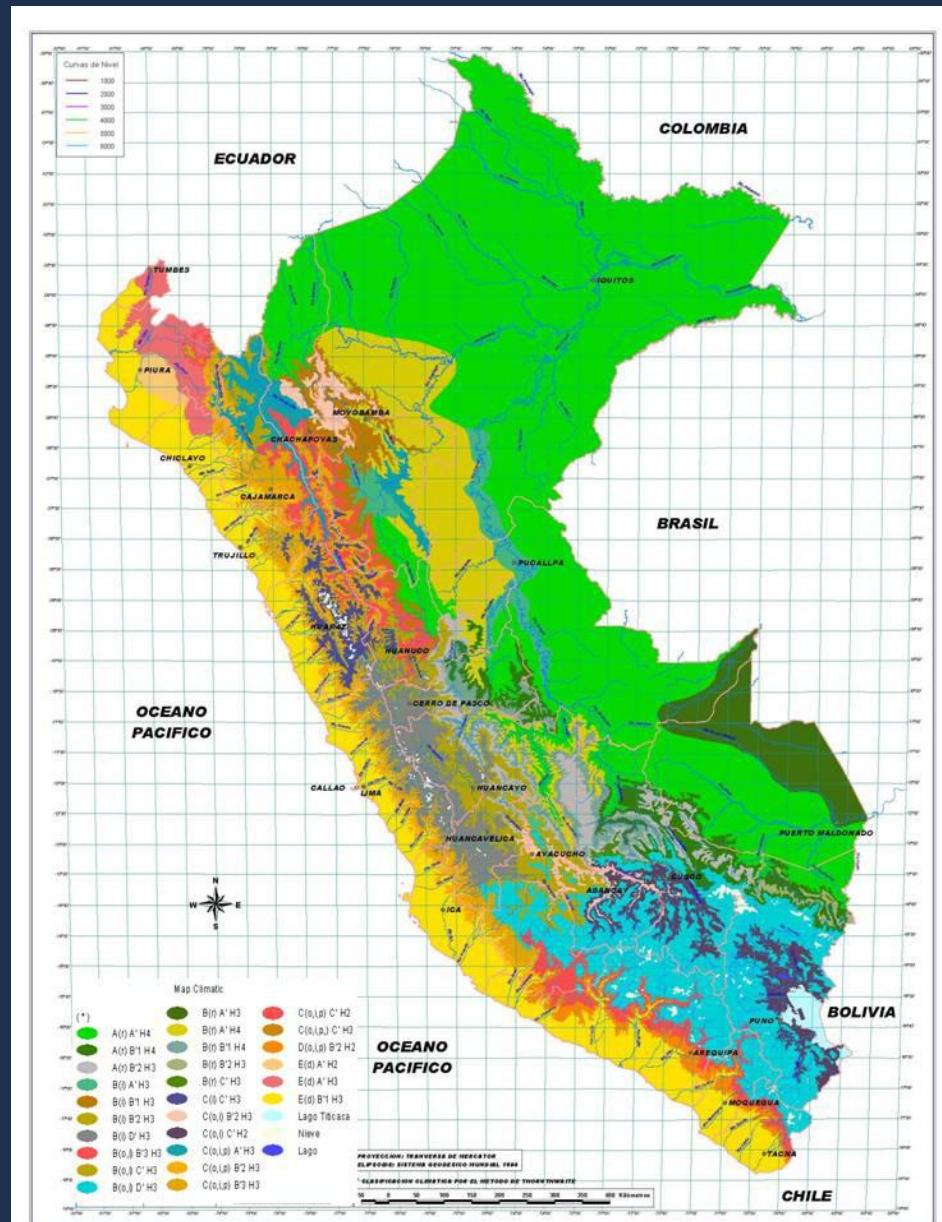
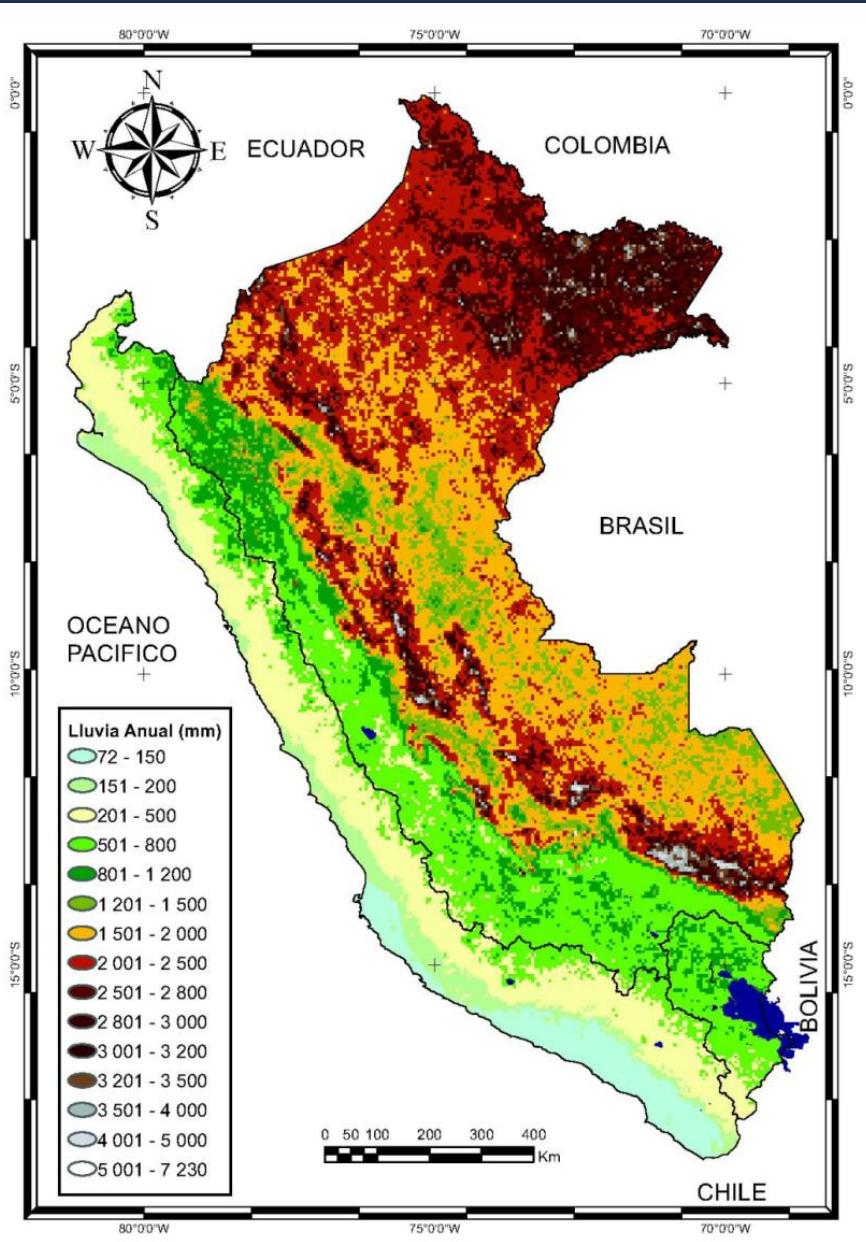
Conociendo el Perú



Superficie : 1'285,215.60 Km²



27 zonas climáticas diferentes en Perú (SENAMHI,2005)



Perú: Impacto de Inundaciones y crecidas

PRINCIPALES PELIGROS	DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES DE VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN A LOS PRINCIPALES PELIGROS
Sismos	<p>El Perú es vulnerable por encontrarse en la zona donde la placa tectónica de Nazca, se subduce con la Placa de Sudamérica, formando parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, donde se registran más del 80% de los movimientos sísmicos a nivel mundial.</p> <p>La existencia de la Cordillera de los Andes con sus características geológicas y geomorfológicas, presenta fallas que pueden ser activadas por movimientos sísmicos.</p> <p>Lima Metropolitana y Callao agrupan casi el 50% de los habitantes en alta exposición. Lima es la ciudad que en más ocasiones ha sido afectada por terremotos: 12 veces desde el siglo XVI hasta la actualidad; en 1587 y 1746 fue literalmente destruida.</p> <p>En cuanto a vías troncales expuestas a peligro sísmico alto en Perú tenemos 4,900 kilómetros. Los principales puertos de la costa están expuestos a la amenaza sísmica alta, siendo el principal el puerto del Callao con volúmenes de carga de 154 millones de toneladas.</p> <p>La infraestructura física y productiva, así como lugares turísticos y arqueológicos, dada su antigüedad y escaso mantenimiento son vulnerables a la ocurrencia de sismos.</p> <p>Por otro lado se tiene limitada disponibilidad de instrumentos de detección, medición y monitoreo de sismos en instituciones técnico científicas; lo cual no facilita el conocimiento científico de la vulnerabilidad.</p>
Tsunamis	La costa peruana es susceptible de ser afectada por la presencia de tsunami, dada su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, generando modificaciones geomorfológicas en el área de impacto afectando a la población concentrada en la costa de Perú.
Volcanes	Los efectos de los fenómenos volcánicos como la caída de cenizas, flujos piroclásticos y de lodo se concentra en el sur de la Cordillera de los Andes, principalmente en la ciudad de Arequipa (más de 800 mil habitantes) y otras poblaciones que están en el área de influencia del Misti, Ubinas y Sabancaya, entre otros volcanes.
Inundaciones	El Perú por su ubicación geográfica y características morfológicas, está sujeto a peligros Hidrometeorológicos, que generan inundaciones en zonas expuestas, afectando a la población y sus medios de vida, tanto en costa, sierra y selva.

FEN y Cambio Climático	Los glaciares tropicales presentan especiales evidencias de vulnerabilidad al cambio climático; la pérdida de áreas forestales entre el 2001 y el 2010, el 1970 - 2000.
Agentes químicos, físicos y biológicos	Los fenómenos asociados con El Niño y La Niña han producido incremento de lluvias, sequías y heladas en el Perú. Según la CAF (2000), durante El Niño 1997-1998 las pérdidas alcanzaron el 7% del PIB de Perú. Las pérdidas económicas y los daños en la infraestructura se traducen en atraso y sobrecostos en la provisión de bienes y servicios.

Fuente: Atlas de las Dinámicas del territorio andino, población y bienes expuestos a peligros naturales.
Capítulo a manera de Balance. PREDECAN. 2009. Actualización INDECI-CENEPRED

Gráfico N° 01
Número y tipo de eventos registrados por año, 1970-2011 en el Perú

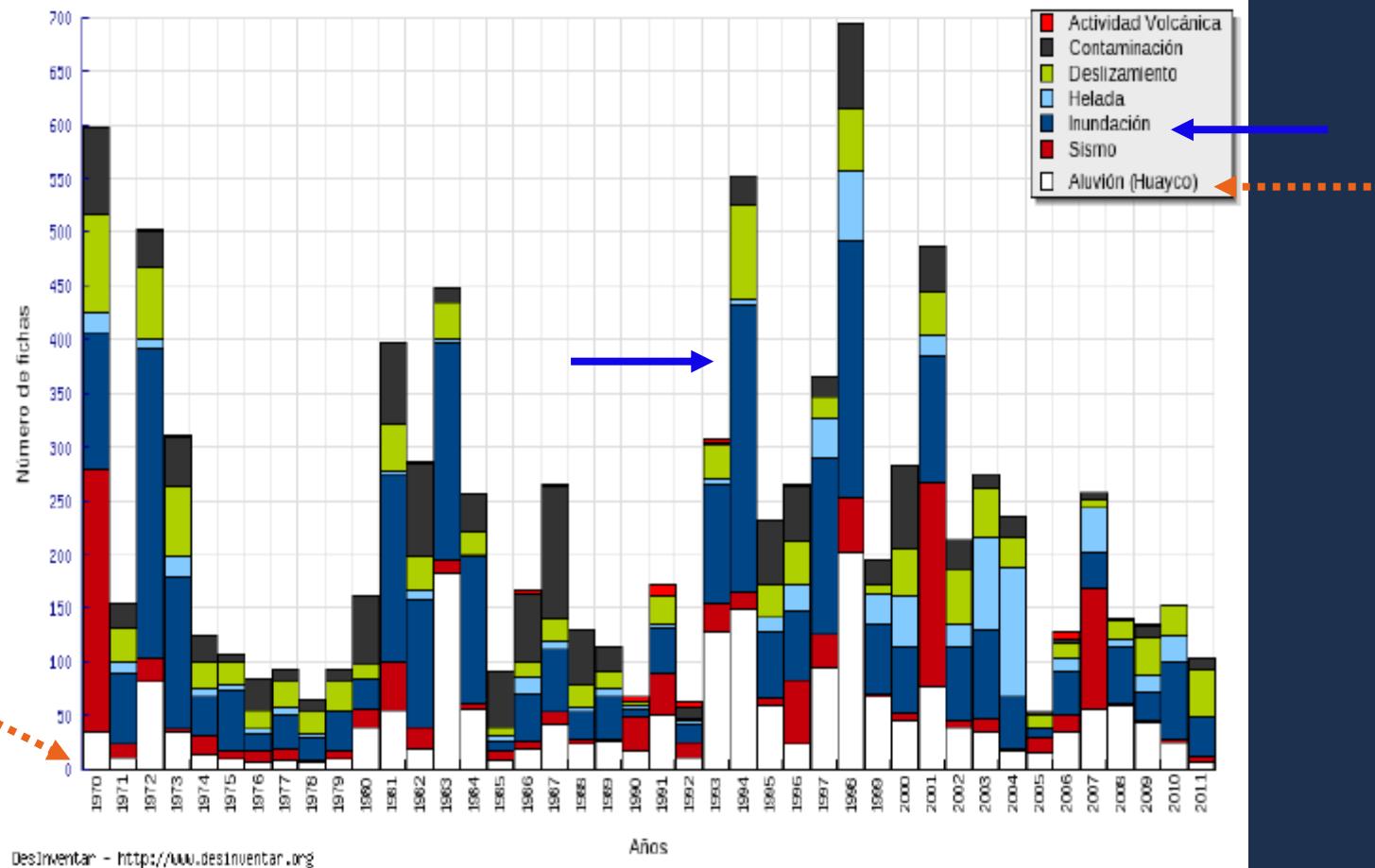
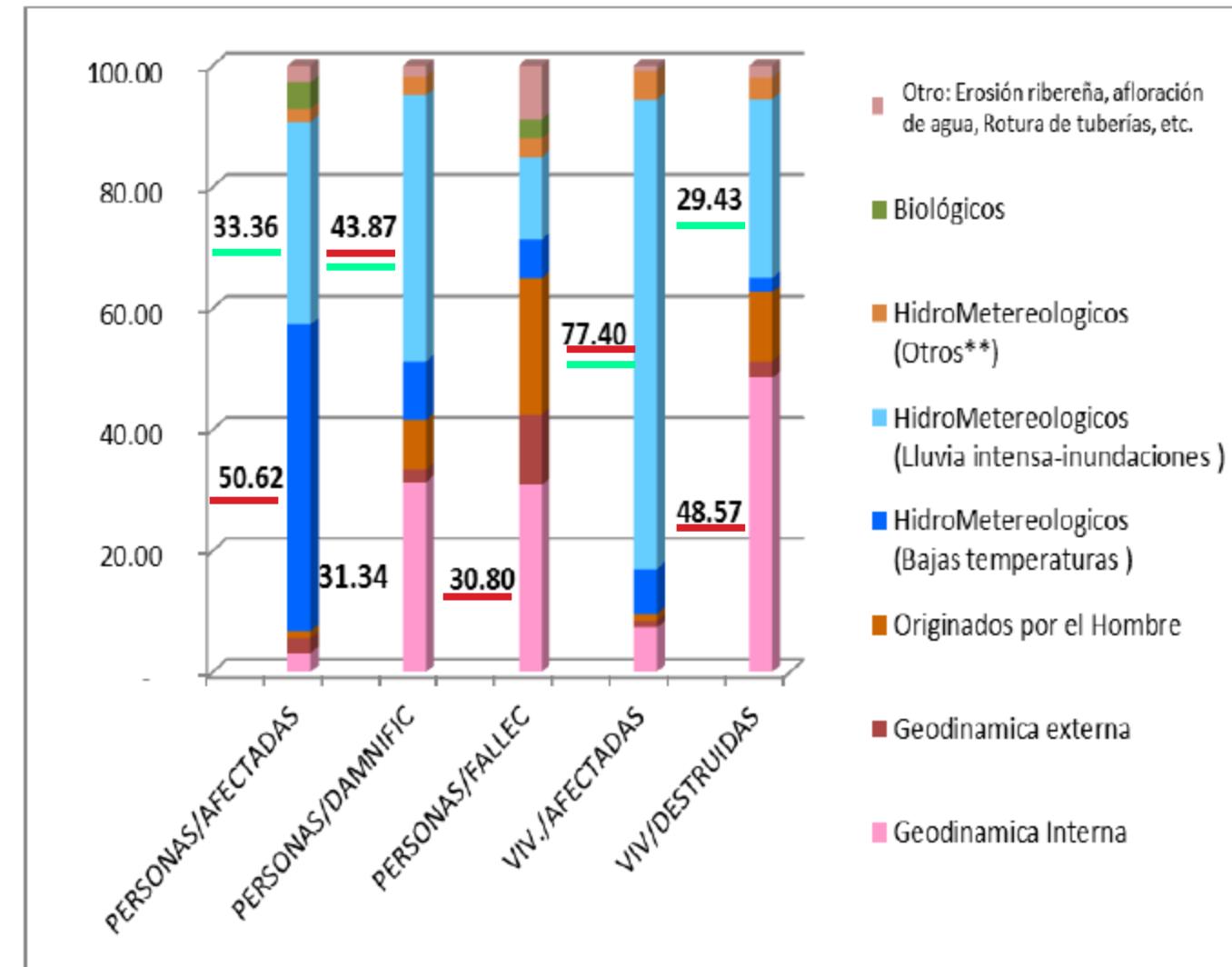


Gráfico N° 02
Impacto en la población y viviendas según desastres en el periodo 2003-2012



Fuente: SINPAD
SENAMHI

Piura 14 de noviembre del 2018

Tabla N° 2
Impacto de los desastres en la población y viviendas según tipo de Peligro, periodo 2003-2012

TIPO DE PELIGRO	PERSONAS/ AFECTADAS	PERSONAS/ DAMNIFICADAS	PERSONAS/ FALLECIDAS	VIV/ AFECTADAS	VIV/ DESTRUIDAS
GEODINÁMICA INTERNA					
ACTIVIDAD VOLCANICA	7,404	39	0	0	64
SISMO (*)	289,466	442,753	608	54,340	94,109
GEODINÁMICA EXTERNA					
ALUD	1,029	0	14	55	0
ALUVION	5,852	2,833	18	1,171	432
DERRUMBE DE CERRO	53,972	5,013	52	768	902
DESLIZAMIENTO	172,500	21,772	146	6,172	3,913
ORIGINADOS POR EL HOMBRE					
COLAPSO DE CONSTRUC	14,482	10,971	45	1,976	2,490
CONTAMINAC. AGUA	53,288	0	5	0	0
CONTAMINAC. SUELO	4,950	0	0	0	0
EXPLOSION	5,033	224	71	791	48
DERRAME SUST. NOCIVAS	2,277	15	6	0	3
INCENDIO FORESTAL	9,003	3,418	13	431	422
INCENDIO URBANO	27,267	101,210	304	5,288	19,146
HIDROMETEOROLÓGICO					
CRECIDA DE RIO	34,470	10,654	11	5,301	2,124
GRANIZADA	519,016	17,631	13	14,843	1,687
HELADA	2,608,024	52,286	49	16,118	212
HUAYCO	263,857	17,983	60	6,152	2,081
INUNDACION	1,227,176	432,288	102	256,706	23,724
LLUVIA INTENSA	1,928,295	176,753	156	311,581	31,201
MAREJADA (MARETAZO)	16,444	71	0	918	10
NEVADA	261,469	4,802	4	14,440	649
SEQUIA	1,212,801	42,671	0	3,640	0
TORMENTA ELECTRICA	1,314	1,625	33	191	135
VIENTO FUERTE	206,681	41,946	27	34,021	6,821
BIOLÓGICO					
EPIDEMIA	41,533	0	53	726	0
PLAGA	381,650	0	9	0	0
OTRO 1/	261,746	25,713	175	6,611	3,727
TOTAL	9,610,999	1,412,671	1,974	742,240	193,900

1/ Incluye erosión ribereña, afloración agua, caída de árbol, caída meteorito, volcadura ómnibus, rotura tubería matriz, reptación, alud, etc.

(*) Incluye sismos sentidos en otros distritos colindantes con los epicentros de los sismos principales.

Fuente: COEN - SINPAD –INDECI

Dirección de Políticas, Planes y Evaluación del INDECI-Sub Dirección: Aplicaciones Estadísticas

Elaboración: CENEPRED-INDECI

puntos clave en la Implementación de modelos hidrológicos con fines de predicción de crecidas

- Componente 1: Modelo hidrológico a utilizar 
- Componente 2: Asimilación de datos (PP, T°, HR, etc) 
- Componente 3: Modelos numéricos de predicción del tiempo 
- Componente 4: Sistema de salida al usuario 
- Interacción entre los diferentes componentes 



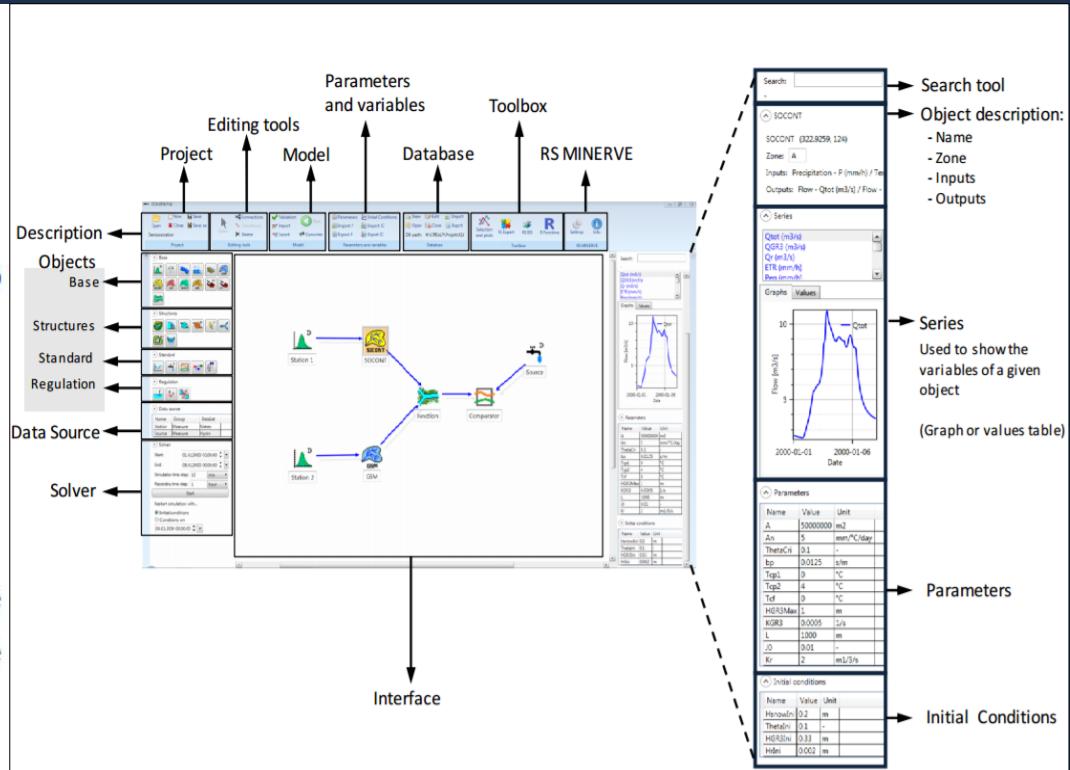
- Desarrollado por el Centro de Investigación de Medios Alpinos de Suiza (CREALP).

Entradas

- **Variables de entrada:**
Precipitación, temperatura, ETP,...
- **Objetos:** Modelo SOCONT, modelo HBV, modelo SAC,...

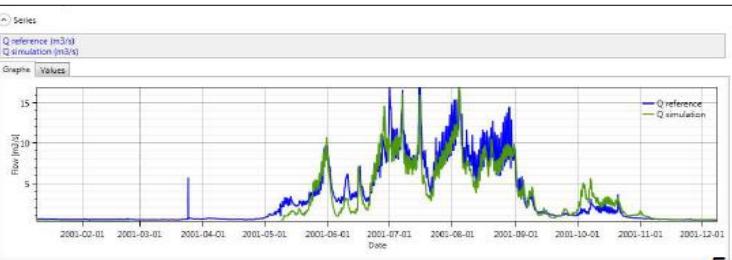
Parámetros: Capacidad del reservorio, coeficiente de infiltración,...

Condiciones iniciales: Altura de agua en el reservorio, altura de nieve,...



Salidas

- **Variables de salida:** Caudal, nivel en un embalse,...



Elementos hidrológicos

Sub-cuenca glaciar



Sub-cuenca non-glaciado



Elementos hidráulicos

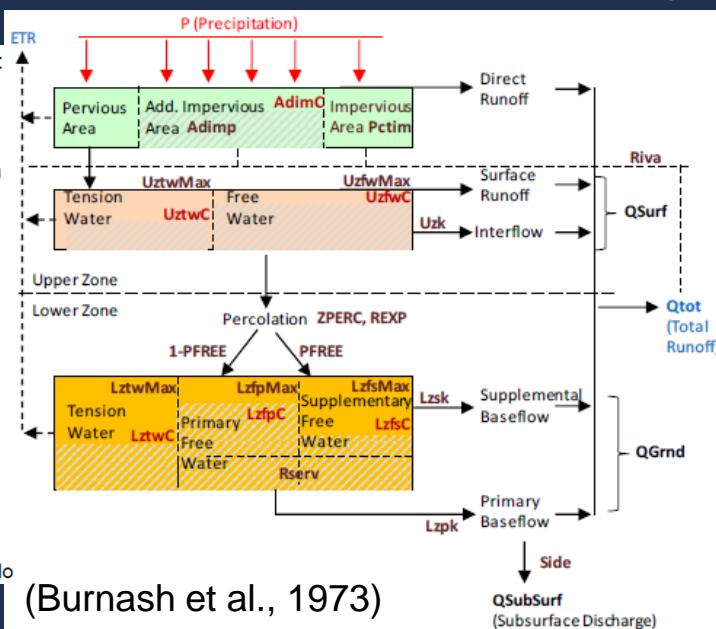
SAC-SMA: "Sacramento Soil Moisture Accounting"

- Caudal de superficie:
 - Caudal de escorrentía
 - Interflujo
- Caudal de infiltración
 - Caudal de base primario
 - Caudal de base suplementario
- 17 parámetros
- 16 parámetros de calibración
- 6 variables de estado

Posibilidad de asociar un modelo de nieve:

- + 5 parámetros
- + 2 variables de estado

(Burnash et al., 1973)



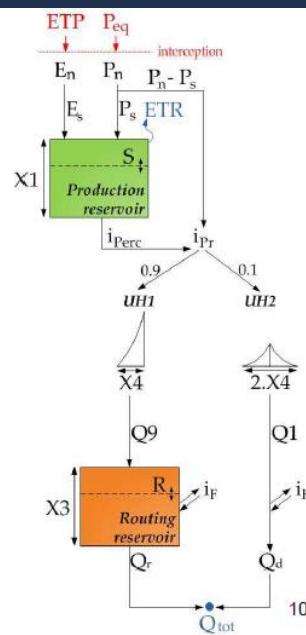
GR4J: "Génie Rural à 4 paramètres Journalier" (Perrin et al, 2003)

- Caudal total

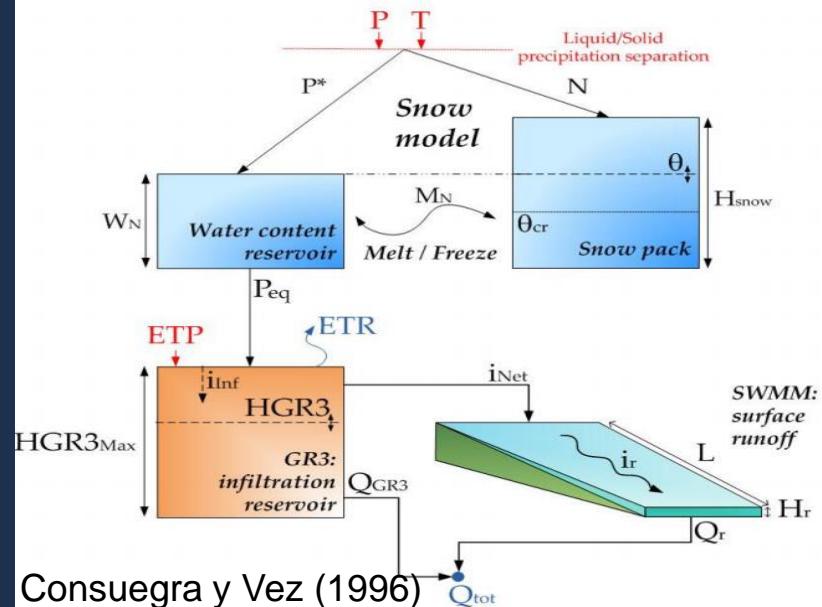
- 5 parámetros
- 4 parámetros de calibración
- 2 variables de estado

Posibilidad de asociar un modelo de nieve:

- + 5 parámetros
- + 2 variables de estado



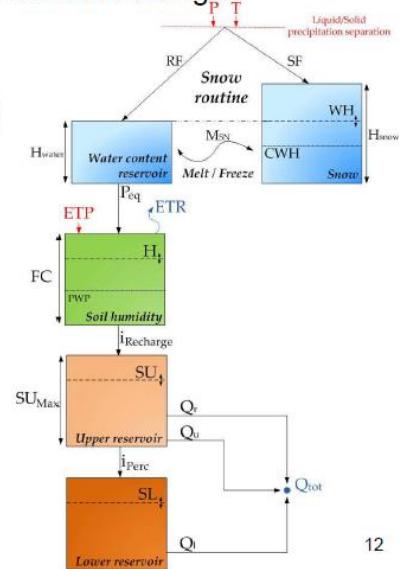
SOCONT



HBV: "Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning" (Sten Bergström ,1992)

- Caudal de escorrentía
 - Caudal del reservorio superior
 - Caudal del reservorio inferior
- Caudal de infiltración

- 15 parámetros
- 10-14 parámetros de calibración
- 5 variables de estado



- **Capacitación del personal**

- Visita a Suiza 2013, mediante proyecto Glaciares (CARE – Perú y la Universidad de Zurich).
- Reuniones de trabajo con el CREALP y compromiso de capacitación en Perú.
- Capacitación durante 3 años



Fuente: <http://rsminerve.hydro10.org/tag/crealp/>

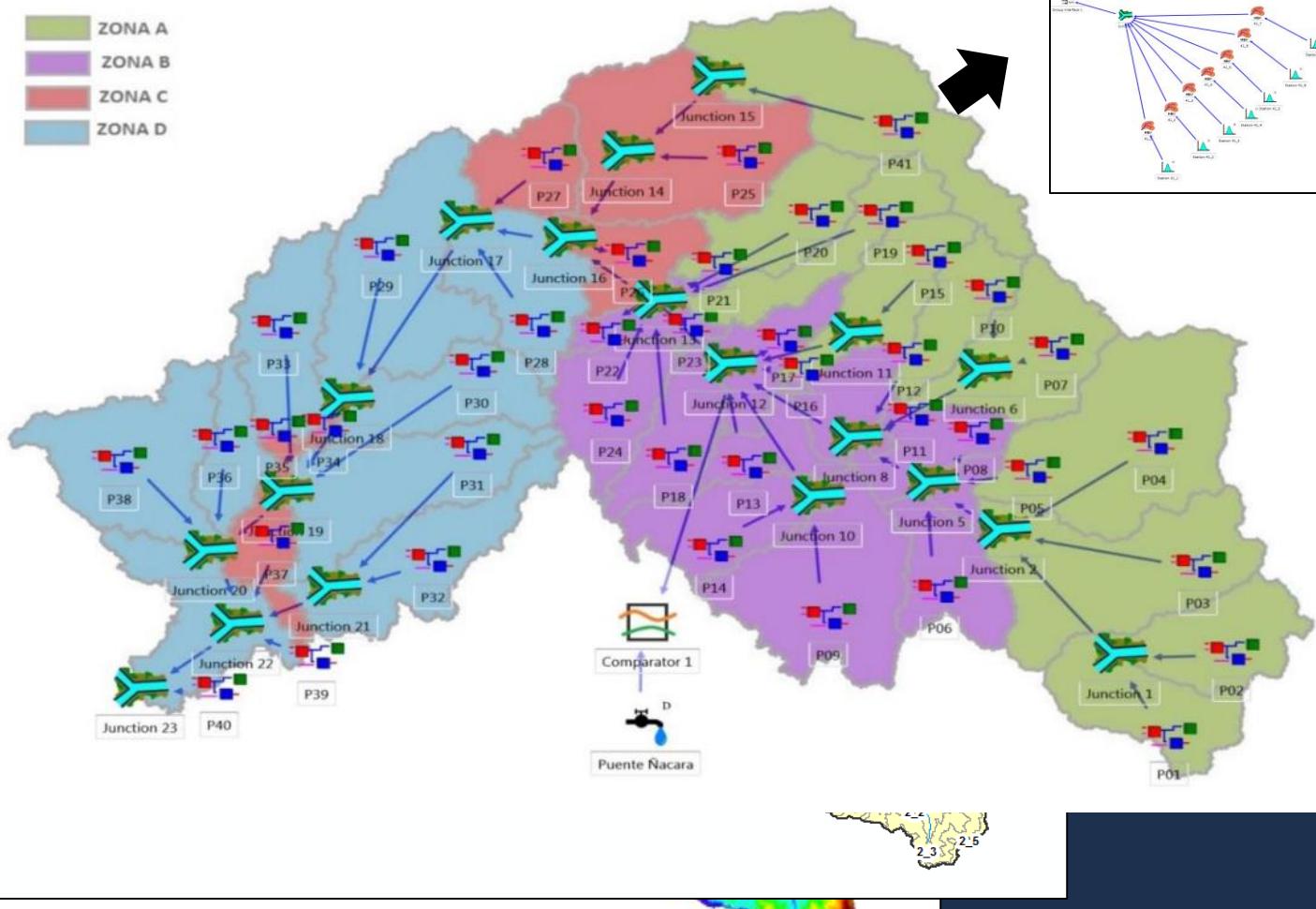
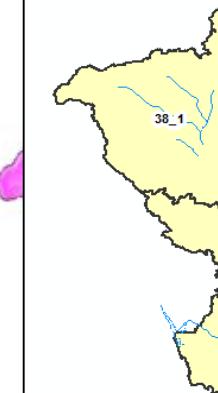
Año	curso	Institución	Sector	Curso	
				Básico	Avanzado
2014	Operación de RS MINERVE	SENAMHI	Publico	21	
		Autoridad Nacional del Agua	Publico - aguas	6	
		SEDAPAL	Publico - agua potable	3	
		CARE	ONG	1	
2015	Operación de RS MINERVE	SENAMHI	Publico	15	12
		Universidad Nacional Agraria La Molina	Académico	3	1
		OFITECO	Privado - estudios	2	2
		Universidad Católica	Académico	3	1
		SEDAPAL	Publico - agua potable	2	
		Electro Perú	Publico - enérgico	1	
		COES	Privado - energético	1	
		Instituto Geofísico del Perú	Publico - Investigación	2	
		AUTODEMA	Publico - manejo de aguas	1	
		Estudiantes		1	
		Southerm Perú	Privado - minero	1	1
2015	Operación RS MINERVE bajo línea de comandos	SENAMHI	Publico	10	
2016	Operación de RS MINERVE	SENAMHI	Publico	11	12
		Autoridad Nacional del Agua	Publico - aguas	4	1
		Ambiand	Privado - estudios	3	2
		Barrick	Privado - minero	2	1
		Duke Energy	Privado - energético	2	2
		PNUD (Naciones Unidas)	Cooperación Internacional	1	
		INAIGEM	Publico - Investigación	1	1
		Pöyri	Privado - estudios	3	2
		Universidad Católica	Académico	2	2
		SERNANP	Publico	1	
		Unidad de Glaciología de Huaraz	Publico - agua y riesgos	3	4
		Universidad Nacional Agraria La Molina	Académico	5	3
		Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo	Académico	1	
		Universidad Nacional de Ingeniería	Académico	4	
		Universidad Nacional del Altiplano	Académico	1	

. Relación de instituciones participantes a los cursos de RS - MINERVE

SENAMHI

Piura 14 de noviembre del 2018

ZONA A
ZONA B
ZONA C
ZONA D

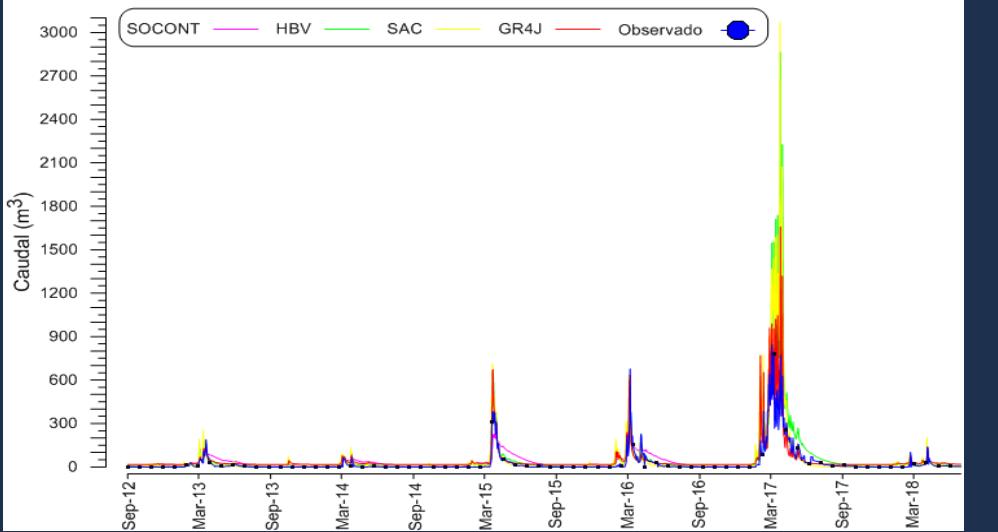
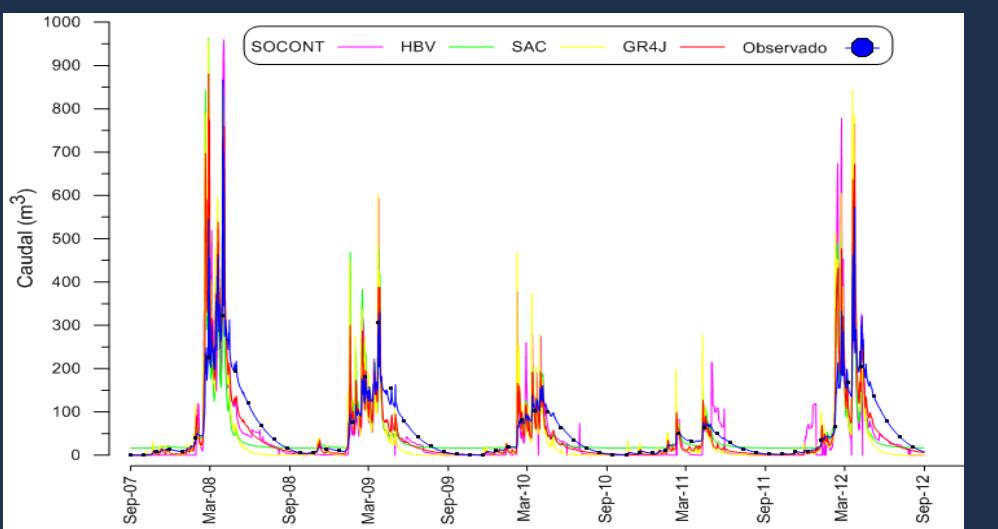


Cuenca	# Subcuenca	Límite Bandas (m)	UH
Piura	41	500 metros	114

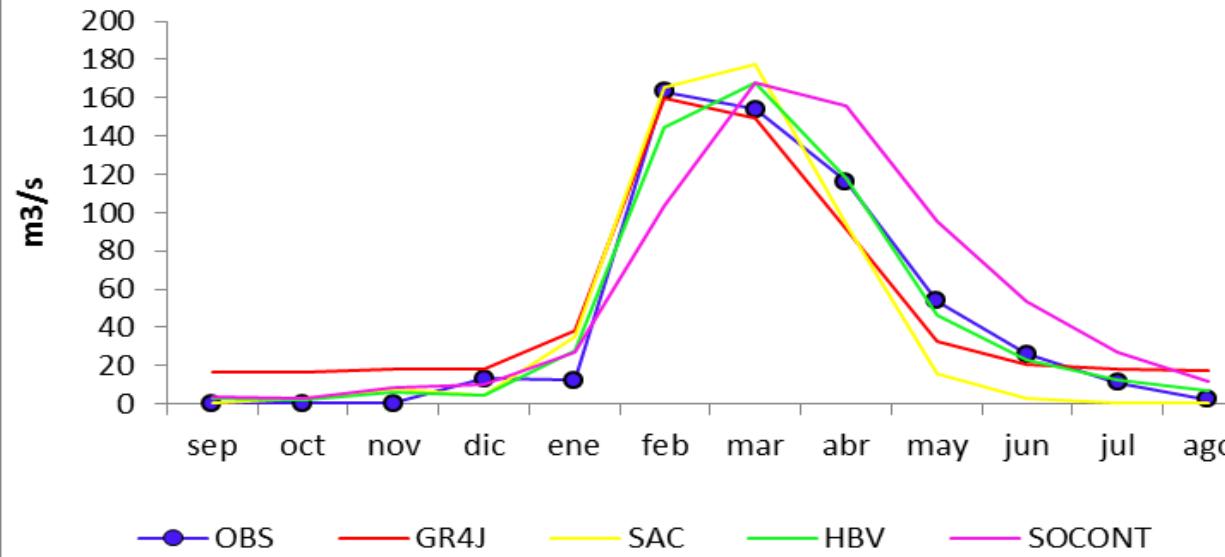
2.3
2.5



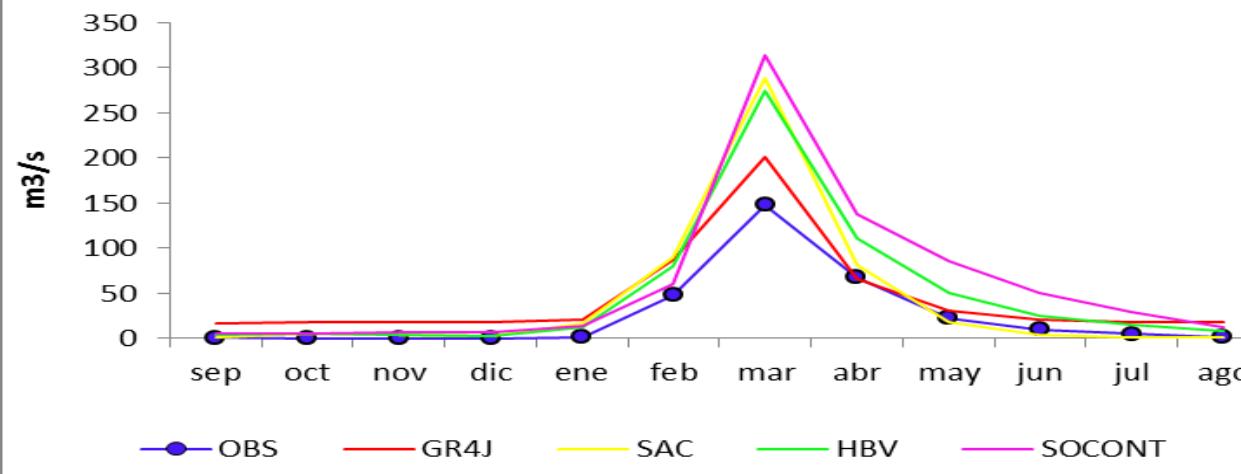
Modelo	Indicador	Valor Ideal	calibración	validación	total	crecida 2017	Antes de crecida 2017
			01/09/2007 - 31/08/2012	01/09/2012 - 30/06/2018		01/09/2007 - 30/08/2018	01/01/2017 - 30/06/2017
GR4J	Nash	1	0.85	0.63	0.75	0.45	0.82
	Nash-In	1	0.19	0.10	0.10	0.58	0.09
	Pearson Correlation Coeff	1	0.93	0.92	0.90	0.92	0.92
	Kling-Gupta Efficiency	1	0.80	0.34	0.62	0.66	0.55
	Bias Score	1	1.00	0.61	0.90	0.96	0.91
	RRMSE	0	0.85	1.96	1.31	0.82	1.13
	Relative Volume Bias	0	0.04	0.63	0.32	0.21	0.29
	Normalized Peak Error	0	0.00	0.96	0.73	0.96	0.00
SAC	Nash	1	0.71	-0.77	0.05	-3.34	0.67
	Nash-In	1	0.28	0.25	0.27	0.24	0.27
	Pearson Correlation Coeff	1	0.86	0.86	0.80	0.80	0.85
	Kling-Gupta Efficiency	1	0.80	0.26	0.59	-0.09	0.84
	Bias Score	1	0.99	0.53	0.95	-0.11	1.00
	RRMSE	0	1.24	4.31	2.57	1.89	1.54
	Relative Volume Bias	0	-0.08	0.69	0.22	1.06	0.01
	Normalized Peak Error	0	0.00	2.62	2.20	2.62	0.00
HBV	Nash	1	0.87	-0.55	0.24	-2.91	0.86
	Nash-In	1	0.24	0.18	0.19	0.37	0.19
	Pearson Correlation Coeff	1	0.93	0.90	0.84	0.85	0.93
	Kling-Gupta Efficiency	1	0.88	0.05	0.57	-0.06	0.76
	Bias Score	1	1.00	0.12	0.85	-0.08	0.98
	RRMSE	0	0.80	4.04	2.30	1.80	1.00
	Relative Volume Bias	0	0.02	0.94	0.39	1.04	0.15
	Normalized Peak Error	0	-0.08	2.38	1.99	2.38	-0.08
SOCONT	Nash	1	0.68	-8.71	-3.50	-24.20	0.67
	Nash-In	1	0.20	0.14	0.16	0.30	0.15
	Pearson Correlation Coeff	1	0.83	0.59	0.52	0.53	0.83
	Kling-Gupta Efficiency	1	0.55	-0.53	0.05	-0.90	0.38
	Bias Score	1	0.95	-0.93	0.53	-0.55	0.83
	RRMSE	0	1.25	10.10	5.59	4.56	1.55
	Relative Volume Bias	0	0.22	1.39	0.68	1.25	0.41
	Normalized Peak Error	0	-0.10	10.67	9.31	10.65	-0.10



Calibración



Validación



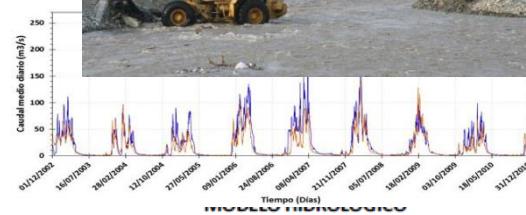
SENAMHI
Piura 14 de noviembre del 2018

Cuencas Terminadas y en prueba
 Cuencas calibradas
 Cuencas en construcción



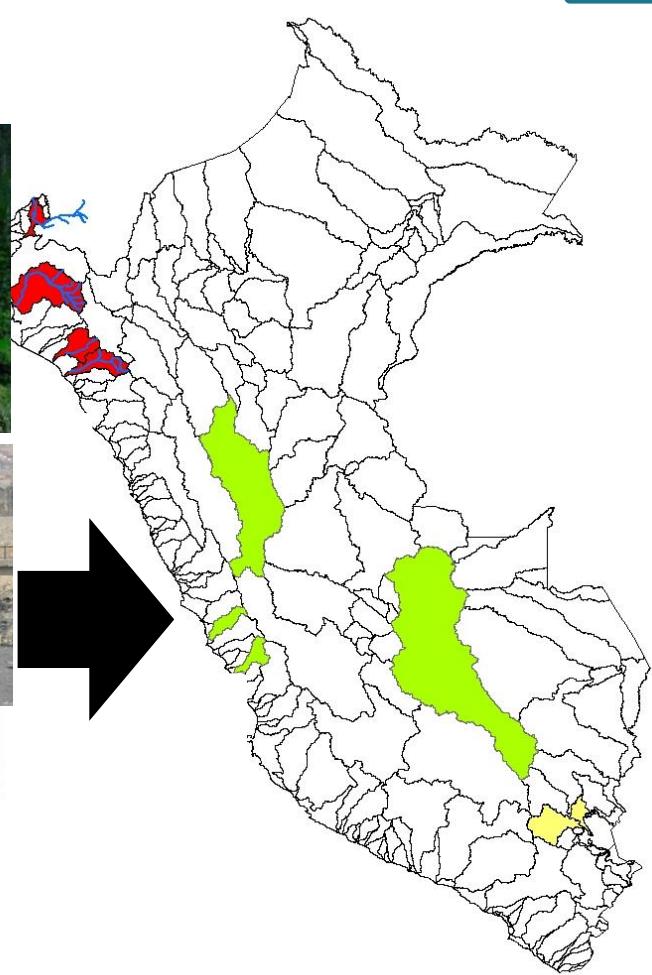
Cuenca Chillón

(14a) Representación del área de estudio en según RS Minerve.
 (14b) Delimitación del área de estudio en 25 subcuencas y 122 bandas altitudinales.
 (14c) Representación de la subcuenca de código 19 < Sub 19.



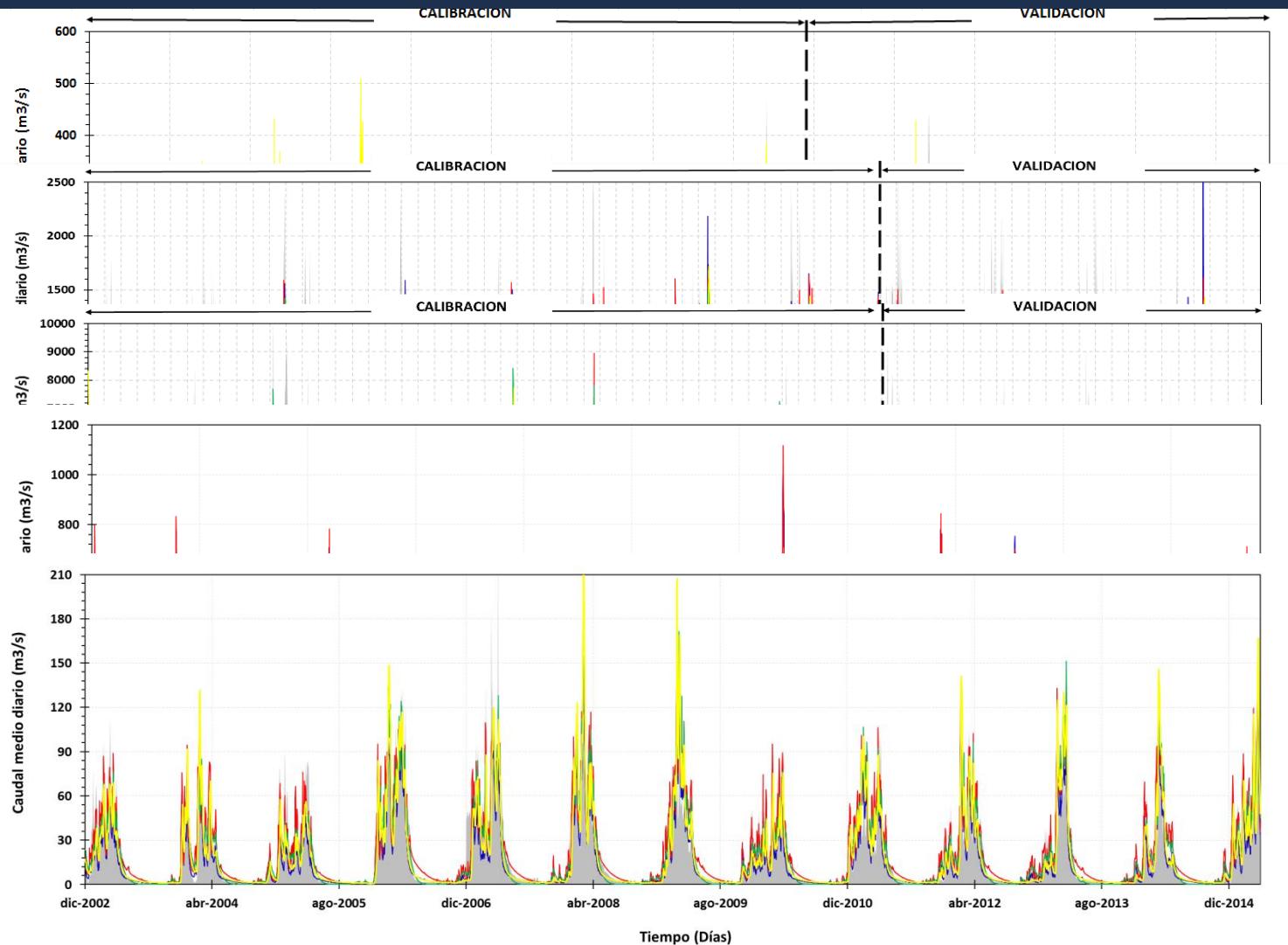
	ESTADISTICO	GR4J	SOCONT	HBV	SAC
VALIDACION CALIBRACION	Nash	0.75	0.82	0.83	0.75
	Nash-In	0.91	0.43	0.88	0.91
	Coef. Pearson	0.87	0.9	0.91	0.90
VALIDACION	Nash	0.67	0.76	0.67	0.80
	Nash-In	0.92	0.40	0.82	0.90
	Coef. Pearson	0.89	0.92	0.92	0.90

SENAMHI
 Piura 14 de noviembre del 2018



Cuenca Mala

Q Obs. — Q Socont — Q Hbv — Q Sacramento — Q GR4J



PERSONAL OPERANDO CORRECTAMENTE LOS MODELOS DESEADOS!

- Componente 2: Asimilación de datos (PP, T°, HR, etc)



Datos de ingreso a los modelos

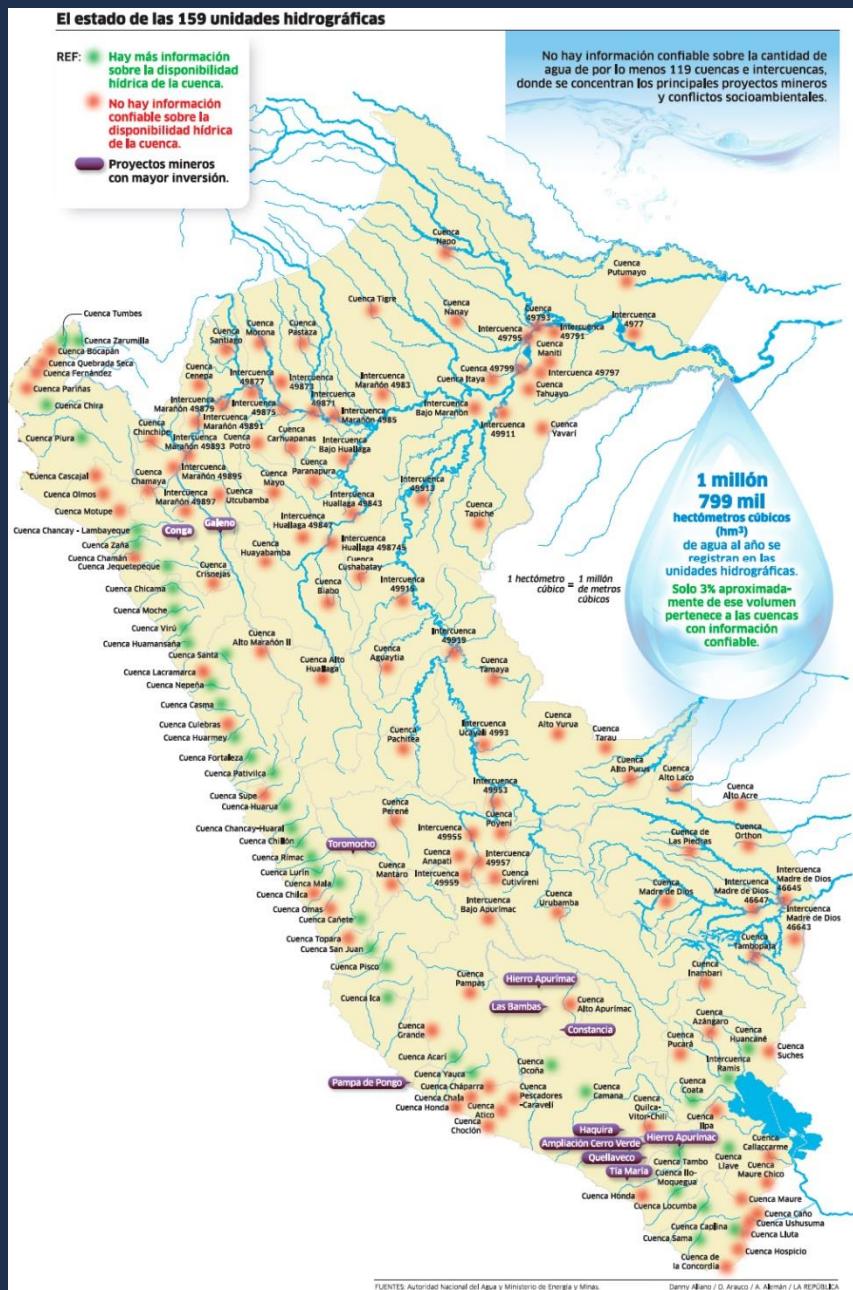
- Precipitación y Temperatura



- Caudales para calibración



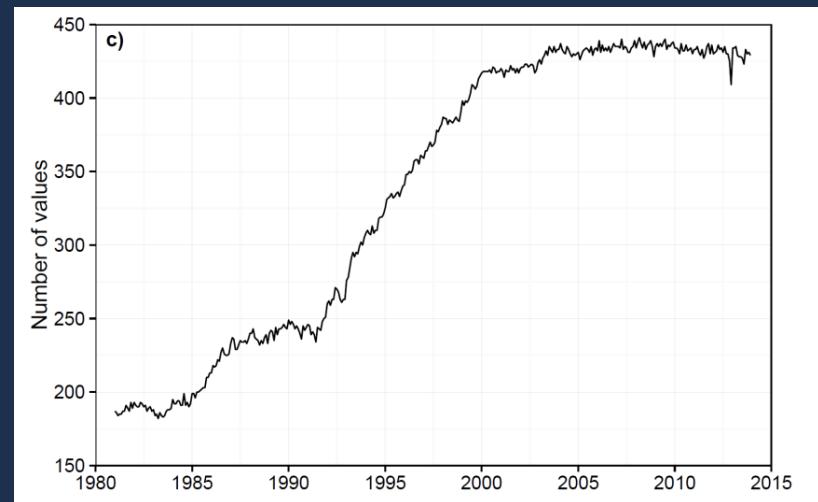
- Precipitación y Temperatura



159 unidades hidrológicas

Verde: con datos (40)

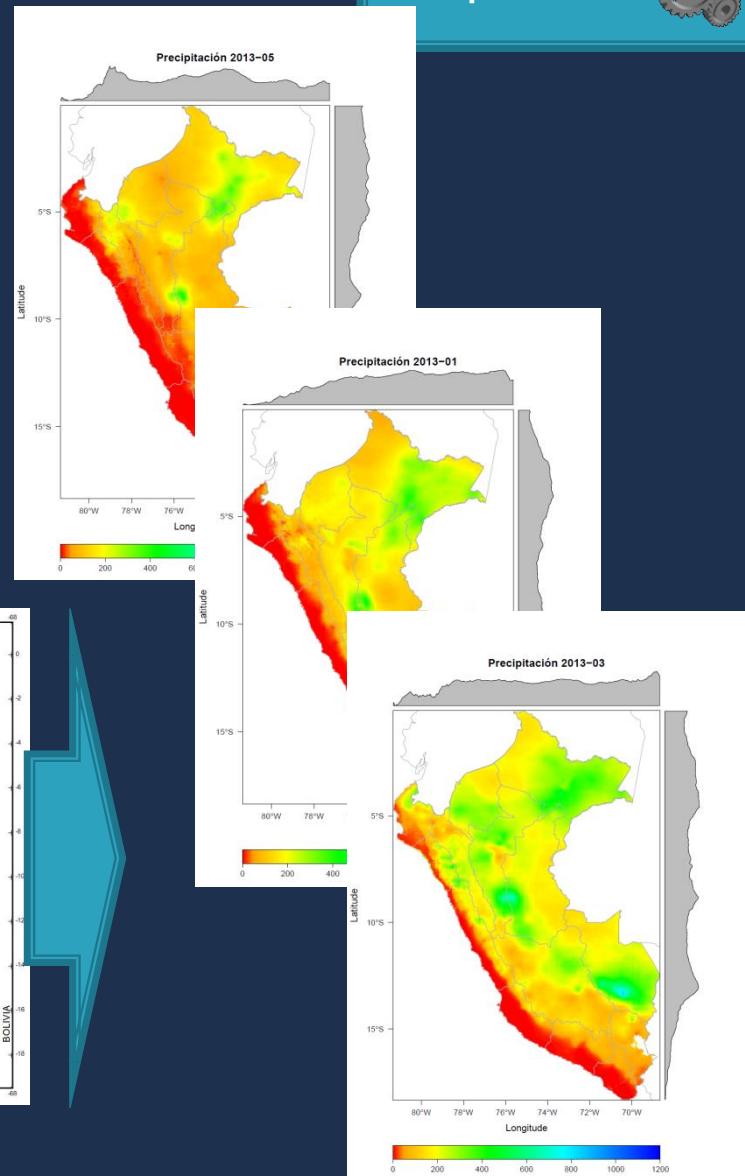
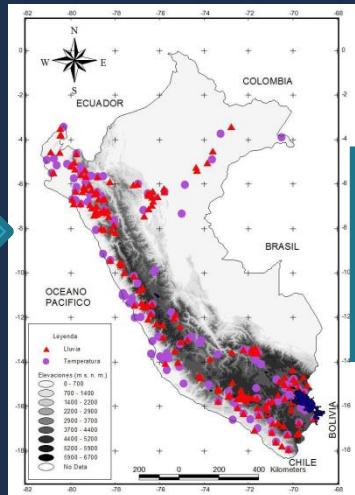
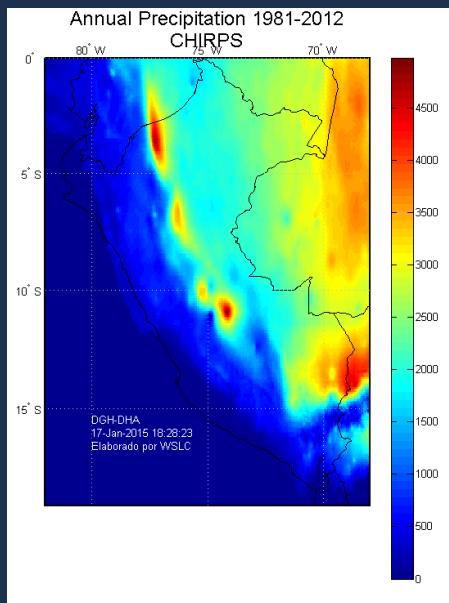
Rojo: Sin datos (119)



Datos interpolados de las estaciones climatológicas e hidrológicas del SENAMHI

PISCO

**Peruvian Interpolate data of the SENAMHI's
Climatological and Hydrological
Observations**



Precipitación interpolada PISCO-prec á paso de tiempo mensual y diario

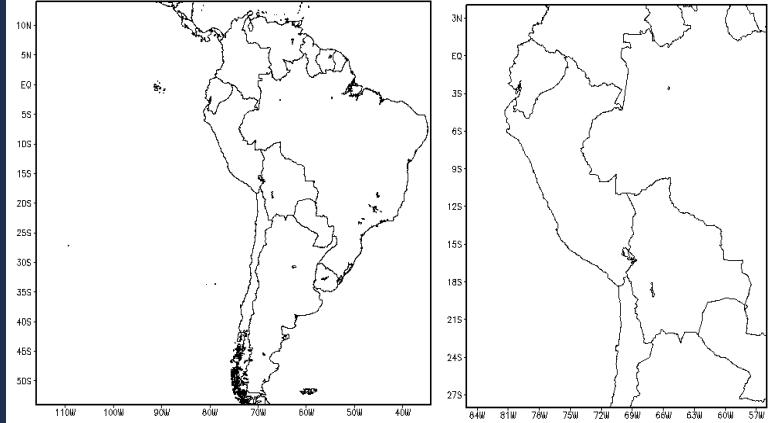
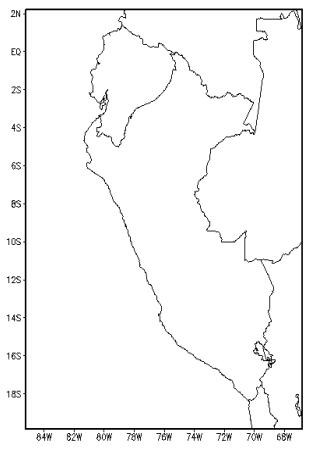
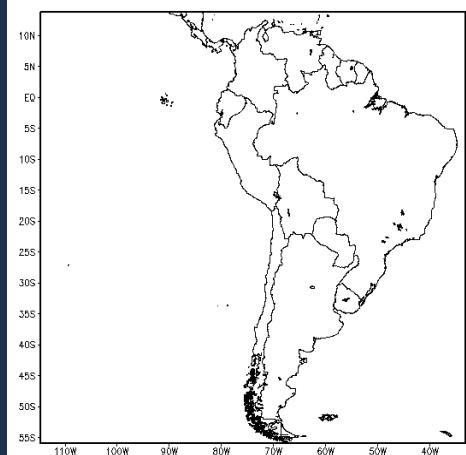
Enero/1981 a Dic/2016

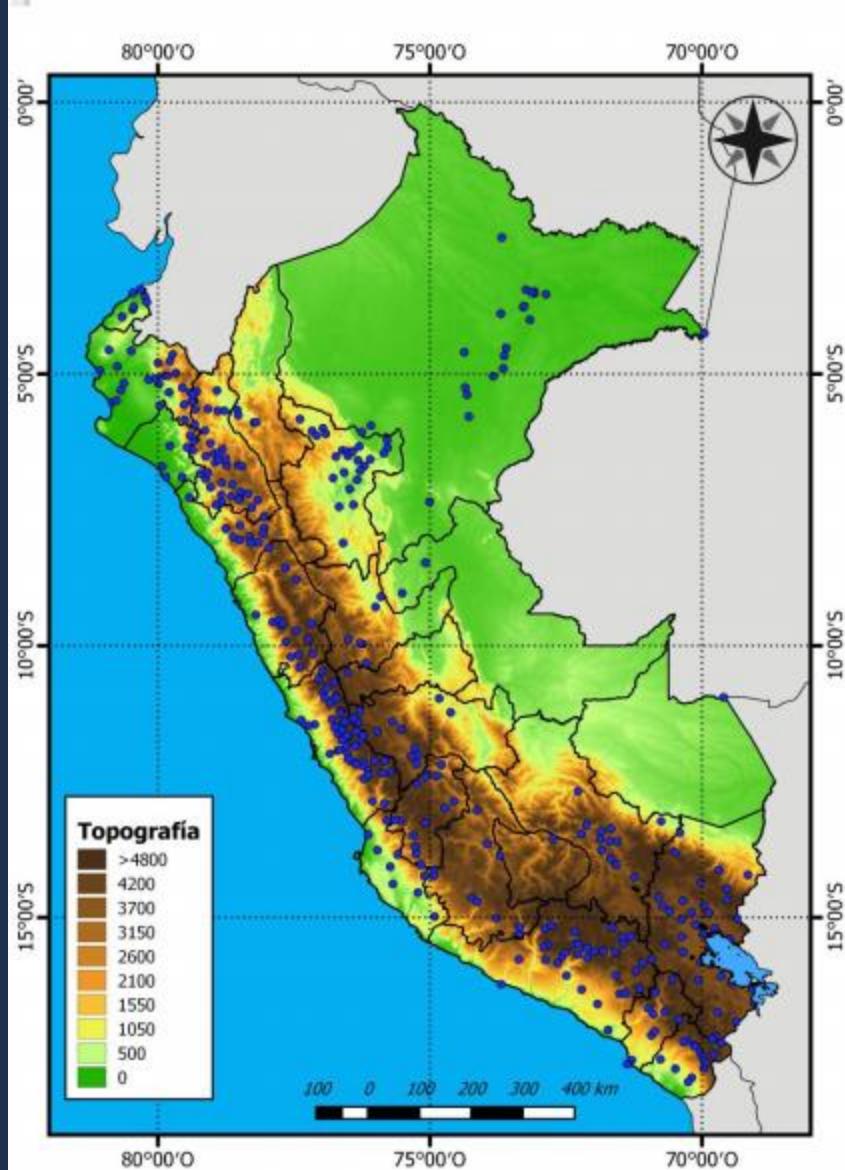
Fuente: Waldo Lavado

• Componente 3:



	WRF		ETA	
Resolución espacial	Perú [22 km]	Sudamérica [33 km]	Perú [22km]	Sudamérica [32km]
Área	Longitud : 85.2° W 66.7° W	Longitud : 114.6° W 33.1°W	Longitud : 85° W 56° W	Longitud : 116° W 34°W
	Latitud : -19.8° S 2.1° N	Latitud : 55.9° S 13.7° N	Latitud : 28° S 4° N	Latitud : 54° S 13° N
Resolución temporal	Cada 6 horas.		Cada 6 horas.	
Actualización	Dos veces al día (00Z y 12Z)			Dos veces al día (00Z y 12Z)
Tiempo de pronóstico	120 horas Dominios Sudamérica (33km) y Perú (22km) del modelo WRF.		120 horas	180 horas Dominios Sudamérica (32km) y Perú (22km) del modelo ETA.





- Información pluviométrica de 365 estaciones a nivel nacional
- Información de precipitación del modelo **ETA/SENAMHI** extraída a punto de estación para el pronóstico del Día 1 y Día 2
- Periodo: **Enero 2010-Diciembre 2015**

Metodologías de corrección de Bias

Método Scaling(Weterball et. al, 2012)

$$\widehat{PP}_{mod} = PP_{mod} \times \frac{\overline{PP}_{obs}}{\overline{PP}_{mod}}$$

Donde:

\widehat{PP}_{mod} = Precipitación del modelo ajustado estadísticamente

PP_{mod} = Precipitación del modelo sin ajuste.

\overline{PP}_{obs} = Promedio de la precipitación observada sobre el periodo de calibración.

\overline{PP}_{mod} = Promedio de la precipitación del modelo sobre el periodo de calibración

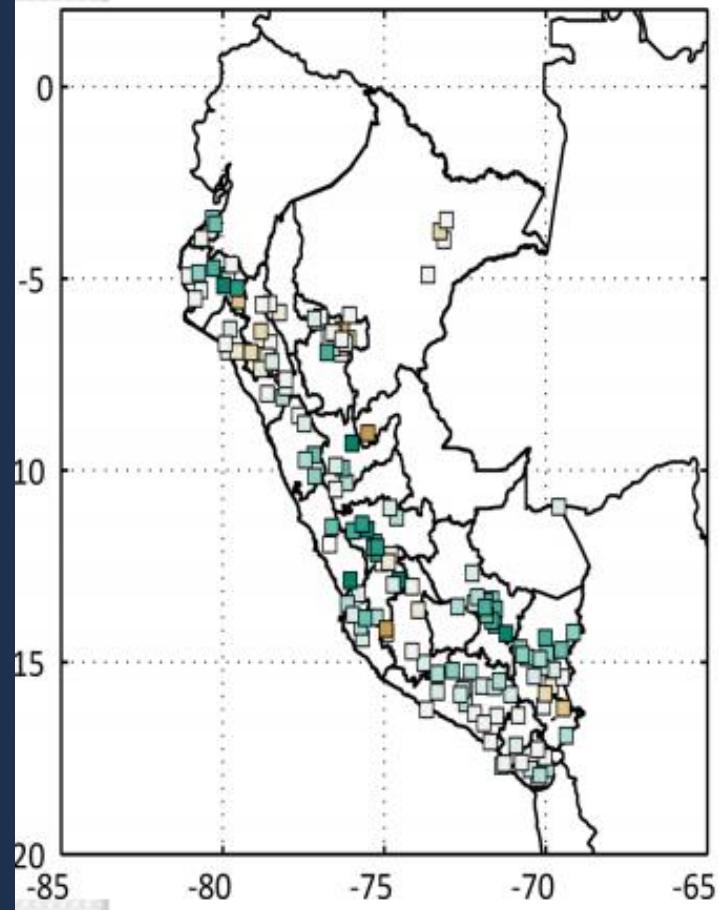
- Factores de corrección a nivel trimestral: **DEF, MAM, JJA, SON**
- Actualmente operativo para las 365 estaciones

Fuente: De la Cruz, G

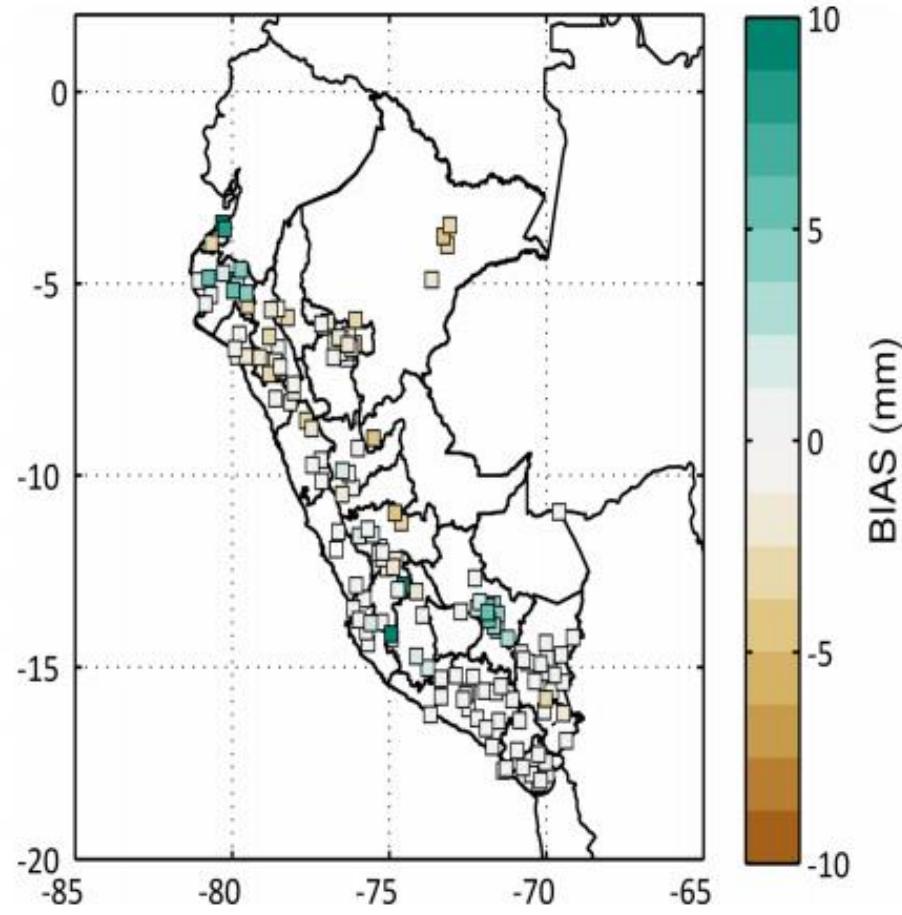


BIAS (mm)
DÍA I
PERIODO DICIEMBRE 2016-FEBRERO 2017

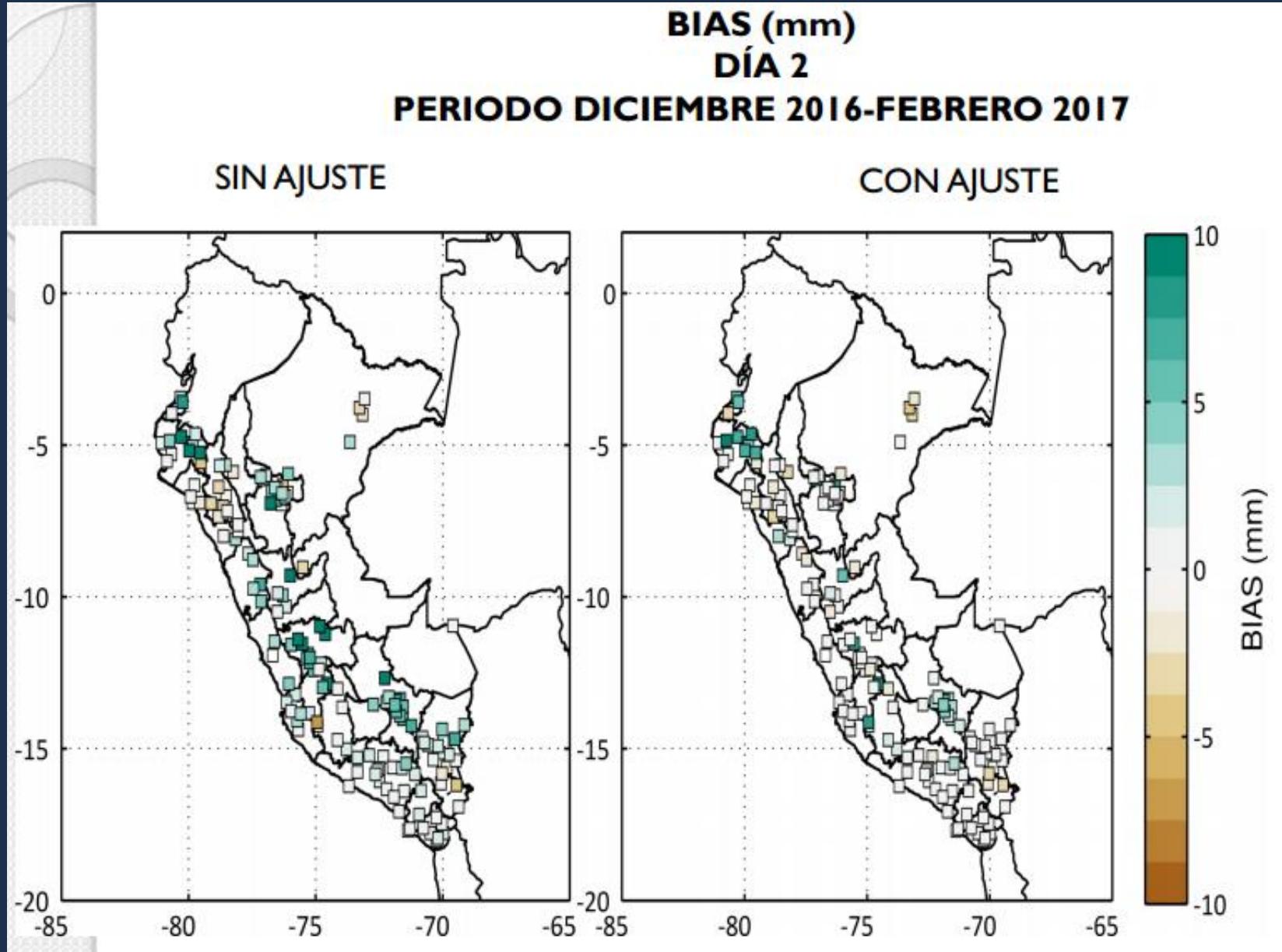
SIN AJUSTE



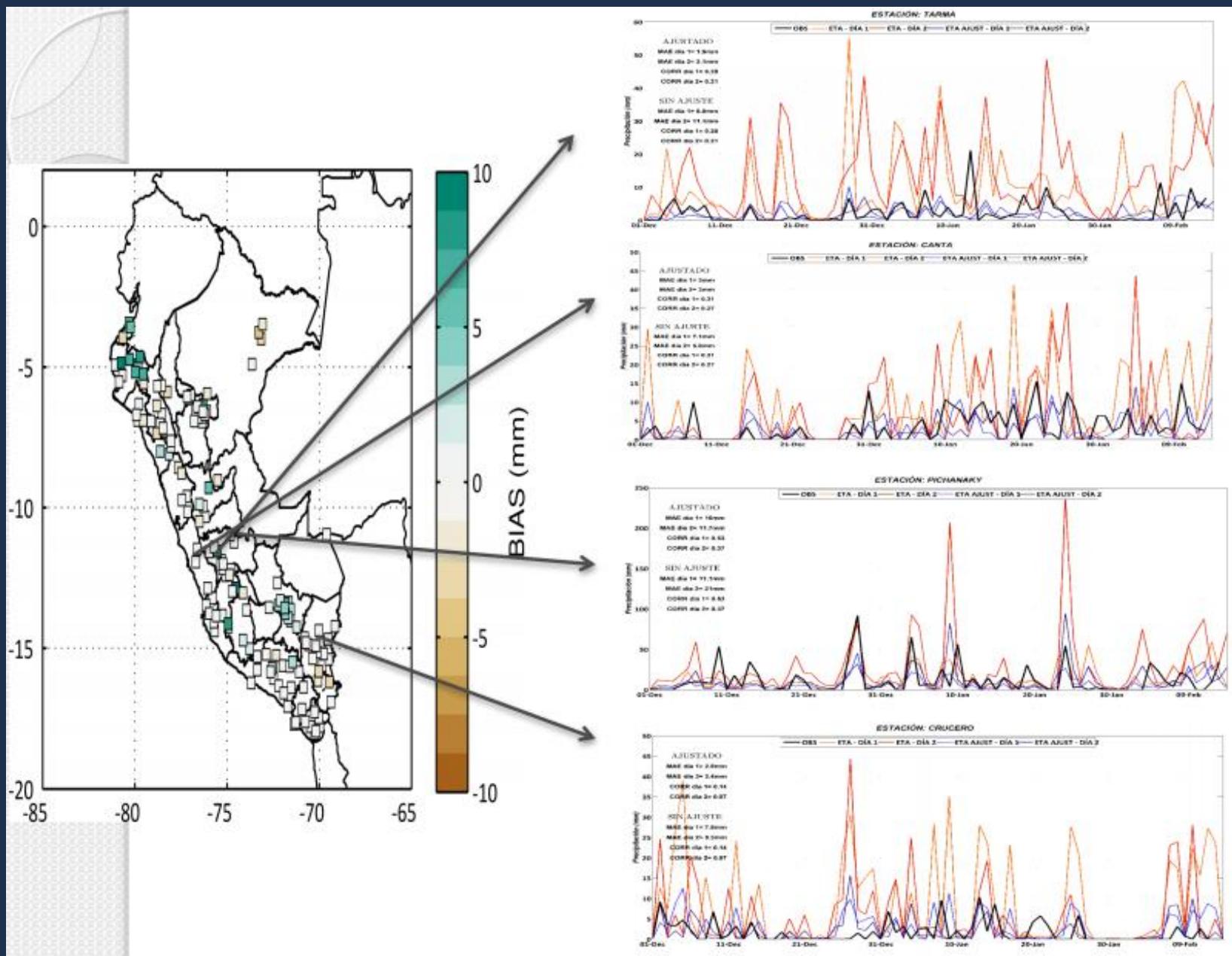
CON AJUSTE



Fuente: De la Cruz, G



Fuente: De la Cruz, G



Fuente: De la Cruz, G

Componente 4: Sistema de salida al usuario





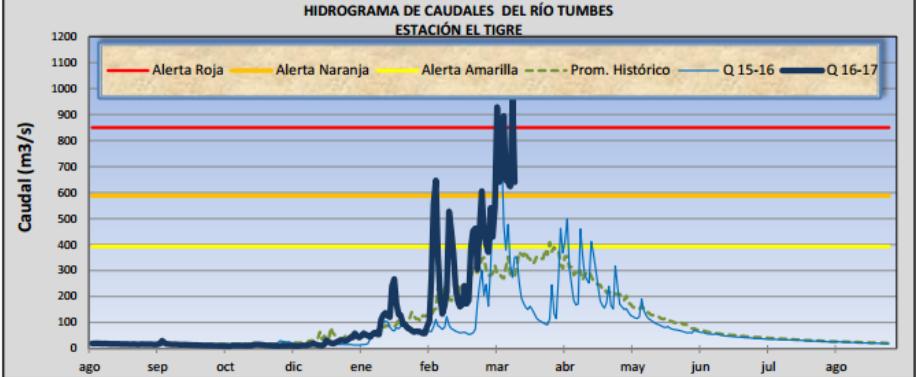
PERÚ
Ministerio
del Ambiente

PRONÓSTICO HIDROLÓGICO 2016/2017



Nº Tu ET 053-17

**HIDROGRAMA DE CAUDALES DEL RÍO TUMBES
ESTACIÓN EL TIGRE**



Caudal (m^3/s)

Alerta Roja (Red line at ~850 m³/s), Alerta Naranja (Yellow line at ~600 m³/s), Alerta Amarilla (Orange line at ~400 m³/s), Prom. Histórico (Green dashed line), Q 15-16 (Blue line), Q 16-17 (Black line).

CUENCA	ESTACION	CAUDALES DEL DIA ANTERIOR (m^3/seg)					CAUDALES DE HOY (m^3/seg)				
		Promedio 24 hrs.	Normal Diario	Anomalia (%)	Min.	Max.	Promedio:00:00 a 10:00 hrs	Normal Diario	Anomalia (%)	Min.	Max.
Tumbes	EL TIGRE	961.13	281.07	237	690.75	1379.58	639.67	276.09	128	598.47	677.57

Fuente: SENAMHI

CONCLUSIONES Y PREVISIONES

El caudal del río Tumbes en la estación hidrológica El Tigre hasta las 10:00 hrs. es de 639.67 m^3/s , con una anomalía de +128% con respecto a su normal histórica. El caudal promedio supera el umbral de alerta hidrológica naranja. De acuerdo a las salidas del modelo de pronóstico de caudales a las próximas 72 horas se presenta en el cuadro siguiente:

Rio	Caudal Promedio (m^3/s)		
	24 horas	48 horas	72 horas
Tumbes	649.9 - 718.3	619.1 - 684.2	934.5 - 1032.8

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ
Jr. Cahuide 785 Jesús María Tel: 6141401 Telefax: 4717287 Email: oci@senamhi.gob.pe www.senamhi.gob.pe

SENAMHI

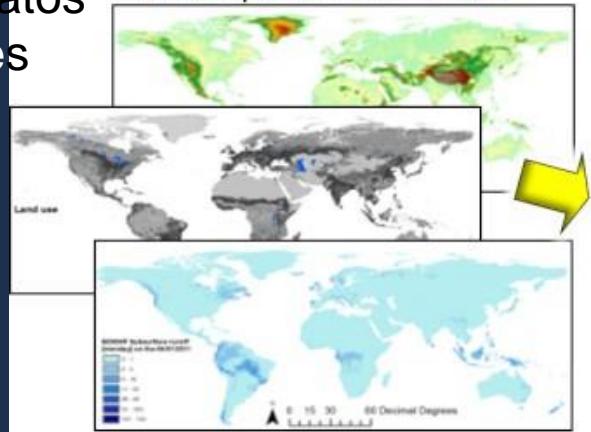
Piura 14 de noviembre del 2018

• SISTEMA DE PRONOSTICOS

ASIMILACION DE DATOS

Input data

Global spatial information



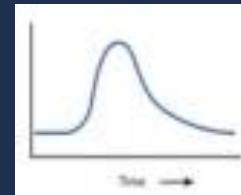
Weather observations/predictions

Base de datos
-Estaciones
-PISCO
-CHIRPS

ETA
WRF

MODELO HIDROLOGICO

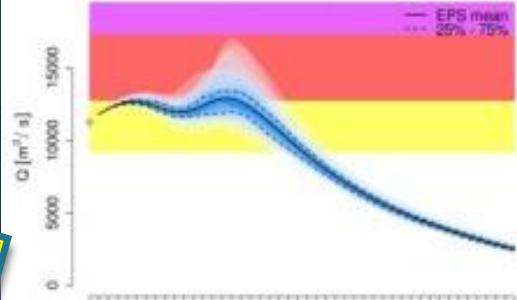
Plataforma RS MINERY
(SAC, GR4J y HBV)



Output

River flow forecast

Chao Phraya, Wat Phrom, Thailand
VarEPS 13/09/2011 00 UTC



Cuenca:
Pronósticos a 3 días
Niveles de incertidumbre

SALIDAS AL USUARIO

(adaptado de Lavado, 2012)

SENAMHI

Piura 14 de noviembre del 2018

Protocolo de Pronóstico

Descarga de datos satelitales
(GPM)

Corrección de datos satelitales
en base al producto PISCO
usando datos observados del
programa Voz y Data

PISCO
Peruvian Interpolate data of the SENAMHI's
Climatological and Hydrological
Observations

Base de datos grillada de observaciones
climáticas e hidrológicas (1981-2016) con
resolución de 5 km

Actualización diaria de la base
de datos histórica

Previsiones de Precipitación
modelo ETA

RS Minerve VBS. (comandos)

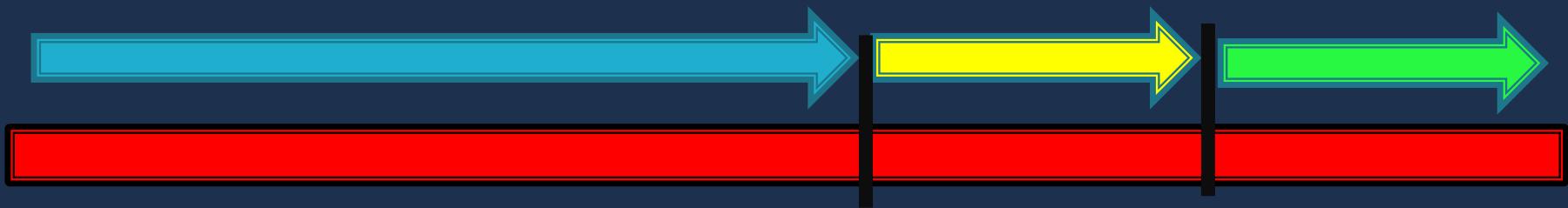
Pronóstico de Caudales Puntos
de interés

Reportes diarios con previsión
de 3 días

1981 hasta 3 meses (n-60)
antes del día actual (n)
Pisco

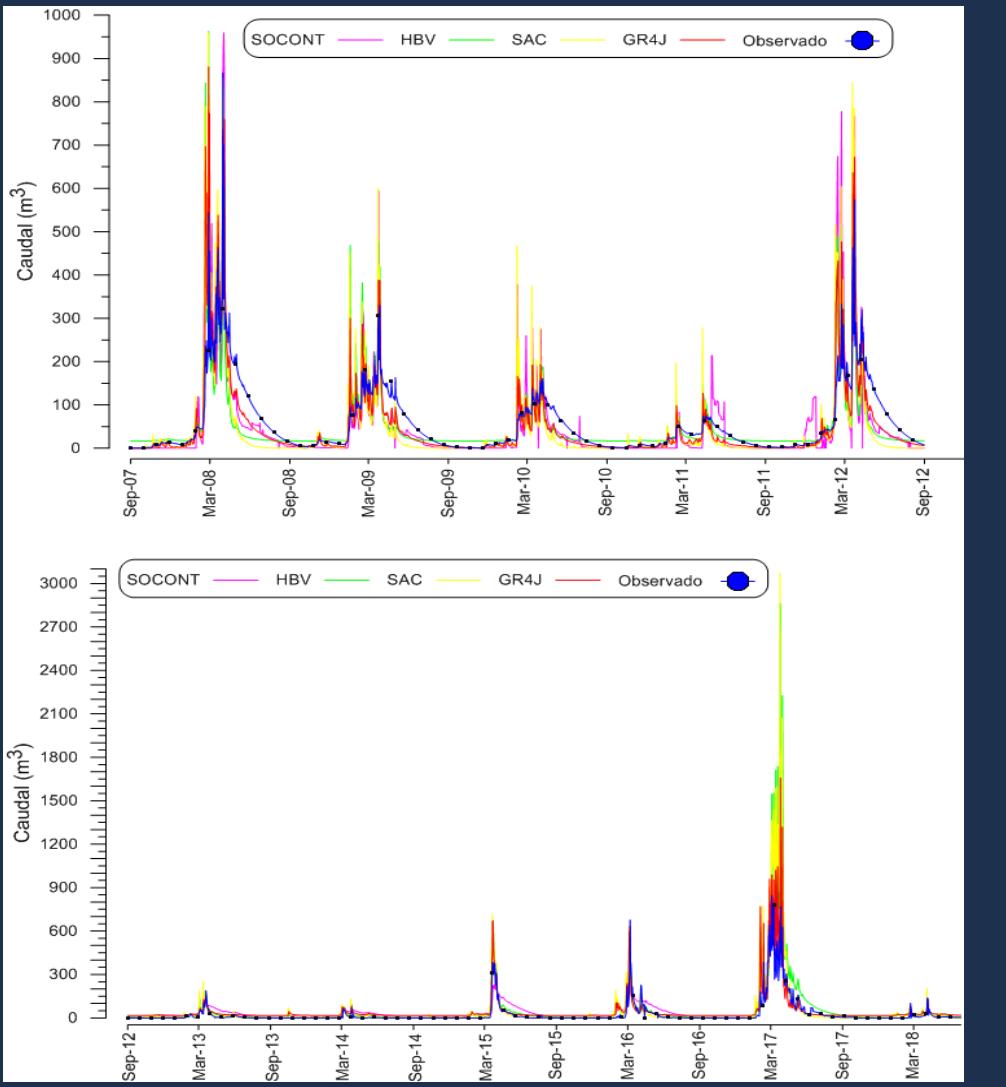
- Se descarga información del satélite GPM y «voz y data» para completar datos hasta el día «n» a las 7 de la mañana.

- Se toma las salida de los modelos climáticos para los modelos



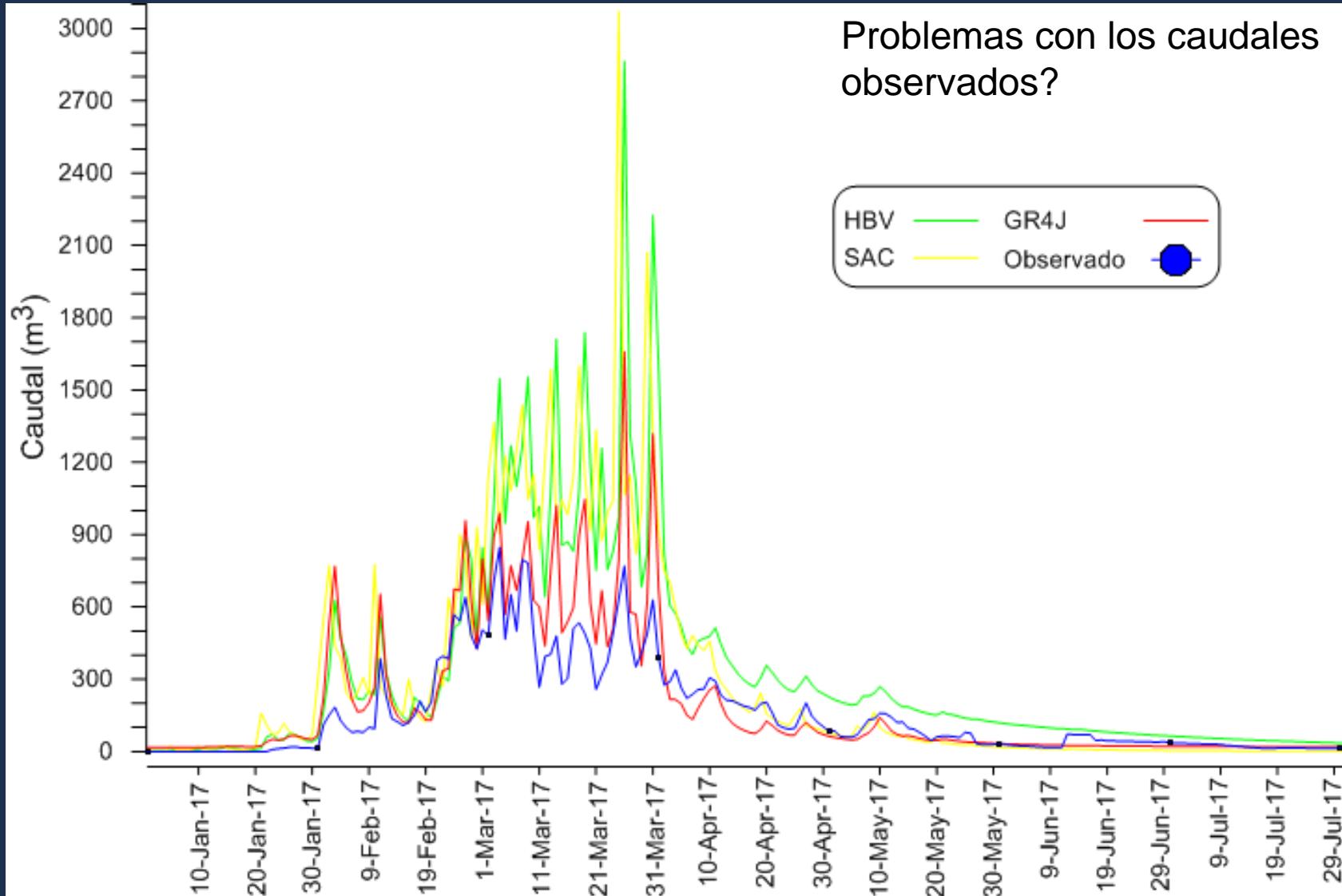
Se publica
pronostico diario
con un horizonte
de 3 días

Caso: Cuenca río Piura



Modelo	Indicador	Valor Ideal	calibración	validación	total	crecida 2017	Antes de crecida 2017
			01/09/2007 - 31/08/2012	01/09/2012 - 30/06/2018		01/01/2017 - 30/06/2017	01/09/2007 - 31/12/2016
GR4J	Nash	1	0.85	0.63	0.75	0.45	0.82
	Nash-In	1	0.19	0.10	0.10	0.58	0.09
	Pearson Correlation Coeff	1	0.93	0.92	0.90	0.92	0.92
	Kling-Gupta Efficiency	1	0.80	0.34	0.62	0.66	0.55
	Bias Score	1	1.00	0.61	0.90	0.96	0.91
	RRMSE	0	0.85	1.96	1.31	0.82	1.13
	Relative Volume Bias	0	0.04	0.63	0.32	0.21	0.29
	Normalized Peak Error	0	0.00	0.96	0.73	0.96	0.00
	Nash	1	0.71	-0.77	0.05	-3.34	0.67
SAC	Nash-In	1	0.28	0.25	0.27	0.24	0.27
	Pearson Correlation Coeff	1	0.86	0.86	0.80	0.80	0.85
	Kling-Gupta Efficiency	1	0.80	0.26	0.59	-0.09	0.84
	Bias Score	1	0.99	0.53	0.95	-0.11	1.00
	RRMSE	0	1.24	4.31	2.57	1.89	1.54
	Relative Volume Bias	0	-0.08	0.69	0.22	1.06	0.01
	Normalized Peak Error	0	0.00	2.62	2.20	2.62	0.00
	Nash	1	0.87	-0.55	0.24	-2.91	0.86
	Nash-In	1	0.24	0.18	0.19	0.37	0.19
HBV	Pearson Correlation Coeff	1	0.93	0.90	0.84	0.85	0.93
	Kling-Gupta Efficiency	1	0.88	0.05	0.57	-0.06	0.76
	Bias Score	1	1.00	0.12	0.85	-0.08	0.98
	RRMSE	0	0.80	4.04	2.30	1.80	1.00
	Relative Volume Bias	0	0.02	0.94	0.39	1.04	0.15
	Normalized Peak Error	0	-0.08	2.38	1.99	2.38	-0.08
	Nash	1	0.68	-8.71	-3.50	-24.20	0.67
	Nash-In	1	0.20	0.14	0.16	0.30	0.15
	Pearson Correlation Coeff	1	0.83	0.59	0.52	0.53	0.83
SOCONT	Kling-Gupta Efficiency	1	0.55	-0.53	0.05	-0.90	0.38
	Bias Score	1	0.95	-0.93	0.53	-0.55	0.83
	RRMSE	0	1.25	10.10	5.59	4.56	1.55
	Relative Volume Bias	0	0.22	1.39	0.68	1.25	0.41
	Normalized Peak Error	0	-0.10	10.67	9.31	10.65	-0.10

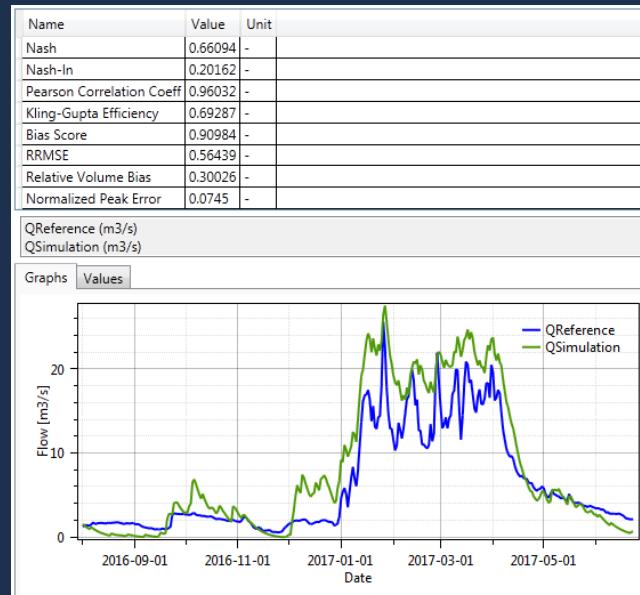
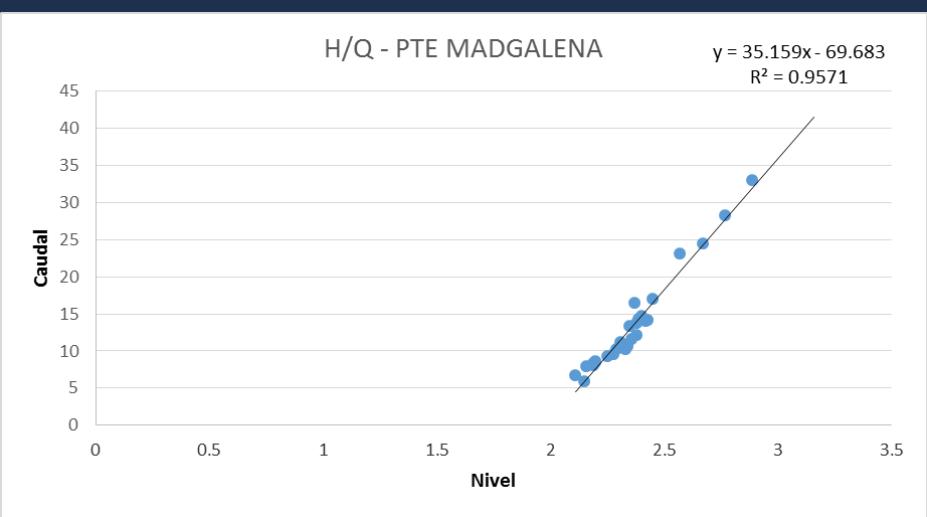
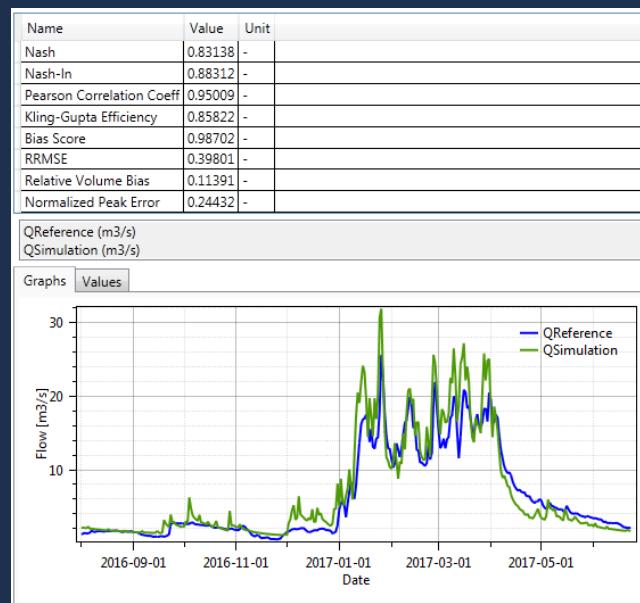
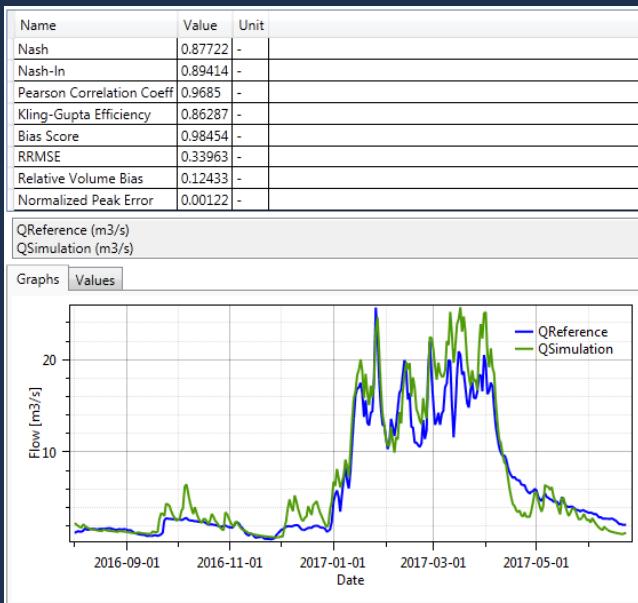
Problemas con los caudales observados?



Un problema recurrente en otras cuencas

- Información hidrológica para los modelos: Caudales

Cuenca
Río
Chillón



Conclusiones y recomendaciones

- El SENAMHI cuenta con una plataforma de modelamiento hidrológico, con buen numero de personal formado.
- Los modelos meteorológicos han mejorados bastante desde la implementación de la metodología de corrección por BIAS, mejorando los pronósticos diarios.
- Se cuenta con la base de datos PISCO que permite tener información de precipitación para todo el país hasta paso de tiempo diario.
- Existen problemas de medida de los caudales máximos.
- Es importante analizar los modelos mediante eventos de crecidas a paso de tiempo horario.