REPORTE DE CONDICIONES SECAS Y HÚMEDAS EN EL PERÚ DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2020-2021

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica:
K.Correa, G. Ávalos
Dirección de Hidrología:
S. Endara, J. Sosa, W. Lavado
Dirección de Agrometeorología:
K. Quevedo, C.Tello, M.Ortega

~~SETIEMBRE~~
OCTUBRE 2021

Contenido

I. INTRODUCCIÓN 3
II. OBJETIVOS 3
III. ANÁLISIS DEL AÑO HIDROLÓGICO 2019-2020 3
3.1 METEOROLÓGICO 4
3.1.1 Condiciones pluviométricas 4
3.2 HIDROLÓGICO 16
3.2.1 Condiciones hidrológicas 16
3.3 AGRÍCOLA 22
3.3.1 Condiciones hídricas en terrenos agrícolas en zonas de secano 22
IV. CONCLUSIONES 32
V. RECOMENDACIONES 33

I. INTRODUCCIÓN

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI realiza el monitoreo permanente y elabora las perspectivas en el corto y mediano plazo de las condiciones meteorológicas, hidrológicas y agrometeorológicas para el territorio peruano. Información relevante y oportuna para la toma de decisiones de los diferentes usuarios sectoriales, la misma que es generada a través de sus Direcciones de Línea: Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica, Dirección de Hidrología y Dirección de Agrometeorología.

El presente reporte tiene por finalidad evaluar las condiciones secas y húmedas en el año hidrológico 2020-2021 (setiembre-agosto) a nivel nacional mediante el análisis meteorológico, hidrológico y agrícola, para lo cual se empleará una serie de indicadores e índices de sequías que son estimados y empleados como parte del monitoreo y la vigilancia operativa que realiza el SENAMHI.

En este sentido, habiendo finalizado el año hidrológico 2020-2021 y conforme a las competencias institucionales del SENAMHI en el marco del SINAGERD, se ha visto conveniente elaborar y compartir el presente informe a las Entidades competentes para la toma de acciones en la Gestión del Riesgo ante peligros hidrometeorológicos.

II. OBJETIVOS

- Describir el comportamiento de lluvias durante el año hidrológico 2020-2021.
- Describir el comportamiento de los caudales y volúmenes de agua almacenados en los embalses durante el año hidrológico 2020-2021.
- Describir las condiciones de disponibilidad hídrica para los cultivos de papa y maíz amiláceo durante el año hidrológico 2020-2021.

III. ANÁLISIS DEL AÑO HIDROLÓGICO 2020-2021

A continuación, se presenta el análisis meteorológico, hidrológico y agrometeorológico en base a una serie de indicadores e índices estadísticos estimados a partir de datos provenientes de la red de estaciones meteorológicas e hidrológicas de la red observacional del SENAMHI y de datos grillados PISCO[1]

[1] http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.SENAMHI/.HSR/.PISCO/index.html?Set-Language=es

(Peruvian Interpolated data of SENAMHI's Climatological and. Hydrological Observations).

Señalar que debido a la pandemia del COVID-19 y al D.S N°044-2020-PCM emitido por el estado peruano para el cumplimiento del aislamiento social obligatorio, la calidad y continuidad de los registros meteorológicos, hidrológicos y fenológicos de las estaciones del SENAMHI se vieron afectadas, limitando el monitoreo en algunas zonas del país.

3.1 METEOROLÓGICO

3.1.1 Condiciones pluviométricas

3.1.1.1.1 Índice IPN

El Índice de Precipitación Normal (IPN, por sus siglas en inglés) es una medida de desviación de las precipitaciones a largo plazo más sencillas de calcular. Se toma como "Normal[2]", al valor promedio de la precipitación 1981-2010[3], en un lugar y período prolongado de tiempo. Puede ser calculado para un mes, una temporada o un año. Du et al., 2013 clasifica los valores de IPN según el grado de sequedad o humedad en porcentajes. Para fines prácticos se ha utilizado el siguiente esquema de clasificación de IPN (%) construido en función al déficit de precipitación a impactos en la agricultura (SENAMHI, 2016).

Tabla 1. Categorías del IPN (%) según el grado de sequedad y humedad

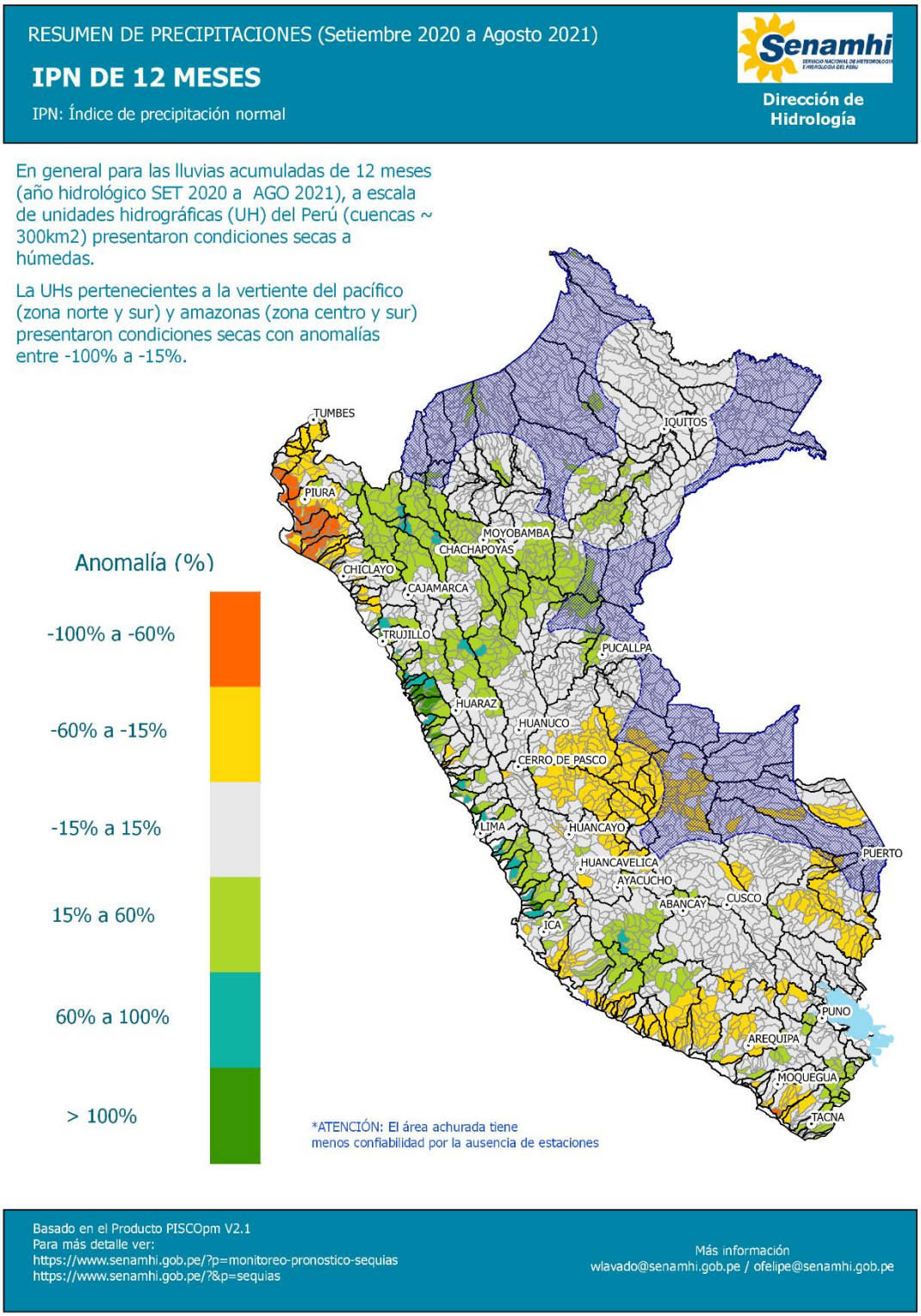
Tipo de Sequía	IPN (%)
Extremadamente seco	-100 < IPN ≤ -60
Moderadamente seco	-60 < IPN ≤ -15
Normal	-15 < IPN ≤ 15
Húmedo	15 < IPN ≤ 60
Muy húmedo	60 < IPN ≤ 100
Extremadamente Húmedo	IPN > 100

El IPN-12 de agosto 2020 (año hidrológico setiembre 2020 a agosto 2021) por unidades hidrográficas (UH) en general presentó condiciones normales a húmedas a nivel nacional. Sólo en las UH perteneciente a la región hidrográfica de pacífico (zona norte y sur) presentaron condiciones secas con anomalías de -100% a -15%. En la región

[2] Normal climatológica: Se definen como los valores medios de los datos climatológicos calculados para periodos consecutivos de 30 años actualizables cada 10 años, siendo el periodo vigente 1981-2010 el utilizado para la vigilancia y monitoreo operativo del clima. Cuando los datos no son continuos se pueden calcular normales ajustadas. OMM-N°49, 2019.

[3] Habiendo culminado el año 2020, correspondería contar con las normales 1991-2020; sin embargo, según la comunicación oficial de la OMM (Ref. 06677/2021/S/CS/CMP/WWR2020) de marzo del presente año, la recopilación de datos y cálculo de las normales climatológicas estándar (CLINO, por sus siglas en inglés) se realizará en estrecha coordinación entre las Asociaciones Regionales de la OMM y bajo metodologías o criterios estándares normados que permitan su intercomparación, lo cual implica que la publicación oficial de las CLINO será a inicios del año 2023 (Webinar: OMM - Consultas regionales sobre normales 1991-2020, 29 de junio 2021). En tanto dure este proceso, los productos con las climatologías del periodo 1981-2010 seguirán vigentes entre el 2021 y 2022.

hidrográfica de amazonas (zona centro sur) presentaron anomalías de -60% a -15%. Ver **Mapa 1**.



Mapa 1. IPN-12, año hidrológico SET 2020-AGO2021/PISCO-SENAMHI
Disponible en: https://www.senamhi.gob.pe/?&p=sequias

3.1.1.1.2 Índice SPI

El SPI (Standardized Precipitation Index, por sus siglas en inglés)[4] Es uno de los principales productos de la vigilancia del clima listado en las Directrices de la Organización Meteorológica Mundial que permite vigilar las precipitaciones, ya sea en términos de lluvias intensas o deficiencias que pueden provocar sequías o excesos hídricos. Permite comparar el comportamiento anormal de las precipitaciones en estaciones de zonas climáticas diferentes dentro de un país y entre países, donde la media y la variabilidad de las precipitaciones podrían diferir sustancialmente (OMM N°1204, 2017)[5]. Este índice constituye un punto de partida para la vigilancia de las sequías meteorológicas (OMM N°1173, 2016)[6].

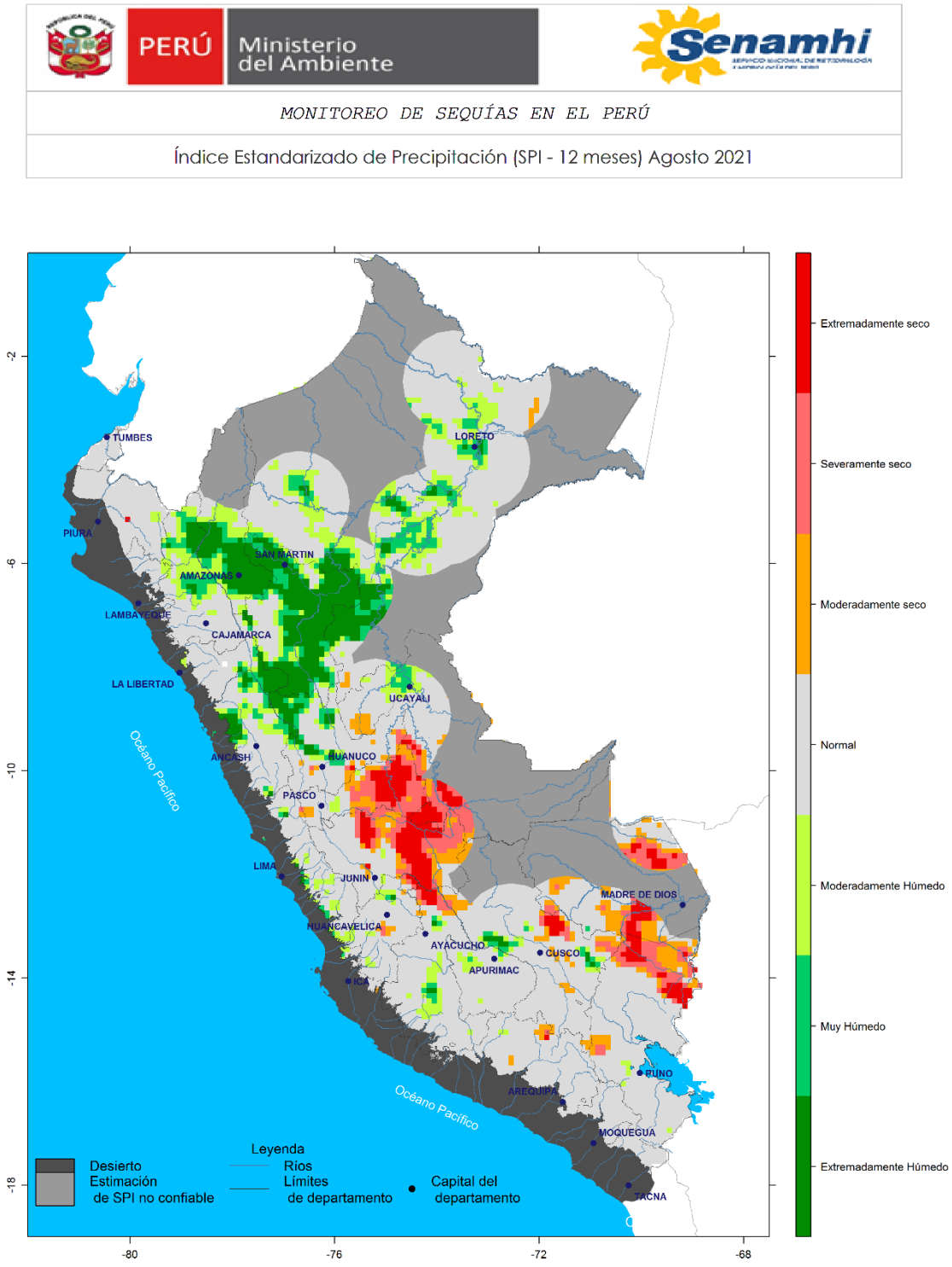
Tabla 12. Valores del SPI (McKee, 1993).

Intensidad	Categoría
>=+2	Extremadamente Húmedo
1.5 a 1.99	Muy Húmedo
1.0 a 1.49	Moderadamente Húmedo
-0.99 a +0.99	Normal
-1.0 a -1.49	Moderadamente Seco
-1.5 a -1.99	Severamente Seco
<=-2.0	Extremadamente Seco

La estimación de este índice a nivel nacional para el año hidrológico 2020-2021, indica que según el SPI-12 de agosto 2021 (año hidrológico setiembre 2020 a agosto 2021) prevalecieron condiciones de extremadamente secas a extremadamente húmedas, concentrándose los déficits de lluvia principalmente en Huánuco, Junín y Pasco con condiciones extremadamente secas. Ver **Mapa 2.** Asimismo**, Tabla 3** muestra el Porcentaje de área afectada por sequía meteorológica, según el índice de SPI a escala de 12 meses. Por ejemplo, departamentos afectados con condición severamente seca mayores al 5% es Cusco (5%), Huánuco (5%), Junín (17%), Pasco (20%) y Puno (8%) con relación a los otros departamentos del territorio peruano**.**

[4] OMM-N° 1090 Índice normalizado de precipitación/Guía del usuario. 2012
https://www.droughtmanagement.info/literature/WMO_standardized_precipitation_index_user_guide_es_2012.pdf
[5] https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4215

[6] https://www.droughtmanagement.info/literature/WMO-GWP_Manual-de-indicadores_2016



Mapa 2. SPI-12, año hidrológico SET 2020- AGO 2021/PISCO-SENAMHI

Disponible en: https://www.senamhi.gob.pe/?&p=sequias

Tabla 3. Porcentaje de área afectada por sequía meteorológica (SPI-12) por departamentos, para el año hidrológico 2020-2021. ES: Extremadamente Seco, SS: Severamente Seco, MS: Moderadamente seco, NO: Normal.

SPI-12				
DEPARTAMENTO	ES	SS	MS	NO
Amazonas	0.00	0.00	0.00	100.00
Ancash	0.00	0.00	0.00	100.00
Apurímac	0.00	0.00	0.00	100.00
Arequipa	0.16	0.49	3.11	96.24
Ayacucho	1.41	1.79	2.95	93.85
Cajamarca	0.00	0.00	0.00	100.00
Cuzco	1.26	5.34	15.21	78.19
Huancavelica	1.90	2.22	3.49	92.38
Huánuco	7.14	5.19	7.47	80.19
Junín	17.26	17.10	12.58	53.06
La Libertad	0.00	0.00	0.00	100.00
Lambayeque	0.00	0.00	0.00	100.00
Lima	0.00	2.68	2.46	94.85
Moquegua	0.00	0.00	0.00	100.00
Pasco	18.59	20.30	14.10	47.01
Piura	0.33	0.00	0.00	99.67
Puno	4.95	7.90	9.43	77.71
San Martin	0.00	0.00	0.51	99.49
Tacna	0.00	0.00	0.88	99.12
Tumbes	0.00	0.00	0.00	100.00

LO RESALTANTE DEL PERIODO DE LLUVIAS 2020/2021

En gran parte del territorio nacional, las lluvias presentan un comportamiento estacional; es decir, los mayores acumulados de lluvias se concentran en la estación de verano (diciembre a marzo), representando aproximadamente 70% a 80% del acumulado anual, meses en los cuales las lluvias se caracterizan por ser muy frecuentes e intensas; mientras que, en promedio el periodo de estiaje se da entre mayo a agosto donde las precipitaciones suelen ser escasas o nulas.

El periodo de lluvias 2020/2021 se caracterizó por presentar lluvias frecuentes en los meses de diciembre de 2020 y enero de 2021 en gran parte del Perú, en tanto, noviembre 2020 y febrero 2021 se caracterizaron por una marcada deficiencia de lluvias en gran parte del país; todo ello en el contexto del evento La Niña del Pacífico Central[7] que alcanzó una intensidad moderada entre noviembre y diciembre de 2020.

El inicio del periodo lluvioso estuvo marcado por deficiencias importantes, las cuales se extendieron en algunos casos hasta noviembre de 2020 y, alcanzaron anomalías de hasta 100%. No obstante, las deficiencias alcanzaron su mayor extensión espacial en febrero de 2021, afectando casi la totalidad de la región costera y andina. Por otro lado, en diciembre de 2020 y enero de 2021 las lluvias se incrementaron y alcanzaron anomalías positivas en gran parte de la costa y sierra del país, principalmente; asimismo, estos superávits también estuvieron presentes en marzo e incluso en abril en sectores importantes de la región andina. Cabe señalar que durante diciembre de 2020, varias estaciones de la sierra central occidental (cuenca del río Rímac, Chillón y Lurín) presentaron varios días calificados como “extremadamente lluviosos” y “muy lluviosos”.

Sequías meteorológicas

Según el índice de sequía SPI evaluado por punto de estación (Datos de lluvia de la red de estaciones del SENAMHI), en el periodo lluvioso 2020-2021, los meses más secos fueron noviembre 2020 en la sierra central oriental y sierra sur oriental, y febrero 2021 a lo largo de la región andina, alcanzándose en ambos casos condiciones "extremadamente secas" sin precedentes en los últimos 55/56 años (1965-2020/2021) como en: Pilchaca y Lircay- Huancavelica y Crucero y Putina- Puno (nov 2020), y Salpo –La Libertad, Huayao- Junín y Pilchaca- Huancavelica (feb 2021); además, en el caso de la sierra norte por segundo año consecutivo febrero fue deficitario e incluso con una mayor intensidad que el 2020. En contraste, el mes más húmedo fue diciembre 2020, especialmente a lo

[7] Comunicado ENFEN 06, 2021

largo de la vertiente oriental de los Andes con intensidades de moderadas a extremadamente húmedas.

Las sequías meteorológicas (en términos de deficiencias de lluvias) observadas en noviembre 2020[8] y febrero 2021[9] en nuestro país, trajeron consigo la disminución de las temperaturas nocturnas (heladas meteorológicas) e incrementos de las temperaturas diurnas; además, las condiciones de sequedad atmosférica fueron propicias para la propagación de incendios forestales, e incluso, de modo general desde el punto de vista agrometeorológico, la ausencia de lluvias condujo a lento desarrollo y crecimiento de plantas y frutos; sin embargo, la mayoría lograron recuperarse del estrés hídrico debido a los riegos complementarios y/o reactivación de lluvias; mientras que, desde el punto de vista hidrológico, la zona norte del país las anomalías de caudales fueron de -53% y -54% en los ríos Chancay Lambayeque y Jequetepeque respectivamente, mientras en las cuencas del río Tumbes y Piura -42% y -71%, esto último durante el mes de febrero.

Récords de lluvias

En diciembre, varias estaciones reportaron récords mensuales de precipitación, destacando el acumulado de Pongo de Caynarachi que reportó 201,6 mm el 26/12/2020; como segundo mes consecutivo se tiene a enero, donde 11 estaciones reportaron nuevos récords mensuales. Del análisis de los récords de toda serie histórica, se tiene que estaciones como Casapalca (Lima), Pomacanchi (Cusco), Rincón La Cruz (Puno) y Los Uros (Puno) registraron lluvias sin precedentes con acumulados diarios de hasta 32,7 mm, 69,2 mm, 51,8 mm y 59,3 mm, respectivamente.

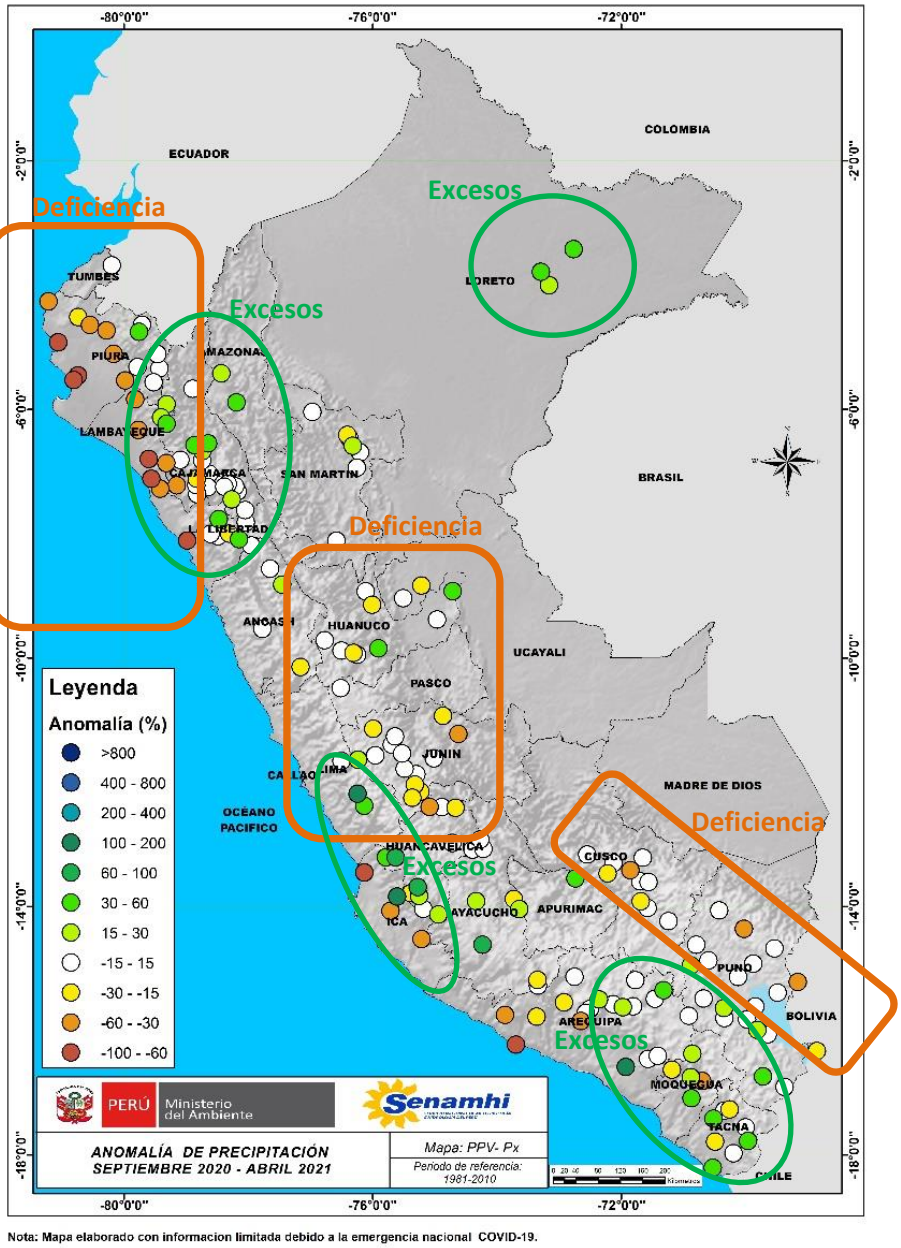
Balance de lluvias 2020/2021

Según el balance de lluvias en términos de anomalía porcentual (%) para el periodo setiembre 2020-abril 2021, las condiciones deficitarias entre -30% a -100% se concentraron principalmente en la costa norte y parte de la sierra norte occidental (Piura, Lambayeque y de modo aislado en La Libertad y Cajamarca), además, condiciones similares pero en un menor rango (-30% -60%) se

[8] Estas deficiencias de lluvias, en diferentes grados de intensidad, habrían sido moduladas por La Niña en el Pacífico Central de magnitud moderada en la primavera 2020, contexto que favoreció el ingreso de vientos secos del oeste en altura y limitaron el ingreso de humedad de la cuenca amazónica, tanto en la sierra central y con mayor incidencia en la sierra sur. SENAMHI, 2021

[9] La ausencia de lluvias que predominó en el mes de febrero se debió al ingreso de aire seco desde el Pacífico (vientos del oeste), en tanto, en la vertiente oriental el ingreso de humedad en niveles bajos fue escaso, en correspondencia con anomalías de circulación en niveles medios y altos de la atmósfera. Además, el ingreso de aire seco del Pacífico favoreció la presencia de cielos despejados y alta radiación en el día en la región andina, así como, la presencia de heladas meteorológicas. Cabe señalar que durante el verano 2021, el evento La Niña en el Pacífico central se encontraba en declive, además, en febrero del 2021, el ingreso de vientos del oeste no favoreció la ocurrencia de lluvias en la sierra del país. SENAMHI, 2021

observaron de modo disperso en la sierra central (Ancash, Huánuco y Junín) y sierra sur oriental (de modo aislado tanto en Cusco como en Puno). Por otro lado, condiciones normales (-15% a +15%) a húmedas (+15% a +100%) predominaron en la sierra centro occidental (Lima) y norte oriental (Cajamarca y La Libertad), sierra sur occidental (Arequipa, Moquegua y Tacna), parte de la sierra sur oriental (Puno) y selva norte (Loreto). Ver Mapa 3.



Nota: Mapa elaborado con informacion limitada debido a la emergencia nacional COVID-19.

Mapa 3. Anomalía porcentual (%) de lluvias SETIEMBRE 2020-ABRIL 2021. Fuente de datos observados de la red de estaciones del SENAMHI.

Para más detalles de lo acontecido durante el periodo lluvioso 2020-2021, se puede revisar el **Informe Técnico: "Análisis del Periodo de Lluvias 2020/2021 a nivel nacional"**, el mismo que ha sido elaborado por la Subdirección de Predicción Climática (SPC) de la Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica (DMA) del SENAMHI y se encuentra publicado la página web institucional:
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2073107/INFORME-LLUVIAS-20-21_Agosto2021%201%20.pdf.pdf

Finalmente, indicar que como parte del monitoreo continuo del clima y la provisión oportuna de productos y/o servicios climáticos que realiza el SENAMHI, durante el periodo de lluvias 2020/2021 se difundieron boletines, reportes técnicos, informes técnicos, notas de prensa y se brindó el servicio de "Foros Climáticos Virtuales de Condiciones Secas y Húmedas" a los usuarios del sector agua de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) a través de sus Unidades Administrativas y Locales (ALAs y AAAs). Ver Tabla 4.

Tabla 4. Productos y/o servicios de información climática elaborados y difundidos por la Subdirección de Predicción Climática durante el periodo de lluvias 2020-2021

N°	Producto y/o Servicio Climático (reporte, informe, nota de prensa, boletín, foro, NCOF, otro)	Nombre del Producto y/o Servicio Climático	Descripción del Producto y/o Servicio Climático	Alcance espacial	Alcance temporal	Usuario	Canal de entrega del Producto y/o Servicio Climático
1	Reporte	Reporte climático de lluvias a nivel Nacional setiembre-noviembre 2020 (SENAMHI, Diciembre 2020). Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1478584/INFORME%20TECNICO%20LLUVIAS%20NACIONAL%20-FINAL%2C%20aa%2030.11.2020%5BF%5D%20%281%29.pdf.pdf	Análisis de las condiciones climáticas de las lluvias a nivel nacional para el periodo setiembre - noviembre 2020, así como, las perspectivas de lluvias para el trimestre diciembre 2020 - febrero 2021.	Nacional	Mensual	Sectorial	Correo electrónico, página web, whatsapp
2	Reporte	Reporte climático de lluvias a nivel Nacional -Del 1 de setiembre 2020 al 20 de marzo 2021 (SENAMHI, Marzo 2021). Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1778841/INFORME_TECNICO_LLUVIAS_NACIONAL-MARZO-2021%20%20Anabel%20F%20.pdf.pdf	Actualización del Reporte emitido en diciembre del 2020 y análisis de las condiciones climáticas de las lluvias a nivel nacional para el periodo setiembre 2020 - marzo 2021, así como, las perspectivas de lluvias para el otoño 2021 (trimestre abril - junio).	Nacional	Mensual	Sectorial	Correo electrónico, página web, whatsapp

3	Boletines	- Boletín Climático Nacional - Boletín de Monitoreo de condiciones secas y húmedas - Boletín de Precipitación del norte - Boletín de lluvias en le Rímac	Brindan una síntesis útil y oportuna de las condiciones climáticas de lluvias y/o temperaturas del aire a nivel nacional. En estos documentos se presentan tablas y mapas de anomalías, las cuales van acompañadas de un texto que contiene el análisis del comportamiento de la variable meteorológica, así mismo, se incluyen las perspectivas climáticas de los próximos meses. Esta información sirve de apoyo para la toma de decisiones de usuarios públicos y privados.	Nacional y/o local	Todo el año o entre noviembre a abril del siguiente año	Público en general	Correo electrónico, página web, whatsapp
4	Foros climáticos	Foros Climáticos de Condiciones Secas y Húmedas: Periodo lluvioso 2020-2021 –SECTOR AGUA	Servicio Climático implementado desde el 2016 para los usuarios del sector agua (representantes a nivel nacional de las Autoridades Locales y Administrativas de la ANA) a través de la Subdirección de Predicción Climática del SENAMHI, cuya finalidad es proveer información sobre la evolución del clima con énfasis en las deficiencias sistemáticas de lluvias.	Nacional	01 foro mensual de octubre 2020 a abril 2021, además, de 01 Foro extraordinario en noviembre 2020.	AAA y ALAs de la ANA	Virtual (plataforma Zoom)

5	Nota de prensa	"Continuará la ausencia de lluvia en sierra central y sur" Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/senamhi/noticias/317152-continuara-la-ausencia-de-lluvia-en-sierra-central-y-sur	Informar sobre el monitoreo de las deficiencias de lluvias en el mes de noviembre 2020, así como, las perspectivas.	Sierra central y sur	Noviembre 2020	Público en general	Página web, correo electrónico y redes sociales.
6	Nota de prensa	"Lluvias se normalizarán en los próximos días" Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/senamhi/noticias/344067-lluvias-se-normalizaran-en-los-proximos-dias	Informar sobre el monitoreo de las deficiencias de lluvias en el mes de febrero 2021, así como, las perspectivas.	Nacional	Febrero 2021	Público en general	Página web, correo electrónico y redes sociales.
7	Informes Técnicos: Escenarios de lluvias y pronósticos climáticos	- Escenarios probabilísticos de lluvias - Pronósticos climáticos de lluvias Disponible en: https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-climatico	Describir el pronóstico probabilístico y el pronóstico estacional de lluvias a nivel nacional para el verano 2020 y los trimestres	Nacional	Mensual en el caso de pronóstico climático y en agosto el Escenario probabilístico	Público en general	Página web

3.2 HIDROLÓGICO

3.2.1 Condiciones hidrológicas

Se presente el comportamiento de caudales, niveles de agua y volúmenes de los principales reservorios del Perú para el **año hidrológico 2020-2021**. Cabe precisar que, el **año hidrológico**, es un periodo de 12 meses a lo largo del cual se cuantifican los caudales sobre una determinada cuenca hidrográfica, y no coincide necesariamente con el **año** cronológico. En esta sección se describe las condiciones hidrológicas en el año hidrológico 2020-2021 utilizando el índice de anomalía de caudales para la Región hidrográfica del Pacífico (**RHP**), Región hidrográfica del Amazonas (**RHA**) y Región hidrográfica del Titicaca (**RHT**).

3.2.1.1.1 Anomalía de caudal mensual

El Índice de Anomalía de Caudal (AC) es una medida de desviación de caudales a largo plazo. Se toma como "Normal", al valor promedio de caudal (período de 20 o 30 años), en un lugar y período prolongado de tiempo. Puede ser calculado para un mes, una temporada o un año. Se clasifica los valores de AC según condiciones bajas o superior a su normal en porcentajes. Para fines prácticos se ha utilizado el siguiente esquema de clasificación de AC (%) construido por criterio adoptado por La Dirección de Hidrología del SENAMHI luego de un consenso a nivel de profesionales.

Tabla 5. Categorías del AC (%)

Tipo de Sequía	AC (%)	Símbolo
Muy debajo de lo normal	-100 < AC ≤ -50	
Debajo lo normal	-50 < AC ≤ -25	
Normal	-25 < AC ≤ 25	
Sobre lo normal	25 < AC ≤ 50	
Muy sobre lo normal	50 < AC ≤ 100	
Alto	AC > 100	

En la **Tabla 6** los caudales promedio mensual de setiembre 2020 a agosto 2021 registrados en ríos de la RHP, RHA y RHT. Al respecto, en el Pacifico norte se registró un comportamiento de por "debajo de lo normal", evidenciado una anomalía negativa de -38% en la estación el Ciruelo respecto a su promedio histórico. Con respecto a la estación Huayabamba también registró un comportamiento de por "debajo de lo normal", evidenciando una anomalía negativa de -0.25m.

Asimismo, en la Figuras de 1 a 5 se muestra los niveles y caudales diarios de los ríos de las RHP, RHT y RHA para el año hidrológico 2021-2021.

Tabla 6. Evolución del caudal mensual de Setiembre 2020 a Agosto 2021.

REGION HIDROGRAFICA	ZONA	DEPARTAMENTO	RÍO	ESTACION	UNIDAD	CAUDAL (m3/s) - NIVEL (m)												ANOMALIA AÑO H. 20-21	TENDENCIA Set20 - Ago21	UMBRAL ROJO (m3/s) - (m)
						Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21			
Pacífico	Norte	Tumbes	Tumbes	El Tigre	m3/s	14.73	14.92	21.60	57.62	124.50	131.00	466.10	237.15	151.79	63.44	39.16	27.31	9%	→	1000
		Piura	Chira	El Ciruelo	m3/s	9.59	7.86	2.88	44.12	48.21	46.76	335.66	126.76	99.39	70.22	69.32	33.25	-38%	↘	900
		Lambayeque	Chancay-Lambayeque	Racarumi	m3/s	7.79	17.20	23.77	25.29	35.96	63.57	83.54	75.97	43.97	21.01	11.77	7.06	33%	↗	500
		La Libertad	Chicama	Salinar	m3/s	1.06	0.68	0.51	25.06	46.53	29.37	104.55	66.68	28.16	14.30	6.65	3.38	-1%	→	340
		Cajamarca	Jequetepequ e	Yonan	m3/s	0.77	0.98	1.86	33.49	49.28	28.15	89.04	44.36	30.36	12.17	4.70	1.85	-17%	→	720
	Centro	Lima	Chancay-Huaral	Sto. Domingo	m3/s	6.93	7.28	5.66	21.05	66.17	34.17	45.57	34.81	10.86	7.99	7.09	7.17	36%	↗	140
			Chillón	Obrajillo	m3/s	1.75	1.95	1.86	5.74	14.80	8.02	9.32	8.55	3.17	1.71	1.78	1.74	-5%	→	40
			Rímac	Chosica	m3/s	20.36	21.48	22.31	36.20	65.62	42.01	57.18	51.53	25.66	22.60	20.47	21.39	7%	→	120
			Mala	La Capilla	m3/s	1.03	0.97	1.24	29.73	59.04	32.03	47.96	33.75	6.67	2.99	1.43	1.45	1%	→	110
	Sur	Arequipa	Ocoña	Ocoña	m3/s	35.86	34.12	32.51	43.63	129.08	161.76	186.32	129.62	70.98	54.82	45.55	43.71	-8%	→	580
			Camaná	Huatiapa	m3/s	26.18	24.98	20.93	34.16	124.14	96.89	140.67	132.96	58.74	40.92	30.71	25.68	-10%	→	400
		Tacna	Sama	Coruca	m3/s	1.18	1.15	1.02	1.27	3.94	3.31	4.72	2.33	2.12	2.12	1.98	1.78	6%	→	20
Titicaca		Puno	Ramis	Pte.Carretera	m3/s	7.43	7.67	5.88	8.71	148.67	169.31	157.57	209.62	40.02	20.70	16.24	12.35	-15%	→	465
			Ilave	Ilave	m3/s	4.10	5.78	2.90	19.37	120.52	66.48	88.75	71.95	24.73	14.03	6.63	5.39	27%	↗	700
			Huancané	Huancané	m3/s	2.15	3.38	2.29	2.45	19.50	23.71	25.99	41.61	11.75	7.09	4.31	1.34	-17%	→	145
Amazonas	Norte	San Martín	Huallaga	Huayabamba	m	8.47	8.77	8.74	9.30	9.37	9.25	9.84	9.82	9.21	8.93	8.68	8.35	-0.25m	↘	12.4
				Tocache	m	0.70	1.06	1.20	3.05	4.02	3.18	3.27	3.21	2.18	1.89	1.25	0.89	-0.17m	→	5.3
	Centro	Huánuco		Yurimaguas	msnm	128.62	130.47	132.11	133.44	132.82	132.30	133.60	133.63	131.14	130.52	129.23	127.82	0.51m	↗	128
	Sur	Apurímac	Apurímac	Pte. Cunyac	m3/s	59.74	71.20	55.58	176.15	573.01	455.68	482.56	435.73	148.42	102.31	81.69	66.52	-9%	→	1500
		Cusco	Vilcanota	Pisac	m3/s	31.14	35.77	41.68	88.15	183.70	154.89	177.90	80.76	38.24	28.04	27.95	41.68	21%	→	320

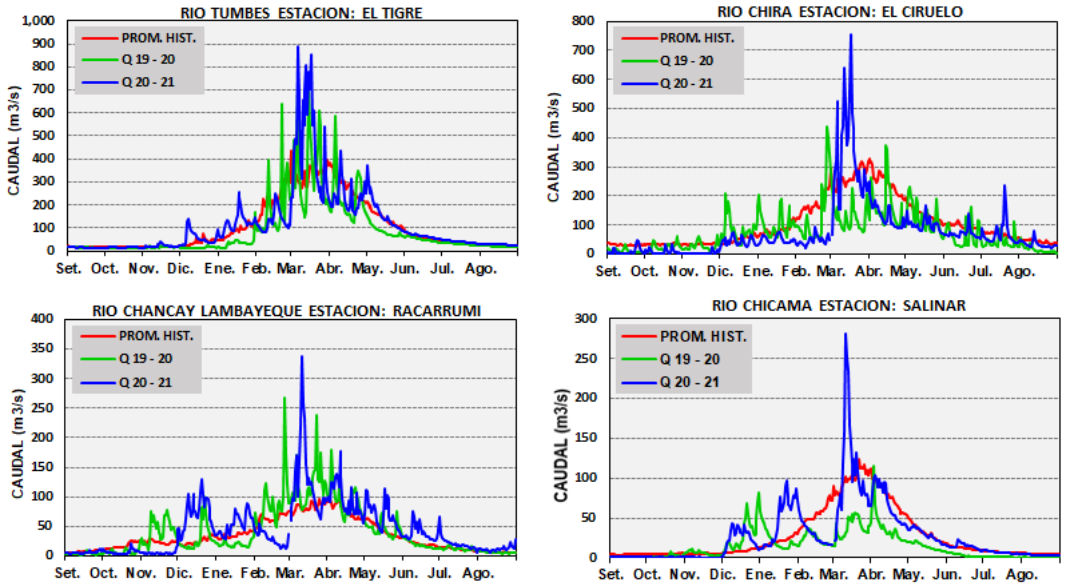


Figura 1. Caudales de los ríos Región Hidrográfica del Pacífico - zona norte.

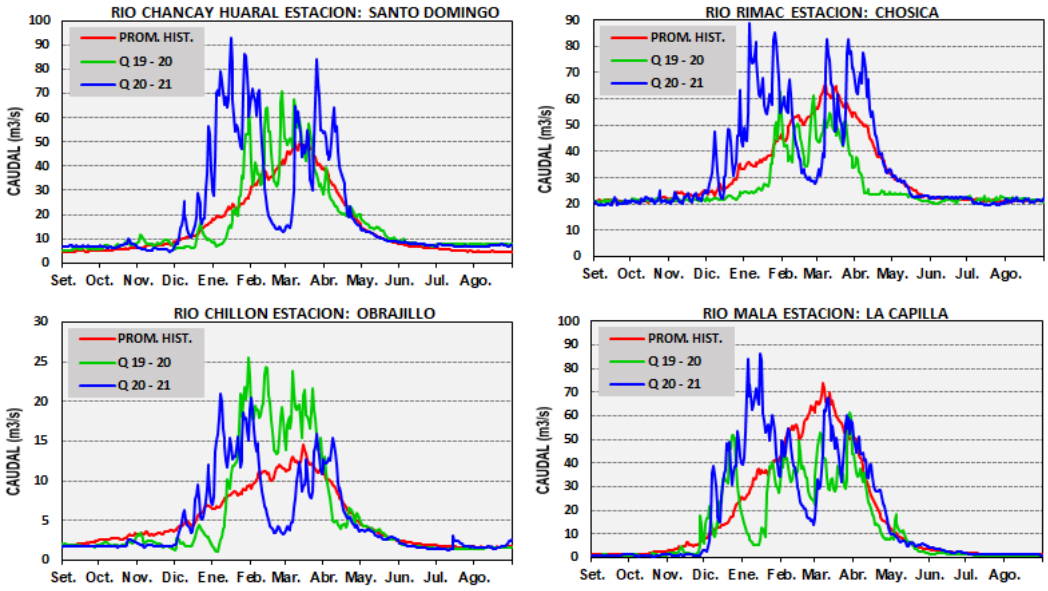


Figura 2. Caudales de los ríos Región Hidrográfica del Pacífico - zona centro.

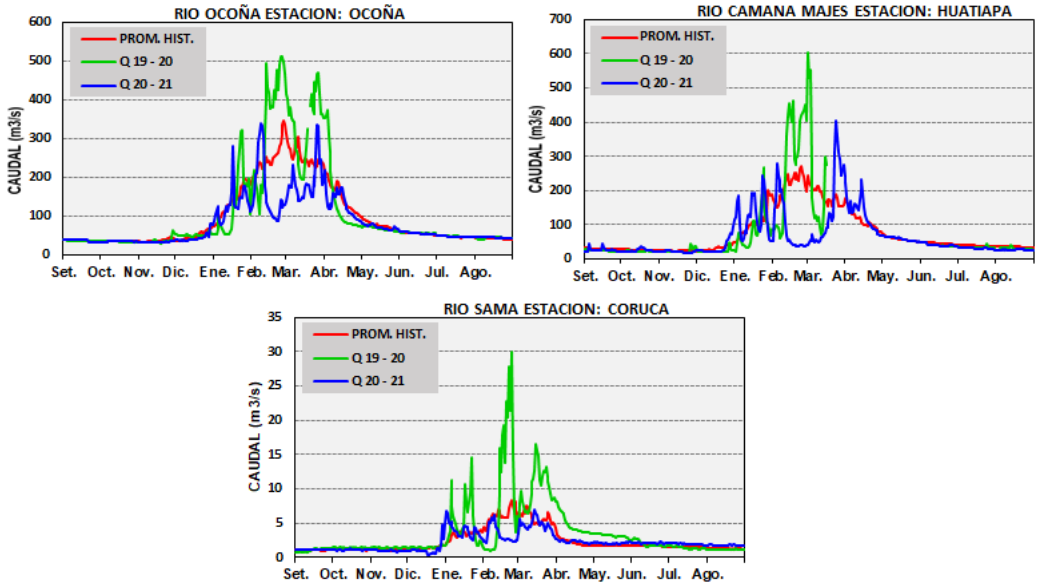


Figura 3. Caudales de los ríos Región Hidrográfica del Pacífico - zona sur.

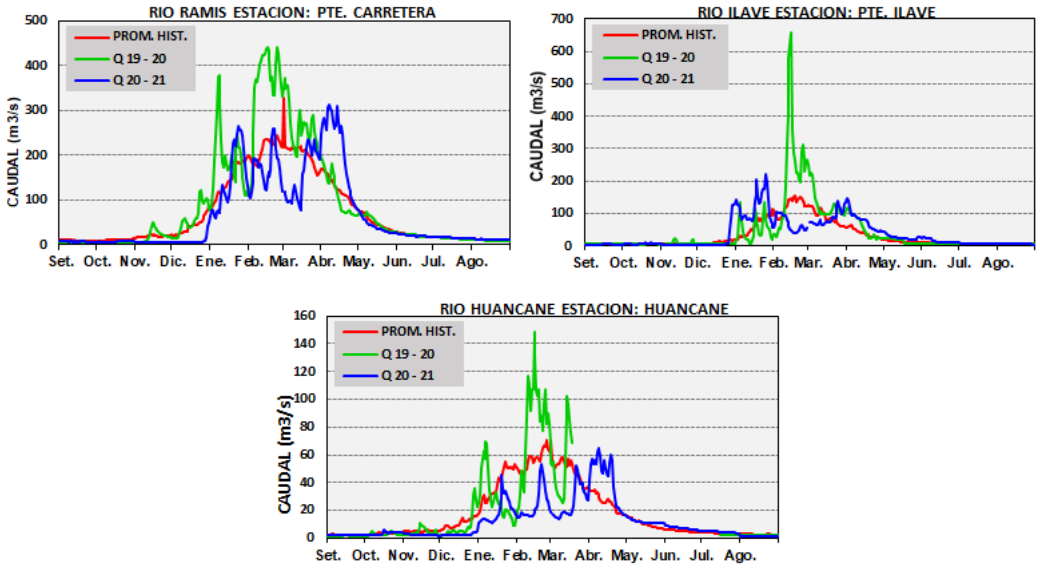


Figura 4. Caudales de los ríos Región Hidrográfica del Titicaca.

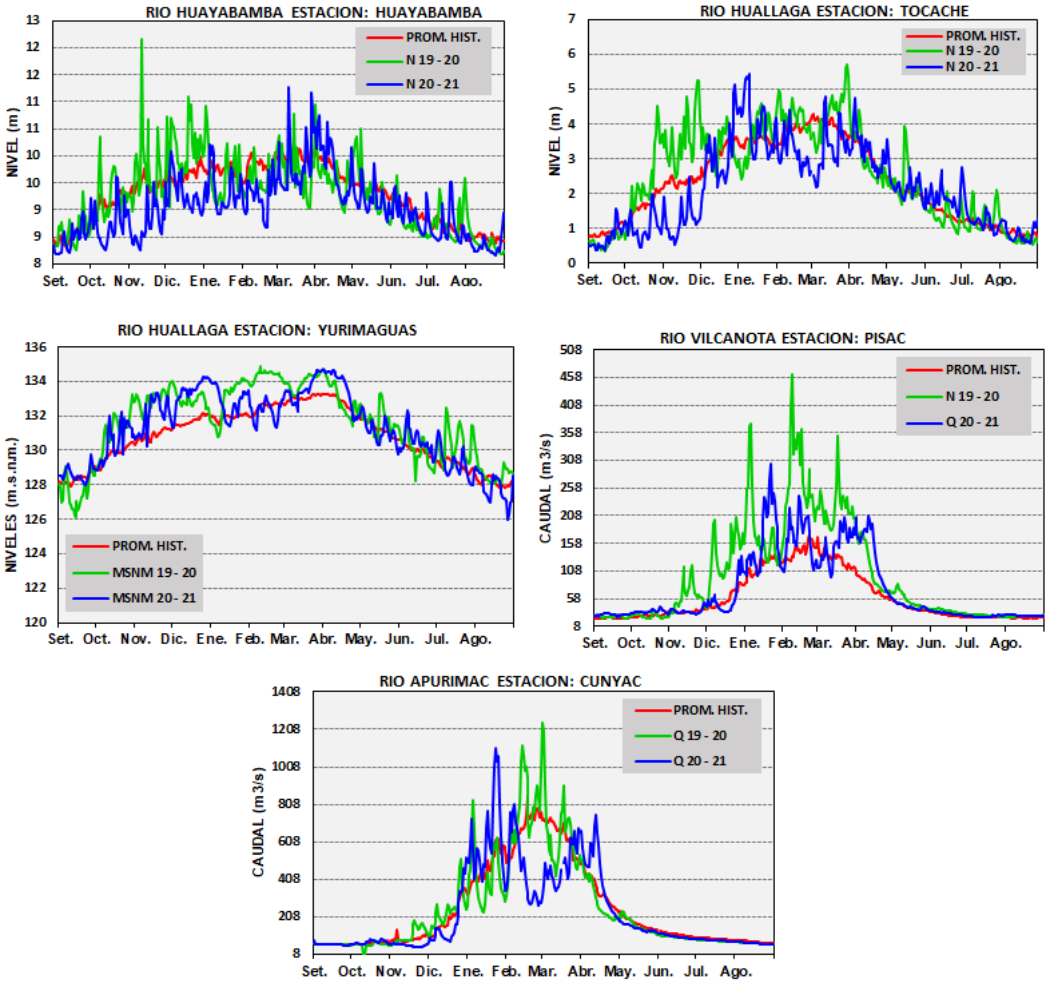
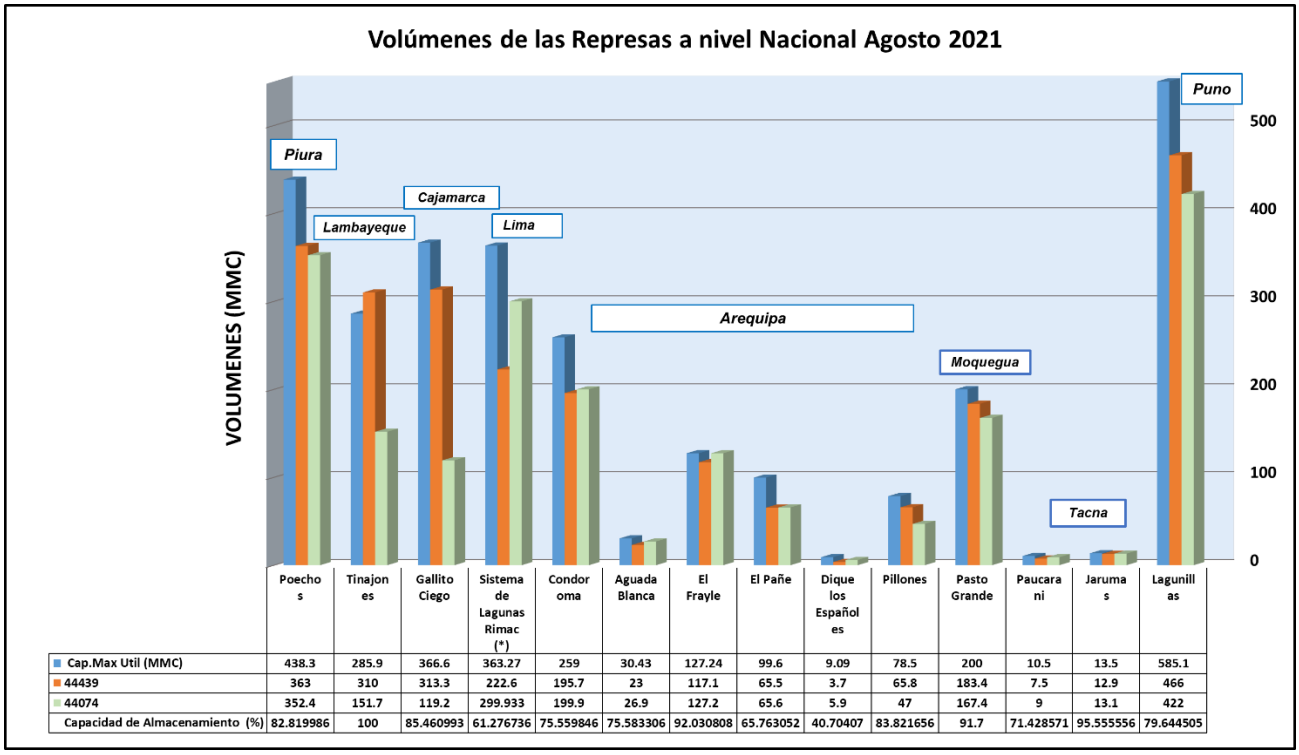


Figura 5. Caudales de los ríos Región Hidrográfica del Amazonas.

3.2.1.1.2 Volúmenes de agua almacenados en embalses

Las represas de la zona norte registraron un volumen acumulado en el orden 83 a 100 % de la capacidad útil de almacenamiento lo cual representa una favorable disponibilidad hídrica a Agosto 2021. En la zona centro el Sistema de Lagunas Rímac finalizó el periodo con un volumen total almacenado de 61% (222.6 MMC), lo que indica una buena disponibilidad del recurso hídrico considerando las demandas presentes en la cuenca del Rímac. En la zona sur, aún se ve favorecida la acumulación de volúmenes total almacenado de agua alcanzando volúmenes entre 41 a 96 % de sus capacidades útiles (https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02609SENA-122.pdf).



	Poechos	Tinajones	Gallito Ciego	Sistema de Lagunas Rimac (*)	Condoroma	Aguada Blanca	El Frayle	El Pañe	Dique los Españoles	Pillones	Pasto Grande	Paucarani	Jarumas	Lagunillas
Cap.Max Util (MMC)	438.3	285.9	366.6	363.27	259	30.43	127.24	99.6	9.09	78.5	200	10.5	13.5	585.1
44439	363	310	313.3	222.6	195.7	23	117.1	65.5	3.7	65.8	183.4	7.5	12.9	466
44074	352.4	151.7	119.2	299.933	199.9	26.9	127.2	65.6	5.9	47	167.4	9	13.1	422
Capacidad de Almacenamiento (%)	82.819986	100	85.460993	61.276736	75.559846	75.583306	92.030808	65.763052	40.70407	83.821656	91.7	71.428571	95.555556	79.644505

Figura 6. Volúmenes de las Represas en la Región Hidrográfica del Pacífico- Agosto 2021
Disponible en: https://www.senamhi.gob.pe/?&p=boletines

3.3 AGRÍCOLA

3.3.1 Condiciones hídricas en terrenos agrícolas en zonas de secano

A continuación, se hace un análisis a nivel nacional de las condiciones hídricas para dos cultivos de mayor extensión en el país, maíz amiláceo y papa blanca, mediante el índice WRSI (Water Requirements Satisfaction Index); y mediante estimación de deficiencias y excesos hídricos, basándonos en el balance hídrico agrícola.

3.3.1.1 Índice WRSI

El WRSI, es un indicador del desarrollo del cultivo basado en la disponibilidad de agua durante su periodo de crecimiento (FAO); considera la relación entre el abastecimiento (precipitación) y demanda de agua (evapotranspiración) que el cultivo experimenta durante su desarrollo hasta la cosecha mediante el uso de coeficientes de cultivo (Kc) y la capacidad de retención de agua por los suelos. Una de las características de este índice es que es acumulativo, es decir los resultados mostrados a fines de campaña muestran el resultado final de las condiciones hídricas generadas durante todo el desarrollo de crecimiento del cultivo, entendiéndose que las coloraciones de amarillo a rojo (mediocre, pobre y no disponible) están relacionados con una disminución en el rendimiento, de menor a mayor impacto, y coloraciones verdes (promedio, bueno y muy bueno) rendimientos finales dentro de lo normal a superiores.

Para la estimación del periodo de crecimiento del cultivo se utilizaron las fechas de siembra obtenidas de la base de datos de intenciones de siembra de MIDAGRI, a nivel distrital; del mismo modo, las delimitaciones de las áreas agrícolas. Es necesario indicar, que la figura 7 muestra los últimos decadiarios correspondientes al periodo de cosecha, y conforme culmina la campaña agrícola en los distritos las áreas de cultivo disminuyendo en el mapa, significando que dichos terrenos van entrando en descanso.

3.3.1.1.1 Cultivo de maíz amiláceo

A continuación, se muestra el comportamiento temporal del WRSI de la campaña agrícola 2020-2021; el cual corresponde a los decadiarios finales de campaña (3er decadal de mayo a 1er decadal de junio) que muestran el resumen de lo acontecido durante todo del desarrollo de crecimiento del cultivo (Figura 9). Los resultados del índice muestran que se presentaron deficiencias hídricas para el cultivo en zona central del país, departamentos como Huánuco, Junín, Ayacucho y parte de Huancavelica, y muy puntualmente en la sierra de Piura, condiciones traerían mermas en los rendimientos finales, salvo en aquellas zonas donde disponen de riego complementario.

Entre las zonas donde el índice refleja suficiente cantidad hídrica, se observa los de la sierra norte del país, como Cajamarca y en Ancash, en coloración verde oscuro.

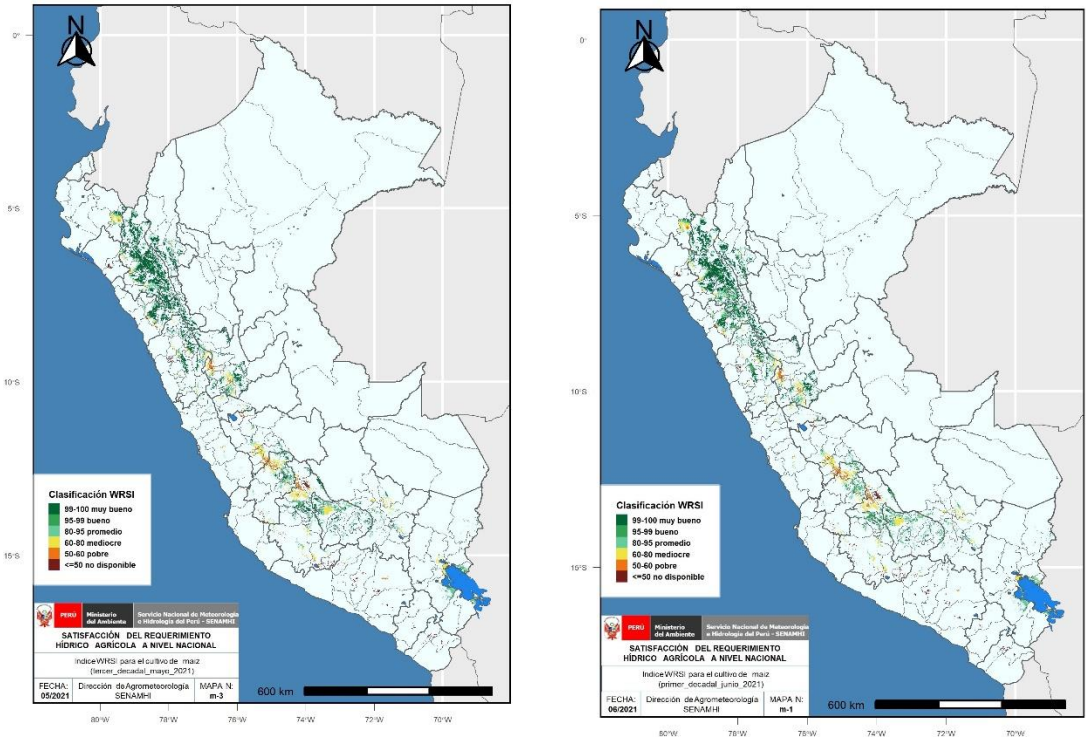


Figura 7. Desde el mapa superior izquierdo hacia la derecha: WRSI de la 3era década de mayo a 1ra década de junio para el cultivo de maíz amiláceo.

De acuerdo a los requerimientos climáticos del cultivo (ver Figura 10), se muestra que las etapas más sensibles al déficit hídrico se presentan desde la germinación hasta la fase de espiga, por tanto, se analizan de manera detallada las condiciones presentadas

entre la 1era década de octubre hasta el mes de enero de la campaña 2020-21, periodo en donde la mayoría de hectáreas sembradas llegan a cruzar la fase de espiga.

Periodo Fenológico	Crecimiento Vegetativo / Crecimiento reproductivos / Maduración								
Parte aérea	Germinación	Emergencia (1)	Desarrollo de hojas (2)	Panojamiento (3)	Espigamiento (4)	Maduración lechoso (5)	Maduración pastosa (6)	Maduración Cornea (7)	Senescencia
Parte radicular		Brotamiento de raíces	Desarrollo y crecimiento de raíces						
Ocurrencia de la fase (dds)[1]		10 - 15	90 - 100	100 - 115	115 - 135	135 - 160	160 - 190	190 - 225	
Temperatura Optima	15°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 21°C	15°C a 25°C	15°C a 20°C	15°C a 20°C	15°C a 20°C	
Temperatura Crítica	<10°C a 30°C>	<10°C a 30°C>	<6°C a 30°C>	<7°C a 30°C>	<7°C a 30°C>	<7°C a 30°C>	<7°C a 30°C>	<7°C a 30°C>	
Humedad óptima	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	
Déficit hídrico	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Tolerante	Tolerante	Tolerante	

[1]dds: dias despues de la siembra

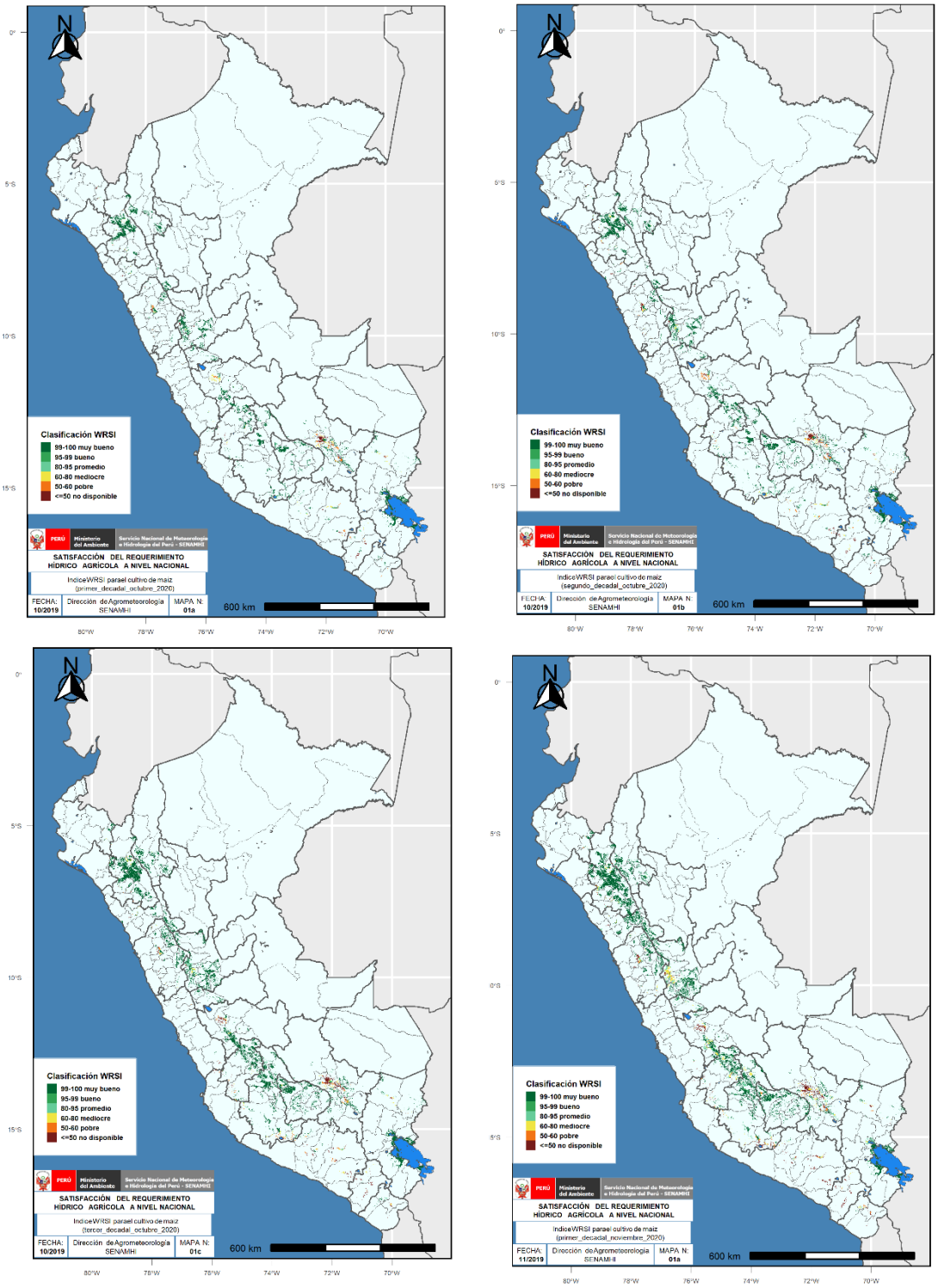
Fuente: SENAMHI-DA
Elaboración: MINAGRI-DGPA-DEEIA

Figura 8. Requerimientos climáticos del cultivo de maíz amiláceo

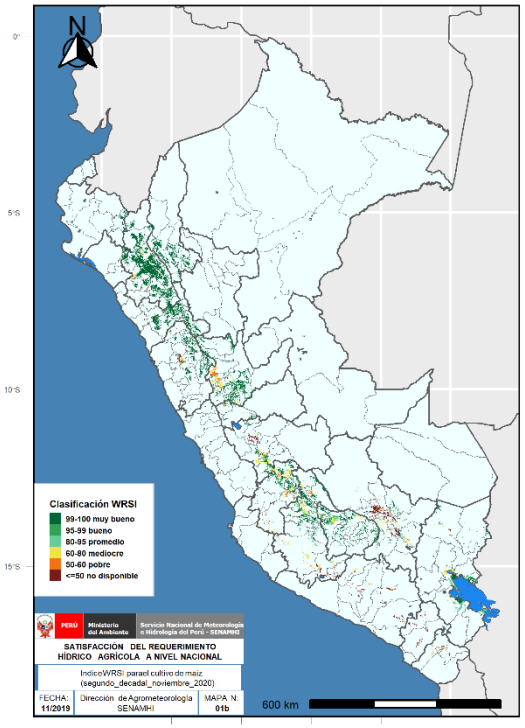
Al inicio de la campaña agrícola, se observa condiciones deficientes de humedad en Cusco debido a lluvias; sin embargo, la disponibilidad de infraestructura hídrica permite realizar riegos complementarios en los campos de maíz; sin embargo, estas condiciones se mantuvieron durante todo el periodo de crecimiento. Así también a partir de la primera década de noviembre se observa deficiencias en el departamento de Huánuco, que se mantuvieron hasta el final de la campaña. Estas condiciones deficientes de humedad se presentaron también en Junín que se acentúa a partir del segundo decadiario de noviembre, extendiéndose las condiciones mediocres de humedad a parcelas ubicadas en los departamentos de Huancavelica, Ayacucho y norte de Apurímac, con mayor acentuación a partir de la tercera década de noviembre, condiciones que se mantuvieron hasta el final de la campaña.

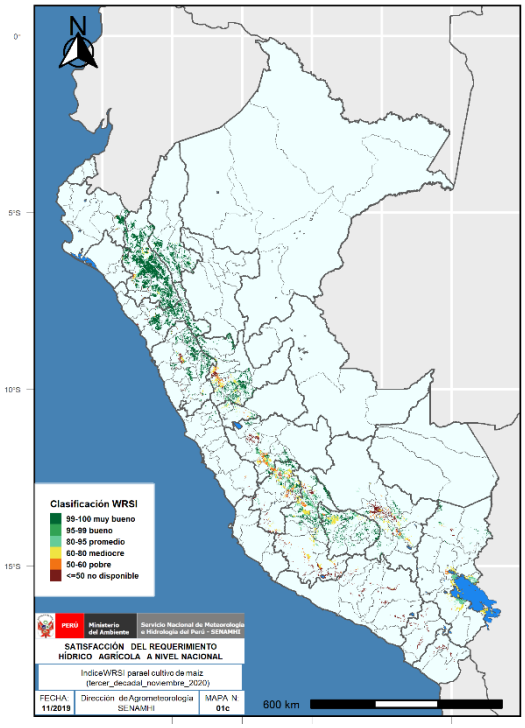
En cuanto a departamentos como Cajamarca, Sierra de Ancash, y parte de Huánuco, así como Apurímac, y parte de Ayacucho y Cusco se presentaron lluvias en exceso, los cuales no manifestaron daños.

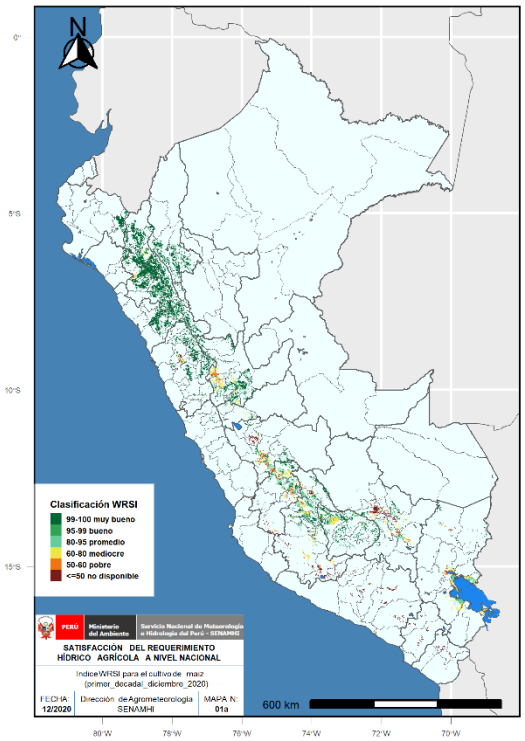
a) 1er decadal de octubre a 1er decadal de noviembre, campaña 2020-2021

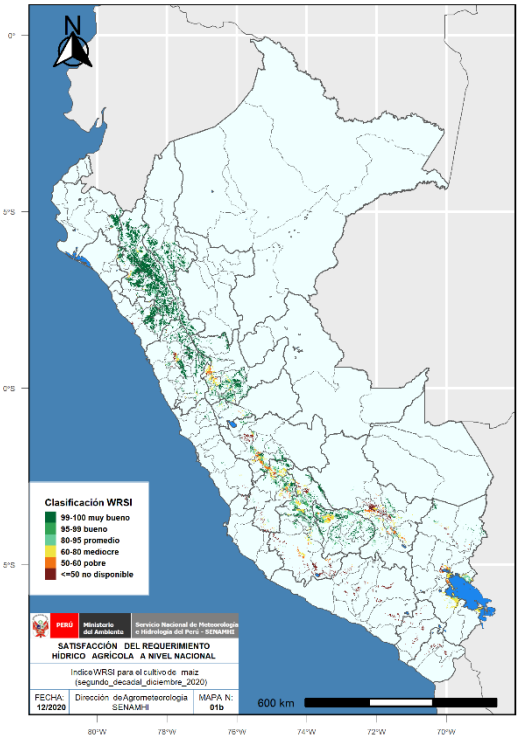


b) desde 2da decadal de noviembre a 2do decadal de diciembre, campaña 2020-2021









c) 3er decadal de diciembre a 1ra decada de enero, campaña 2020-2021

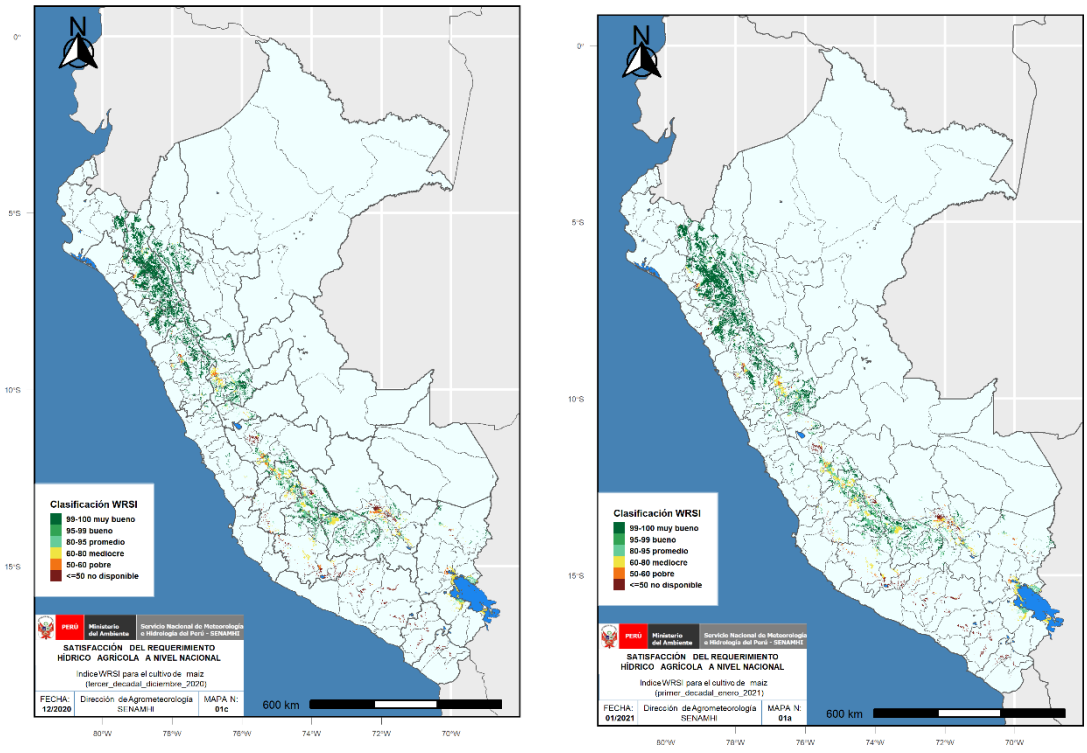


Figura 9. Mapas de deficiencia y excesos hidricos para el cutivo de maíz amilaceo, de 2da década de setiembre hasta 1ra década de enero, campaña 2019-2020, bajo condiciones de secano

3.3.1.1.2 Cultivo de papa blanca

En la Figura 12 se puede observar el comportamiento del índice WRSI para el cultivo de papa durante la campaña agrícola 2020-2021, donde se muestra como la satisfacción hídrica mostró deficiencias en la zona del altiplano, y de manera localizada en algunas parcelas de la sierra central. Mientras que al norte se presentaron condiciones óptimas de humedad.

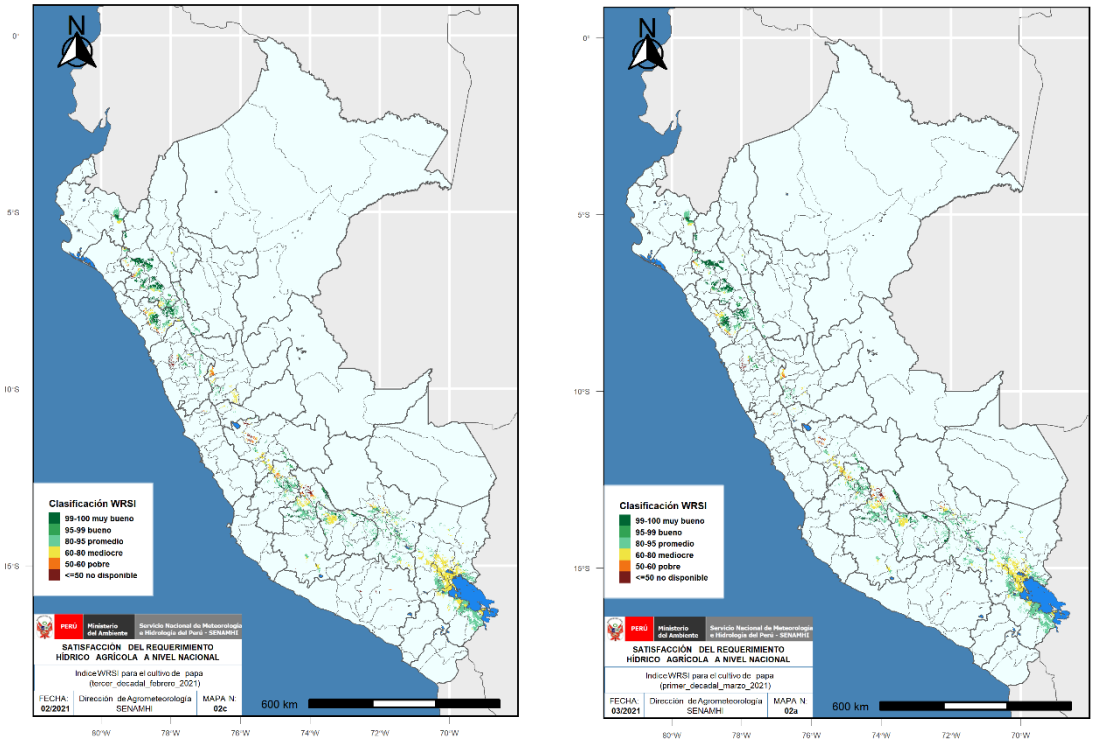


Figura 10. Desde el mapa superior izquierdo hacia la derecha: WRSI desde la 3ra década de febrero a 1ra década de marzo para el cultivo de papa, bajo condiciones de secano

En la Figura 13 se muestra que la papa blanca es sensible a los déficits de humedad desde la etapa temprana de crecimiento hasta la floración, el cual dura un aproximado de 140 días desde su siembra, por tanto, considerando que la gran mayoría de hectáreas son sembradas entre la 1er década de setiembre a 1era década de octubre a nivel nacional (Figura 12.a), se ha considerado que las etapas de mayor sensibilidad del cultivo a las deficiencias hídricas se proyectan hasta 2da y 3era década de febrero.

Periodo Fenológico	Crecimiento Vegetativo / Crecimiento reproductivos / Maduración						
Parte aérea	Brotamiento	Emergencia (1)	Brotes laterales (2)	Boton Floral (3)	Floración (4)	Maduración de bayas (5)	Senescencia
Parte radicular	Formación de raices y tallos	Desarrollo y crecimiento de raices		Emisión y crecimiento de estolones	crecimiento y llenado de estolones	Maduración de tuberculos	
Ocurrencia de la fase (dds)[1]							
* Variedad Precoz		15 - 20	25 - 35	60 - 70	80 - 95	100 - 120	
* Variedad semitardía		20 - 25	35 - 45	75 - 90	100 -120	130 - 160	
*Variedad tardía		25 - 30	45 - 55	95 - 105	135 - 150	180 - 200	
Temperatura Optima	17°C a 25°C	17°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C	14°C a 20°C	
Temperatura Critica	< 5°C a 30°C >	< 5°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 5°C a 28°C >	
Humedad óptima	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	
Déficit hídrico	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Tolerante	

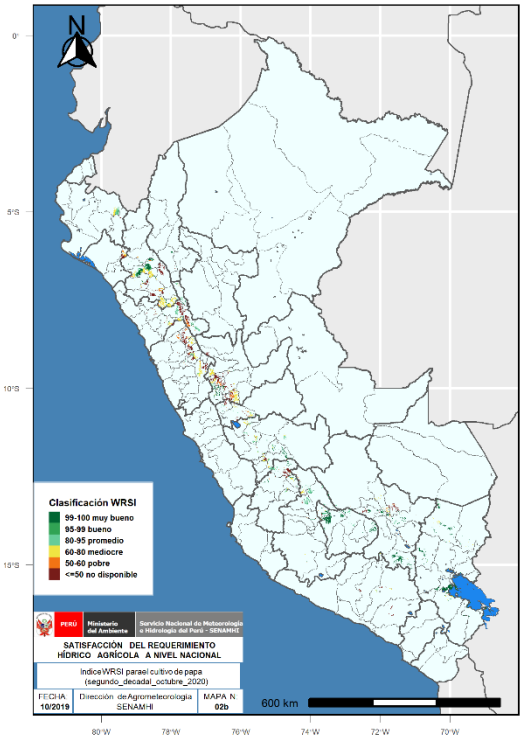
[1]dds: días después de la siembra

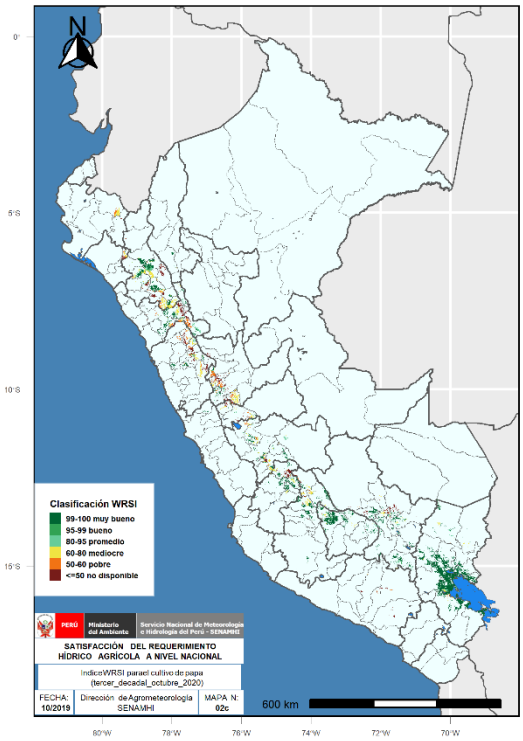
Fuente: www.senamhi.gob.pe **Elaboración:** DGPA-DEEIA

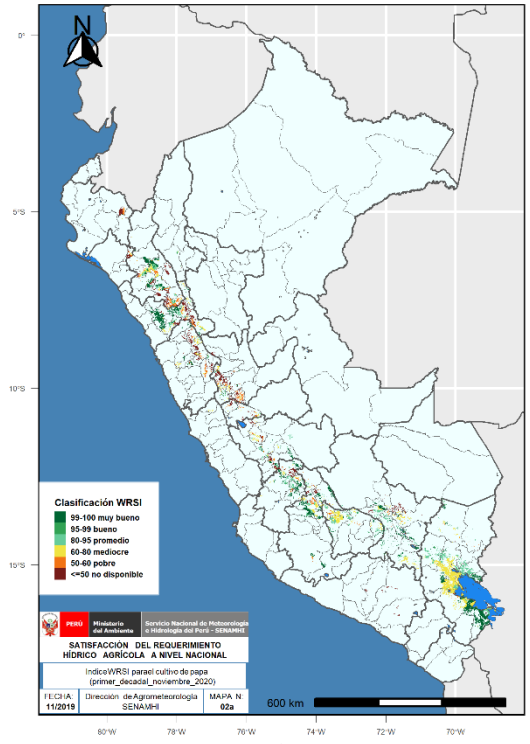
Figura 11. Requerimientos climáticos del cultivo de papa

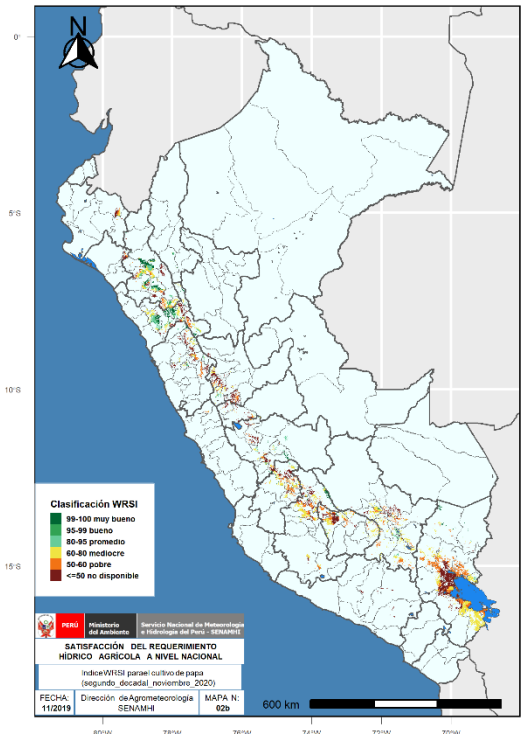
De esta manera se hace un análisis de lo acontecido durante la 2da década de octubre hasta 1era década de febrero, mostrándose el índice durante la campaña 2020-2021 para el cultivo de papa blanca, deficiencias hídricas en la sierra de departamentos de La libertad, Ancash, Huánuco, el cual fue extendiéndose hacia el sur cubriendo toda la sierra a la 2da década de noviembre, condiciones que se mantuvieron durante la campaña, pero con cierta mejoría en el mes de enero. Mientras que en el departamento de Cajamarca las condiciones de humedad estuvieron en exceso en su mayor extensión, lo que ocasiono problemas de rancha.

a) 2da década de octubre a 2da década de noviembre

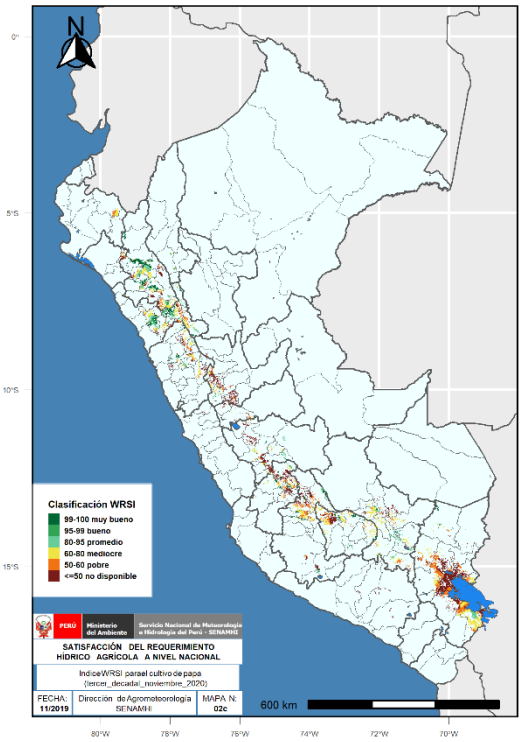


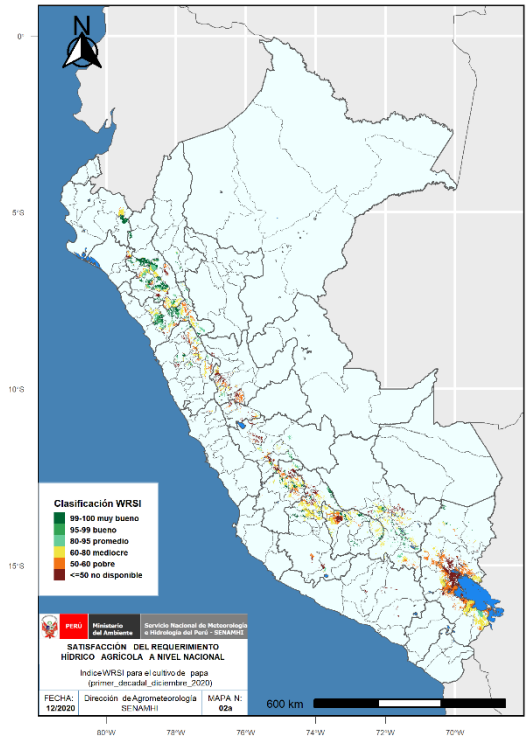


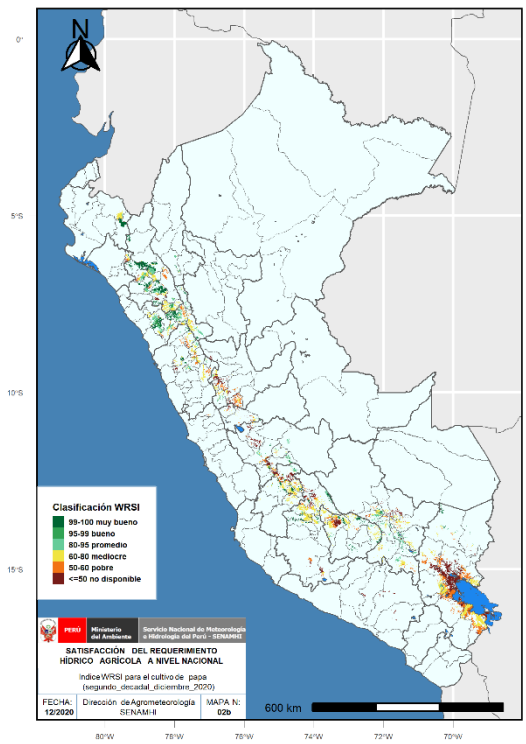


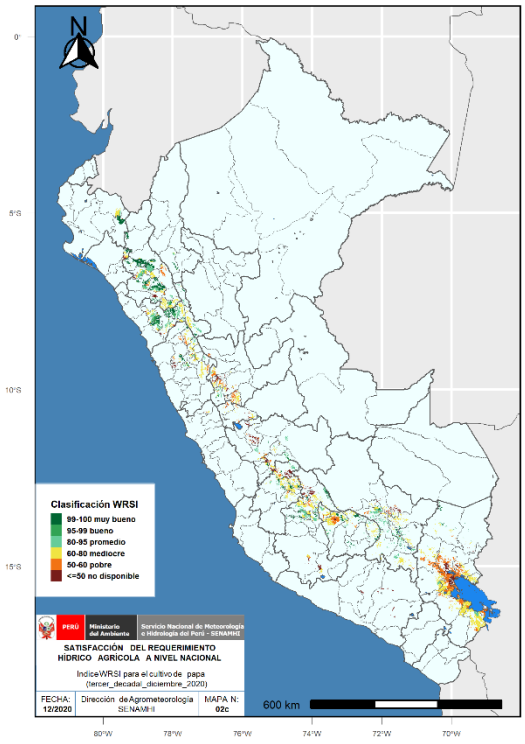


b) 3ra decada de noviembre a 3era decada de diciembre

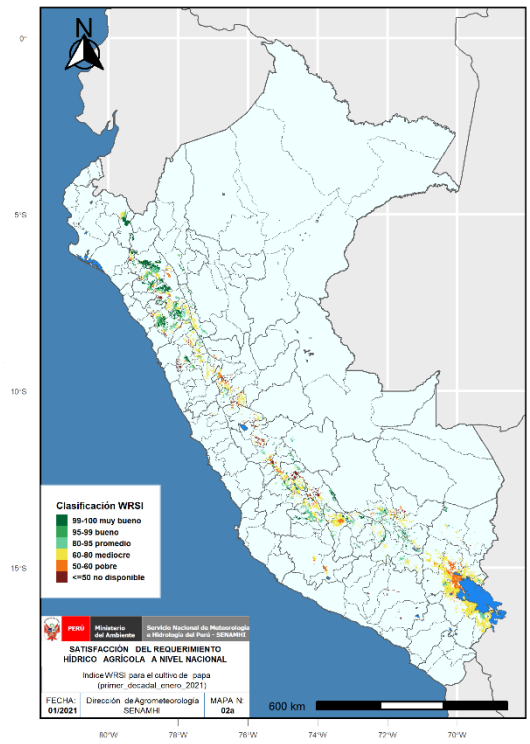


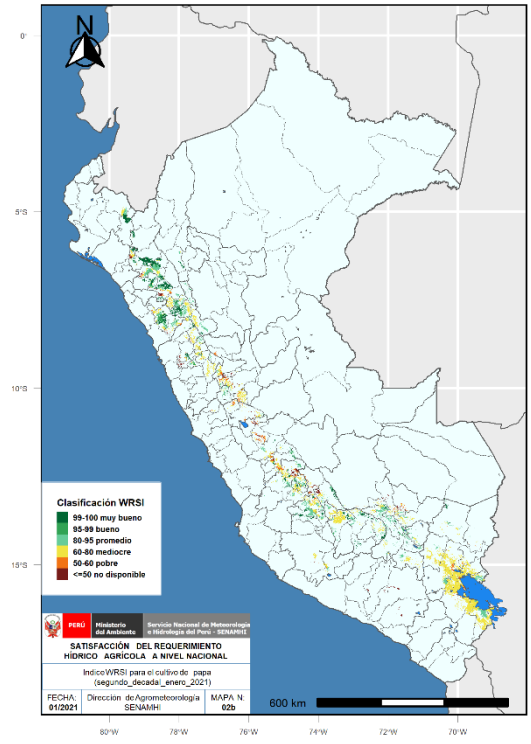






c) 1era década enero a 1era década de febrero





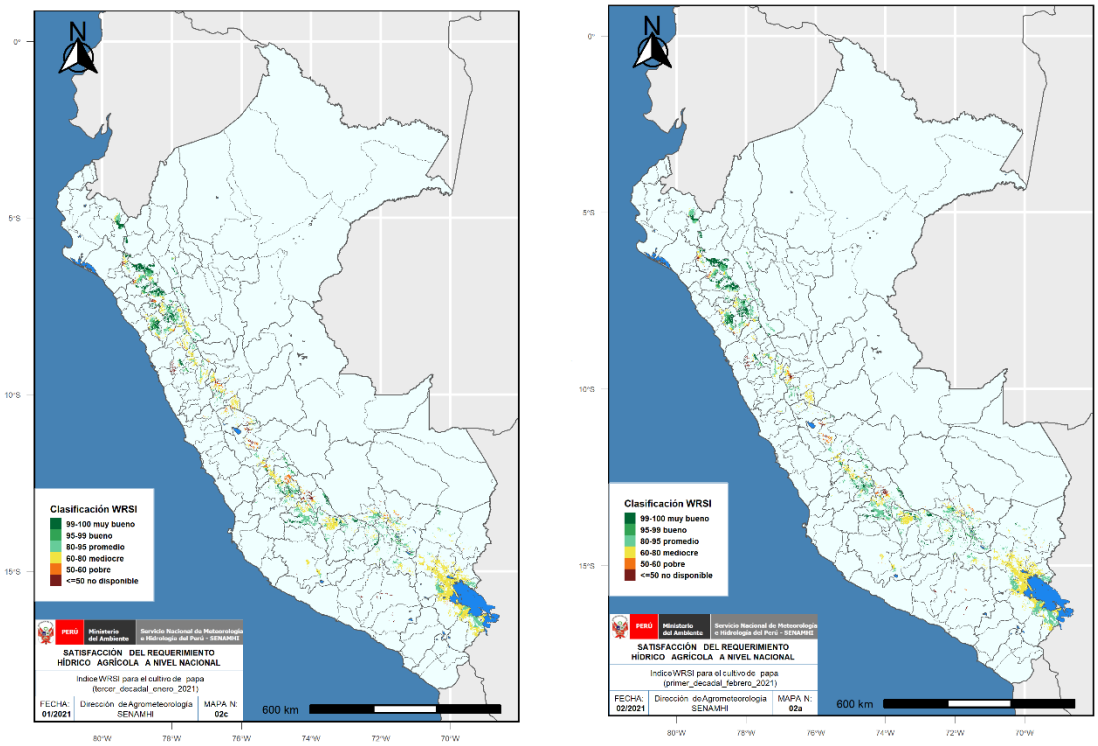


Figura 12. Mapas de deficiencia y excesos hidricos para el cutivo de papa blanca, de 2da década de octubre a 1ra década de febrero, campaña 2019-2020, bajo condiciones de secano.

IV. CONCLUSIONES

1. Según el SPI-12, en año hidrológico 2020- 2021 fue un año seco para la zona central del país, alcanzándose categorías extremadamente secas en los departamentos de Huánuco, Junín y Pasco con porcentajes de áreas afectada de 7%, 17% y 19% respectivamente.

2. Durante el año hidrológico 2020/2021, resaltó la persistencia de lluvias durante diciembre 2020 y enero 2021, y una marcada deficiencia de lluvias en noviembre 2020 y febrero 2021 en gran parte del país, condiciones que fueron moduladas por la presencia de La Niña en el Pacífico Central (de intensidad moderada entre noviembre y diciembre 2020), factores locales y configuraciones atmosféricas típicas del verano.

3. Respecto a las condiciones hidrológicas para el año hidrológico 2020-2021 los ríos de la RHP y RHT presentaron condiciones normales en promedio en toda la región. Para la RHA se presentaron condiciones de normal en general. Sólo la RHA zona norte presentó condiciones debajo de lo normal.

4. En referencia al cultivo de maíz amiláceo, durante la campaña 2020-2021 se observó deficiencias hídricas para el cultivo en zona central del país, departamentos como Huánuco, Junín, Ayacucho y parte de Huancavelica, y muy puntualmente en la sierra de Piura. En la sierra norte del país el índice reflejó suficiente cantidad hídrica, Cajamarca y Ancash.

5. Para el cultivo de papa blanca, las deficiencias hídricas se presentaron en la sierra de departamentos de La Libertad, Ancash, Huánuco, el cual fue extendiéndose hacia el sur cubriendo toda la sierra observándose en la 2da década de noviembre, condiciones que se mantuvieron, pero con cierta mejoría en el mes de enero. Mientras que en el departamento de Cajamarca las condiciones de humedad estuvieron en exceso en su mayor extensión, lo que ocasionó problemas de rancha en el cultivo.

V. RECOMENDACIONES

- Habiendo iniciado el periodo de lluvias 2021-2022, el SENAMHI recomienda a los diferentes sectores, tomadores de decisiones e instancias competentes de nuestro país, se mantengan informados a través de los diferentes productos y/o servicios de información climática que nuestra entidad pone a disposición del público:

Avisos Meteorológicos
https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-meteorologicovigente&&a=2019&b=115&c=022&d=SENA
Pronósticos climáticos de lluvias, temperatura máxima y mínima del aire
https://www.senamhi.gob.pe/?&p=pronostico-climatico
Comunicados ENFEN sobre las condiciones EL NIÑO/LA ÑIÑA
https://www.senamhi.gob.pe/?&p=fenomeno-el-nino
Boletines informativos
https://www.senamhi.gob.pe/?&p=boletines
Boletines de sequías
https://www.senamhi.gob.pe/?p=sequias
Monitoreo y Pronóstico de sequías Hidrológicas (OASIS)
https://www.senamhi.gob.pe/?p=monitoreo-pronostico-sequias
Umbrales de precipitación de estaciones meteorológicas convencionales
https://www.senamhi.gob.pe/pdf/clim/umbrales-recipitaciones-absol.pdf
Monitoreo hidrológico y los avisos emitidos
https://www.senamhi.gob.pe/?&p=monitoreo-hidrologico
https://www.senamhi.gob.pe/?&p=aviso-hidrologico

Pronóstico de caudales

https://www.senamhi.gob.pe/?&p=pronostico-caudales

Pronóstico de Riesgo Agroclimático Setiembre 2020-Enero 2021

https://www.gob.pe/institucion/senamhi/informes-publicaciones/1137540-pronostico-de-riesgo-agroclimatico-setiembre-2020-enero-2021

Mayor información del **monitoreo de sequías meteorológicas, agrícolas e hidrológicas** que elabora el SENAMHI a través de la Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica, Dirección de Agrometeorología y Dirección de Hidrología, se detalla en el siguiente enlace:

https://www.senamhi.gob.pe/?&p=sequias

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú –SENAMHI

Jirón Cahuide 785 – Jesús María, Lima -Perú Teléfono: (01) 6141414