

II MODIFICACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL YANACOCHA

Report Description

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA - ANA

Prepared for:
Minera Yanacocha S.R.L.



Prepared by:
STANTEC PERU S.A.



Proyecto N° 60501417

Revisión	Descripción	Autor	Control de calidad	Revisión Independiente

TABLA DE CONTENIDOS

OBSERVACIÓN 1	3
OBSERVACIÓN 2.....	9
OBSERVACIÓN 3.....	15
OBSERVACIÓN 4.....	17
OBSERVACIÓN 7.....	20
OBSERVACIÓN 8.....	24
OBSERVACIÓN 12.....	26
OBSERVACIÓN 13.....	32
OBSERVACIÓN 14.....	34
OBSERVACIÓN 15.....	36
OBSERVACIÓN 16.....	41
OBSERVACIÓN 17.....	42
OBSERVACIÓN 27.....	43
OBSERVACIÓN 32.....	51

I. GENERALES

Observación 1

Del agua para uso doméstico para la etapa de construcción indica que cuenta con tres plantas de tratamiento de agua potable (AP37-1, AP37-2 y AP52), las cuales cuentan con su licencia de agua y autorización sanitaria; sin embargo, no indican la población requerida para las actividades del proyecto, la dotación de agua requerida y si las licencias otorgadas satisfacen el requerimiento de agua; en tal sentido, deberá precisar la demanda de agua (l/s, m³/día) con fines domésticos (considerar el personal en cada etapa), para consumo humano en los campamentos y frentes de trabajo para cada etapa del proyecto (construcción, operación y cierre), la dotación de agua y diagramas de entradas y salidas en l/s y/o m³/día para cada etapa del proyecto. Además, indicar la fuente de abastecimiento de agua para cada actividad, teniendo en cuenta el fin (poblacional o industrial) para la cual fue otorgada la licencia de uso de agua. De lo requerido de exceder el volumen autorizado, el titular deberá declarar el nuevo requerimiento conforme a la R.J. N°007-2015-ANA.

Subsanación:

Indica que para estimar la demanda de agua se han considerado 90 personas en las labores de construcción en el sector de La Quinua y 121 personas para los trabajos en las dos áreas de las plantas de procesos, con una tasa de 44 litros/día/persona. La demanda total de agua potable por día durante el periodo de construcción es 9.3 m³/día.

Durante la etapa de operación, la cantidad de personas en la operación se mantiene con respecto a la operación actual y por lo tanto se mantiene la demanda actual que es abastecida por las plantas de tratamiento de agua potable. Cuenta con las siguientes autorizaciones:

- Sistema de tratamiento de agua de consumo del campamento de operadores del km 37, que trata un caudal máximo de diseño de 10.625 m³/hora (R.D. N° 2343-2016DSA-DIGESA-SA y R.D. N° 2570-2016DSA-DIGESA-SA).

- Sistema de tratamiento de agua de consumo del campamento de operadores del km 52, que trata un caudal máximo de diseño de 240 m³/día (R.D. N°6370-2018DCEA-DIGESA-SA).

Durante la etapa de cierre, la cantidad de personas en la operación disminuirá paulatinamente conforme se vayan cerrando los frentes de operación y por lo tanto la demanda de agua potable también irá disminuyendo.

Requerimiento de Información Complementaria:

De las etapas de operación y cierre, no indica las personas de cada etapa, la dotación de agua; asimismo, no indica el cuerpo de agua de donde va tomar el agua y si el agua requerida es suficiente para la demanda de agua; por lo que deberá indicar el cuerpo de agua de donde tomará el agua, la cantidad de personas por cada etapa del proyecto, la dotación de agua y si la oferta de agua es suficiente para abastecer la demanda de agua requerida por cada etapa del proyecto; asimismo, deberá presentar un diagrama de entradas y salidas (vertimientos) por cada etapa del proyecto para el uso doméstico e industrial.

Respuesta:

La fuente de agua para las plantas de agua potable se presenta en la Tabla ANA 1-1:

Tabla ANA 1-1: Autorización de plantas de tratamiento de agua potable

Autorización Sanitaria				
Resolución	Fecha de emisión	Descripción	Alcance	Fuente
R.D. N° 2343-2016-DSA-DIGESA-SA y R.D. N° 2570-	11-09-2016	Autorización sanitaria del sistema de tratamiento de agua de consumo humano	Sistema de tratamiento que se autoriza tratará un caudal máximo de diseño de 10.625 m ³ /h. El	Pozo 2 RD N°2398-2015-

2016-DSA-DIGESA-SA		del campamento de operadores Km 37.	sistema consta de 2 plantas: <u>Planta AP37-1</u>	ANA-AAA JZ
R.D. N° 2343-2016-DSA-DIGESA-SA y R.D. N° 2570-2016-DSA-DIGESA-SA	11-09-2016		caudal promedio: 4.70 m ³ /h caudal máximo: 6.00 m ³ /h c/u <u>Planta AP37-2</u> caudal promedio: 6.000 m ³ /h caudal máximo: 10.00 m ³ /h c/u	Pozo 1 RD N°2398-2015-ANA-AAA JZ
R.D. N°6370-2018-DCEA-DIGESA-SA	22/10/2018	Autorización sanitaria del sistema de tratamiento de agua de consumo humano del campamento del Km 52.	Se tomará como fuente el agua proveniente del sistema de agua de tratamiento que proviene de la planta de Tratamiento AWTP Este, que corresponde al drenaje de tajos abiertos y escorrentías superficiales. La planta de tratamiento AP52, tanto del sistema de pretratamiento, permiten producir 10 m ³ /h (240 m ³ /día) para consumo humano.	Agua tratada Planta AWTP RD N°773-2016-ANA-AAA M

Adicionalmente, se reitera la respuesta anterior, donde se señala que durante la etapa de operación, la cantidad de personas en la operación se mantiene con respecto a la operación actual y por lo tanto se mantiene la demanda actual que es abastecida por las plantas de tratamiento de agua potable existente; la capacidad actual en campamento es de 400 trabajadores.

Para estimar la demanda de agua para la etapa de operación se considera una tasa de 100 litros / día / persona. La demanda total de agua potable por día durante el periodo de operación se estima en 40 m³/día.

Para la etapa de cierre, la cantidad de personas en la operación disminuirá paulatinamente conforme se vayan cerrando los frentes de operación, se considera que en promedio en esta etapa se tendrán 136 personas. Para estimar la demanda de agua para la etapa de cierre se considera una tasa de 100 litros / día / persona. La demanda total de agua potable por día durante la etapa de cierre se estima en 13.6 m³/día.

Para abastecer a la población en estas etapas, se consideran las plantas AP37-1, AP37-2 y AP52. La capacidad de la Planta AP52 es de 240 m³/día y de las plantas AP37-1 y 37-2 es de 255 m³/día. Ambas capacidades dan un total de 495 m³/día. Se observa que estas plantas tienen la capacidad suficiente para abastecer la demanda del personal.

En la tabla ANA 1-2 se presenta las características de población, dotación y abastecimiento por cada etapa del proyecto.

Tabla ANA 1-2: Autorización de plantas de tratamiento de agua potable

Etapa	Personal	Dotación/Demanda de planta	Capacidad
Construcción	90 personas sector La Quinua 121 personas en las dos áreas de las plantas de proceso	Dotación: 44.6 L/día/persona Demanda Total: 9.3 m ³ /día	Plantas AP37-1, AP37-2 (R.D. N° 2343-2016-DSA-DIGESA-SA y R.D. N° 2570-2016-DSA-DIGESA-SA) y AP52 (R.D. N°6370-2018-DCEA-DIGESA-SA)
Operación	400 personas	Dotación: 100 L/día/persona Demanda Total: 40 m ³ /día	Capacidad: 495 m ³ /día

Etapas	Personal	Dotación/Demanda de planta	Capacidad
Cierre	136 personas	Dotación: 100 L/día/persona Demanda Total: 13.6 m ³ /día	

A continuación, se presentan los esquemas de entradas y salidas del consumo doméstico para las etapas de construcción, operación y cierre.

Gráfico ANA 1-1: Sistema de Tratamiento de agua potable – Campamento Km 37

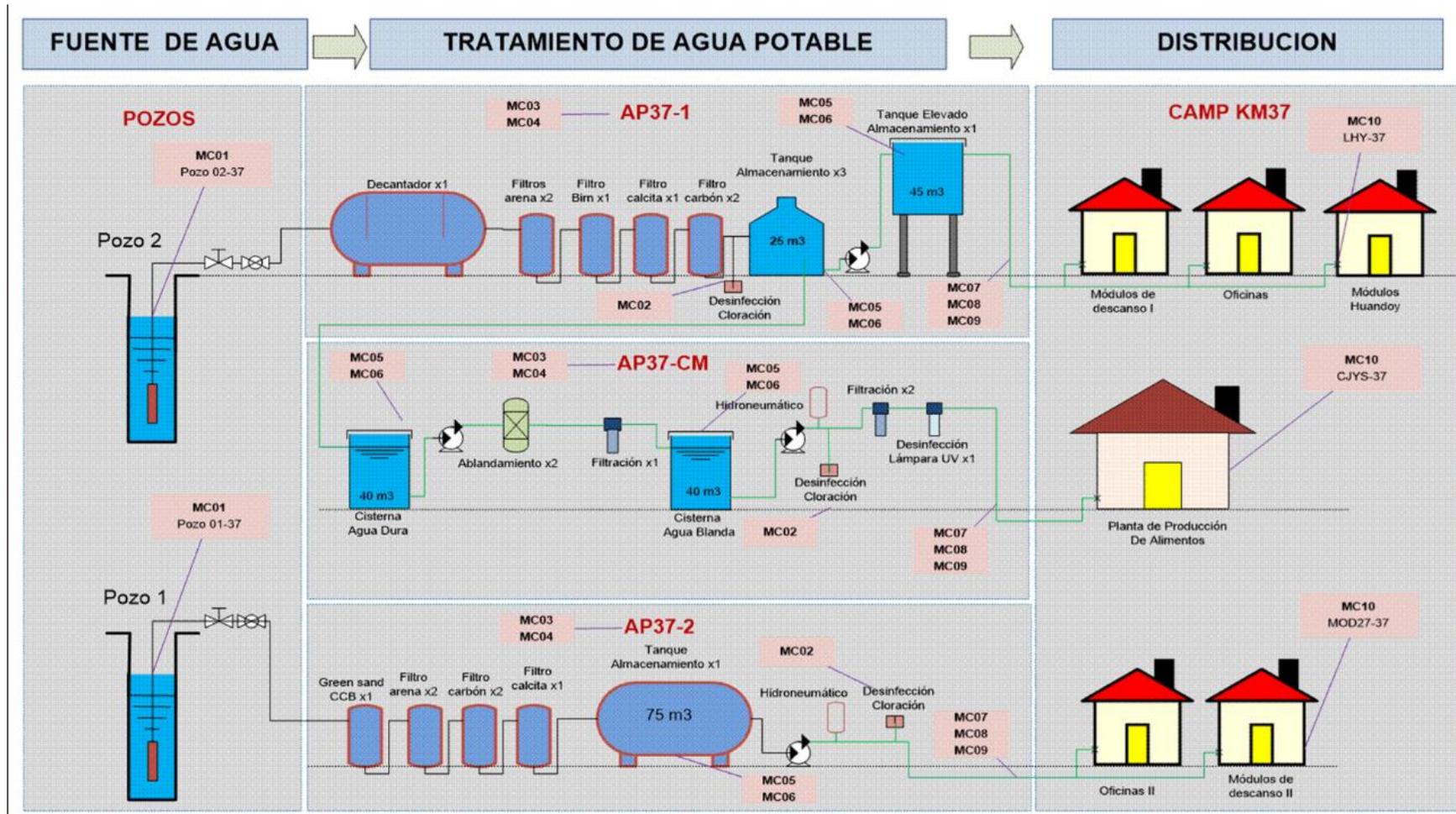


Gráfico ANA 1-2: Sistema de Tratamiento de agua potable – AWTP

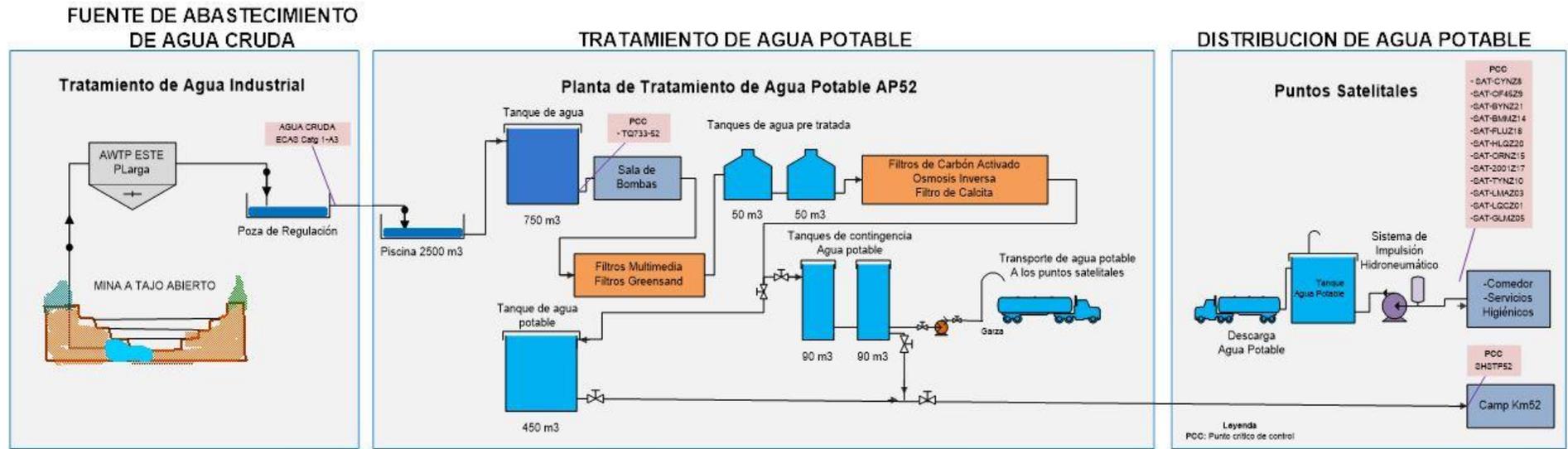
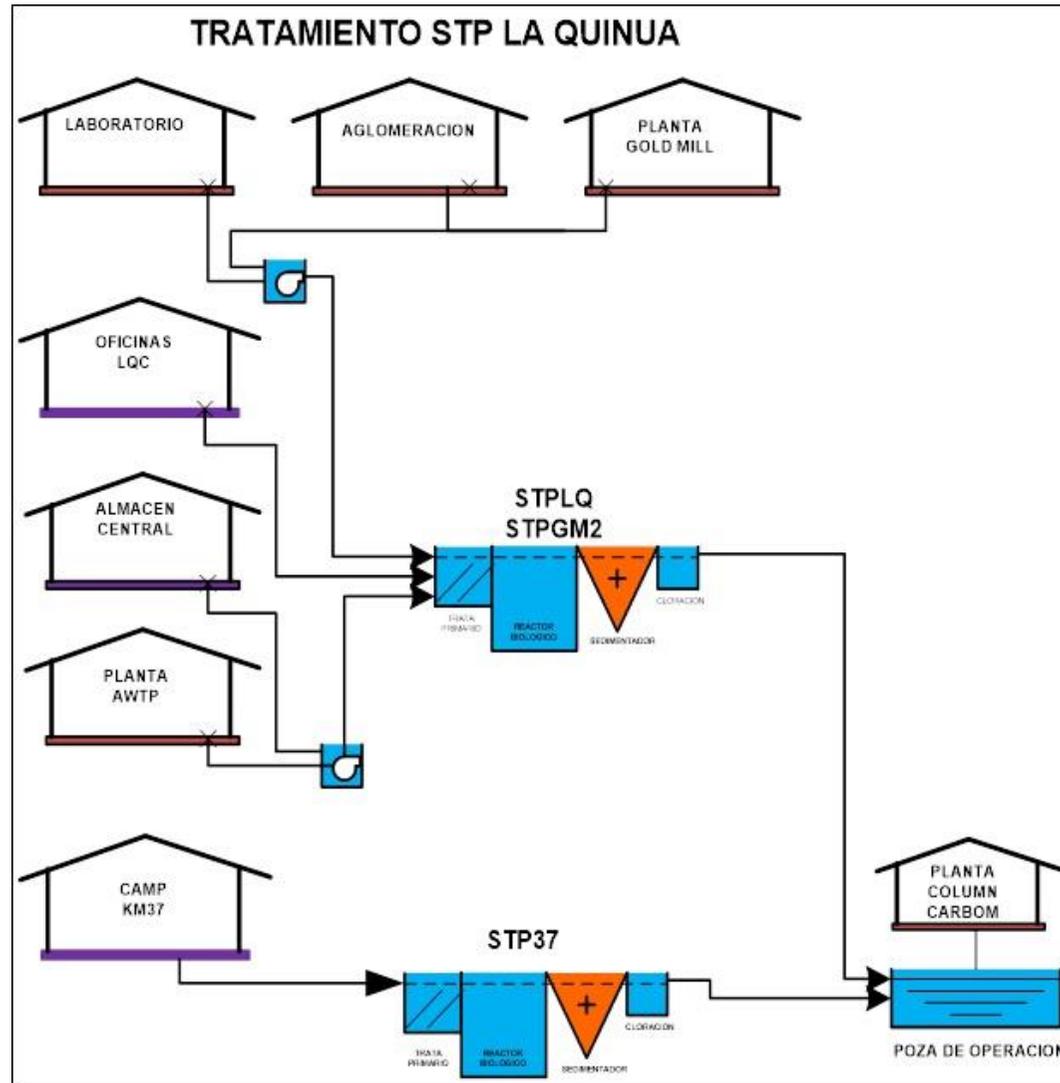


Gráfico ANA 1-3: Sistema de Tratamiento de agua potable – AP52



Observación 2

En el capítulo de Balance Hídrico, el estudio indica que, para evaluar la variabilidad de la precipitación, el modelo de balance hídrico utiliza un conjunto de diferentes escenarios factibles de precipitación a nivel diario en el área de Yanacocha; estos escenarios son generados mediante un modelo estocástico. En consecuencia, se sugiere detallar y presentar la implementación del modelo estocástico. De otro lado, el estudio debería presentar el balance hídrico en estado actual y proyectado con la incorporación del reservorio San José para cada uno de los meses del año, adjuntar los editables para validar la información. Asimismo, presentar un esquema y la descripción concisa de las entradas y salidas de los flujos de agua (l/s o m³/día) para cada etapa del proyecto (construcción, operación y cierre) referido a las aguas de contacto y no contacto, indicando las autorizaciones de uso de agua y las autorizaciones de vertimiento, demostrando que las actividades del proyecto no requerirán más agua de lo autorizado para cada etapa del proyecto. Además, presentar los puntos de descargas y los caudales descargados hacia todos los canales del proyecto, acordes a la observación N°28.

Subsanación:

El estudio sustenta que el modelo estocástico fue desarrollado en base a los datos de precipitación históricos de las estaciones Carachugo, Maqui Maqui, Yanacocha y La Quinua, aplicando la teoría de cadenas de Markov de primer orden para determinar la ocurrencia de lluvia en un día cualquiera, el método de muestreo de Montecarlo y la distribución Gamma de frecuencia de probabilidades para caracterizar la magnitud de las lluvias. Los resultados comparativos muestran en las Figuras ANA 2-1 a 2-4.

El balance hídrico del sistema de manejo de agua de Yanacocha, que ha sido implementado en la plataforma GoldSim considera como parte de sus componentes, al reservorio San José, tanto para el caso Sin Proyecto y caso Con Proyecto. El Gráfico ANA 2-1. El reservorio San José es una estructura de almacenamiento de agua que es administrada por el Consejo de administración del reservorio San José, en el cual Yanacocha es sólo un miembro. Su capacidad de diseño es de 6.0 Hm³, su capacidad útil es de 4.5 Hm³ y un volumen mínimo de 1.0 Hm³.

El periodo de simulación es 2020 – 2040, los gráficos ANA 2-2 y ANA 2-3 muestran en promedio el comportamiento la capacidad del reservorio San José, en caso sin proyecto y con proyecto, respectivamente. Además, en la Tabla ANA 2-7 Balance hídrico del sistema reservorio San José para el año 2019 (valores históricos), se muestran los volúmenes mensuales de entrada y salida al reservorio San José que se registraron en la operación durante el año 2019.

No presenta los esquemas indicados referidos a las aguas de contacto y no contacto con sus respectivas autorizaciones de uso de agua y autorizaciones de vertimiento; no presenta los puntos de descarga y los caudales descargados hacia los canales del proyecto; por lo que deberá presentar lo solicitado.

Requerimiento de Información Complementaria:

Presentar los esquemas indicados referidos a las aguas de contacto y no contacto con sus respectivas autorizaciones de uso de agua y autorizaciones de vertimiento; asimismo, presentar los puntos de descarga de los canales del proyecto, presentar el plano.

Respuesta:

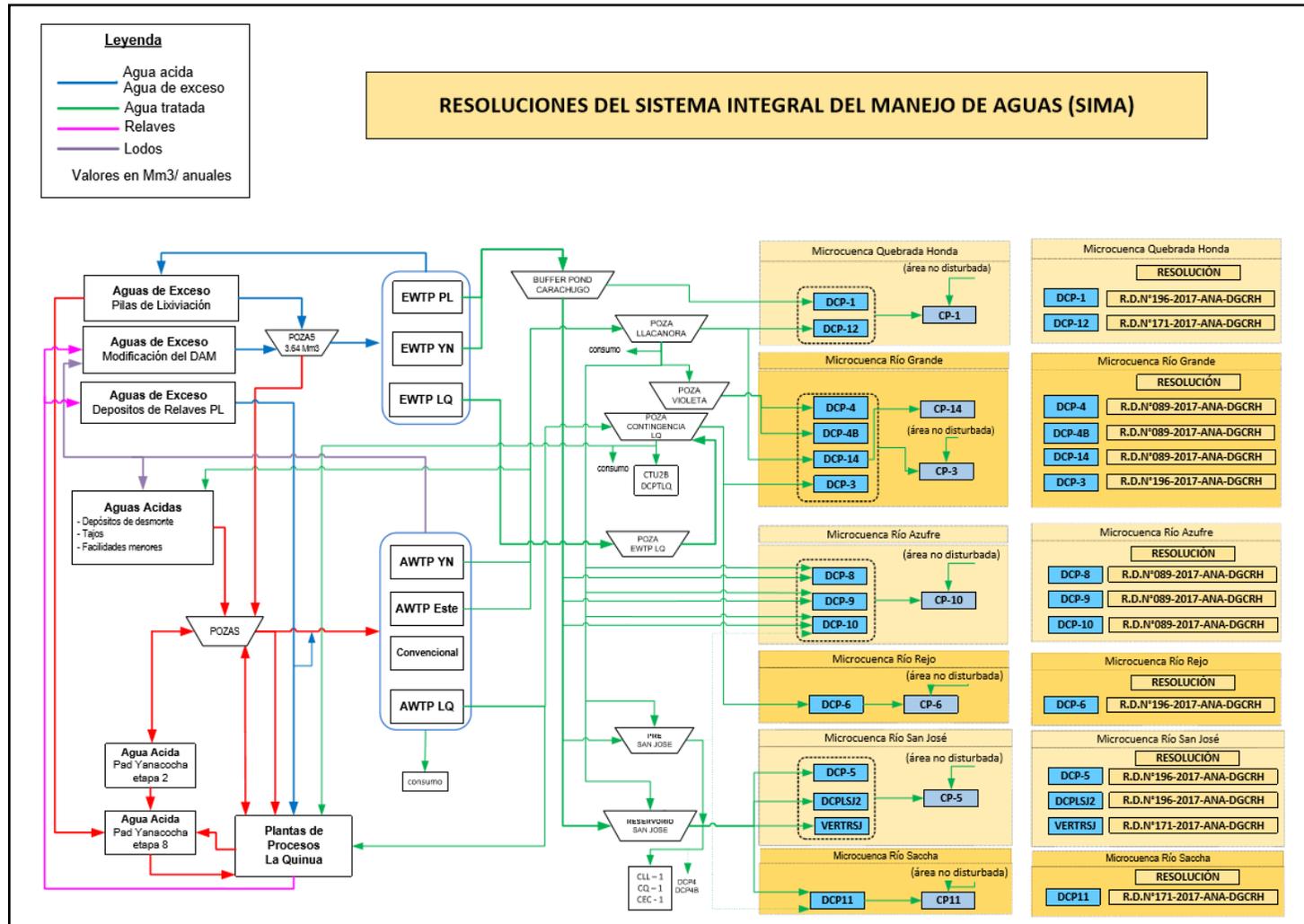
Las autorizaciones y licencias de uso de agua se presentan en la Tabla 2.11.5.1 1: Autorizaciones y Licencias de Uso de Agua del **capítulo 2.0 Descripción del proyecto (Ver Tabla ANA 2-1)**, donde se señala que estas no se encuentran sectorizadas y corresponden al uso de agua del área efectiva de la UM Yanacocha, por lo cual son colectadas en las pozas de excesos, las cuales se muestran en el esquema de manejo de agua.

Por otro lado, cada punto de vertimiento cuenta con el permiso correspondiente, el cual se muestra en la figura ANA 2-1.

Tabla ANA 2-1: Autorizaciones y Licencias de Uso de Agua

Uso	Tipo	l/s	Volumen (m³)	Resolución
Minero	Autorización	37.03	1,167,928	RD N° 1122-2018-ANA-AAA.M
Minero	Autorización	119.74	3,776,014	RD N° 844-2018-ANA-AAA.M
Minero	Licencia	195	6,149,520	RD N° 773-2016-ANA-AAA .M
Industrial	Licencia	48.8	2,056,147	RA N° 101-2001-MA-ATDRJ
Minero	Autorización	22.36	705,147	RD N° 1208-2018-ANA-AAA. JZ-V
Total			13,854,756	

Figura ANA 2-1: Sistema de manejo de aguas y resoluciones de vertimiento.



Las resoluciones de compromisos de descarga en los canales y las resoluciones de autorización de vertimientos se muestran en la Tabla ANA 2-2 y Tabla ANA 2-3.

Tabla ANA 2-2 Resoluciones de compromisos de uso de los canales

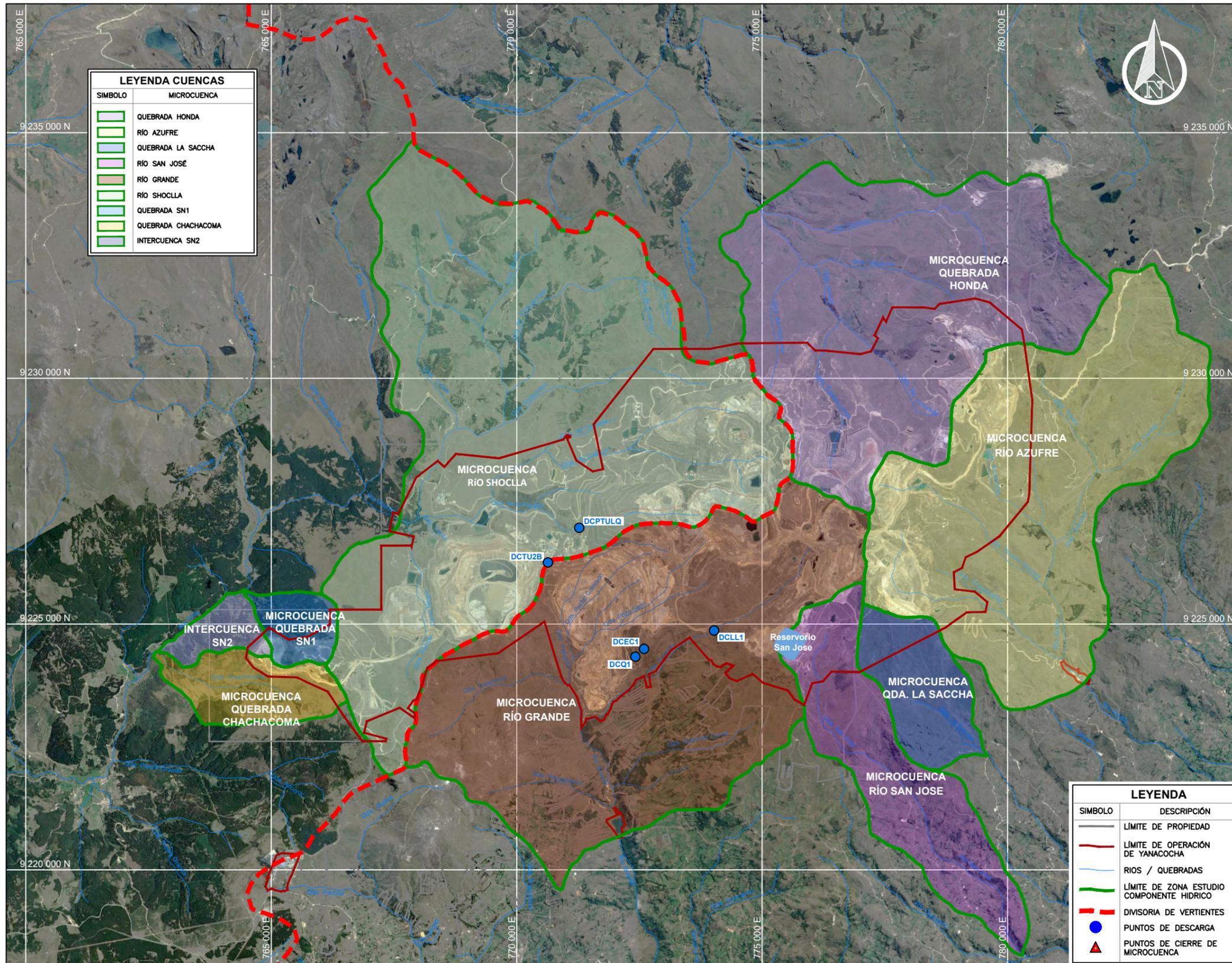
Canales	Fuente	Resolución de canal	Flujo Promedio (L/s)	Flujo Mínimo de Compromiso (m3) (1)	Volumen Máximo a ser Descargado (m3/ año)
Canal Llagamarca DCLL-1	Reservorio San José	R.A. N°165-99-CTAR-CAJ/DRA-ATDRC	25	397440	788,400
Canal Encajon Cotollan DCEC-1	Reservorio San José	R.A.N°001-2009-ANA-ALA-C	42	667699	946,000
Canal Quishuar DCQ-1	Reservorio San José	R.A. N°004-2009-ANA-ALA-C	56	890266	1'357,000
Canal Tual - DCTU2B	AWTP La Quinua	R.A. N°452-2007-GR-CAJ-CAJ/DRA-ATDRC	39.6	629545	1'257,025
Canal Tual - DCPTULQ	AWTP La Quinua	R.A. N°452-2007-GR-CAJ-CAJ/DRA-ATDRC	1.76	27980	79,050

Tabla ANA 2-3 Autorizaciones de vertimientos

Descripción	Resolución de Aprobación	Sustento de Resolución	Entidad	Fecha
Sector Operativo Suplementario Yanacocha Oeste				
Autorización de Vertimientos de Aguas Residuales Industriales Tratadas provenientes del Complejo de Operaciones – Zona Oeste, correspondiente a sus áreas operativas Cerro Negro, La Quinua y su ampliación sur, Yanacocha, San José, Carachugo, Maqui Maqui de la Unidad Chaupiloma Sur	Resolución Directoral N° 196-2017-ANA-DGCRH	Rectificación de los errores materiales contenidos en la R.D. N° 181-2017-ANA-DGCRH	Autoridad Nacional del Agua	08 de noviembre de 2017
	Resolución Directoral N° 161 - 2016-ANA- DGCRH	Reconsideración y rectificación de la R.D. N° 060-2016-ANA-DGCRH, se indica que los volúmenes y caudales corresponden a flujos máximos, se corrige el cuerpo receptor	Autoridad Nacional del Agua	12 de julio de 2016
	Resolución Directoral N° 060-2016-ANA-DGCRH	Renovación y modificación de la R.D. N° 285-2013-ANA-DGCRH	Autoridad Nacional del Agua	17 de marzo de 2016
Autorización de Vertimiento de Aguas Residuales Industriales Tratadas para los Puntos de Vertimientos DCP4 y DCP4B	Resolución Directoral N° 089-2017-ANA-DGCRH	Declarar sin efectividad la autorización de vertimiento para el punto DCP-4 en la R.D. N° 060-2016-ANA-DGCRH, y rectificadas en la R.D. N° 161-2016-ANA-DGCRH	Autoridad Nacional del Agua	28 de abril de 2017

Descripción	Resolución de Aprobación	Sustento de Resolución	Entidad	Fecha
		Autorización de vertimiento en los puntos DCP-4 y DCP-4B		
Autorización de Vertimiento de Aguas Residuales Industriales Tratadas Proyectadas para el punto DCP14 en la Zona de Operaciones Oeste	Resolución Directoral N° 098-2017-ANA-DGCRH	Autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas en un nuevo punto	Autoridad Nacional del Agua	05 de mayo de 2017
Sector Operativo Suplementario Yanacocha Este				
Autorización de Vertimiento de Aguas Residuales Industriales Tratadas provenientes del Complejo de Operaciones - Zona Este, correspondientes a las áreas operativas de Carachugo, Chaquicocha, San José, Marleny-San José y Maqui Maqui de la Unidad Chaupiloma Sur	Resolución Directoral N° 171-2017-ANA-DGCRH	Renovación y modificación de la R.D. N° 056-2016-ANA-DGCRH	Autoridad Nacional del Agua	16 de setiembre de 2017
	Resolución Directoral N° 166-2016-ANA-DGCRH	Reconsideración y rectificación de la R.D. N° 056-2016-ANA-DGCRH, se corrige el caudal total a 1331.79 l/s, se indica que los volúmenes y caudales corresponden a flujos máximos, se corrige el cuerpo receptor	Autoridad Nacional del Agua	21 de julio de 2016

La Figura ANA 2-2 muestra la ubicación espacial de los puntos de descarga de canales.



LEYENDA CUENCAS	
SIMBOLO	MICROCUENCA
[Green outline]	QUEBRADA HONDA
[Light green outline]	RÍO AZUFRE
[Light blue outline]	QUEBRADA LA SACCHA
[Light purple outline]	RÍO SAN JOSÉ
[Light brown outline]	RÍO GRANDE
[Light green outline]	RÍO SHOCLLA
[Light blue outline]	QUEBRADA SN1
[Light green outline]	QUEBRADA CHACHACOMA
[Light blue outline]	INTERCUENCA SN2

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Black line]	LÍMITE DE PROPIEDAD
[Red dashed line]	LÍMITE DE OPERACIÓN DE YANACOCHA
[Blue line]	RÍOS / QUEBRADAS
[Green outline]	LÍMITE DE ZONA ESTUDIO COMPONENTE HIDRICO
[Red dashed line]	DIVISORIA DE VERTIENTES
[Blue dot]	PUNTOS DE DESCARGA
[Red triangle]	PUNTOS DE CIERRE DE MICROCUENCA

CANAL DE DESCARGA COORDENADAS			
PUNTO DESCARGA	ESTE	NORTE	CANAL
DCLL1	774,021	9,224,868	Canal Llagamarca
DCEC1	772,592	9,224,492	Canal Encajón-Collatán
DCQ1	772,414	9,224,336	Canal Quishuar
DCTU2B	770,636	9,226,254	Canal Tual
DCPTULQ	771,273	9,226,958	Canal Tual

PLANTA
ESCALA 1/85,000

Datum: WGS84 Zona: 17S

		Mapa de descargas de canal	
		FECHA: Octubre, 2020	PROYECTO: Segunda Modificatoria de Estudio de Impacto Ambiental Yanacocha
PREPARADO: DH	DIBUJADO: AAZ	N° PROY.:	Figura 1
REVISADO: EN	APROBADO: GP	YAREA:	
			CLIENTE: Minera Yanacocha S.R.L.

Observación 3

Del ANEXO B.12 MEMORIA DESCRIPTIVA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE MANEJO DE AGUAS, indica: "No se modificarán los volúmenes de vertimiento mínimos aprobados ni se generará ningún compromiso de tratamiento y descarga adicional a lo aprobado en la MEIA Yanacocha y resolución de vertimientos aprobados por la ANA, así como también se mantienen las capacidades de tratamiento de las plantas ya aprobadas". Sin embargo, la información indicada tiene que estar validada con los resultados de los modelos hidrológicos e hidrogeológicos los cuales se encuentran observados; asimismo, se observa en las figuras 11 y figura 12 del SIMA condición actual y propuesta, no se muestran los volúmenes de entradas y salidas; en tal sentido, deberá ser validado los modelos hidrológicos e hidrogeológicos, e indicar que no se modificarán los volúmenes de **vertimiento mínimos aprobados**, caso contrario presentar las medidas ambientales correspondientes; asimismo, presentar los volúmenes en las figuras 11 y figura 12 del SIMA condición actual y propuesta y su descripción respectiva de manera concisa, los cuales tienen que estar acorde a la observación N° 2

Subsanación:

Presenta las figuras 11 y 12 del SIMA (Figuras ANA 3-1 al 3-4) con los valores medios anuales de los volúmenes de entrada y salida del sistema integrado de manejo de agua (SIMA). Estos valores son el resultado del modelo de balance de agua que se implementó para los casos sin y con proyecto; sin embargo, no valida los balances con los resultados de los modelos hidrológicos e hidrogeológicos, los cuales se encuentran observados.

Requerimiento de Información Complementaria:

Deberá validar los balances (etapa sin proyecto, etapa con proyecto) con los resultados de los modelos hidrológico e hidrogeológico; asimismo, en los diagramas indicar las entradas y salidas de agua en l/s y/o m³/día, los cuales tienen que estar acorde a la observación N° 2.

Respuesta:

En el Apéndice ANA 3-1 Diagrama de manejo de agua se presentan los diagramas con valores de flujos en m³/día.

Sobre la validación del balance, el modelo de balance de agua considera todas las instalaciones que producen, conducen, almacenan, tratan y descargan agua y que de alguna forma interactúan con el sistema superficial o subterráneo de agua en Yanacocha. Así hay instalaciones que producen agua acida (por ejemplo, desagüe de los tajos, escorrentías de los depósitos de desmonte, etc.), y otros que tratan, almacenan y descargan agua (plantas AWTP y EWTP; reservorio San José y otros; puntos de descarga controlada (DCP por sus siglas en inglés).

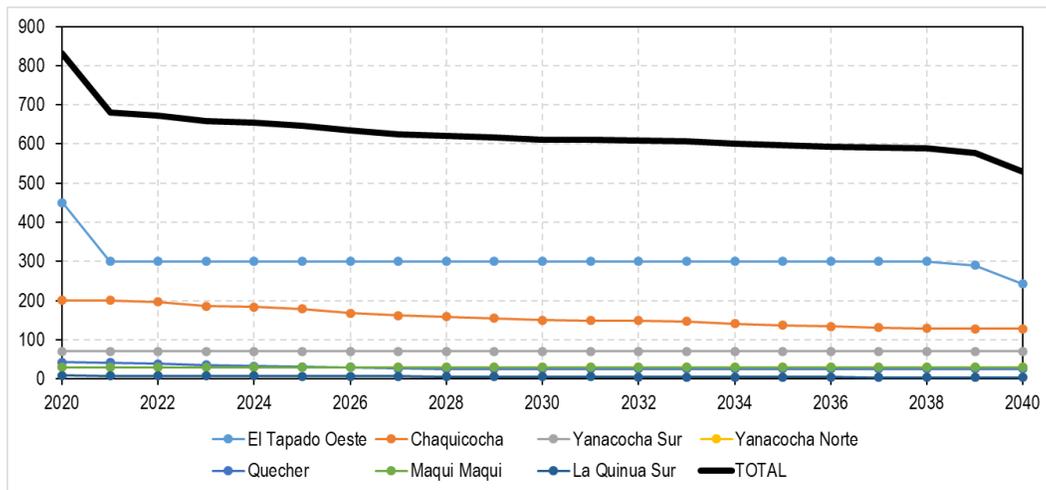
El desarrollo del modelo de balance de agua de Yanacocha tiene como finalidad cuantificar la cantidad de agua que ingresa al sistema integrado de manejo de aguas a través de la interceptación del agua de lluvia con los componentes mineros, y evaluar la capacidad de tratamiento y de almacenamiento temporal de agua para luego descargarla en los puntos de descarga DCP's a fin de cumplir los compromisos ambientales de Yanacocha y devolver los excedentes de agua que posee el sistema.

El modelo de balance de agua fue implementado en 2008 y ha sido actualizado desde entonces incorporando los componentes correspondientes a cada nuevo estudio de impacto ambiental y considerando mejoras operativas del sistema. El modelo de balance de agua se ejecuta en la plataforma de modelación GoldSim, la cual es capaz de implementar elementos generadores de flujo (tajos, depósitos de desmonte, pilas de lixiviación, cuencas naturales, etc.), los elementos que tratan los flujos: plantas de tratamiento de agua ácida (AWTP, por sus siglas en inglés) y planta de tratamiento de agua de exceso (EWTP, por sus siglas en inglés), los elementos que almacenan los flujos (reservorio San José, poza Buffer, pozas de procesos y otras pozas) y elementos que descargan los flujos (puntos de descarga controlada DCP's).

Además, el modelo de balance de agua, en sus diferentes actualizaciones, ha sido utilizado como sustento técnico de instrumentos de gestión ambiental aprobados, tales como: mina subterránea Chaquicocha en 2011; Estudio de Impacto Ambiental para la ampliación de SYE 4 y SYO 3 en 2013; V Modificación del Suplementario Yanacocha Este en 2015; Plan de Manejo de Adecuación de LMP's y ECA's en 2017 y I Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Yanacocha (MEIA Yanacocha) en 2018; la ejecución de todos estos estudios ha mostrado que la plataforma GoldSim, en la que se ha implementado el modelo, es versátil para la simulación del manejo de agua en el proyecto Yanacocha porque permite modificar de acuerdo a los cambios de la operación Yanacocha los sentidos de flujo, las capacidades de tratamiento, la extensión de las áreas de los componentes existentes y la incorporación de componentes nuevos, manteniendo la filosofía del Sistema Integrado de Manejo de Agua (SIMA) de Yanacocha: Colección, Tratamiento y Descarga.

La interacción del modelo operacional (Goldsim) con el modelo hidrogeológico corresponde a la proyección de desagüe para el periodo 2020-2040 según últimas simulaciones del modelo hidrogeológico numérico (ver Gráfico ANA 3-1). Estos flujos corresponden al aporte subterráneo y han sido calibrados en el modelo hidrogeológico. La componente de escorrentía de bancos se adiciona internamente en el modelo GoldSim en función de la condición climática simulada.

Gráfico ANA 3-1: Proyección de desagüe – Caso Sin proyecto



Fuente: MYSRL, 2019.

Por otro lado, las áreas definidas en el modelo hidrológico que corresponden a áreas no disturbadas se ubican aguas abajo del área de operación de Yanacocha (aguas abajo de los DCPs). Por lo cual, no forman parte del modelo de balance integral operacional de Yanacocha (Goldsim) y si se considera para la evaluación de descargas en los puntos de control.

Observación 4

Indica que la UM Yanacocha dentro del área de operaciones cuenta con 18 plantas de tratamiento de agua residuales domésticas (STP) aprobadas, de las cuales 11 se encuentran operativas y siete fuera de servicio o desactivadas. Las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas realizan el tratamiento mediante el proceso de lodos activados bajo modalidad de aireación extendida. Para ello emplea varias etapas: pre-tratamiento; equalización y elevación; aireación; sedimentación secundaria; desinfección; digestión aeróbica y espesamiento de lodos; y deshidratación de lodos. La planta de tratamiento de agua residual doméstica del Km 52 está diseñada para tratar un caudal promedio de 110 m³/día. El diseño de la planta STP Km 52 incluye el proceso de tratamiento biológico mediante cultivo suspendido no cíclico, con nitrificación y desnitrificación, incorporando la eliminación química del fósforo. Todas las aguas tratadas de las plantas STP son reusadas para otras actividades operativas y de mantenimiento de la UM Yanacocha, principalmente en el regado de vías, en proceso industrial, regado de plantaciones forestales, entre otros. Ninguna de las plantas contempla el vertimiento de las aguas tratadas al ambiente; por lo tanto, no presentan puntos de vertimiento. De lo indicado deberá presentar los volúmenes de agua residual a generar en base al número de personas, la dotación de agua por cada etapa del proyecto, presentar un esquema por cada etapa del proyecto de los volúmenes de entradas y salidas acorde a la observación N° 1. Indicar el sistema de tratamiento, la capacidad debido al incremento de trabajadores y eficiencia del tratamiento. Indicar la estructura de almacenamiento, conducción y sistema de distribución de las aguas a reusar, volumen y destino de las aguas del reúso. Para el caso de riego de accesos debe indicar el área, volumen a emplear y frecuencia de riego. Para el caso de riego de áreas verdes indicar las especies que se han considerado cultivar, el área a regar, frecuencia de riego y volumen a reusar (m³/año). Además, indicar los puntos de control, el tratamiento previo debe garantizar el cumplimiento de los parámetros establecidos por el sector (LMP), los parámetros indicados en las Directrices recomendadas sobre la calidad microbiológica de las aguas residuales a emplearse en agricultura de la OMS y presentar tabla resumen de la evaluación de la calidad de las aguas de reúso, la cual deba contener los parámetros a evaluar, normativa de comparación y frecuencia de monitoreo.

Subsanación:

Indica que para la etapa de construcción se espera generar 9.3 m³/día de agua tratada, que corresponde a la demanda diaria de agua potable. Al comparar este flujo con la capacidad de tratamiento de la planta de STP del Km 52 que es de 110 m³/día, se observa que no se requiere una capacidad adicional de tratamiento de agua residual para la etapa de construcción.

En el caso de la etapa de operación, se considera mantener la misma cantidad de personas que se encuentran actualmente en la operación, así los volúmenes de agua residual doméstica no se incrementarán con respecto a los valores actuales ni se requerirá capacidad adicional de tratamiento.

Por otro lado, durante la etapa de cierre, se espera que la demanda de agua potable para uso doméstico vaya disminuyendo paulatinamente conforme van cerrando los componentes de la Unidad Minera Yanacocha. Así, la demanda de agua potable disminuirá y por lo tanto el agua residual para tratamiento también disminuirá. De la información presentada no indica la cantidad de personas para la etapa de operación y cierre, la dotación de agua y la generación de agua residual por cada etapa del proyecto.

Requerimiento de Información Complementaria:

Presentar la cantidad de personas para la etapa de operación y cierre, la dotación de agua y la generación de agua residual por cada etapa del proyecto, acordes a la observación N° 1. Asimismo, se reitera indicar el sistema de tratamiento, la capacidad debido al incremento de trabajadores y eficiencia del tratamiento. Indicar la estructura de almacenamiento, conducción y sistema de distribución de las aguas a reusar, volumen y destino de las aguas del reúso. Para el caso de riego de accesos debe indicar el área, volumen a emplear y frecuencia de riego. Para el caso de riego de áreas verdes indicar las especies que se han considerado cultivar, el área a regar, frecuencia de riego

y volumen a reusar (m³/año). Además indicar los puntos de control, el tratamiento previo debe garantizar el cumplimiento de los parámetros establecidos por el sector (LMP), los parámetros indicados en las Directrices recomendadas sobre la calidad microbiológica de las aguas residuales a emplearse en agricultura de la OMS y presentar tabla resumen de la evaluación de la calidad de las aguas de reúso, la cual deba contener los parámetros a evaluar, normativa de comparación y frecuencia de monitoreo.

Respuesta:

La cantidad de personas para la etapa de operación y cierre, así como la dotación de agua se presenta en la respuesta a la observación 01. La generación de agua residual se considera el 80% del consumo de agua, bajo esta premisa se presenta en la Tabla ANA 4-1, Generación de agua residual por etapa.

Tabla ANA 4-1, Generación de agua residual por etapa

Etapa	Personal	Agua residual	Plantas
Construcción	90 personas sector La Quinua	Total: 7.44 m ³ /día	WSTP52, STP2, YNTSTP, YSTP, STPLQ, STP37 - 1, STP37 - 2, STP37 - 3, STP37 M, STPON1, STPGM2 Capacidad: 32.4 m ³ /día
	121 personas en las dos áreas de las plantas de proceso		
Operación	400 personas	Total: 32 m ³ /día	
Cierre	136 personas	Total: 10.88 m ³ /día	

Las ubicaciones y autorizaciones de estas plantas se indica en la Tabla 2.12.3.1-1 de la Sección 2.0 Descripción del Proyecto.

Los sistemas de tratamiento de agua potable se presentan en la observación 1. Asimismo, la cantidad de trabajadores para la etapa de operación es de 400 trabajadores, se mantiene; por lo cual no se considera un incremento de capacidad.

El sistema del tratamiento de aguas residuales domésticas se muestra en la observación 1, donde se indica como estructura de almacenamiento la poza de operación. De dicha poza, La conducción del reuso para riego de vías de acceso se realiza mediante camiones que distribuyen el agua a cada zona.

Se cuenta con permisos de reúso, tal como se muestra en la siguiente Tabla ANA 4-2, *Listado de autorizaciones de reuso*, considerando que se reusa la totalidad del tratamiento de las aguas residuales domésticas, es decir hasta 32.4 m³/día.

Tabla ANA 4-2, Listado de Autorizaciones de reuso

Permiso	Documento
Autorización de Reúso de Aguas Residuales Tratadas provenientes de la planta de tratamiento "Campamento de Maqui Maqui MSTP"	R.D. N° 0026-2011-ANA-DGCRH
Autorización de Reúso de Aguas Residuales Tratadas provenientes de la planta de tratamiento "Campamento Talleres Yanacocha Norte"	R.D. N° 0142-2012-ANA-AAA VI MARAÑON
Autorización de Reúso de Aguas Residuales Tratadas provenientes de la planta de tratamiento STP2-Campamento Pampa Larga	R.D. N° 0232-2012-ANA-AAA VI MARAÑON
Autorización de Reúso de Aguas Residuales Tratadas provenientes de la planta de tratamiento "Campamento STP52"	Informe N° 004-2013-ANA-DGCRH/GAR
Autorización de Reúso de Aguas Residuales Tratadas provenientes de la planta de tratamiento "Campamento STP KM 46"	R.D. N° 580-2013-ANA-AAA VI M
Autorización de Reúso de Aguas Residuales Industriales Tratadas Provenientes del Complejo de Plantas de tratamiento de aguas industriales para fines agrícolas, riego de jardines y riego de vías de acceso y para el control del polvo.	R.D. N° 691-2013-ANA-AAA VI M
Renovación de Autorización de Reúso de Aguas Residuales Domésticas Tratadas proveniente del Campamento KM24.5 de la Planta STPON1	R.D. N° 929-2014-ANA-AAA-M
Renovación de Autorización de Reúso de Aguas Residuales Domésticas Tratadas proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas STPHY del Campamento Garita Huandoy	R.D. N° 1287-2014-ANA-AAA-JZ-V
Autorización de Reúso de Aguas Residuales Domésticas Tratadas proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas STPHY del Campamento Garita Huandoy	R.D. N° 408-2012-ANA-AAA-JZ-V
Modificación de autorización de reúso de aguas residuales industriales tratadas en el complejo de tratamiento de las operaciones mineras Yanacocha Norte, La Quinua y Carachugo, ubicado en el distrito La Encañada, provincia y región Cajamarca.	Resolución Directoral N° 0586-2012-ANA- AAA VI MARAÑON

Las autorizaciones también permiten el reúso para actividades operativas y de mantenimiento de la UM Yanacocha, principalmente en el regado de vías, en proceso industrial, regado de plantaciones forestales, entre otros. Ninguna de las plantas contempla el vertimiento de las aguas tratadas al ambiente; actualmente su principal uso es para riego de vías de acceso para control de polvos, no se cuenta con riego de áreas verdes.

La descarga de la planta STP 52 se dirige hacia la poza muñeca, de donde se deriva para el riego de vías de acceso con una frecuencia interdiaria.

Las descargas de las plantas residuales domésticas se reúsan para la operación, no hay descargas al medio ambiente, por lo cual no se consideran puntos de control.

La normativa relacionada a los efluentes de agua tratada corresponde para la descarga a fuentes naturales, sin embargo, estos efluentes son dispuestos como aguas de reúso para riego de vías, Estos efluentes cuentan con un monitoreo continuo a la salida de las plantas STP, donde se evalúan los parámetros de pH, Temperatura, turbiedad, O₂, SSED y Cl res. Las mediciones se realizan a nivel diario, y en el adjunto se presenta el resumen de los estadísticos de cada planta.

Observación 7

En relación a la temperatura, el estudio señala que el análisis y tratamiento de los datos para cada una de las estaciones, se presenta en el Apéndice D (Estudio Climatológico). Sin embargo, este documento carece de la metodología de cómo fueron contrastados e integrados las estaciones locales con las estaciones regionales, asimismo, el análisis de consistencia de datos (saltos y tendencias, periodos de análisis, así como los estadísticos de significancia). Además, carece del análisis metodológico de la completación y extensión de datos. Pero, concluye en una relación de Temperatura – Elevación: $T = -0.0059 \text{ Elevación} + 29.945$ ($R^2 = 0.99$), por lo que deberá presentar lo requerido.

Subsanación:

El estudio presenta dos grupos de estaciones de temperatura: 06 regionales (A. Weberbauer, Granja Porcón, Bambamarca, La Encañada, Llapa y Magdalena) con periodos de registro que varían de 16 hasta 54 años y 06 locales (Maqui Maqui, Carachugo, Yanacocha, Km24, Chailhuagón y Huayramachay) con periodos de registro de 10 hasta 15 años, para desarrollar las estadísticas básicas anuales y la relación temperatura vs elevación. Sin embargo, carecen de los análisis solicitados.

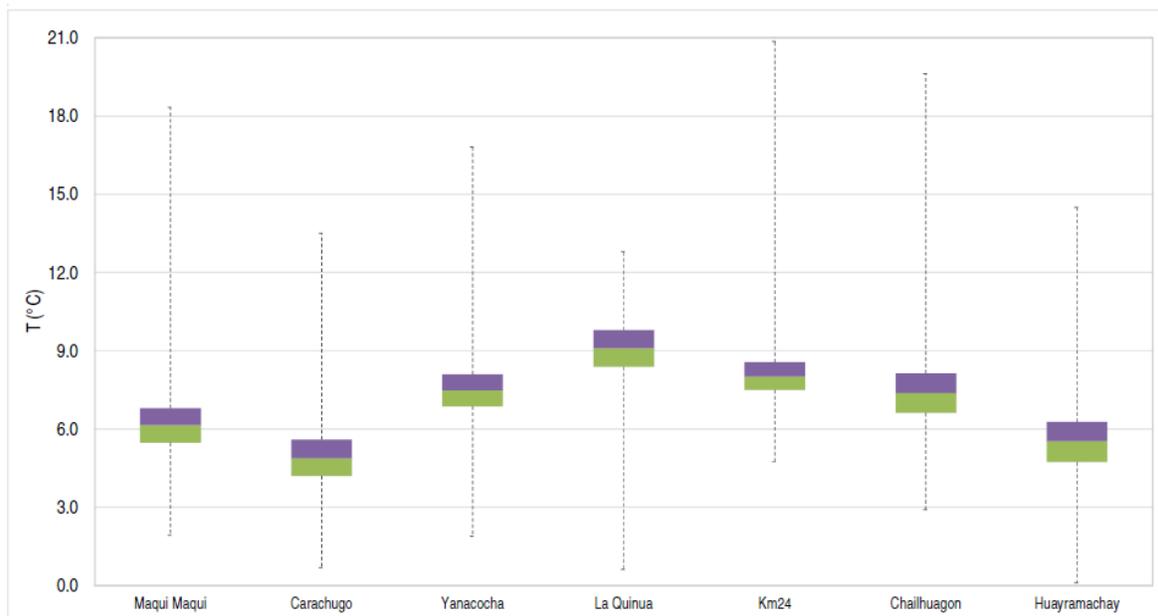
Requerimiento de Información Complementaria:

Se reitera presentar la metodología de cómo fueron contrastados e integrados las estaciones locales con las estaciones regionales, asimismo, el análisis de consistencia de datos (saltos y tendencias, periodos de análisis, así como los estadísticos de significancia). Además, presentar el análisis metodológico de la completación y extensión de datos.

Respuesta:

La caracterización del comportamiento de la temperatura se basa en la metodología publicada por el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe (PHI-LAC N°3, 2006). El estudio mencionado recomienda realizar un Análisis Exploratorio de Datos (AED), a fin de verificar las relaciones entre variables; éste comprende visualización de gráficos estadísticos, y la detección de valores atípicos de los registros históricos. En ese sentido, la Grafica ANA 7-1 presenta el AED, del tipo Gráfico de Cajas, para la temperatura promedio en las estaciones locales.

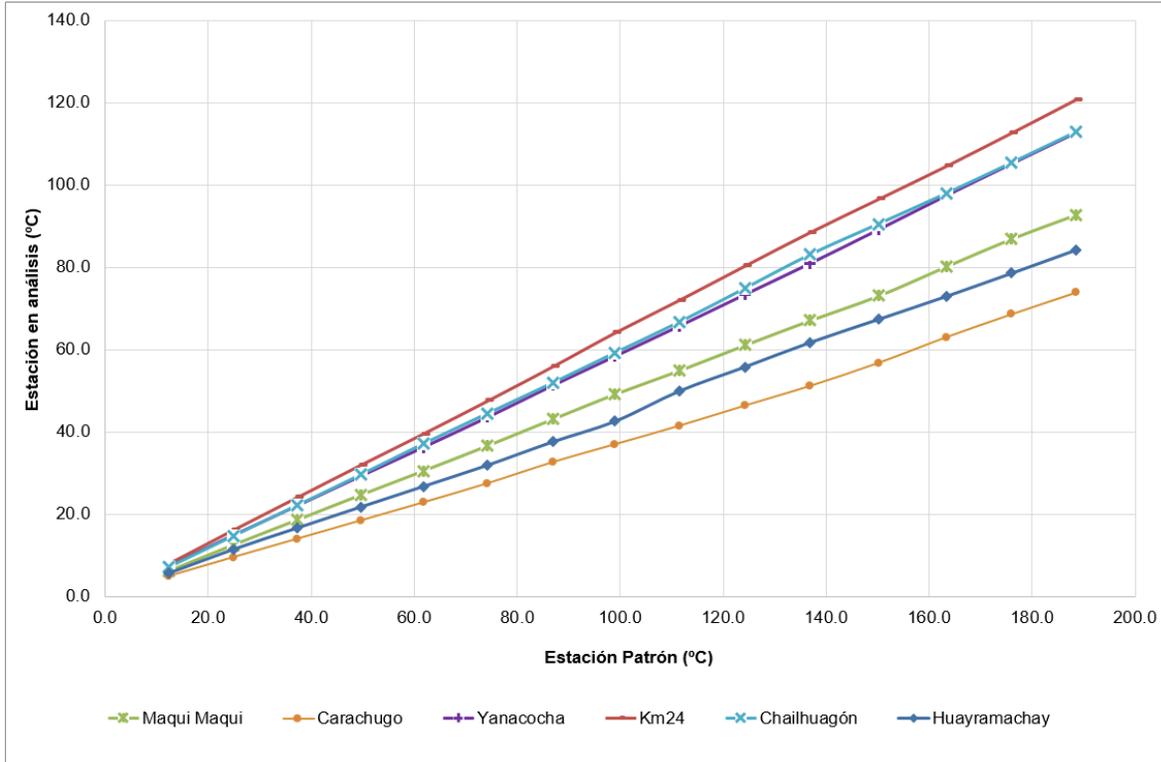
Gráfico ANA 7-1: Gráfico de Cajas para la temperatura diaria en estaciones locales



En cuanto a la consistencia de los datos de las estaciones locales a las microcuencas de interés, debido a ser un parámetro estable, se realizó de manera visual.

No obstante, se presenta el análisis con la técnica Curva Doble Masa (CDM) a nivel anual, donde se seleccionó el promedio de las estaciones regionales como estación patrón o confiable para el periodo 2004 – 2018, en donde los registros históricos de las estaciones analizadas se presentan completas al 99%; en estaciones con falta de datos se completó con valores del promedio anual. En el Gráfico ANA 02 se presenta el análisis de saltos por CDM.

Gráfico ANA 7-2: Análisis de consistencia para la temperatura media



Del gráfico anterior se observa que las series históricas no presentan saltos o cambios bruscos de pendiente, con respecto a la estación índice; por ello se reitera que el parámetro de Temperatura es una variable estable en el tiempo.

El análisis de homogeneidad de la temperatura promedio anual, en concordancia con la completitud de datos disponible en las estaciones (periodo 2004 – 2018), se realiza con la técnica de tendencias en el software TREND, el cual contiene pruebas estadísticas basadas en recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial (WMO, siglas en inglés).

En la Tabla ANA 7-1 se presenta el resumen de resultados del análisis de homogeneidad, donde se observa que para algunas estaciones se identifica una tendencia, lo cual coincide con el análisis realizado en la sección 3.12 Evaluación del cambio climático del anexo D, donde se observa que la tendencia en la temperatura es una condición regional que puede ser relacionada con los efectos de cambio climático. Por lo cual no se realiza cambios en los registros por tendencia.

Tabla ANA 7-1: Análisis de homogeneidad para la temperatura media

Estaciones Climáticas	Presencia de Tendencia			Prueba en la Media		
	Mann-Kendall	Spearman's Rho	Linear regression	Rank Sum	Student's t	Año de quiebre
A. WEBERBAUER	NS	NS	S (0.05)	NS	NS	2012
BAMBAMARCA	NS	NS	NS	NS	NS	2014
GRANJA PORCON	NS	NS	S (0.05)	NS	NS	2011
LA ENCAÑADA	NS	NS	NS	S (0.05)	NS	2013

Estaciones Climáticas	Presencia de Tendencia			Prueba en la Media		
	Mann-Kendall	Spearman's Rho	Linear regression	Rank Sum	Student's t	Año de quiebre
LLAPA	NS	NS	NS	NS	NS	2013
CARACHUGO	NS	NS	NS	NS	NS	2014
KM 24	NS	S (0.05)	NS	S (0.05)	NS	2011
MAQUIMAQUI	NS	NS	NS	NS	NS	2015
YANACUCHA	NS	NS	S (0.05)	NS	NS	2012
CHAILHUAGON	NS	NS	NS	NS	NS	2011
HUARAMACHAY	NS	S (0.05)	NS	S (0.05)	NS	2011

Observación 8

En relación a la precipitación, el estudio presenta como más representativas a las estaciones de Carachugo, Maqui Maqui, Yanacocha y La Quinua. Sin embargo, también carece de la contrastación e integración de la estación La Quinua con la estación Negritos que se encuentran muy cercanos. De otro lado, carece de definición de regiones homogéneas de precipitación y sus respectivos estadísticos de ajuste, ya que la regionalización es vital para la completación y extensión de datos pluviométricos, los cuales tampoco se presenta. Asimismo, falta el análisis de consistencia (saltos y tendencia) de la información utilizada. Sin embargo, presentan la relación Precipitación – Elevación: PMA (mm) = 0.373 Elevación – 179.14 (R2= 0.753), por lo que deberá presentar lo requerido.

Subsanación:

Para el análisis de la región homogénea el estudio utiliza 09 estaciones pluviométricas y presenta el siguiente cuadro de estadísticas:

Tabla ANA 8-1: Estadísticas del vector regional de la zona de estudio

Id Estación	No Años	D.E. Obs.	Coef. Variación	D.E. Desvíos	Correl. /Vector
A. WEBERBAUER	34	127.0	0.192	0.091	0.885
BAMBAMARCA	34	128.3	0.169	0.084	0.877
CARACHUGO	25	252.3	0.181	0.121	0.752
ENCAÑADA	21	104.4	0.109	0.094	0.721
LA QUINUA	20	277.1	0.193	0.123	0.798
LLAPA	34	203.3	0.208	0.120	0.812
MAQUIMAQUI	23	271.9	0.224	0.128	0.864
Q. HONDA	13	213.8	0.210	0.083	0.895
YANACOCCHA	20	331.7	0.237	0.165	0.757

Sin embargo, en la generación del mapa de isoyetas utiliza 13 estaciones pluviométricas, como se puede observar en la Figura 3.2.1.4-2 Mapa de Isoyetas. Por lo que no explica como las cuatro (04) estaciones pluviométricas restantes fueron completadas y extendidas, si no pertenecen a la región homogénea, además carecen de análisis de consistencia.

De otro lado, toda la información pluviométrica carece del capítulo de completación y extensión de datos.

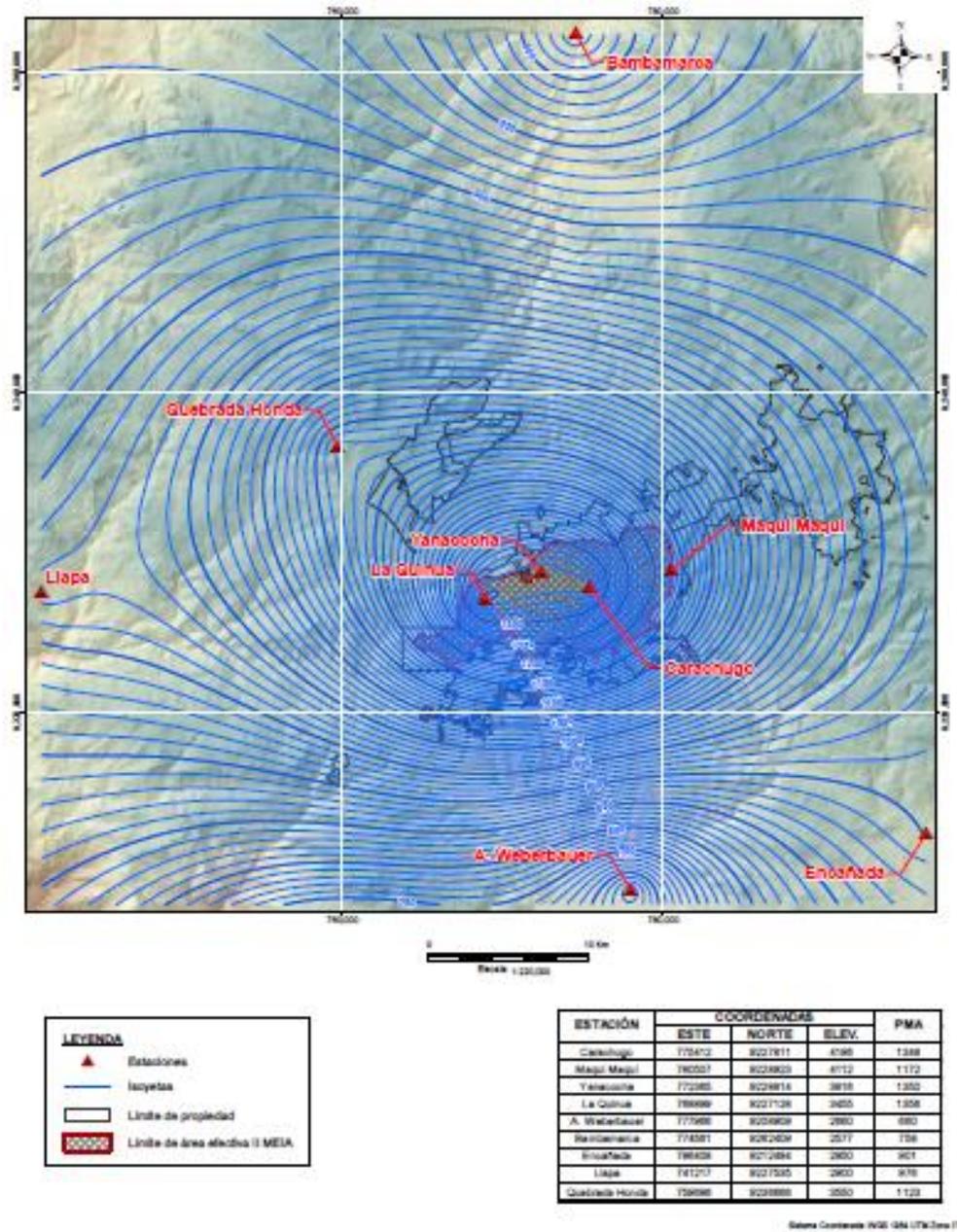
Requerimiento de Información Complementaria:

Deberá indicar como las cuatro (04) estaciones pluviométricas restantes fueron completadas y extendidas, si no pertenecen a la región homogénea, y presentar el análisis de consistencia. Asimismo, presentar el capítulo de completación y extensión de datos.

Respuesta:

Para la caracterización de la precipitación se ha considerado las estaciones seleccionadas por el Vector Regional. Por lo tanto, se procede a actualizar la Figura ANA 8-1 Mapa de Isoyetas con estaciones seleccionadas.

Figura ANA 8-1 Mapa de Isoyetas con estaciones seleccionadas



La completación y extensión de los registros de precipitación para el periodo 1985 – 2018 está descrita en la sección 3.2.1 del Anexo D, en la cual se emplea índices del vector regional: índices anuales para una primera completación de las series; y posteriormente la obtención de datos a nivel mensual en proporción a la distribución mensual en cada estación.

Observación 12

Con respecto a caudales máximos y avenidas estimadas en cada uno de las microcuencas para distintos periodos de retorno el estudio señala que se usó el modelo hidrológico HEC-HMS con el método del número de curva (CN), por lo que, se requiere presentar la metodología y los procesos de la obtención del CN y demás parámetros de entrada, asimismo, presentar la conceptualización del sistema hidrológico.

Subsanación:

El estudio señala que, del antecedente del mapa temático de la Curva Número estimado por ANA, que muestra que el Número de Curva usado en la simulación de caudales de avenida para la zona de estudio (CN=84), se encuentra en el rango estimado por la ANA. Sin embargo, sigue faltando la conceptualización del sistema hidrológico y las variables de entrada.

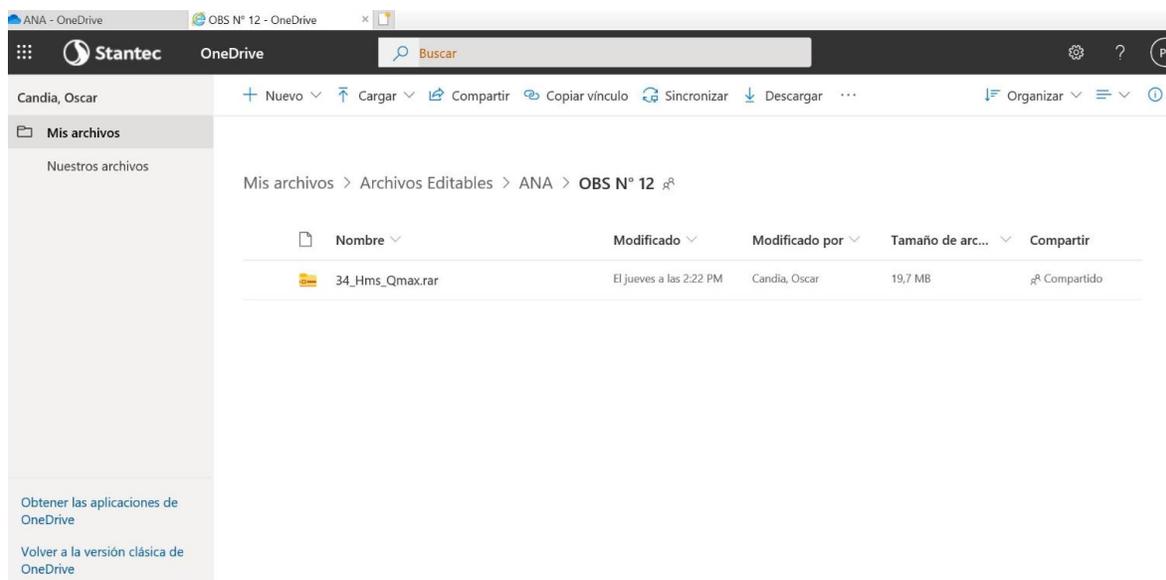
Requerimiento de Información Complementaria:

Presentar la conceptualización del sistema hidrológico y las variables de entrada, adjuntar los archivos digitales para validar la información.

Respuesta:

En el apéndice ANA 12-1, Metodología se presenta la metodología correspondiente al método SCS número de curva (EM 1110-2-1417 US Army FLOOD-RUNOFF ANALYSIS).

Asimismo se va a compartir un link de one drive en el cual se muestra los archivos en formato nativo, a continuación se muestra el print screen el archivo que se ha subido.

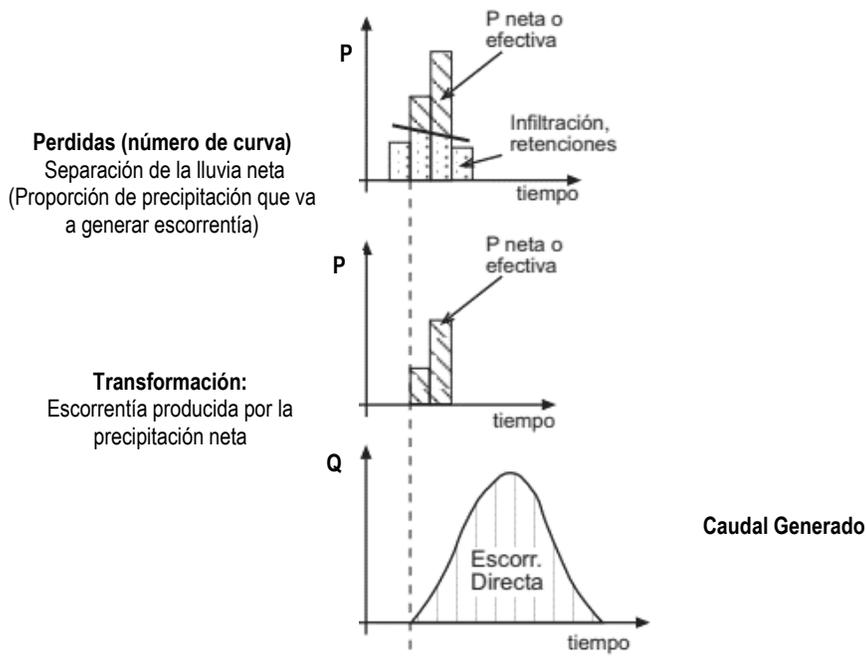


Los caudales máximos en cada uno de los puntos de interés se estimaron usando el modelo hidrológico HEC-HMS. Para estimar las pérdidas se empleó el método del número de curva del Natural Resources Conservation Services de los Estados Unidos de América (ex Soil Conservation Service). En la Tabla ANA 12-1 se muestra el área de contribución de la quebrada hasta su confluencia el punto de interés y los parámetros de entrada al modelo.

Tabla ANA 12-1: Parámetros de entrada al modelo HEC-HMS

Microcuenca	DATOS DE CUENCA					
	Cuenca Tributaria	Área (km ²)	CN	i	Log Time	
				%	hrs	min
Quebrada Honda	H1	13.35	84	6.2	1.15	68.7
	H2	12.62	84	6.0	1.62	97.4
Río Azufre	A1	19.80	84	6.0	1.73	103.7
	A2	4.05	84	12.0	0.51	30.9
	A3	0.81	84	10.9	0.12	7.1
Quebrada Saccha	Saccha	4.87	84	10.4	0.60	36.1
Río San José	Sa José	10.40	84	7.2	1.57	94.0
Río Grande	G1	7.80	84	5.1	1.13	68.0
	G2	5.19	84	9.1	0.93	56.1
	G3	14.51	84	13.6	0.72	42.9
Río Shoclla	R1	27.96	84	6.2	1.66	99.7
	R2	4.32	84	7.4	0.94	56.4
	R3	1.89	84	11.4	0.15	8.9
Quebrada SN1	SN1	1.67	84	20.0	0.31	18.5
Quebrada Chachacoma	QCHA	3.74	84	11.5	0.69	41.3
Inter cuenca SN2	SN2	1.66	84	21.4	0.19	11.6

Para determinar los caudales máximos el esquema utilizado en el HEC-HMS, es el siguiente:



Para estimar los caudales máximos se utilizó:

- Se usaron las precipitaciones máximas en 24 horas estimadas para las estaciones Carachugo y La Quinua en el estudio Climatológico elaborado por WSP (2019); estas precipitaciones se muestran en la Tabla ANA 12-2. Para las microcuencas ubicadas en el sector Este (Quebrada Honda, Río Azufre, Quebrada La Saccha y Río San José) se utilizaron los datos de precipitación de la estación Carachugo, y para las microcuencas ubicadas en el sector Oeste (Río Grande, Río Shoclla, Qda Chachacoma, Quebrada SN1 e Intercuenca SN2) se utilizaron los datos de la estación La Quinua.

Tabla ANA 12-2: Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)

TR (años)	Carachugo	La Quinua
1000	128.0	175.0
500	119.5	162.5
200	108.4	145.9
100	99.9	133.3
50	91.4	120.7
20	80.0	103.8
10	71.3	90.8
5	62.1	77.3
2	48.3	56.8

Fuente: Elaboración propia.

- Para distribuir la precipitación se utilizó el hietograma de tormenta tipo II, típico de zonas montañosas (NRCS), y el hidrograma unitario del NRCS.

De manera esquemática, en las figuras ANA 12-1 a ANA 12-4 se muestran las áreas de aporte a cada punto de interés.

Figura ANA 12-1: Microcuenca Quebrada Honda

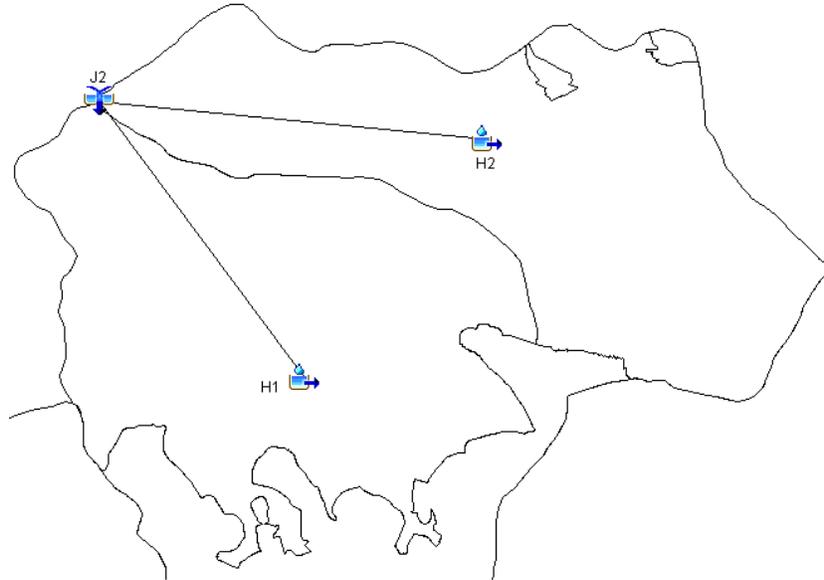


Figura ANA 12-2: Microcuenca Quebrada Azufre

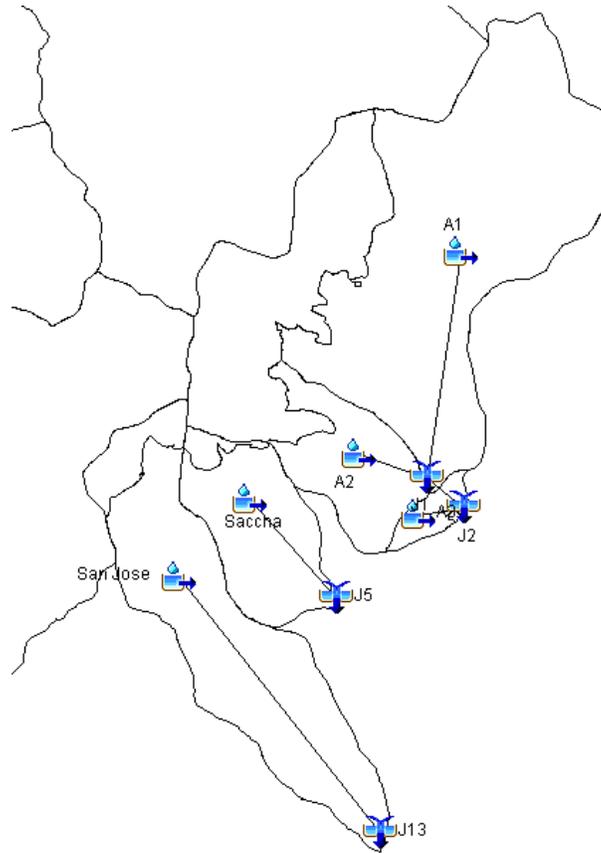


Figura ANA 12-3: Microcuenca Río Grande

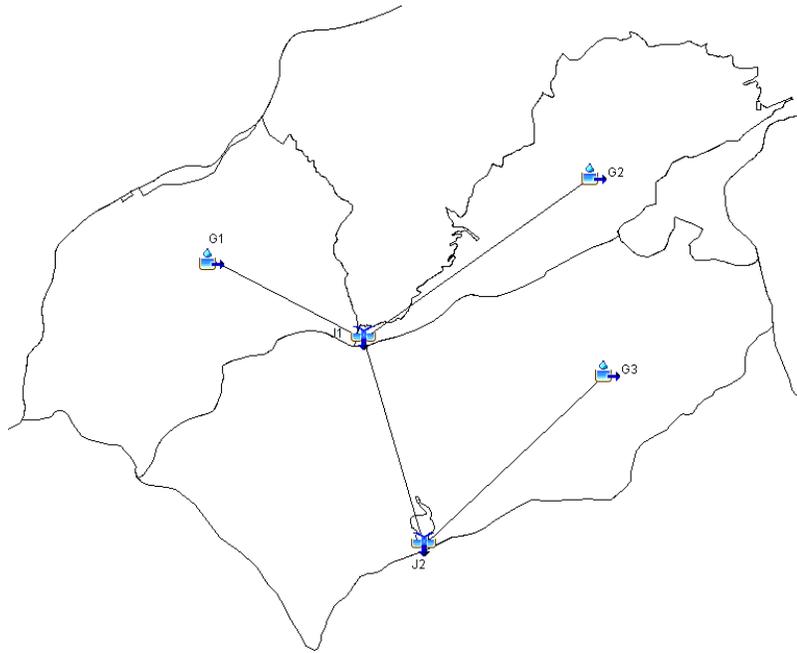
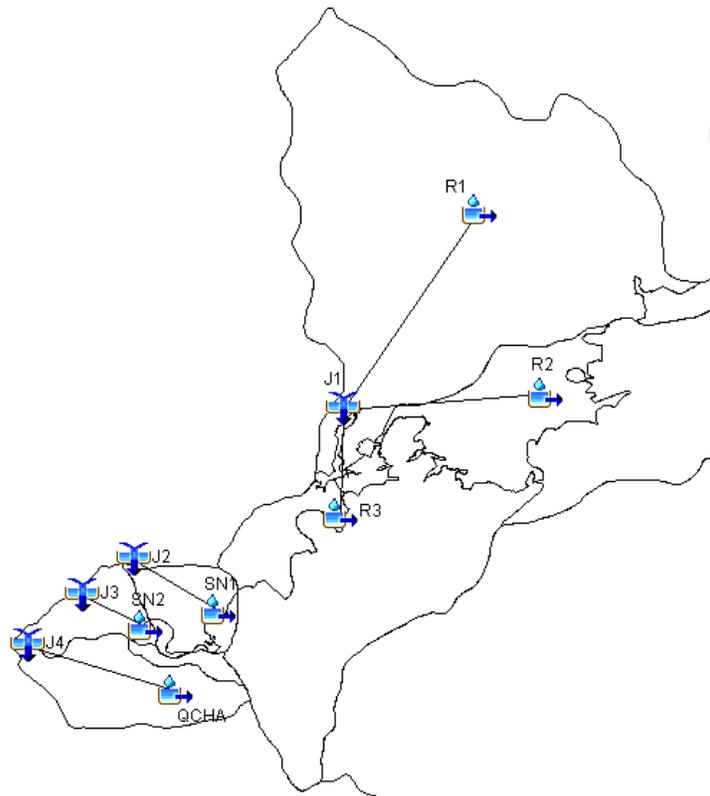


Figura ANA 12-4: Microcuenca Río Rejo



Observación 13

Con respecto al inventario de las fuentes naturales de aguas superficiales, el estudio solo presenta una lista de manantiales y filtraciones. Sin embargo, según la normativa vigente, exige que dicho inventario se desarrolle por cada unidad hidrográfica para las diferentes fuentes hídricas tales como ríos, quebradas, humedales, lagunas, manantiales y bofedales, existentes en el Área de Influencia Ambiental. Tomar en cuenta la Guía para realizar inventarios de fuentes naturales de agua superficial aprobada con Resolución Jefatural N°319-2015-ANA y adjuntar los archivos digitales para validar la información.

Asimismo, en el inventario de fuentes de agua realizado para la presente II MEIA solo se realizaron 2 campañas época seca y época húmeda (mayo 2019). Se requiere conocer la evolución histórica respecto a los caudales de los manantiales y filtraciones para ver su variación y evolución; en tal sentido, el administrado deberá presentar inventarios de manantiales y filtraciones desde inicios del proyecto a la fecha para observar la evolución histórica de la cantidad de agua de los manantiales de la zona del proyecto.

Subsanación:

El estudio señala que, se ha desarrollado el inventario de fuentes hídricas, identificándose un total de 226 fuentes de agua, de las cuales 6 son ríos (3.1%), 172 quebradas permanente e intermitentes (89.6%) y 14 lagunas (7.3%), tal como se muestra en la Figura ANA 13-1, Mapa de Fuentes de Agua Superficial. Sin embargo, carece del inventario de bofedales y/o humedales por cada unidad hidrográfica.

Aclara que Yanacocha ejecuta de manera interna el monitoreo de manantiales, se precisa que recién como parte del plan de vigilancia ambiental aprobada en la I MEIA Yanacocha (R.D. N° 00049-2019-SENACE-PE/DEAR) de fecha 07 de marzo de 2019, se incluyó el programa de monitoreo de manantiales ubicadas en el área de influencia del Proyecto y por ende el compromiso de reportarlas de manera semestral al Ministerio de Energía y Minas.

Requerimiento de Información Complementaria:

Del inventario de manantiales deberá proponer un monitoreo continuo (una medición semanal) del caudal de los manantiales más representativos, ya que son los cuerpos de agua que muestran cambios ante una afección a los acuíferos; esto tiene que estar indicado en el programa de monitoreo y presentar el inventario de manantiales en un plano indicando los componentes del proyecto y el área de influencia ambiental.

Respuesta:

En referencia a la observación, se aclara y precisa a la Autoridad lo siguiente:

1. Con la finalidad de dar continuidad al planteamiento de estaciones de muestreo de manantiales y filtraciones aprobados en la I MEIA Yanacocha, en el epígrafe 6.2.2.9 (*Monitoreo de Manantiales y Filtraciones*) de la Sección 6, *Estrategia de Manejo Ambiental* de la presente II MEIA Yanacocha, **se presenta las estaciones a ser consideradas, las cuales cumplen con criterios de representatividad y están en relación a los componentes sujetos a la II MEIA Yanacocha.**
2. Es importante mencionar, que como parte de la identificación y evaluación de impactos por los componentes sujetos a la presente II MEIA Yanacocha, **se ha desestimado algún impacto sobre los recursos hídricos subterráneos, descartándose algún impacto directo a nivel hídrico referido al desecamiento de los humedales por rebajamiento de la napa freática en caso éstos se encuentren conectados al acuífero**, ya que de acuerdo con los resultados obtenidos en el modelo hidrogeológico numérico (WSP, 2020), no se ha previsto descensos de los niveles piezométricos (isodescensos) por las actividades propuestas en la II MEIA (incluyendo la explotación del Tajo Chaquicocha y Chaquicocha Subterráneo); **por tanto, no se afectaría ninguna zona de ecosistema frágil.**

3. Sobre la frecuencia de muestreo continuo de caudal, se menciona las siguientes precisiones descritas en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial (aprobado R.J. N° 010-2016-ANA):
- En el ítem 6.6, *Frecuencia de Monitoreo*, se menciona que la frecuencia de monitoreo se establece para medir los cambios sustanciales en la calidad del recurso hídrico, las cuales de acuerdo a la II MEIA, estarían influenciadas por i) estacionalidad de la cuenca, ii) variabilidad del proceso productivo, iii) ocurrencia de eventos extraordinarios, entre otros.
 - En el Anexo VI se establece la frecuencia de monitoreo establecida en las normas ambientales sectoriales. De acuerdo a ello, para el sector minería la frecuencia del monitoreo se define únicamente en relación al caudal del efluente.

En base a las precisiones anteriores y teniendo en cuenta que los manantiales son puntos o áreas aflorantes de las aguas subterráneas y que la **fluctuación del caudal de un manantial depende de la recarga, descarga, variación de niveles y parámetros hidrogeológicos del acuífero** y considerando **que no habría afectación de la misma como parte de los componentes sujetos a la II MEIA Yanacocha, se mantiene la definición de la frecuencia de manera semestral**, la cual está acorde a la estacionalidad (temporada húmeda y seca).

Observación 14

En la obtención de las ofertas hídricas mediante un modelo hidrológico, el modelo carece de fundamentos para su construcción, no presenta la conceptualización numérica e integración de cada uno de los procesos hidrológicos; asimismo, no presenta los parámetros de ajuste del modelo hidrológico. Por lo tanto, se requiere presentar el modelo conceptual parametrizado y numérico en formato digital para su respectiva verificación, ya que, el estudio señala que se implementó un modelo hidrológico usando el programa HEC-HMS, sin embargo, los procesos fueron simulados mediante el modelo Soil Moisture Accounting (SMA).

Subsanación:

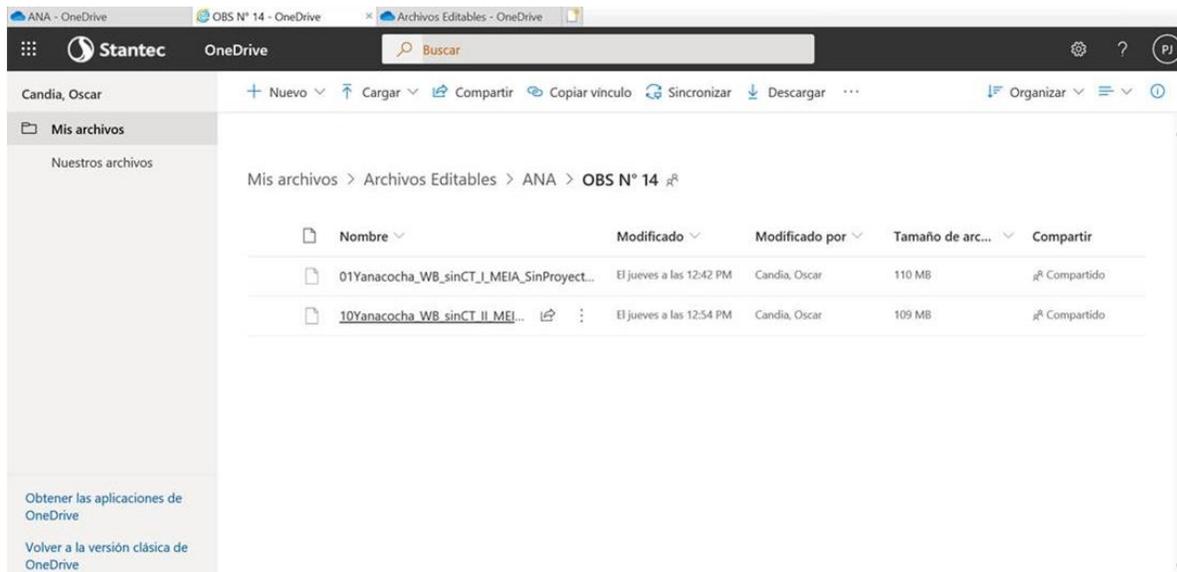
El estudio señala que, la evaluación de la oferta hídrica las áreas no disturbadas, ha sido establecida mediante la aplicación del modelo Soil Moisture Accounting (SMA) ejecutado en la plataforma GoldSim. Por lo tanto, presenta los componentes de flujo, componentes de almacenamiento y conceptualización numérica. Sin embargo, se solicitó la implementación del modelo SMA en GoldSim (es decir, conceptualización hidrológica, parametrización e integración de procesos). Además, el esquema del Modelo Hidrológico Implementado (Figura 3.2.3.2-1) carece de leyenda.

Requerimiento de Información Complementaria:

Presentar la implementación del modelo SMA en GoldSim (conceptualización hidrológica, parametrización e integración de procesos). Además, presentar la leyenda del esquema del Modelo Hidrológico Implementado de la Figura 3.2.3.2-1. Adjuntar los archivos digitales para validar la información.

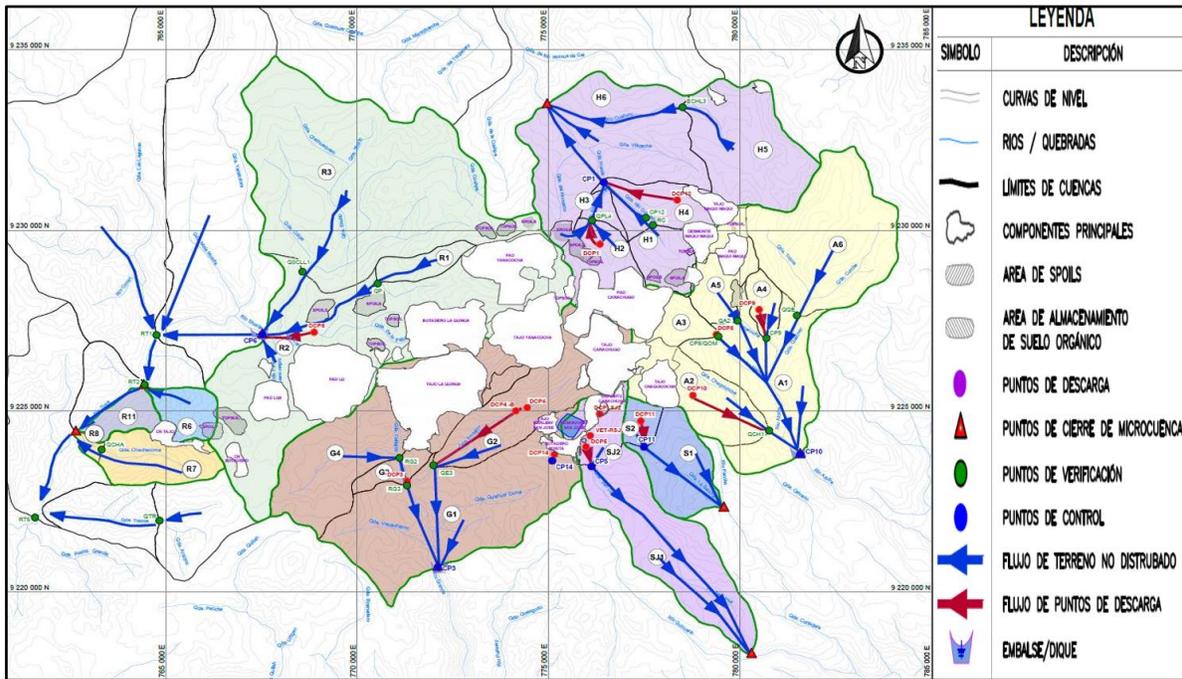
Respuesta:

Se va a compartir un link de one drive en el cual se muestra los archivos en formato nativo de la implementación del modelo SMA en GoldSim, a continuación se muestra el print screen de cada archivo que se ha subido.



Asimismo se presenta la leyenda de la Figura 3.2.3.2-1 Esquema del Modelo Hidrológico (Ver Figura ANA 14-1) del ítem 3.2.3.2 Hidrología de la Sección de la Línea Base ambiental.

Figura ANA 14-1 Esquema de Modelo Hidrológico Implementado (SMA – HEC HMS)



Observación 15

El estudio carece del proceso de calibración y validación del modelo hidrológico continuo utilizado, así como el valor de sus parámetros óptimos de ajuste, asimismo, carece de los criterios estadísticos de ajuste debido a registros de mediciones puntuales disponibles. Por lo tanto, se sugiere optar por un modelo hidrológico a paso de tiempo mensual, que tiene menos parámetros de ajuste para su comprensión; adjuntar los archivos digitales para validar la información.

Subsanación:

El estudio señala que, el periodo de calibración y validación fue fijado en función del traslape entre datos de precipitación y caudal, fijándose entre enero 2004 y noviembre del 2018 para todas las microcuencas. Sin embargo, no define el periodo de calibración y validación. De otro lado, presenta el resumen de estadísticos (MSE y RMSE) de calibración a nivel diario y mensual, los cuales son estimados con pocos registros observados.

Requerimiento de Información Complementaria:

Presentar por lo menos un estadístico de eficiencia y los diagramas de los hidrogramas simuladas y observadas.

Respuesta:

Los parámetros del modelo hidrológico SMA fueron calibrados en el periodo enero 2004 a junio 2014; y la validación del modelo se realizó para el periodo julio 2014 a noviembre 2018.

La Tabla ANA 15-1, Resumen de estadísticos de calibración a nivel diario muestra los estadísticos de la calibración a nivel diario a partir de los registros de mediciones puntuales en las cuencas de interés donde se observan los estadísticos de eficiencia de Schultz, MSE y RMSE.

Tabla ANA 15-1: Resumen de estadísticos de calibración a nivel diario

Micro cuenca	Fase	Tipo de Dato	Promedio	percentil 50	máximo	N° datos	Schultz	MSE	RMSE
Quebrada Honda	Calibración	Simulado	0.061	0.055	0.103	46	0.81	0.04	0.49
		Observado	0.087	0.085	0.180				
	Validación	Simulado	0.066	0.059	0.189	58	6.36	0.02	0.26
		Observado	0.073	0.070	0.132				
Río Azufre	Calibración	Simulado	0.255	0.261	0.426	45	10.79	0.14	0.49
		Observado	0.275	0.211	0.800				
	Validación	Simulado	0.373	0.352	0.519	10	21.45	0.18	0.82
		Observado	0.225	0.190	0.600				
Quebrada La Saccha	Calibración	Simulado	0.009	0.009	0.018	30	9.69	0.01	0.52
		Observado	0.012	0.011	0.040				
	Validación	Simulado	0.008	0.008	0.011	20	18.69	0.00	0.26
		Observado	0.010	0.009	0.015				
Río San José	Calibración	Simulado	0.055	0.057	0.088	70	14.20	0.11	1.00
		Observado	0.113	0.084	0.480				
	Validación	Simulado	0.045	0.052	0.059	16	36.17	0.29	1.09
		Observado	0.266	0.170	0.727				
Río Grande	Calibración	Simulado	0.388	0.362	1.005	61	10.63	0.17	0.38
		Observado	0.454	0.480	1.160				
	Validación	Simulado	0.534	0.471	1.008	33	27.80	0.25	0.41
		Observado	0.601	0.558	0.930				
Río Shoclla	Calibración	Simulado	0.157	0.133	0.477	28	10.57	0.11	0.72
		Observado	0.160	0.100	0.615				

Micro cuenca	Fase	Tipo de Dato	Promedio	percentil 50	máximo	N° datos	Schultz	MSE	RMSE
	Validación	Simulado	0.264	0.245	0.672	17	4.30	0.09	0.42
		Observado	0.208	0.174	0.600				
Quebrada Chachacoma	Calibración	Simulado	0.016	0.012	0.054	9	44.55	0.01	0.97
		Observado	0.015	0.015	0.030				
	Validación	Simulado	0.008	0.008	0.008	2	101.2	0.00	0.51
		Observado	0.005	0.005	0.005				

La Tabla ANA 15-2 muestra los estadísticos de la calibración a nivel mensual a partir de los registros de mediciones puntuales en las cuencas de interés, donde se observan los estadísticos de eficiencia de Schultz, MSE y RMSE.

Tabla ANA 15-2: Resumen de estadísticos de calibración a nivel mensual

Microcuenca	Fase	Tipo de Dato	Promedio	percentil 50	Máx.	Schultz	N° datos	MSE	RMSE
Quebrada Honda	Calibración	Simulado	0.059	0.054	0.092	41.04	24	0.04	0.465
		Observado	0.085	0.087	0.125				
	Validación	Simulado	0.067	0.06	0.118	12.51	15	0.017	0.218
		Observado	0.078	0.074	0.132				
Río Azufre	Calibración	Simulado	0.247	0.246	0.426	15.37	30	0.11	0.421
		Observado	0.261	0.236	0.575				
	Validación	Simulado	0.381	0.356	0.519	22.86	8	0.19	0.83
		Observado	0.231	0.17	0.6				
Quebrada La Saccha	Calibración	Simulado	0.009	0.009	0.013	14.85	17	0.006	0.45
		Observado	0.012	0.011	0.03				

Microcuenca	Fase	Tipo de Dato	Promedio	percentil 50	Máx.	Schultz	N° datos	MSE	RMSE
	Validación	Simulado	0.008	0.008	0.011	12.22	16	0.002	0.207
		Observado	0.009	0.009	0.015				
Río San José	Calibración	Simulado	0.057	0.058	0.087	18.63	27	0.115	0.94
		Observado	0.122	0.089	0.425				
	Validación	Simulado	0.044	0.048	0.057	33.3	8	0.28	1.19
		Observado	0.235	0.13	0.727				
Río Grande	Calibración	Simulado	0.426	0.369	1.005	12.2	34	0.175	0.34
		Observado	0.515	0.499	1.16				
	Validación	Simulado	0.551	0.484	1.008	25.13	16	0.251	0.43
		Observado	0.582	0.553	0.93				
Río Shoclla	Calibración	Simulado	0.269	0.23	0.743	10	20	0.14	0.876
		Observado	0.164	0.091	0.615				
	Validación	Simulado	0.383	0.356	0.81	20.89	12	0.18	0.845
		Observado	0.217	0.149	0.6				
Quebrada Chachacoma	Calibración	Simulado	0.016	0.012	0.054	44.55	9	0.015	0.97
		Observado	0.015	0.015	0.03				
	Validación	Simulado	0.008	0.008	0.008	101.2	2	0.003	0.513
		Observado	0.005	0.005	0.005				

Los hidrogramas simulados y observados para las cuencas de interés se muestran en la Figura 2-4 a la Figura 2.28 del apéndice F.1 Estudio Hidrológico.

Observación 16

En relación al tiempo de concentración de la Tabla 2-3 y la Tabla 2-5, existe mucha discrepancia, por ejemplo, la quebrada QP de la microcuenca Shoclla tiene un valor de 2.43 horas en la primera tabla, mientras en la segunda tabla tiene un valor de 0.99 y así entre otros. De otro lado, se observan quebradas con tiempo de concentraciones mayores de 2 horas, por lo que amerita aplicar un tránsito hidráulico, en tal sentido, presentar la información requerida.

Subsanación:

Los errores de la Tabla 2-3 y la Tabla 2-5, son corregidas en la Tabla ANA 16-1: Características de las áreas contribuyentes. De otro lado, señala que se decidió no considerar tránsito en la modelación hidrológica continua, presentando los resultados de la calibración del modelo SMA (Tabla ANA 16-1).

Requerimiento de Información Complementaria:

Se reitera que deberá presentar el tránsito hidráulico se ha solicitado en el modelamiento de máximas avenidas, ya que el tiempo de concentración es mayor a 2 horas.

Respuesta:

En el estudio, para el cálculo de avenidas se busca obtener el mayor caudal que discurre por el curso. El considerar el tránsito hidráulico genera que el hidrograma al pasar de una ubicación a otra, aguas abajo sea atenuado por el almacenamiento en el río (Ven Te-Chow y otros, 1993), por lo cual el caudal pico disminuye. Por lo anterior, para el cálculo de caudales máximos, de manera conservadora, se realiza el cálculo sin aplicar el tránsito hidráulico.

Observación 17

En los diagramas fluviales de la quebrada Honda y río Azufre consideran el mes de agosto como una época húmeda, los cuales deberían de corregirse. De otro lado, detallar el dimensionamiento del reservorio San José, asimismo, presentar las respectivas simulaciones sin proyecto y con proyecto; adjuntar los archivos digitales para validar la información.

Subsanación:

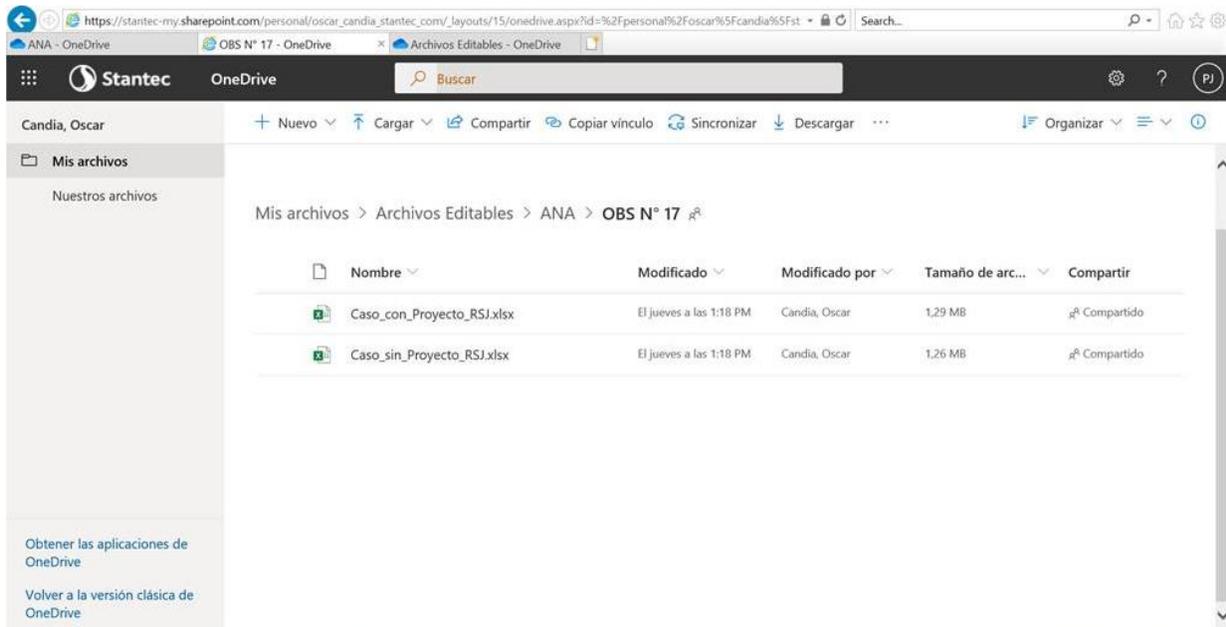
Se corrigen los diagramas fluviales de la quebrada Honda y río Azufre los meses de agosto como época seca. Además, señala que el reservorio San José tiene una capacidad de diseño es de 6.0 Hm³, capacidad útil de 4.5 Hm³ y tiene un volumen mínimo de 1.0 Hm³. Sin embargo, se solicita la simulación de este reservorio sin proyecto y con proyecto, así determinar la confiabilidad, resiliencia y vulnerabilidad del reservorio.

Requerimiento de Información Complementaria:

Presentar la simulación de este reservorio sin proyecto y con proyecto, asimismo, determinar la confiabilidad, resiliencia y vulnerabilidad del reservorio; adjuntar los archivos digitales para validar la información.

Respuesta:

Se va a compartir un link de one drive en el cual se muestra los archivos en formato nativo de la simulación de este reservorio sin proyecto y con proyecto, a continuación se muestra el print screen de cada archivo que se ha subido.



Observación 27

Respecto al modelo numérico hidrogeológico se tiene lo siguiente:

a. Respecto al cálculo de la recarga efectiva, para el modelo el régimen estacionario (régimen natural), se indica que se aplicó un coeficiente de infiltración sobre el valor de la precipitación promedio de las cuatro estaciones consideradas, como se observa en la tabla 4-3 y Figura 4.15, de lo indicado, deberá de incluir en la Tabla 4-3 y figura 4.15 la tasa de recarga asignada al modelo numérico.

b. Tomando la referencia de la observación del literal "a" para el caso de Coeficientes de infiltración con los que se simula las principales infraestructuras mineras Tabla 4-5, deberá de incluir en la Tabla 4-5 la tasa de recarga al modelo numérico.

c. Del modelo numérico solo se describe las condiciones de borde de tipo dren y río, pero no se mencionan otras condiciones que representen las zonas de transferencia lateral que se describen en el Funcionamiento hidrogeológico del sistema, por lo que deberá especificar de ser el caso otras condiciones de borde que fueron adecuados a los presentes modelos (estacionario y transitorio).

d. Del modelo numérico no se especifica los valores de permeabilidad utilizados para la calibración del mismo, solo se muestran en las Figuras 4.16, 4.17 y 4.18, donde el nombre a cada zona de permeabilidad difiere con lo desarrollado en el sub-ítem 3.4.2, así mismo atendiendo la observación respecto a las características hidrogeológicas literal "c", deberá de uniformizar términos conceptuales y los usados para la definición de zonas en el modelo numérico.

e. En cuanto a la calibración de régimen estacionario, se muestra la calibración respecto a los niveles de agua, lo que no sucede respecto a los flujos de entrada y salida del sistema (balance de masas), por lo que deberá mostrar el balance de masas detallado resultante de la simulación en régimen estacionario y ser contrastado con el balance conceptual por cada subsistema hidrogeológico del presente estudio, considerando la observación sobre el funcionamiento hidrogeológico del sistema.

f. Respecto a la Simulación Transitoria, se describe que se realizaron ajustes a los valores de Permeabilidad (Bloque de sílice Yanacocha y la Quinua 3); asimismo, en la tabla 4-6, se muestra la variación respecto a la permeabilidad calibrada en la I MEIA referida al bloque de Sílice de la Quinua 3, donde indica que varía de 20 m/d a 5 m/d que corresponde a la II MEIA, de lo indicado deberá realizar un análisis de sensibilidad a las permeabilidades para poder determinar en qué medida puede presentar una variación de niveles y flujos.

g. Se asigna valores de coeficiente de almacenamiento a las distintas Unidades Hidrogeológicas, de lo presentado, deberá presentar un mapa de distribución de coeficiente de almacenamiento en las 3 capas numéricas con sus valores asignados.

h. Para la simulación en régimen transitorio se entiende que se implementaron al modelo numérico pozos de bombeo en los distintos sectores de operación, los cuales no se muestran en ninguna referencia, sea tabla o mapa que contenga ubicación, características de los pozos y régimen de bombeo. Al respecto, el Administrado deberá presentar las tablas resumen de los pozos de bombeo implementados al modelo numérico para en régimen estacionario.

i. Para la estimación del impacto sobre caudal base, en la Tabla 4-9, presenta el valor del impacto aprobado en el I MEIA para cada uno de los puntos del control del modelo en L/s, también indica que no hay un incremento respecto a los flujos de caudal base para el presente estudio. Al respecto, el Administrado deberá adicionar en la tabla 4-9 los flujos resultantes para cada punto de control del modelo para la II MEIA de Yanacocha, para así sustentar la afectación al caudal base.

j. Para la simulación de transporte de contaminantes se consideraron los componentes que no cuentan con una impermeabilización como es el caso de los Depósito de Desmonte – Relleno del Tajo (Backfill) Carachugo – Etapa 3, Depósito de Desmonte Mirador y Depósito de Desmonte Relleno del Tajo (Backfill) La Quinua - Etapa 2, así también el tajo Chaquicocha – Etapa 3 y Chaquicocha subterráneo. No se consideraron los componentes como la Pila de Lixiviación Carachugo - Etapa 14A, Depósito de Relaves La Quinua y Depósito de Relaves Pampa Larga porque estos se encuentran impermeabilizados. Para lo

cual, el Administrado deberá hacer la simulación de transporte de contaminantes ante una posible falla del sistema de impermeabilización de los componentes Pila de Lixiviación Carachugo - Etapa 14A, Depósito de Relaves La Quinua y Depósito de Relaves Pampa Larga, mediante ello, se podrá determinar el posible impacto a las fuentes de agua subterránea dentro y próximos al área de estudio.

k. Finalmente, el administrado deberá de presentar los archivos editables en formato (.gww) para las distintas simulaciones numéricas realizadas (escenarios estacionario y transitorio), así mismo las carpetas con los ficheros resultantes de cada modelo, incluidos los de transporte de contaminantes, para poder validar la información requerida.

Subsanación:

a. El Administrado sustenta lo siguiente:

El Administrado indica que siguiendo la solicitud en la Tabla ANA 27-1, Tasas de Recarga calibración estacionaria se muestra que se ha añadido la tasa de recarga para las distintas zonas del modelo, la cual será incorporada en el informe del Anexo F.5 Estudio Hidrogeológico, así como la Figura correspondiente, las cual se adjunta la respuesta con el nombre Figura ANA 27 a.

Actualiza la Tabla 4.3 (Anexo F.5) Coeficiente de infiltración de las Unidades Hidrogeológicas, así mismo, se muestra en la Figura 4.15 para el escenario estacionario, contrastándose las unidades hidrogeológicas y sus subdivisiones con lo planteado en el modelo conceptual.

b. El Administrado sustenta lo siguiente:

Ha generado la información solicitada, respecto a la tasa de recarga para el periodo transitorio y periodo de operaciones. Dado que el modelo tiene 180 periodos en transitorio, 89 en el escenario de operaciones y 19 zonas de recarga correspondiente a infraestructuras mineras, se hace impracticable presentar la información dentro del texto, por lo que se adjunta como fichero Excel (OBS 27-B Tasas de recarga transitorio y operaciones). No obstante, se ha generado una tabla resumen en la que se muestra el valor promedio de la tasa de recarga para todo el periodo transitorio.

El administrado presenta el resumen de la tasa de recarga de las infraestructuras simuladas en el modelo transitorio y de operación y se indica que se adjunta el archivo Excel "OBS 27-B Tasas de recarga transitorio y operaciones" la cual no se encuentra dentro de la información colgada en la página Expedientes para opinantes de SENACE.

c. El Administrado sustenta lo siguiente:

En la Figura 4.22 del Anexo F.5 Estudio Hidrogeológico se muestran las condiciones de contorno utilizadas en el modelo.

La transferencia lateral no es una condición de contorno específica. Este concepto hace referencia al traspaso de flujo subterráneo de un sector a otro, dentro de los límites del modelo numérico. Por ejemplo, flujo de agua subterráneo que pasa de la U.H. de baja permeabilidad al cuerpo de sílice de Maqui Maqui. Esta estimación se lleva acabo utilizando el paquete "balance por zonas" (Zone Budget) y definiendo las zonas de interés entre las que se quiere calcular la transferencia de flujos.

En régimen estacionario las condiciones de contorno utilizadas son:

- Ríos y quebradas: Las quebradas presentes en el área de estudio se han representado con la condición tipo dren (Dren). Tal y como se menciona en el modelo conceptual, las quebradas presentes en el área de estudio constituyen la principal vía de salida del sistema hidrogeológico. Para simular las quebradas se asigna como cota de drenaje la cota correspondiente al terreno en el punto. En el caso de río Grande, se ha utilizado la condición tipo río (river), dado que este río presenta una mayor envergadura.

- Fallas: Las principales infraestructuras presentes en la zona de estudio, tal y como se comenta en la descripción del modelo conceptual se comportan como impermeables en la dirección perpendicular

al flujo, por lo que en el modelo numérico han sido simuladas utilizando la condición tipo muro (Wall) considerando un valor de permeabilidad de 10-4 m/d y un espesor de 1 m.

En la simulación transitoria, tal y como se menciona en el epígrafe 4.7 del Anexo F.5 Estudio Hidrogeológico (Folio 012666), adicionalmente se utilizan las condiciones de contorno tipo pozo (Well) para simular los pozos de desaguado que a lo largo del periodo histórico hasta el periodo actual (octubre de 2018) han estado activos en el área de operaciones de Yanacocha. Así mismo, tal y como se menciona en el citado epígrafe, en los tajos en operación durante el periodo transitorio, en el fondo de tajo se colocan celdas tipo dren, que simulan la cota de fondo de tajo en cada momento de la operación. En el periodo transitorio se ha introducido información de bombeo correspondiente a 142 pozos de bombeo, distribuidos en 180 periodos de tiempo, lo que supone un cómputo total de 25 560 datos. Este volumen de información no es factible incluirla en una tabla en el texto, por lo que se adjunta dicha tabla en formato editable (OBS 27 H Caudales de bombeo transitorio.xlsx).

En el apéndice A: Registros históricos de niveles piezométricos y caudales de bombeo del Anexo F.5 Estudio Hidrogeológico se incluye información referente a los pozos de bombeo incluidos en la simulación y niveles piezométricos utilizados para la calibración del régimen transitorio.

El administrado indica que para las zonas de transferencia lateral entre las distintas unidades hidrogeológicas y subsistemas se obtienen mediante el balance de por zonas, ya que mediante dicho balance se obtiene la resultante de las transferencias laterales. Así mismo, se explica que para la simulación de las principales estructuras geológicas como son las fallas (para el caso del presente estudio), estas presentan baja conductividad hidráulica y que fueron implementadas en el modelo numérico con condición tipo WALL. También para el régimen transitorio, en los componentes de tipo tajo, se implementó en su fondo la condición de tipo Drain (Dren), finalmente también en la simulación transitoria se implementaron al modelo los pozos de bombeo mediante la condición de tipo Well (Pozo) y que las tazas de bombeo en los distintos pasos de tiempo están adjuntos como archivo Excel "OBS 27 H Caudales de bombeo transitorio.xlsx", el cual no se encuentra dentro de la información colgada en la página Expedientes para opinantes de SENACE.

d. El Administrado sustenta lo siguiente:

El Administrado indica que los valores de permeabilidad utilizados como punto de partida de la calibración corresponden a los valores descritos en el modelo conceptual, los cuales se presentan en el epígrafe 3.4.2. Parámetros hidrodinámicos del Anexo F.5 Estudio Hidrogeológico. No obstante, es importante resaltar que, tal y como se indica en la Tabla 4.1 del epígrafe 4. Modelo numérico, del citado anexo F. 5, la primera versión de este modelo matemático fue construida entre 2004-2005 como soporte al EIA de Suplementario Yanacocha Oeste. Desde este momento, el modelo distrital de flujo subterráneo de Yanacocha ha sido actualizado, recalibrado y verificado en sucesivas ocasiones, a medida que se adquiría nueva información sobre la evolución de los niveles piezométricos, y/o se adquiría nueva información de carácter geológico, sobre la distribución tridimensional de los cuerpos de sílice y del resto de cuerpos de alteración hidrotermal que conforman el sustrato geológico del área de estudio, de forma que cada recalibración parte de los valores de permeabilidad obtenidos en la calibración de la versión previa. En el Apéndice ANA 27d-1, Distribución de la Permeabilidad, se muestra la distribución de la Permeabilidad en la capa 1, 2 y 3, los mismos que serán incluidos en el Anexo F-5 Estudio Hidrogeológico.

Hace la aclaración en la secuencia de simulaciones que se desarrollaron en el tiempo para que en las distintas etapas dichos modelos numéricos iban actualizándose y recalibrándose con la información recopilada (niveles piezométricos y data geológica). Así también, el administrado presenta en el Anexo F.5, las figuras 4.16, 4.17 y 4.18, distribución de las zonas de permeabilidad en las capas 1, 2 y 3 respectivamente. Siendo estas congruente en aproximación con los valores de permeabilidad conceptual.

e. El Administrado sustenta lo siguiente:

En la tabla ANA 27-3, se muestra los balances del sistema en régimen estacionario considerados en el epígrafe 3.5 Funcionamiento hidrogeológico del sistema, que se compara con los balances obtenidos en el modelo calibrado en régimen permanente para los mismos subsistemas que conforman el área de estudio.

El administrado en el ítem 4.7.1 realiza la comparativa de entre el balance de masas resultante del modelo numérico en el Anexo F.5, y muestra el contraste de los balances de masas conceptuales y los obtenidos entre la simulación estacionaria para cada subsistema hidrogeológico, así mismo, se detalla las salidas a los distintos tipos de fuentes superficial las cuales son aproximadas entre ellas.

f. El Administrado sustenta lo siguiente:

Atendiendo a lo solicitado se ha llevado a cabo una simulación en régimen adicional en la que se han asignado los valores de permeabilidad de 20 m/d al cuerpo de sílice de La Quinua 3 (el Tapado Oeste) y un valor de permeabilidad de 6 m/d al cuerpo de sílice de Yanacocha, y se ha comparado la calibración obtenida con esos valores, con la calibración presentada en la presente modificatoria.

Tal y como se observa en las tablas adjuntas los estadísticos que definen el grado de ajuste de la calibración en ambas simulaciones son muy similares obteniéndose un error cuadrático medio normalizado (RMRS) de 4.2% en la simulación presentada en la II MEIA, mientras en la simulación de sensibilidad se obtiene un error cuadrático medio normalizado (RMRS) de 4.3%. Esto implica que en términos de calibración son muy similares, si bien, la calibración presentada en la II MEIA, presenta un ajuste ligeramente mejor, razón por la cual, se llevaron a cabo los ajustes mencionados.

Adicionalmente, para facilitar la comparación entre ambas simulaciones se adjunta el Apéndice ANA 27f-1, Gráficas Calibración Comparativa Sensibilidad, en el que se presentan todos los gráficos de calibración de niveles piezométricos por cada uno de los puntos.

En términos de caudales, el flujo base obtenido en los puntos de control para el periodo seco de 2040, se muestran en la Tabla ANA 27-6, Flujo base en puntos de control, lo cuales coinciden con los presentados en la I MEIA, ya que los valores de permeabilidad modificados en la simulación de sensibilidad son los mismos que se utilizaron en la calibración de la versión anterior del modelo, la cual corresponde como ya ha sido mencionado con el modelo presentando en soporte de la I MEIA.

El administrado realiza a la solicitud en el ítem 4.10 del Anexo F.5, un escenario de sensibilidad para asignando una permeabilidad de 20 m/d para el cuerpo sílice la Quinua (el tapado Oeste) y para la sílice Yanacocha una permeabilidad de 6 m/d. Resultando aproximados en la comparación con los simulado II MEIA y el escenario de sensibilidad, así mismo muestra en las tablas 4-9 y 4-10 del mismo Anexo F.5, las estadísticas de calibración para el modelo transitorio de la II MEIA y de la Sensibilidad desarrollada respectivamente. Finalmente, se presenta los flujos base de la calibración y la sensibilidad en la Tabla 4.11 de los puntos de control, mostrando que existe una variación mínima entre ellas.

g. El Administrado sustenta lo siguiente:

Muestra las Figuras Obs 27g, las cuales muestran la distribución espacial de los valores de coeficientes de almacenamiento (S_y), las cuales se incluirán en el Anexo F5 Estudio Hidrogeológico.

El administrado atiende la observación presentando las Figuras 4.24, 4.25 y 4.26 se observa la distribución del coeficiente de almacenamiento en las tres capas del modelo numérico respectivamente, así mismo, en dichas figuras se detalla el cuadro con el parámetro solicitado (S_y) para las diferentes unidades hidrogeológicas y sus subdivisiones (alteración).

h. El Administrado sustenta lo siguiente:

Indica que enviará un link en el cual se muestra la tabla en formato editable en el fichero OBS 27 h Caudales de bombeo transitorio.xlsx.

De la revisión de la información indicada, no se encuentra dentro de la información colgada en la página Expedientes para opinantes de SENACE.

i. El Administrado sustenta lo siguiente:

Atendiendo a los requerimientos se muestra la Tabla ANA 27-7, Caudales de flujo base obtenidos en el I y II MEIA con los valores e los caudales obtenidos en los puntos de control en la I y II MEIA, la cual se incorporará en el Anexo F.5 Estudio Hidrogeológico.

El administrado atiende lo solicitado en la observación presentando en la Tabla ANA 27-7 Caudales de flujo base obtenidos en el I y II MEIA (Levantamiento de observaciones), pero la misma no se muestra en el Anexo F.5, donde debería corresponder a la Tabla 4.14.

j. El Administrado sustenta lo siguiente:

Ha realizado las simulaciones de transporte solicitada, considerando una posible rotura de los sistemas de impermeabilización en los depósitos de relaves de Pampa Larga y La Quinua, así como en la Pila de Lixiviación Carachugo 14. Las concentraciones iniciales usadas para los elementos simulados se presentan en la Tabla ANA 27-8 y han sido tomadas del documento "Yanacocha Sulfides Net Carbonate Value and Environmental Characterization, Newmont, agosto de 2017" en el que se caracteriza la composición química de los relaves que se generaran en la operación de sulfuros. Las simulaciones se han llevado a cabo para un periodo de tiempo de 50 años. Adicionalmente, para facilitar la comparación entre ambas simulaciones se adjunta el Apéndice ANA 27J-1, Simulación de transporte se muestran los resultados en planta y en perfil para los periodos correspondientes a 5, 25 y 50 años. Como se observa en dichas figuras, una posible filtración, tanto en la pila Carachugo 14, como en el depósito de relaves de Pampa Larga, circularía hacia el tajo Chaquicocha, donde sería captado por los sistemas de desaguado del tajo, mientras que, una posible fuga desde el depósito de relaves de La Quinua circularía hacia el Tajo de La Quinua 3, donde sería captado por el sistema de desagüe del mismo.

El administrado atiende la observación complementando al Anexo F.5, en el Ítem 4.13 a las simulaciones con los componentes como son: depósitos de relaves de Pampa Larga, La Quinua y la Pila de Lixiviación Carachugo 14, donde como resultado, se muestran entre las figuras 4.34 a 4.45A el desarrollo de las plumas de contaminantes para en planta y en perfil para los periodos correspondientes a 5, 25 y 50 años, para los iones Plomo, Sulfato, Cobre y Cromo en la zona de los Tajos Chaquicocha y Chaquicocha Etapa 3. Entre las figuras 4.46 a 4.57A se muestran los resultados del desarrollo de las plumas de contaminantes para en planta y en perfil para los periodos correspondientes a 5, 25 y 50 años, para los iones Plomo, Sulfato, Cobre y Cromo en la zona de depósito de relleno (backfill) de la Quinua – etapa 2, depósito de desmonte de relleno de del tajo (backfill) Carachugo – etapa 3 y el depósito de desmonte el Mirador. Finalmente, entre las figuras 4.58 a 4.69A se muestran los resultados del desarrollo de las plumas de contaminantes para en planta y en perfil para los periodos correspondientes a 5, 25 y 50 años, para los iones Plomo, Sulfato, Cobre y Cromo en las zonas de Pila de Lixiviación Carachugo – etapa 14, depósito de relaves la Quinua y depósito de relaves Pampa Larga.

Se interpreta lo siguiente: *"Como se observa en dichas figuras, una posible filtración, tanto en la pila Carachugo 14, como en el depósito de relaves de Pampa Larga, circularía hacia el tajo Chaquicocha, donde sería captado por los sistemas de desaguado del tajo, mientras que, una posible fuga desde el depósito de relaves de La Quinua circularía hacia el Tajo de La Quinua 3, donde sería captado por el sistema de desagüe del mismo"*.

k. El Administrado sustenta lo siguiente:

Se entregan los ficheros GWV de todas las simulaciones, los cuales se dividen en los siguientes periodos:

1. Modelo en régimen permanente: Representa el estado natural del sistema hidrogeológico, previo al comienzo de la actividad minera.
2. Modelo en régimen transitorio: Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio durante la operación de la mina. Abarca el periodo comprendido entre 01 de setiembre de 1998 y 31 de octubre de 2018, y está dividido en un total de 180 pasos de tiempo.
3. Modelo de operaciones: Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio para el periodo de operación de Minera Yanacocha comprendido entre el 1 de noviembre de 2018 y el 30 de diciembre de 2040, está dividido en 89 pasos de tiempo.

4. Modelo de Clausura: Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio, para el periodo de clausura que comprende entre enero de 2041 y diciembre de 2090; dividido en 201 pasos de tiempo.

5. Simulaciones de transporte: Realizadas sobre el modelo de clausura, se han separado las simulaciones de depósitos de desmonte, simulaciones de tajos y simulaciones de depósitos de relaves. En cada una de las infraestructuras se han realizado 4 simulación correspondientes a los solutos de cobre, cromo, sulfato y plomo.

La información indicada, no se encuentra dentro de la información colgada en la página Expedientes para opinantes de SENACE.

Requerimiento de Información Complementaria:

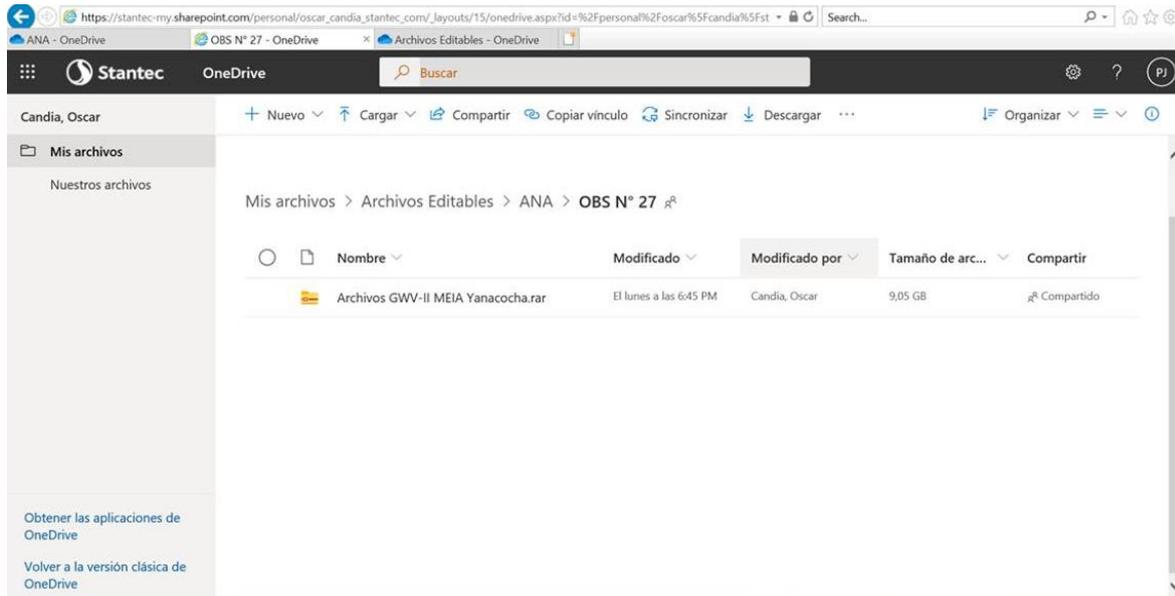
- b. Adjuntar los archivos digitales del Groundwater Vista (.GWV), para validar la información.
- c. Adjuntar los archivos nativos de Groundwater Vista (.GWV), para validar la información presentada.
- h. No se puede corroborar lo planteado en las distintas simulaciones realizadas, por lo que deberá adjuntar la información requerida, para validar la información.
- i. El administrado deberá de Actualizar la información en el Anexo F.5 respecto a los caudales de flujo base, obtenidos en el I y II MEIA.
- k. Por lo cual, hasta la presentación de las mismas, no se podrá corroborar lo planteado en las distintas simulaciones realizadas, por lo que deberá adjuntar la información requerida.

Respuesta:

- B) Se entregan los ficheros GWV de todas las simulaciones, los cuales se dividen en los siguientes periodos:
 - 1. **Modelo en régimen permanente:** Representa el estado natural del sistema hidrogeológico, previo al comienzo de la actividad minera.
 - 2. **Modelo en régimen transitorio:** Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio durante la operación de la mina. Abarca el periodo comprendido entre 01 de setiembre de 1998 y 31 de octubre de 2018, y está dividido en un total de 180 pasos de tiempo.
 - 3. **Modelo de operaciones:** Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio para el periodo de operación de Minera Yanacocha comprendido entre el 1 de noviembre de 2018 y el 30 de diciembre de 2040, está dividido en 89 pasos de tiempo.
 - 4. **Modelo de Clausura:** Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio, para el periodo de clausura que comprende entre enero de 2041 y diciembre de 2090; dividido en 201 pasos de tiempo.
 - 5. **Simulaciones de transporte:** Realizadas sobre el modelo de clausura, se han separado las simulaciones de depósitos de desmonte, simulaciones de tajos y simulaciones de depósitos de relaves. En cada una de las infraestructuras se han realizado 4 simulación correspondientes a los solutos de cobre, cromo, sulfato y plomo.
- C) Se entregan los ficheros GWV de todas las simulaciones, los cuales se dividen en los siguientes periodos:
 - 1. **Modelo en régimen permanente:** Representa el estado natural del sistema hidrogeológico, previo al comienzo de la actividad minera.
 - 2. **Modelo en régimen transitorio:** Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio durante la operación de la mina. Abarca el periodo comprendido entre 01 de setiembre de 1998 y 31 de octubre de 2018, y está dividido en un total de 180 pasos de tiempo.

3. **Modelo de operaciones:** Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio para el periodo de operación de Minera Yanacocha comprendido entre el 1 de noviembre de 2018 y el 30 de diciembre de 2040, está dividido en 89 pasos de tiempo.
 4. **Modelo de Clausura:** Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio, para el periodo de clausura que comprende entre enero de 2041 y diciembre de 2090; dividido en 201 pasos de tiempo.
 5. **Simulaciones de transporte:** Realizadas sobre el modelo de clausura, se han separado las simulaciones de depósitos de desmonte, simulaciones de tajos y simulaciones de depósitos de relaves. En cada una de las infraestructuras se han realizado 4 simulación correspondientes a los solutos de cobre, cromo, sulfato y plomo.
- H) Se entregan los ficheros GWV de todas las simulaciones, los cuales se dividen en los siguientes periodos:
1. **Modelo en régimen permanente:** Representa el estado natural del sistema hidrogeológico, previo al comienzo de la actividad minera.
 2. **Modelo en régimen transitorio:** Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio durante la operación de la mina. Abarca el periodo comprendido entre 01 de setiembre de 1998 y 31 de octubre de 2018, y está dividido en un total de 180 pasos de tiempo.
 3. **Modelo de operaciones:** Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio para el periodo de operación de Minera Yanacocha comprendido entre el 1 de noviembre de 2018 y el 30 de diciembre de 2040, está dividido en 89 pasos de tiempo.
 4. **Modelo de Clausura:** Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio, para el periodo de clausura que comprende entre enero de 2041 y diciembre de 2090; dividido en 201 pasos de tiempo.
 5. **Simulaciones de transporte:** Realizadas sobre el modelo de clausura, se han separado las simulaciones de depósitos de desmonte, simulaciones de tajos y simulaciones de depósitos de relaves. En cada una de las infraestructuras se han realizado 4 simulación correspondientes a los solutos de cobre, cromo, sulfato y plomo.
- I) Atendiendo a los requerimientos se adjunta la tabla con los valores de los caudales obtenidos en los puntos de control en la I y II MEIA, en el Anexo F.5 Estudio Hidrogeológico.
- K) Se entregan los ficheros GWV de todas las simulaciones, los cuales se dividen en los siguientes periodos:
6. **Modelo en régimen permanente:** Representa el estado natural del sistema hidrogeológico, previo al comienzo de la actividad minera.
 7. **Modelo en régimen transitorio:** Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio durante la operación de la mina. Abarca el periodo comprendido entre 01 de setiembre de 1998 y 31 de octubre de 2018, y está dividido en un total de 180 pasos de tiempo.
 8. **Modelo de operaciones:** Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio para el periodo de operación de Minera Yanacocha comprendido entre el 1 de noviembre de 2018 y el 30 de diciembre de 2040, está dividido en 89 pasos de tiempo.
 9. **Modelo de Clausura:** Representa la evolución del sistema hidrogeológico en régimen transitorio, para el periodo de clausura que comprende entre enero de 2041 y diciembre de 2090; dividido en 201 pasos de tiempo.
 10. **Simulaciones de transporte:** Realizadas sobre el modelo de clausura, se han separado las simulaciones de depósitos de desmonte, simulaciones de tajos y simulaciones de depósitos de relaves. En cada una de las infraestructuras se han realizado 4 simulación correspondientes a los solutos de cobre, cromo, sulfato y plomo.

Se va a compartir un link de one drive en el cual se muestra los archivos en formato nativo de Groundwater Vista, a continuación se muestra el print screen del archivo que se ha subido.



Observación 32

Con referencia al programa de monitoreo de calidad de agua superficial, subterránea y efluentes, deberá considerar lo siguiente:

a. El monitoreo de la cantidad y calidad de agua superficial, subterránea y efluentes, deberá ser concordante con la Línea Base, el inventario de fuentes de agua, vertimientos y los componentes del proyecto en base al Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA), los parámetros deberán estar acorde a lo señalado en los Estándares de Calidad Ambiental para agua y establecen disposiciones complementarias, aprobado por Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y la Clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales, aprobado mediante Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA.

b. Presentar un plano y tabla del Programa de monitoreo de calidad de agua superficial, efluente, subterránea, que incluya: código de estación, descripción, coordenadas de ubicación (UTM, datum WGS 84, zona correspondiente), parámetros de monitoreo, normativa aplicada, frecuencia de monitoreo, etapa y reporte; adjuntar los archivos digitales (kml, cad, gis) para validar la información.

c. Presentar la ubicación y el tipo de estación hidrométrica para el monitoreo de los caudales, método de estimación de los caudales, la frecuencia de los aforos, y un plano de la ubicación de las estaciones hidrométricas.

d. Presentar un plano y tabla del Programa de monitoreo de calidad de agua superficial, efluente, subterránea, que incluya: código de estación, descripción, coordenadas de ubicación (UTM, datum WGS84, zona correspondiente), parámetro de monitoreo, normativa aplicada, frecuencia de monitoreo, etapa (construcción, operación, cierre y post cierre) y reporte; adjuntar los archivos digitales (kml, cad, gis) para validar la información.

Subsanación:

a. El Administrado presenta el siguiente sustento:

Presenta el plan de monitoreo de los recursos hídricos superficiales y subterráneos es descrito en detalle en la Subsección 6.2.2 Plan de Monitoreo Ambiental, en el cual se presenta la normativa aplicable, la metodología a usar (registros y/o colecta de información, estándares de referencia), los parámetros, la frecuencia y las estaciones de monitoreo, así como los reportes de monitoreo para cada uno de los componentes hídricos (calidad de agua superficial, efluentes, manantiales, calidad de agua subterránea).

Así mismo, cabe precisar que en la Subsección 6.2.2.6 Monitoreo de Calidad de Agua Superficial se detalla y/o sustenta la normativa a tener en cuenta para el monitoreo de calidad de agua superficial de la presente II MEIA, para lo cual se considera la i) evaluación en el cumplimiento de ECA para Agua y ii) la aplicación para la clasificación de cuerpos de agua, lo cual es concordante con la descripción de la línea base de recursos hídricos:

Considera como normativa referente de cumplimiento de los parámetros y valores de ECA a los ECAs establecidos por D.S. N° 002-2008-MINAM (evaluación de parámetros donde corresponda) y como normativa referencial (mientras aún no se aprueba la II Modificación del Plan Integral) a los ECAs establecidos por el D.S. N° 0152015-MINAM y D.S. N° 004-2017-MINAM respectivamente. Indica que no aplica considerar como referente obligatorio los Nuevos ECAs en base a lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Transitoria y Primera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 004-2017-MINAM.

Como parte de la aprobación de la I MEIA Yanacocha (Stantec, 2019) y en base a la R.J. N° 0562018-ANA se consideró la aplicación como Categoría 1-A2 del río Rejo a partir del 2023. Al respecto, para resaltar que el cumplimiento de la misma está condicionado a la implementación de las mejoras tecnológicas de las plantas de tratamiento AWTP y EWTP La Quinua, en lugar de la planta de tratamiento AWTP Pampa Larga (Este) y EWTP Pampa Larga.

b. El Administrado presenta el siguiente sustento:

De la información requerida, no presenta el listado de puntos de monitoreo y su histórico vs los nuevos que propone, diferenciar los que aplican con ECA y Ley general del Agua por el PIA.

c. El Administrado presenta el siguiente sustento:

Cabe precisar que como parte del monitoreo de calidad de agua superficial en los puntos CP (ver Tabla ANA 32-1, Programa Consolidado de Monitoreo de Recursos Hídricos de Seguimiento y Control), se registre el caudal de los cursos de agua como parte de los parámetros de evaluación. Sin embargo, MYRSL tiene planificado en un futuro la implementación de estaciones hidrométricas con el objeto del monitoreo continuo en algunos cursos de agua dentro del área de influencia del proyecto.

d. El Administrado presenta el siguiente sustento:

El Administrado indica que en el ítem b de la Observación 32 se presenta un resumen de las estaciones de monitoreo del componente hídrico, que incluye código de estación, descripción, coordenadas de ubicación (UTM, datum WGS 84, zona correspondiente), parámetros de monitoreo, normativa aplicada, frecuencia de monitoreo, frecuencia de reporte y etapas del proyecto (ver Tabla ANA 32-1, Programa Consolidado de Monitoreo de Recursos Hídricos de Seguimiento y Control). Dichas estaciones de monitoreo son mostradas en la Figura ANA 32-1, Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial y Efluente para Seguimiento y Control, Figura ANA 32-2, Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Subterránea para Seguimiento y Control y Figura ANA 32-3, Estaciones de Monitoreo de Manantiales y Filtraciones para Seguimiento y Control.

Requerimiento de Información Complementaria:

b. Presentar el listado de puntos de monitoreo y su histórico vs los nuevos que propone, diferenciar los que aplican con ECA y Ley general del Agua por el PIA.

c. De lo indicado, deberá indicar donde se propondrán las estaciones hidrométricas, el tipo y la frecuencia de monitoreo, ya que el I MEIA se quedó como recomendaciones considerar estaciones hidrométricas los cuales son necesarias para validar los modelos hidrológicos.

d. No adjunta el formato editable (shapefile) del programa de monitoreo propuesto para los recursos hídricos y subterráneos; así como no absuelve las observaciones anteriores referidos a los cuerpos de agua (observación N° 13, entre otras), por lo que deberá absolver las observaciones referido al Programa de Monitoreo y complementar el programa de monitoreo y adjuntar los archivos digitales.

Respuesta:

Ítem b)

Al respecto, se precisa a la Autoridad sobre el cumplimiento de la Ley General de Aguas, los Estándares de Calidad de Agua (ECA) y los Instrumentos de Gestión Ambiental aprobados en el marco de la normativa ambiental. En ese sentido, es necesario mencionar la siguiente línea de tiempo, de acuerdo a las siguientes precisiones:

1. Mediante D.S. N° 023-2009-MINAM se aprobaron las **Disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua**, la cual menciona textualmente en el artículo 8 (*De los Instrumentos de Gestión Ambiental y del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua*) lo siguiente:

- Para los Instrumentos de gestión ambiental, los ECA para agua, **a que se refiere el D.S. N° 002-2008-MINAM, son referente obligatorio en su diseño y aplicación**, a partir de la vigencia del presente decreto supremo.
- Los titulares de las actividades que cuenten, con instrumentos de gestión ambiental aprobados por la Autoridad Competente, los cuales hayan tomado como referencia los

valores límite establecidos en el Reglamento de la Ley 17752, Ley General de Aguas aprobado por D.S. N° 007-83-SA, **deberán actualizar sus Planes de Manejo Ambiental, en concordancia con el ECA para Agua**, en un plazo no mayor de un (01) año, contados a partir de la publicación de la presente norma.

2. Mediante R.D. N° 074-2012-MEM/AAM se aprobó la Segunda Modificación del EIA Cerro Negro y con ello el programa de monitoreo de calidad de agua superficial utilizando como normativa de comparación en su momento, los ECA para Agua aprobado por D.S. N° 002-2008-MINAM.
3. Mediante R.D. N° 586-2014-MEM/DGAAM se aprobó la Tercera Modificación del EIA Suplementario Yanacocha Oeste y con ello el programa de monitoreo de calidad de agua superficial utilizando como normativa de comparación en su momento, los ECA para Agua aprobado por D.S. N° 002-2008-MINAM.
4. Mediante R.D. N° 343-2014-MEM-DGGA del 07 de julio de 2014, se **aprobó el “Plan Integral para la Implementación de LMP de Descargas de efluentes Minero-Metalúrgicos y Adecuación de ECA de Agua”** en base al D.S. N°023-2009-MIMAN. Al respecto, se aclara, que recién con la aprobación del Plan Integral, **se consideran los parámetros que constituyen un referente obligatorio y que deberán de cumplir en estricto como parte de su programa de monitoreo**. En ese contexto, los parámetros y valores de los ECA considerados como parte del Plan Integral aprobado **se basan en los ECAs regulados por el D.S. N° 002-2008-MINAM**.
5. Con finalidad de adecuar Yanacocha sus operaciones a los ECA para Agua, presentó mediante Escrito N° 2681700 del 15 de febrero de 2017, su “Segunda Modificación del Plan Integral para la Implementación de LMP de Descarga de Efluentes Minero-Metalúrgicos y Adecuación a los ECAs para Agua” a la DGAAM del MEM, para su evaluación y aprobación correspondiente **en base a la D.S. N° 015-2015-MINAM**. Esta II Modificación del Plan Integral **actualmente se encuentra en evaluación correspondiente por parte de la Autoridad sectorial (MEM)**, por tanto **su consideración es netamente referencial**.
6. Mediante R.D. N° 361-2016-MEM-DGAAM, se aprobó la Quinta MEIA del Proyecto Carachugo Suplementario Yanacocha Este. Considerando la aprobación del Plan Integral (R.D. N° 343-2014-MEM-DGGA), se consideró como **normativa referente de comparación**, los **ECA para Agua aprobado por D.S. N° 002-2008-MINAM**.
7. Por último, mediante R.D. N° 00049-2019-SENACE-PE/DEAR, se aprobó la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Yanacocha. Considerando igualmente la aprobación del Plan Integral (R.D. N° 343-2014-MEM-DGGA), se consideró como **normativa referente de comparación**, los **ECA para Agua aprobado por D.S. N° 002-2008-MINAM**.

Si bien es cierto, posterior a los ECAs aprobado por D.S. N° 002-2008-MINAM, se modificaron los ECAs mediante D.S. N° 015-2015-MINAM (derogando al D.S. N° 002-2008-MINAM) y D.S. N° 004-2017-MINAM (derogando al D.S. N° 015-2015-MINAM), para el Programa de Monitoreo de la U.M. Yanacocha, la **normativa referente de comparación y cumplimiento son los ECAs aprobado por D.S. N° 002-2008-MINAM (en base a la aprobación del Plan Integral)** y normativa referencial el D.S. N° 015-2015-MINAM (actualmente en proceso de adecuación en base a la Actualización del Plan Integral) y el D.S. N° 004-2017-MINAM respectivamente.

De acuerdo a las premisas anteriores, en la Tabla ANA 32-1, se presenta el detalle del Programa Monitoreo histórico versus el propuesto, considerando cada una de las estaciones que formaron parte del programa de monitoreo para la calidad de agua superficial, en donde se incluye la normativa de cumplimiento por cada una de ellas. Asimismo, cabe resaltar que el Programa de Monitoreo Propuesto para la II MEIA Yanacocha i) **está acorde al Programa de Monitoreo aprobado en el Plan Integral** (R.D. N° 343-2014-MEM-DGGA) y ii) **no considera estaciones adicionales a lo aprobado en el Plan Integral** (R.D. N° 343-2014-MEM-DGGA) y iii) **se mantiene desde la aprobación del Programa de Monitoreo consignado en la Quinta MEIA del Proyecto Carachugo Suplementario Yanacocha Este**, tal como se muestra en la Tabla ANA 32-1.

Tabla ANA 32-1 Programa de Monitoreo Histórico versus Propuesto

Estaciones	Coordenadas		Programa de Monitoreo Histórico				Programa de Monitoreo Propuesto	Norma de comparación	
	Este	Norte	Segunda MEIA del Proyecto Cerro Negro	Tercera MEIA del Proyecto Suplementario Yanacocha Oeste	Quinta MEIA del Proyecto Carachugo Suplementario Yanacocha Este	I MEIA Yanacocha	II MEIA Yanacocha	ECA de cumplimiento	ECA referencial
QSCLL3	767502	9226866	X					D.S. N° 002-2008-MINAM Aprobación de ECA para Agua	No aplica
DDRR	767626	9227093	X						
RT2	764448	9225728	X						
QARC	765818	9223344	X						
QCHA	763325	9223936	X						
QCHA2	762675	9224390	X						
CCR1	766364	9222377	X						
RT6	761586	9222056	X						
CP4/QE3	771989	9223502		X				D.S. N° 002-2008-MINAM Aprobación de ECA para Agua	No aplica
RG4	771877	9221740		X					
CP3	772108	9220685		X					
RGR	773855	9215475		X					
CP6	768592	9227198		X					
QSCLL1	768587	9228842		X					
QSCLL3	767524	9227116		X					
QPCN3	767845	9226720		X					
CP1	776437	9231330			X	X	X	D.S. N° 002-2008-MINAM Aprobación de ECA para Agua	D.S. N° 015-2015-MINAM Modifican los ECA para Agua y establecen Disposiciones Complementarias para su Aplicación
CP10	781574	9223810			X	X	X		
CP11	777493	9224006			X	X	X		
CP5	776121	9223467			X	X	X		
CP6	767524	9227116			X	X	X		



CP14	775095	9223625			X	X	X	LMP de Descargas de efluentes Minero-Metalúrgicos y Adecuación de ECA de Agua" (R.D. N° 343-2014-MEM-DGGA)	D.S. N° 004-2017-MINAM <i>Aprobación de ECA para Agua y establecen Disposiciones Complementarias</i>
CP3	772108	9220685			X	X	X		

Ítem c)

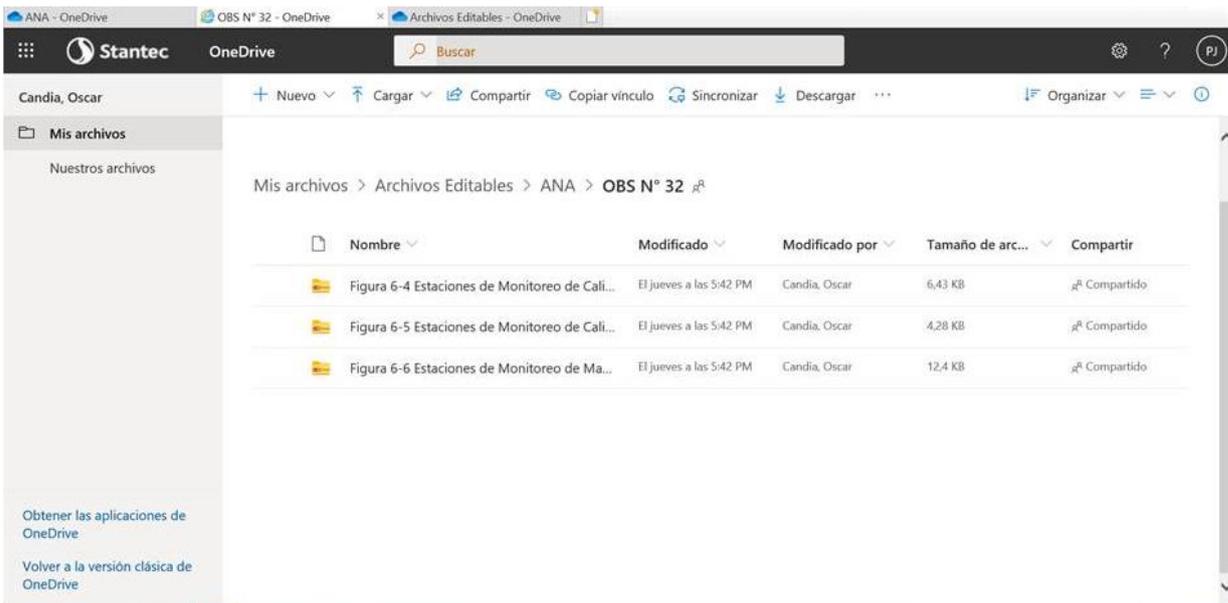
De acuerdo a lo solicitado por la Autoridad, en el Apéndice ANA 32-1, se incluye el Plan de Trabajo para la instalación de estaciones hidrométricas en el Proyecto Yanacocha, con la finalidad de realizar el monitoreo continuo de caudales en los puntos de cierre de las microcuencas de interés y con ello validar y sustentar el modelamiento hidrológico.

Sin perjuicio de ello, es importante mencionar las siguientes actividades a tener en consideración:

1. La ubicación de las estaciones hidrométricas es "referencial" considerando que el planteamiento de las mismas está sujeto a una etapa de planificación preliminar en gabinete (que incluye de manera inicial, la ubicación del punto de muestreo mediante el empleo de herramientas informáticas p. ej. Google Eart), para posteriormente en la etapa de campo y mediante el reconocimiento de la zona, se plantee la ubicación definitiva, cumpliendo con criterios de ubicación, accesibilidad y representatividad.
2. Se requiere de una capacitación del personal técnico responsable, considerando que la implementación de las estaciones hidrométricas estará dotada de estructuras para efectuar los aforos y de equipos para efectuar las mediciones del nivel superficial de la corriente y de la velocidad puntual de la misma.
3. Pruebas piloto de funcionamiento, esta se realizará posterior a la instalación de las estaciones hidrométricas, con la finalidad de consignar en lo sucesivo, un registro real del caudal.
4. Mantenimiento de las estaciones hidrométricas con la finalidad de mantener libre de obstáculos el cauce del curso de agua en la zona donde se ubicarán estas estaciones (especialmente en época de lluvias) y por ende permitir un adecuado monitoreo y calibración correspondiente.

Ítem d)

Respecto a los archivos editables del programa de monitoreo propuesto para los recursos hídricos y subterráneos, se precisa a la Autoridad, que estas fueron cargadas en la plataforma informática EVA del SENACE. Al margen de ello, Se va a compartir un link de one drive en el cual se muestra en formato editable (en versión GIS) la Figura 6-4, *Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial y Efluentes para Seguimiento y Control*, Figura 6-5, *Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Subterránea para Seguimiento y Control* y Figura 6-6, *Estaciones de Monitoreo de Manantiales y Filtraciones para Seguimiento y Control* respectivamente, a continuación se muestra el print screen del archivo que se ha subido.



Nombre	Modificado	Modificado por	Tamaño de arc...	Compartir
Figura 6-4 Estaciones de Monitoreo de Cali...	El jueves a las 5:42 PM	Candia, Oscar	6,43 KB	Compartido
Figura 6-5 Estaciones de Monitoreo de Cali...	El jueves a las 5:42 PM	Candia, Oscar	4,28 KB	Compartido
Figura 6-6 Estaciones de Monitoreo de Ma...	El jueves a las 5:42 PM	Candia, Oscar	12,4 KB	Compartido

APÉNDICES

Apéndice ANA 3-1 Diagrama de manejo de agua

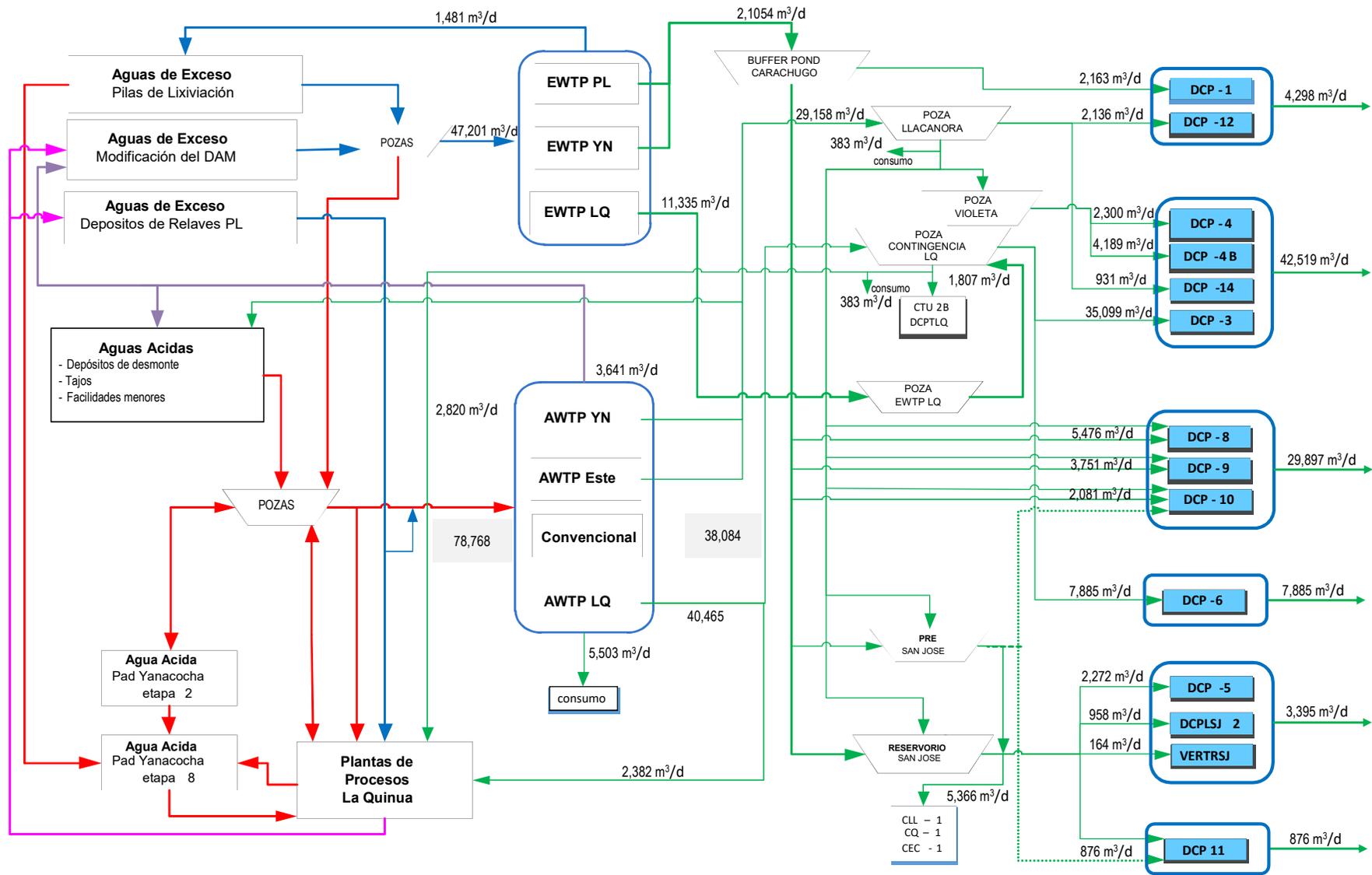


		Diagrama de manejo de agua (2020-2025) - Caso sin proyecto	
		FECHA: Noviembre, 2020	PROYECTO: Segunda Modificatoria de Estudio de Impacto Ambiental Yanacocha
ELAB.: E.N.	DIB.: E.N.	N° PROY.: 58084	CLIENTE: 
REV.:	G.P.	TAREA: 4	

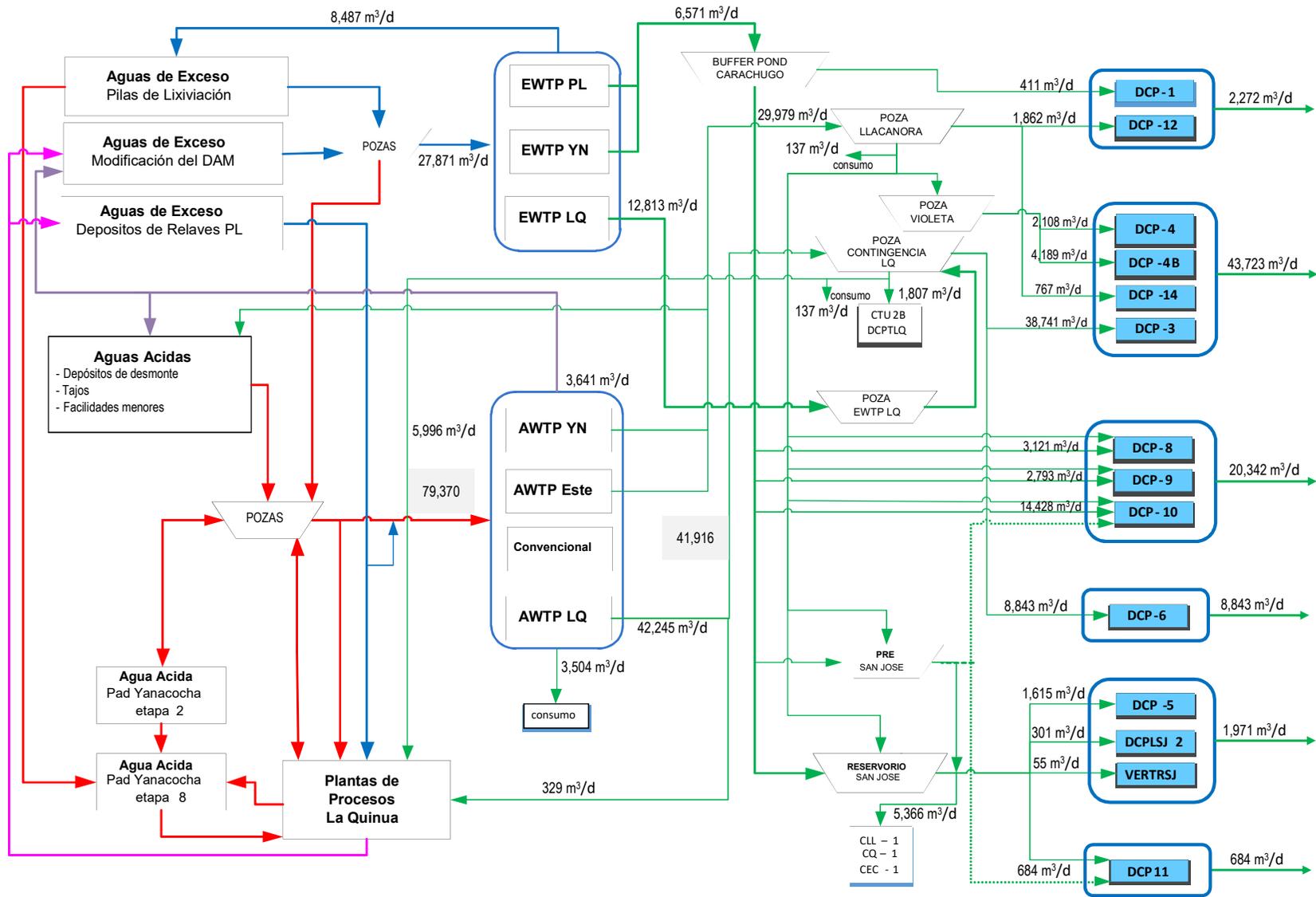


		Diagrama de manejo de agua (2026-2040) - Caso sin proyecto	
		FECHA: Noviembre, 2020	PROYECTO: Segunda Modificatoria de Estudio de Impacto Ambiental Yanacocha
ELAB.: E.N.	DIB.: E.N.	Nº PROY.: 58084	CLIENTE: 
REV.:	G.P.	TAREA: 4	

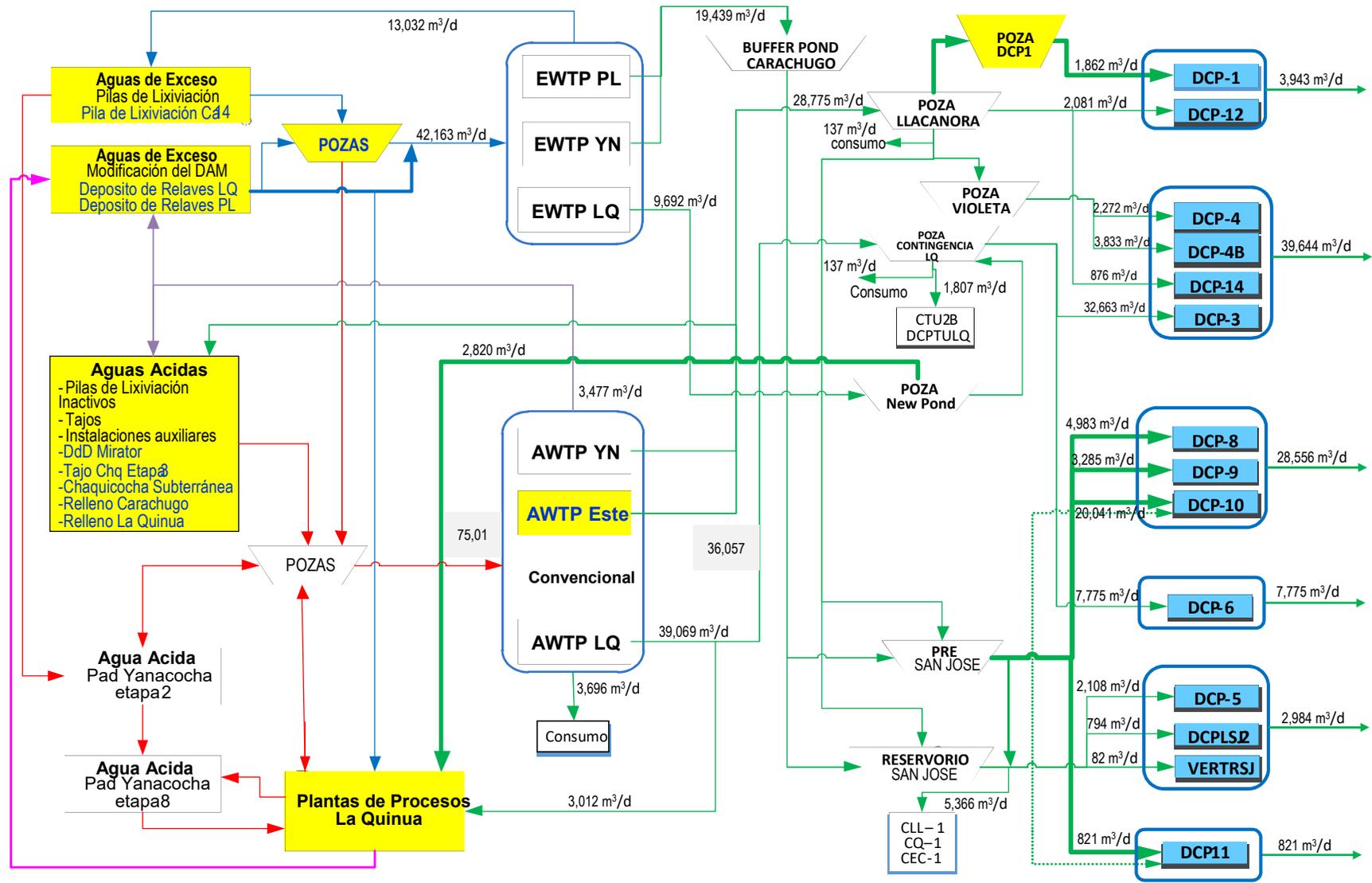


		Diagrama de manejo de agua (2020-2025) - Caso con proyecto	
		FECHA: Noviembre, 2020	PROYECTO: Segunda Modificatoria de Estudio de Impacto Ambiental Yanacocha
ELAB.: E.N.	DIB.: E.N.	Nº PROY.: 58084	
REV.:	G.P.	TAREA: 4	

FIGURA
2.5

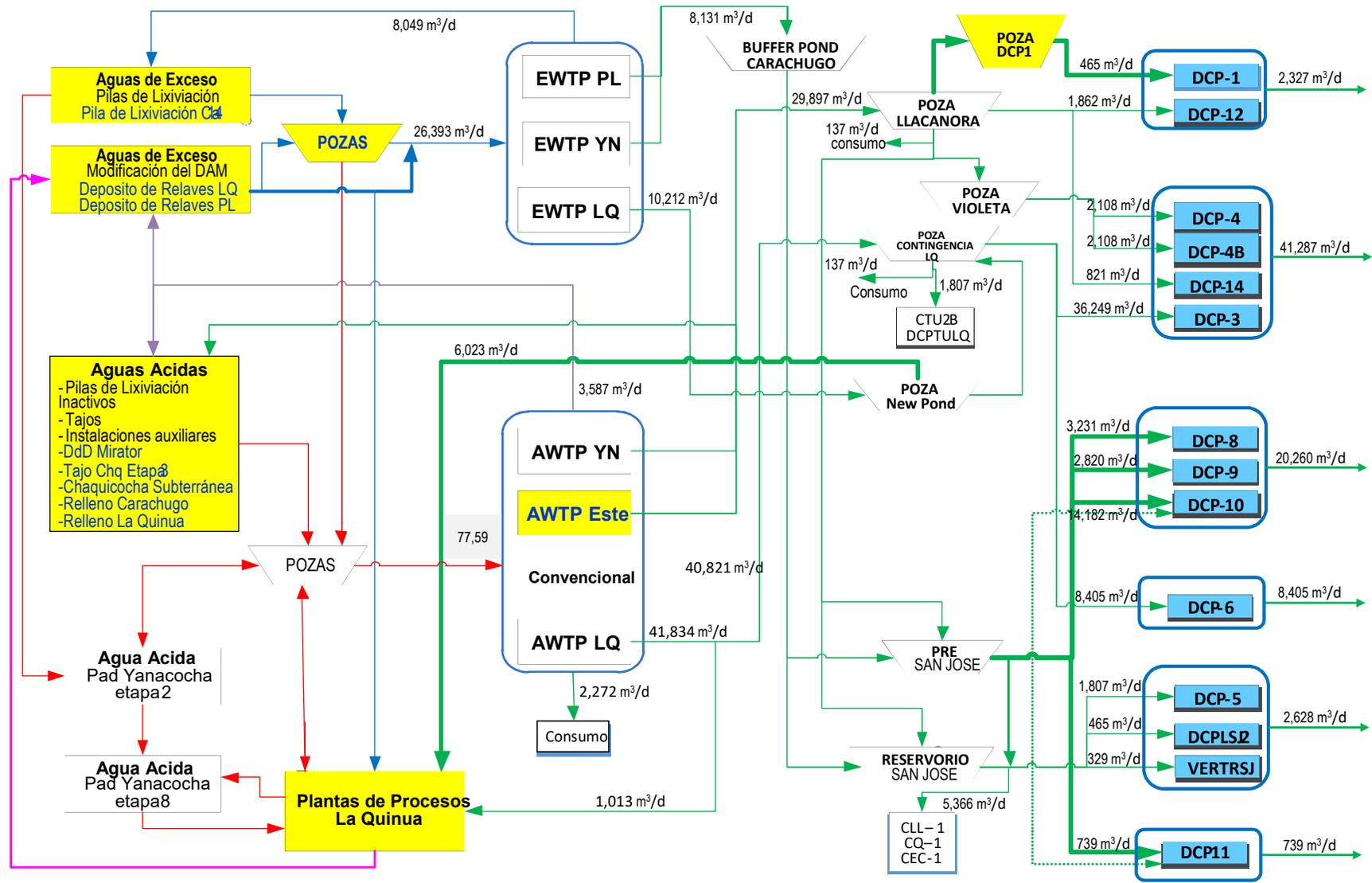


		Diagrama de manejo de agua (2026-2040) - Caso con proyecto	
		FECHA: Noviembre, 2020	PROYECTO: Segunda Modificatoria de Estudio de Impacto Ambiental Yanacocha
ELAB.: E.N.	DIB.: E.N.	N° PROY.: 58084	CLIENTE: 
REV.: G.P.	TAREA: 4	FIGURA 2.6	

Apéndice ANA 12-1, Metodología

where d = depth of the soil horizon. The initial deficit is given by Equation 6-10. The initial water content would have to be determined from an assessment of past conditions.

c. *Soil Conservation Service curve number method.* The SCS curve number method is explained in detail below.

(1) Method development. The curve number (CN) method depends on the following basic relationship:

$$\frac{F}{S} \text{ and } \frac{Q}{P} \rightarrow 1 \text{ as } P \rightarrow \infty \quad (6-22)$$

where

F = watershed retention of water

S = maximum available retention capacity

Q = direct runoff

P = total storm precipitation (in consistent units of volume; for example, basin-inches)

The retention parameter, S , is related to the CN by a relationship that will be discussed in the next section on parameter estimation. The supposition that $F = S$ as the amount of precipitation becomes large seems reasonable, since most of the precipitation will directly runoff as the watershed soils become saturated. $Q = P$ is a fair approximation for the same reason.

(a) A parametric relationship for calculating direct runoff can be developed by setting $F = (P - Q - I_a)$ and then solving for Q , assuming that Equation 6-22 applies:

$$\frac{F}{S} = \frac{(P - Q - I_a)}{S} = \frac{Q}{P} \quad (6-23)$$

where I_a = basin volume is equal to the initial abstraction of rainfall (i.e., the observed rainfall depth prior to the observation of runoff). Solving Equation 6-23 for Q gives the desired direct runoff:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)} \quad (6-24)$$

in terms of the precipitation and the parameters of the methods I_a and S .

(b) The CN method does not incorporate time explicitly into the formulation. Consequently, the application of the method to a rainfall hyetograph requires that time be incorporated rather simply into Equation 6-24 as:

$$Q(t) = \frac{(P(t) - I_a)^2}{(P(t) - I_a + S)} \quad (6-25)$$

where

$Q(t)$ = cumulative runoff at time t

$P(t)$ = cumulative rainfall minus I_a at time t

The incremental runoff depth over a period $\Delta t = t_2 - t_1$:

$$\Delta Q = Q(t_2) - Q(t_1) \quad (6-26)$$

Note, the computation of cumulative excess by Equation 6-25 is entirely dependent on the cumulative precipitation at any time. The total infiltration, therefore (like the runoff) is independent of the storm pattern.

(2) Parameter estimation. The parameters of the CN method were estimated by examining a great deal of data from small (less than 10 acres) agricultural watersheds in the midwestern United States. The goal was to relate I_a and S to physical characteristics of the watershed. To simplify this problem, Equation 6-24 is transformed to use only a single parameter by developing the following relationship from test watershed data:

$$I_a = 0.2S \quad (6-27)$$

A further simplification was made by relating S to CN as:

$$CN = \frac{1000}{S + 10} \quad (6-28)$$

This transformation was performed according to Victor Mockus (1964) so that the rainfall-runoff curves from Equation 6-26 would plot at nearly equal intervals across a graph sheet. The CN was assumed to be related to the soil and cover conditions of a watershed. A search was made by Mockus for test watersheds with a single cover

characteristic and soil type. Total rainfall versus runoff volumes were analyzed graphically to determine the appropriate CN for the soil type and cover for each watershed. As might be expected, there was a great deal of scatter in the observed data when plotted in this manner. The CN that resulted in a curve that divided the plotted data in half was deemed appropriate.

(a) A relationship between CN and watershed potential runoff was developed by determining enveloping CN for the scattered data. This results in three sets of curves that divide and bound test data for an individual watershed. In the past (SCS 1972), the upper and lower enveloping curves were assumed to be related to relatively wet (AMC III) and dry (AMC I) watershed soil moisture conditions and the dividing curve by average soil moisture conditions (AMC II). The CN associated with these different soil moisture conditions was then related to the 5-day antecedent rainfall. However, the relationship between antecedent rainfall and AMC has been poor and the SCS no longer relates the potential runoff to an AMC. Rather, the potential runoff defined by the curves enveloping the scattered data is now related to three antecedent runoff conditions, ARC(III) for relatively high runoff potential, ARC(I) for relatively low runoff potential, and ARC(II) for average runoff potential.

(b) The average CN value for a particular watershed and the effect of ARC on CN should be determined based on observed rainfall versus runoff. The SCS now recommends that the calibration method used by Mockus or a statistical analysis of rainfall versus runoff data be used to determine the CN for each ARC value. Table 64 displays the effect of ARC condition on curve number based on the past work by Mockus in developing envelope curves of CN for observed rainfall versus runoff. McCuen (1989, pg. 299) cautions that this table is only applicable for the region where the CN was calibrated and should be adjusted based on regional information. His recommended caution refers to the use of the now obsolete AMC designations but is equally relevant to the ARC designations in the table. If data are not available for making adjustments to the curve number, then the ARC(II) curve numbers of Table 64 should be used.

(c) The CN corresponding to a large number of soil types and cover characteristics are reported by the SCS. Consequently, application of the method requires that soil survey information be available for the watershed of interest. A soil survey provides the information needed to choose CN based on soil type, cover, management practice, and hydrologic condition. Hydrologic group indicates in-situ infiltration capacity by classifying the soils as

type A, B, C, or D, with A having the highest and D the lowest capacities. The CN associated with each group (Table 6-5) is determined based on the cover (agricultural versus forest), management practice (tillage practice and mulching), and hydrologic condition (degree of grazing or percentage of area with good cover characteristics). A more detailed table of curve numbers can be found in SCS TR-55 (SCS 1986) or the National Engineering Handbook, Chapter 4 (SCS 1972).

(d) Although the CN method is easily the most popular method for performing ungauged analysis, there has been extensive criticism of the method because it does not lead to accurate reproduction of runoff hydrographs, the predicted infiltration rates are not in accordance with classical unsaturated flow theory, the method is applied to watersheds for which it was not calibrated, and the original calibration results are not available. As pointed out by Rallison and Miller (1981), p 361:

The CN procedure continues to be most satisfactory when used for the type of hydrologic problem that it was developed to solve--evaluating effects of land use changes and conservation practices on direct runoff. Since it was not developed to reproduce individual historical events, only limited success has been achieved by those using it for that purpose.

Despite this well recognized deficiency, the method remains popular for simulating rainfall hydrographs.

(e) The method has received criticism because it is at variance with the results of classical unsaturated flow theory, as can be seen by examining the infiltration rate implied by Equation 6-25 (Smith 1976, Aron, Miller, and Lakatos 1977, and Morel-Seytoux and Verdin 1981):

$$i = \frac{S^2 r}{(P - I_a + S)^2} \quad (6-29)$$

where

i = infiltration rate

r = rainfall intensity

Morel-Seytoux (1981) points out that i and P are inversely related. As one would expect, the proportionality of i and r is "in direct disagreement with field experience, laboratory evidence and physical theory," which

Table 6-4
Antecedent Runoff Condition Adjustments

CN Adjustment for Wetness		
ARCII	ARCI	ARCIII
100	100	100
95	87	98
90	78	96
85	70	94
80	63	91
75	57	88
70	51	85
65	45	82
60	40	78
55	35	74
50	31	70
45	26	65
40	22	60
35	18	55
30	15	50
25	12	43
20	9	37
15	6	30
10	4	22
5	2	13

shows that i is independent of r for a ponded surface condition.

(f) Perhaps the most disturbing aspect of the CN method is that the original calibration results obtained by Victor Mockus (1964) have not been preserved. Consequently, the only means of evaluating the observed performance of the method is to examine current results from the literature or from personal experience.

(g) However, despite the missing calibration results, it is clear that the method is being used for watersheds where data did not exist to calibrate the method. Rallison and Miller (1981) p 361 point out:

Data for developing reliable curve numbers are not equally available throughout the United States. Information on rainfall, runoff and soil is deficient for many range and forest areas, particularly in the Western States and, as a consequence, there are many soil complexes that are either unclassified or lack data for verification. The sparseness of rainfall-runoff data in urban or urbanizing areas has forced reliance on interpretive values with little "hard" data available for verification....

Despite these caveats about the CN method, engineers continue to use the method because it has been the only

Table 6-5
Runoff CN's for Hydrologic Soil-Cover Complexes
(Antecedent runoff condition II, and $I_a = 0.2S$)

Land use	Cover		Hydrologic Soil Group			
	Treatment or practice	Hydrologic Condition	A	B	C	D
Fallow	Straight row		77	86	91	94
Row crops	Straight row	Poor	72	81	88	91
		Good	67	78	85	89
	Contoured	Poor	70	79	84	88
		Good	65	75	82	86
Contoured and terraced	Poor	66	74	80	82	
	Good	62	71	78	81	
Small grain	Straight row	Poor	65	76	84	88
		Good	63	75	83	87
	Contoured	Poor	63	74	82	85
		Good	61	73	81	84
Contoured and terraced	Poor	61	72	79	82	
	Good	59	70	78	81	
Close-seeded legumes ¹ or rotation meadow	Straight row	Poor	66	77	85	89
		Good	58	72	81	85
	Contoured	Poor	64	75	83	85
		Good	55	69	78	83
Contoured and terraced	Poor	63	73	80	83	
	Good	51	67	76	80	
Pasture or range	Contoured	Poor	68	79	86	89
		Fair	49	69	79	84
		Good	39	61	74	80
		Poor	47	67	81	88
		Fair	25	59	75	83
Good	6	35	70	79		
Meadow		Good	30	58	71	78
Woods		Poor	45	66	77	83
		Fair	36	60	73	79
		Good	25	55	70	77
Farmsteads			59	74	82	86
Roads (dirts) ² (hard surface) ²			72	82	87	89
			74	84	90	92

¹ Closed-drilled or broadcast.

² Including right-of-way.

Note: For a more detailed table of CN's, see SCS (1986) or SCS (1972).

one available that relates readily available watershed characteristics to a loss rate method.

(h) Caution should be used in applications to areas where the CN method has not been calibrated. Information on regional rainfall-runoff characteristics should be

obtained, if possible, to judge whether or not the CN method predictions are useful.

(i) Rallison and Miller's comments with regard to applications in urban areas are particularly noteworthy. The CN usually chosen for open land uses in urban areas

are generally based on CN values determined for pasture land use. However, runoff tends to be greater from the open urban areas than that from a pasture land use. A common approach for adjusting for this affect is to reduce the value of I_a , thus relaxing the constraint that $I_a = 0.2S$. This approach is not appropriate since the relationship between the initial abstraction and watershed retention is critical to the reported CN calibration (1986). Either attempts should be made to find regional or local information for recalibrating CN, or the CN should be adjusted based on some judgment for open land use in urban areas.

(j) Researchers have suggested means for utilizing the empirical data present in the curve number method in more physically based infiltration equations. Hjelmfelt (1980) suggested a procedure for incorporating CN information into the Holtan equation. Morel-Seytoux and Verdin (1981) suggested a procedure for doing the same with the Green and Ampt equation. However, one might wonder about the efficacy of this approach since there is no information available which details the accuracy of the original CN calibration to observed data or whether or not it is useful for rainfall-runoff simulations.

d. Initial and constant loss rate method. The initial and constant loss rate method is described in detail below.

(1) Method development. This is a very simple method and does not need much explanation. An initial loss (units of depth) and a constant loss rate (units of depth/hour) are specified for this method. All rainfall is lost until the volume of initial loss is satisfied. After the initial loss is satisfied, rainfall is lost at the constant rate. As in the case of the GA method, infiltrated volumes computed by the initial and constant loss rate method are not constrained by the storage capacity of the soil profile. Consequently, a comparison should be made of the infiltrated volume and soil storage capacity to be sure that the parameters chosen for the method are appropriate.

(2) Parameter estimation. The initial and constant loss rate method, having only two parameters, is valuable in the application of automatic parameter estimation procedures. However, the method could also be used in ungauged analysis by assuming a physical interpretation of the parameters. The constant loss might be interpreted as the ultimate infiltration capacity of the soils. The initial loss might reflect both antecedent moisture conditions and losses prior to reaching the ultimate infiltration capacity.

6-6. Impervious Areas

a. Estimation of losses from an urban area is complicated by the presence of impervious surfaces which are not hydraulically connected to drainage systems. Typically, these areas are roof tops with downspouts that drain to flower beds or lawns. The critical part of the analysis is to determine if the pervious area can infiltrate the flow received from the unconnected impervious area. A method applied by SCS (1986) considered this problem in determining corrections for the curve number based on the percent of total and unconnected impervious areas as shown in Figure 6-9. The corrections are only applicable for areas with up to 30 percent total impervious area. If the percent impervious area exceeded this amount, then the assumption was that the unconnected impervious area runoff would not infiltrate because of the small retention time on pervious areas.

b. Figure 6-9 was established by calculating the amount of runoff from the unconnected impervious watershed area due to a given rainfall depth and *uniformly* distributing this volume over the pervious area (McCuen 1989). The runoff from the pervious area was then calculated based on the pervious area curve number and the combined volume from rainfall and unconnected impervious area runoff. The apparent curve number for the entire watershed is then back calculated from knowing the total rainfall and the combined runoff from the pervious area and connected impervious area. This procedure could be duplicated for methods other than the curve number.

c. Caution should be used when applying Figure 6-9 because of the assumptions used in its development. In many instances, conveyance of flow from unconnected impervious areas may not exist or may be very direct. For example, portions of a rooftop may directly drain to a backyard which does not drain easily into the street gutter. However, the drainage path from the downspouts draining the front portion of the rooftop may be rather short, providing little opportunity for infiltration. Certainly, local knowledge of drainage design is needed to judge to what degree unconnected impervious area acts as if it were hydraulically connected.

d. Caution should also be used when composite impervious/pervious values for loss rate parameters are provided for a particular land use. For example, SCS (1986) provides Table 6-6 for applications in urban hydrology. Notice that in this table composite curve number are given for urban land uses as a function of

Apéndice ANA 32-1 Plan de Trabajo

04 de noviembre de 2020

Sra. Sabina Alva
Minera Yanacocha S.R.L.
Av. La Paz 1049, piso 5, Miraflores

Av. Paseo de la República 5895,
Of. 802, Miraflores
Lima 18, Perú

TEL: +51 1 7128000

ASUNTO: PLAN DE TRABAJO DE INSTALACIÓN DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS PARA EL PROYECTO YANACOCHA.

INTRODUCCIÓN

Minera Yanacocha S.R.L. (MYSRL) realiza sus operaciones de extracción de oro considerando las medidas de manejo de agua que permitan garantizar su operación, dichas medidas se encuentran descritas en el Sistema Integral de Manejo de aguas (SIMA).

Las descargas de este sistema en los puntos de vertimiento (DCPs) son luego incorporados a los cauces de las microcuencas involucradas en el proyecto, en cada una de ellas se encuentran puntos de control (CPs). Dichos puntos de control cuentan también con descargar provenientes de áreas no disturbadas, las cuales son caracterizadas mediante el modelamiento hidrológico. Este modelo requiere ser debidamente calibrado y validado con mediciones continuas, teniendo en cuenta que el modelamiento se realiza a paso de tiempo diario y actualmente solo se cuenta con datos a nivel mensual, lo cual genera parámetros estadísticos que no pueden ser debidamente sustentados ante la autoridad.

Asimismo, como parte del programa de vigilancia ambiental del II MEIA y acorde con la normatividad vigente:

- Resolución Ministerial N° 116-2015-MEM/DM (Aprueban “Términos de referencia comunes para los estudios de impacto ambiental detallados-categoría III de proyectos de explotación. beneficio y labor general mineros metálicos”), donde se establece que “el programa de monitoreo ambiental debe incorporar las acciones e indicadores necesarios para un adecuado seguimiento y control del desempeño ambiental del proyecto minero en sus etapas de construcción, operación y mantenimiento”.
- Resolución Jefatural 090-2016-ANA (Aprueban “Términos de Referencia Comunes del contenido hídrico que deberán cumplirse en la elaboración de los estudios ambientales”), donde se establece “el monitoreo de calidad de agua superficial debe incluir el cumplimiento de los objetivos de manejo para cada proceso y/o función o valores ecológicos fijado para el régimen de caudal ecológico”.

Se propone instalar estaciones hidrométricas para el control y monitoreo de caudales en los puntos de cierre de las microcuencas involucradas en el proyecto.

Adicionalmente, el presente plan permite atender la observación ANA 32 c, del levantamiento de observaciones del II MEIA.

c. El Administrado presenta el siguiente sustento:

Cabe precisar que como parte del monitoreo de calidad de agua superficial en los puntos CP (ver Tabla ANA 32-1, Programa Consolidado de Monitoreo de Recursos Hídricos de Seguimiento y Control), se registre el caudal de los cursos de agua como parte de los parámetros de evaluación. Sin embargo, MYRSL tiene planificado en un futuro la implementación de estaciones hidrométricas con el objeto del monitoreo continuo en algunos cursos de agua dentro del área de influencia del proyecto.

De lo indicado, deberá indicar donde se propondrán las estaciones hidrométricas, el tipo y la frecuencia de monitoreo, ya que el I MEIA se quedó como recomendaciones considerar estaciones hidrométricas los cuales son necesarias para validar los modelos hidrológicos.

Las microcuencas involucradas en el ámbito del proyecto son: Quebrada Honda, río Azufre, Qda. Saccha, río San José, río Grande y río Tinte. En el cuadro 1 se presentan las coordenadas propuestas de los puntos de cierre en cada microcuenca, donde se propone realizar la instalación de las estaciones hidrométricas.

Cuadro 1.- Coordenadas de los puntos de cierre de microcuencas
(ubicación de estaciones hidrométricas)

Microcuenca	Este	Norte
Q. Honda	774962	9233482
Río Azufre	781574	9223810
Quebrada Saccha	779578	9222329
Río San Jose	780302	9218281
Río Grande	770895	9219591
Río Tinte	761585	9222056

La ubicación espacial de las estaciones hidrométricas se muestra en la figura 1

Objetivos:

- Realizar el monitoreo continuo de caudales en los puntos de cierre de las microcuencas involucradas en el proyecto Yanacocha, para sustentar el modelamiento hidrológico y dar cumplimiento a la normativa vigente sobre el programa de monitoreo ambiental.

Alcance:

- Descripción de las actividades a desarrollar para la instalación de estaciones hidrométricas.
- Presentar el cronograma de desarrollo del plan de trabajo

PLAN DE TRABAJO PROPUESTO

El presente plan contempla las siguientes actividades

Actividad 1: Reconocimiento de condiciones de sitio

Como actividad inicial se propone realizar una verificación de la ubicación propuesta para las estaciones de monitoreo; dicha verificación se realizará mediante una visita a campo.

La ubicación de la estación debe cumplir las condiciones de: accesibilidad, estabilidad de la sección (características de suelo que mantengan una sección estable, sin erosión), y la evaluación de la necesidad de implementar muros para instalar las estaciones. A continuación, se enumeran los criterios considerados para la verificación de la ubicación de estaciones hidrométricas:

- **Accesibilidad:** En esta visita se definirá los mejores accesos de las ubicaciones tentativas de las estaciones, por ejemplo, el tipo de acceso (ya sea con vehículo o trochas) y el tiempo que demora llegar a cada punto.
- Seguridad del equipo instalado.
- Sección transversal regular o que no evidencia variación en el tiempo.
- Tramo recto del río.

- Coordinaciones entre el equipo social de MYSRL y la población local.
- De no cumplirse con los requerimientos mínimos para la estación, se propondrá una nueva ubicación cercana a las coordenadas que se indican en esta propuesta y sustentará técnicamente dicha modificación. Además, de ser necesario se procederá al acondicionamiento de un soporte de concreto para la instalación de las estaciones hidrométricos.

Actividad 2: Autorización social para la instalación

De acuerdo con el reconocimiento realizado en la primera actividad y una vez elegida la mejor ubicación MYSRL procederá a coordinar con la población local para obtener las autorizaciones necesarias.

Actividad 3: Adquisición de equipos

Los equipos para instalar deberán ser adquiridos con anticipación de proveedores garantizados.

- Soporte metálico (Transductor de presiones) que servirá como protección d ellos sensores
- Sensores de presión y nivel de agua (Balo y Level Logger)



Fotografía 1.- Soporte metálico (transductor de presiones)



Fotografía .2- Sensor de nivel de agua

Las características técnicas de los sensores a instalar se muestran en el Apéndice A.

Actividad 4: Instalación de estaciones hidrométricas

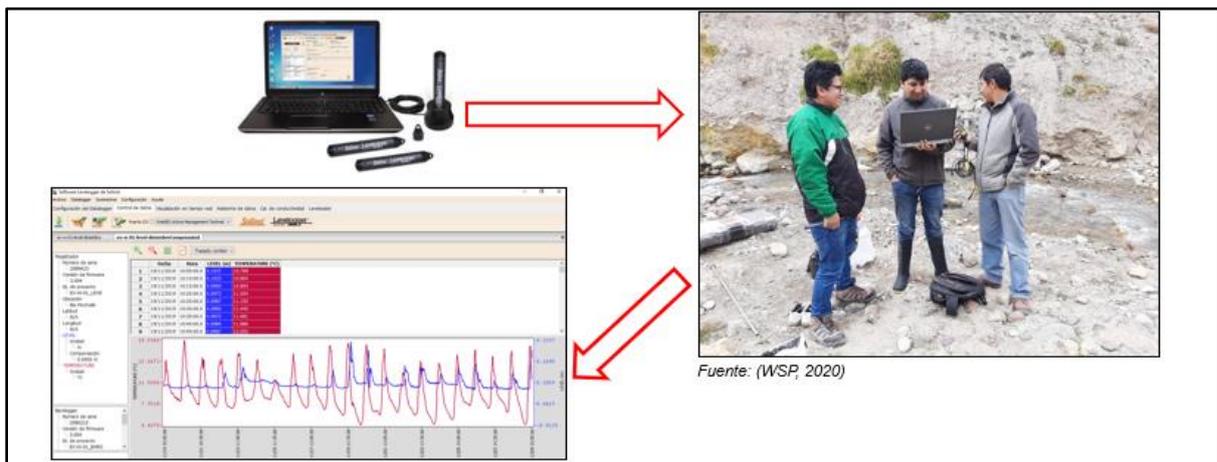
Las actividades que se realizarán para instalar las seis (06) estaciones hidrométricas son las siguientes:

- Verificación de la ubicación y condiciones del acondicionamiento previo.
- Instalación del soporte para sensores de nivel si así lo requiere.
- Configuración del Sensor de Nivel para registro a requerimiento del cliente (5, 10, 15, 30 60 min, etc.)
- Verificación del correcto funcionamiento del sensor de nivel
- Levantamiento topográfico de la sección transversal de control
- Aforos en secciones de control
- Registro fotográfico



Fotografía 3.- Ejemplo de proceso de instalación de soporte metálico

Fotografía 4.- Levantamiento sección hidráulica



Fotografía 4.- Programación de sensores



Fotografía 5.- Levantamiento sección hidráulica

Actividad 5: Monitoreo y calibración de la curva altura-Caudal

Se recomienda realizar monitoreos mensuales de las estaciones hidrométricas donde con el fin de obtener valores medidos de: caudal y nivel de agua en la sección, con los cuales elaborar la curva de calibración para cada una de las estaciones hidrométricas. Se recomienda realizar el monitoreo durante 2 años hidrológicos completos (24 pares de datos caudal – altura) para obtener una curva de calibración óptima.

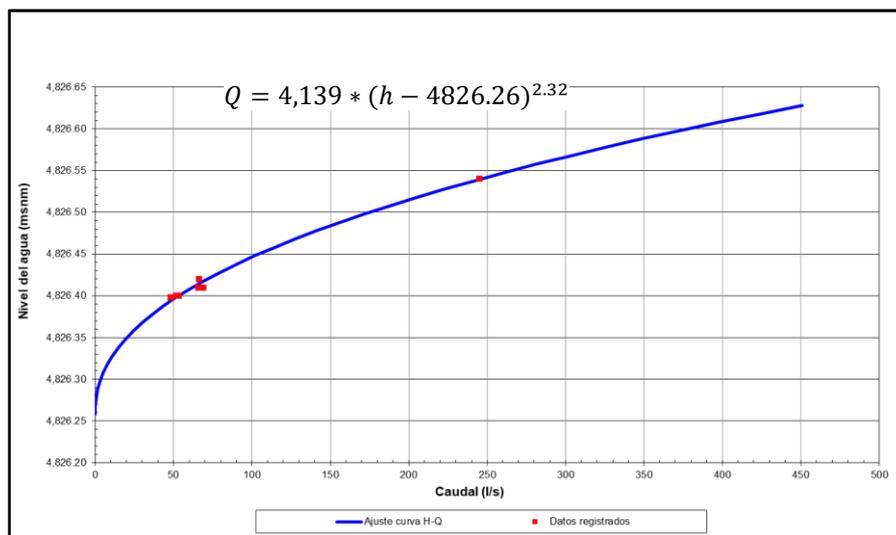
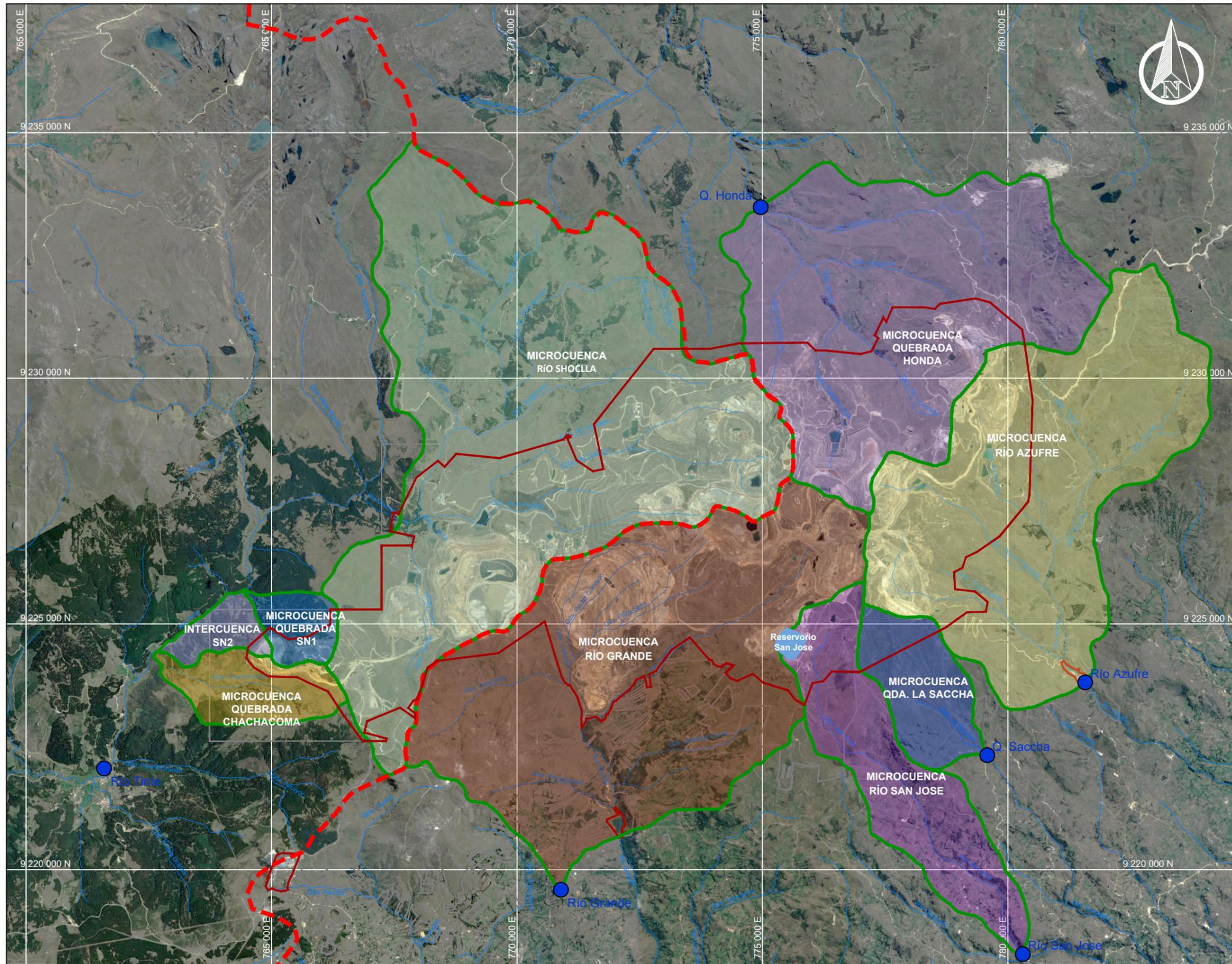


Gráfico 1.- Ejemplo de curva de calibración H-Q



ESTACIONES HIDROMETRICAS COORDENADAS		
ESTACIÓN	ESTE	NORTE
Qda. Honda	774,962	9,233,482
Río Azufre	781,574	9,223,810
Qda. Saccha	779,578	9,222,329
Río San Jose	780,302	9,218,281
Río Grande	770,895	9,219,591
Río Tinte	761,585	9,222,056

LEYENDA CUENCAS	
SIMBOLO	MICROCUENCA
[Green outline]	QUEBRADA HONDA
[Light green outline]	RÍO AZUFRE
[Light blue outline]	QUEBRADA LA SACCHA
[Light purple outline]	RÍO SAN JOSÉ
[Light brown outline]	RÍO GRANDE
[Light green outline]	RÍO SHOCLLA
[Light blue outline]	QUEBRADA SN1
[Light green outline]	QUEBRADA CHACHACOMA
[Light blue outline]	INTERCUENCA SN2

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Black line]	LÍMITE DE PROPIEDAD
[Red dashed line]	LÍMITE DE OPERACIÓN DE YANACocha
[Blue line]	RÍOS / QUEBRADAS
[Green outline]	LÍMITE DE ZONA ESTUDIO COMPONENTE HIDRICO
[Red dashed line]	DIVISORIA DE VERTIENTES
[Blue dot]	PUNTOS ESTACIONES HIDROMETRICAS

PLANTA
ESCALA 1/85,000

Datum: WGS84 Zona: 17S

		<p>Mapa de instalacion de estaciones hidrometricas</p>		<p>Figura 1</p>
		<p>FECHA: Noviembre, 2020</p>	<p>PROYECTO: Segunda Modificatoria de Estudio de Impacto Ambiental Yanacocha</p>	
<p>PREPARADO: ENV</p>	<p>DIBUJADO: AAZ</p>	<p>N° PROY.: 58084</p>	<p>CLIENTE: Minera Yanacocha S.R.L.</p>	
<p>REVISADO: RR</p>	<p>APROBADO: GP</p>	<p>TAREA: 2</p>		

APÉNDICE A: FICHA TÉCNICA DE SENSORES

Levelogger Edge

Modelo 3001

El Levelogger Edge registra medidas altamente confiables de niveles y temperatura del agua subterránea y superficial. Combina un sensor de presión, un detector de temperatura, una batería de litio de 10 años de duración y un registrador de datos, todo sellado dentro de una carcasa cilíndrica de 7/8" x 6.25" (22 mm x 159 mm) de acero inoxidable con revestimiento de PVD a base de Titanio.

El Levelogger Edge mide la presión absoluta usando un sensor de presión Hastelloy, que ofrece una durabilidad y confiabilidad excelentes. Lo anterior, combinado con el revestimiento de PVD a base de Titanio, ofrece una alta resistencia a la corrosión en ambientes agresivos, lo que permite la obtención estable de datos en condiciones extremas de presión y temperatura. Los sensores Hastelloy pueden resistir dos veces la presión sin sufrir daño permanente.

El Levelogger Edge alcanza un amplio rango de presión compensada con la temperatura (0 a 50°C, -10 a 50°C para el Barologger Edge), y una rápida respuesta termal. El Levelogger Edge tiene una alta resolución y una precisión en las medidas del 0.05% de la escala total (FS). El Barologger Edge provee el más fácil y preciso método de compensación barométrica.

Aplicaciones

- Caracterización de acuíferos: pruebas de bombeo, pruebas slug, etc
- Monitoreo de cuencas, zona de recarga y descarga, almacenamiento de acuíferos
- Aforos de corrientes de agua, lagos y manejo de embalses (reservorios)
- Medición de las fluctuaciones de mareas
- Monitoreo de pantanos y picos de escorrentía por aguaceros
- Abastecimiento de agua y niveles de tanques
- Manejo de aguas de minas y lixiviados de rellenos sanitarios
- Monitoreo a largo plazo de pozos, cuerpos de agua superficial y ambientes costeros



Comunicación y descarga rápida de datos usando el Lector Óptico de alta velocidad



Solicitud de Cotización | Mayor información

Características

- 0.05% Precisión en la escala total
- Revestimiento de PVD a base de Titanio resistente a la corrosión
- Sensor de presión robusto Hastelloy
- Compensación de temperatura precisa
- Memoria de hasta 120,000 lecturas
- Opciones básica y avanzada para compensación de datos

El Levelogger Edge tiene una batería con una duración de 10 años basada en 1 lectura por minuto. Tiene una memoria tipo FRAM para 40,000 pares de datos o de hasta 120,000 usando la opción de muestreo lineal de datos comprimidos.

El Levelogger Edge usa una caja tipo Faraday, que lo protege contra picos de corriente o choques eléctricos causados por rayos. Su diseño duradero libre de mantenimiento y la alta precisión y estabilidad, hacen del Levelogger Edge el instrumento más confiable para el registro continuo de niveles de agua a largo plazo.

Comunicación flexible

El programa Levelogger PC es dinámico y eficiente, siendo de fácil manejo para la programación de los Levelogger y para ver y compensar los datos en la oficina o en el campo. El programa tiene opciones muy útiles, que incluyen muestreo repetitivo y comprimido o la opción de iniciar y detener el registro a futuro. La compensación de datos ha sido simplificada y ahora permite que múltiples registros puedan ser compensados barométricamente al mismo tiempo.

La App Levelogger, en extremo intuitiva, y el Levelogger App Interface, crean una conexión Bluetooth entre sus Leveloggers desplazados en campo y su dispositivo inteligente. También existe la opción del DataGrabber, diseñado para trabajo en campo, es una unidad de transferencia de datos por USB, específicamente diseñado para la serie Leveloggers.

Las opciones de monitoreo remoto incluyen al LevelSender, un dispositivo simple y compacto que se ajusta dentro de un pozo de 2" de diámetro, el Sistema de Telemetría (STS) y el Enlace de Radio Remoto (RRL). Además, la serie de sensores Levelogger son compatibles con SDI-12.

Programación del Levelogger

La programación de los Levelogger es extremadamente intuitiva. Simplemente se conecta a la PC por medio de un Lector Óptico o un Cable de Interface PC. La información de su proyecto y la configuración del muestreo esta todo en la misma pantalla. Las configuraciones del muestreo se pueden salvar para fácilmente ser re utilizadas.

El reloj del Levelogger puede ser sincronizado con el reloj de la computadora. Existen también opciones para iniciar inmediatamente, o iniciar y detener el Levelogger a futuro. El porcentaje de vida de la batería y la cantidad de memoria libre se indican también en la pantalla de inicio.

Los levelogger pueden también ser programados con el método de muestreo o registro de datos, así como con las opciones de iniciar y detener a futuro, utilizando el Solinst Levelogger App en su dispositivo inteligente.

Opciones de muestreo convencional

Los Levelogger pueden ser programados con muestreo de tipo lineal, basado en evento o usuario programable. El muestreo lineal puede ser ajustado con lecturas desde cada 1/8 segundo o hasta cada 99 horas. El Levelogger Edge puede ser programado con la opción de muestreo comprimido, que incrementa la memoria de 40,000 hasta 120,000 lecturas.

El muestreo basado en evento puede ser programado para la toma de datos solamente cuando el nivel sobrepasa el umbral fijado para cambio. El nivel se verifica en el intervalo de tiempo seleccionado, pero solamente se registra en la memoria si sobrepasa el umbral dado. Si no ocurre ningún evento dentro del umbral programado, igualmente se toma una lectura cada 24 horas. La opción de usuario programable, permite programar hasta 30 horarios, que incluye régimen de muestreo, duración de los intervalos, pausas, etc. Para mayor conveniencia, existe la opción de repetir la programación automáticamente.

Logger	Date	Time	Level (m)	Temperature (°C)
2019977_Solinst_2013_04_25	4/25/2013	10:09:51.0 AM	10.0910	23.489
	4/25/2013	10:09:52.0 AM	10.0911	23.487
	4/25/2013	10:09:53.0 AM	10.0912	23.488
	4/25/2013	10:09:54.0 AM	10.0909	23.489
	4/25/2013	10:09:55.0 AM	10.0910	23.496
	4/25/2013	10:09:56.0 AM	10.0911	23.496



Descarga, vista y exportación de datos

Los datos son descargados a la PC con un clic en el icono en la pantalla principal. Hay múltiples opciones para descarga de los datos, incluyendo la opción de “Pegar Datos (Append Data)” y “Todos los Datos (All Data)”. El software también permite ver los datos en formato de grafico o cuadro, usando la opción de “Vista en Tiempo Real”.

Los datos de niveles son automáticamente compensados por temperatura y el dato de temperatura también es descargado. La compensación barométrica de los datos del Levelogger se realiza en la opción de Asistente de Datos, donde también se puede utilizar la opción de ajuste manual de los datos, entre ellos elevación, densidad y ajuste por eficiencia barométrica.

El software permite una fácil exportación de los datos a hojas electrónicas o bases de datos para un posterior procesamiento por parte del usuario.

El Levelogger Solinst App también le permite visualizar y salvar en la opción de “tiempo real” o bien, almacenar los datos directamente en su dispositivo inteligente.

Aplicaciones útiles

La herramienta de auto diagnóstico, puede ser utilizada en caso de ocurrir un problema inesperado. Esta herramienta permite revisar el funcionamiento del programa, la calibración, la memoria de respaldo y de almacenamiento de datos, la presión del transductor, la temperatura del sensor y el voltaje de la batería, así como realizar una descarga total de la memoria (Memory Dump) si es necesario.

De manera periódica estarán disponibles actualizaciones del firmware, que permitirán actualizar el Levelogger Edge con las nuevas características.

App Levelogger & Levelogger App Interface

El Levelogger App Interface utiliza tecnología inalámbrica para conectar su Levelogger con su dispositivo inteligente. Con la App Levelogger de Solinst se puede descargar la data, verla en tiempo real y programar sus Leveloggers. La data se puede enviar por correo electrónico a través de su dispositivo directamente a su oficina (ver fichas técnicas modelo 3001 Solinst Levelogger App & Interface).

©Apple, el logo de Apple y iPhone son marcas registradas de Apple Inc., registrado en los Estados Unidos y otros países. App Store es un servicio de marca Apple Inc. Google Play es una marca registrada de Google Inc. La palabra y logo de Bluetooth® son marcas registradas propiedad de Bluetooth SIG, Inc. y cualquier uso de dichas marcas por Solinst Canadá Ltd. esta bajo condiciones de licencia.



Colocación con cable estándar

Los Levelogger pueden ser suspendidos de cables de acero inoxidable o cordones tipo Kevlar®. Este es una manera de instalarlos en el campo, que resulta de bajo costo; permite al Levelogger estar fácilmente asegurado dentro del pozo, ya que esta fuera de la vista y poco accesible. Solinst ofrece cables ensamblados de acero inoxidable y cordones tipo Kevlar ensamblados, ambos en variedad de longitudes.

Tapas de pozo ensambladas 3001 de Solinst

La tapa de seguridad de 2" está diseñada para ambas opciones de colocación de los Levelogger, ya sea cable estándar o Cable de Lectura Directa.

La tapa de pozo tiene una argolla muy conveniente para suspender los Levelogger usando el cable estándar o el cordón Kevlar. La tapa de pozo por dentro tiene dos agujeros para colocar los Cables de Lectura Directa de un Levelogger y un Barologger. Los adaptadores están disponibles para pozos de 4".

La tapa de pozo es venteadada, lo que permite equilibrar la presión atmosférica dentro del pozo. La tapa se ajusta alrededor del entubado del pozo y puede ser asegurada usando un candado con un grillete de diámetro de 3/8" (9.5 mm).



Tapas de seguridad de 2" para Levelogger (ver ficha técnica de las tapas de pozos para más detalles)

Cables de Lectura Directa

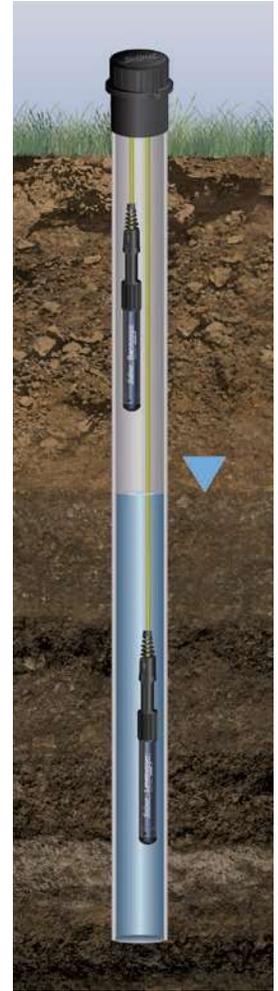
Cuando se desea contar con datos en tiempo real y comunicación directa con los Levelogger sin tener que sacarlos del pozo o del agua, estos pueden ser instalados mediante Cable de Lectura Directa. Este permite observar los datos, descargar y / o programar los Levelogger en el campo, usando una computadora portátil, un DataGrabber o el Solinst Levelogger App Interface.

Los Levelogger también pueden ser conectados a un registrador de tipo SDI-12 usando el Cable de Interface SDI-12 de Solinst conectado a un Cable de Lectura Directa.

Especificaciones del Cable

Los Cables de Lectura Directa están disponibles para ser usados con cualquiera de los Levelogger, en longitudes de hasta 1500 pies. El cable coaxial tiene un diámetro de 1/8" (3.175 mm) y tiene una cobertura de poliuretano para mayor resistencia y durabilidad. El conductor de acero inoxidable trenzado, ofrece una mayor precisión, ya que evita que el cable se estire.

Barologger y Levelogger instalados en un pozo usando Cable de Lectura Directa



Precisión de la compensación barométrica

El Levelogger Edge mide la presión absoluta (presión del agua + presión atmosférica) expresada en pies, metros, centímetros, psi, kPa, o bar.

El método más preciso para obtener los cambios del nivel del agua, es compensar las fluctuaciones de la presión atmosférica usando un Barologger Edge, ahorrando tiempo en el proceso de compensación.

El Barologger se coloca por encima del mayor nivel de agua, en un sitio específico. Un Barologger puede usarse para compensar todos los Leveloggers instalados en un radio de 20 millas (30 km) y / o con una diferencia no mayor a los 1000 ft (300 m) de elevación entre ellos.

La herramienta de asistente de Compensación de Datos en el software Levelogger, automáticamente realiza la compensación de los datos, sincronizando los archivos de datos del Barologger y del Levelogger del sitio.

El Barologger Edge usa algoritmos de presión basados en aire más que en presión de agua, brindando una mayor precisión.

La información barométrica registrada puede ser muy útil para ayudar a determinar la influencia barométrica retrasada y/o la eficiencia barométrica en el acuífero en monitoreo. El Barologger Edge registra presión atmosférica en psi, kPa o mbar. Cuando se compensan sensores sumergidos como el Levelogger Edge, Gold o Junior, el Software Levelogger versión 4, puede reconocer el tipo de Levelogger y compensar usando las mismas unidades encontradas en el registro del sensor sumergido (Levelogger Gold y Junior medidos en pies, metros o centímetros). Esto hace del Barologger Edge compatible con versiones anteriores de sensores.



Sincronice y dinamice sus esfuerzos para compensación barométrica a lo largo de su proyecto de monitoreo.

Especificaciones del Levellogger Edge

Sensor de Nivel:	Silicón Piezoresistivo con Sensor Hastelloy
Exactitud:	± 0.05% FS (Barologger Edge: ± 0.05 kPa)
Estabilidad de las lecturas:	Superior, bajo ruido
Unidades de medición:	m, cm, pies, psi, kPa, mBar, °C, °F (Barologger Edge: psi, kPa, mBar, °C, °F)
Normalización:	Compensación Automática de Temperatura
Rango de comp. de temp.:	0° a 50°C (Barologger Edge: -10°C a +50°C)
Sensor de Temperatura:	Detector de temperatura de resistencia de platino (RTD)
Precisión:	± 0.05°C
Resolución:	0.003°C
Vida de la batería:	10 años – basado en 1 lectura/minuto
Precisión del reloj:	± 1 minuto/año (-20°C a 80°C)
Temperatura de operación:	-20°C a 80°C
# Máximo de lecturas:	40,000 lecturas en memoria FRAM, o hasta 120,000 usando la opción de compresión lineal de datos
Memoria:	Continua y Finita
Comunicación:	Interfase óptica infrarroja. Conversión a RS-232, USB, SDI-12. Serial a 19,200 bps, 38,400 bps con USB
Tamaño:	22 mm x 159 mm (7/8" x 6.25")
Peso:	129 gramos (4.6 oz.)
Resistencia a la corrosión:	Recubrimiento PVD a base de Titanio
Otros materiales en contacto con agua:	Delrin®, Viton®, acero inoxidable 316L, Hastelloy, Recubrimiento PVD a base de Titanio
Opciones de muestreo:	Lineal, Por Evento, Usuario-programable, repetición del ciclo programado, Inicio a Futuro, Detenido a Futuro, Vista en Tiempo Real
Intervalos de medición:	1/8 de segundo a 99 horas
Compensación barométrica:	Asistente de Datos en el software y un Barologger por área que cubre aprox. 20 millas/30 km de radio

Modelos	Escala Total (FS)	Precisión
Barologger	Aire únicamente	± 0.05 kPa
M5	5 m, 16.4 ft.	± 0.3 cm, 0.010 ft.
M10	10 m, 32.8 ft.	± 0.5 cm, 0.016 ft.
M20	20 m, 65.6 ft.	± 1 cm, 0.032 ft.
M30	30 m, 98.4 ft.	± 1.5 cm, 0.064 ft.
M100	100 m, 328.1 ft.	± 5 cm, 0.164 ft.
M200	200 m, 656.2 ft.	± 10 cm, 0.328 ft.

Registrador de datos de bajo costo: ver la ficha técnica Levellogger Junior Edge

Registrador de datos de agua venteado: ver fichas técnicas del LevelVent y AquaVent

Registrador de datos de conductividad: ver la ficha técnica del Levellogger LTC Edge

® Delrin y Viton son marcas registradas de DuPont Corp.

DataGrabber™

El DataGrabber es un dispositivo listo para trabajar en campo y permite copiar la data de Levelloggers a una memoria portátil.

El DataGrabber es compacto y fácil de transportar. Se puede conectar a un cable de lectura directa o a un Levellogger directamente mediante un adaptador.

Se utiliza un solo botón para descargar la data contenida en un Levellogger a una memoria portátil la cual se encuentra conectada al DataGrabber. Una luz LED indica la operación del DataGrabber. La data contenida en la memoria del Levellogger no se borra, y los registros no se interrumpen si el Levellogger esta tomando lecturas. El DataGrabber utiliza su propia batería de 9V.



Telemetría LevelSender

El LevelSender es un sistema de telemetría simple y de bajo costo diseñado para el envío de datos de los Levellogger en el campo, a su dispositivo móvil y base de datos en su PC por medio de comunicación celular.

La programación inicial se hace en la Estación Central Receptora a través de una herramienta de software usuario amigable. Existe una comunicación en doble vía entre el LevelSender y la Estación Central, lo que permite la actualización remota.

Cada dispositivo LevelSender contiene un puerto individual para conectar un Levellogger; por medio de un acople doble (Splitter) es posible conectar además un Barologger.

Las estaciones del LevelSender son de diseño compacto, lo que permite una discreta instalación dentro de pozos de 2" (50mm) de diámetro (ver ficha técnica del Modelo 9500).



Telemetría STS

Los Sistemas de Telemetría STS proveen un método eficiente para el envío de datos del Levellogger desde el campo a su escritorio. La comunicación flexible por vía celular permite su uso en cualquier proyecto. Los Sistemas STS son diseñados para economizar costos ya que permiten un auto manejo de los datos. Con alarma de notificación, actualización remota del software y reportes de diagnóstico, el mantenimiento resulta simple (ver ficha técnica del modelo 9100/9200).



Telemetría RRL

El Enlace de Radio Remoto (RRL) es ideal en aplicaciones de corto alcance de hasta 20 millas o 30 kilometros; las distancias pueden ser incrementadas mediante el uso de estaciones repetidoras. Es ideal para las redes de monitoreo a corta distancia usando Levelloggers (ver ficha técnica del Modelo 9100/9200).