

## **5.2. LÍNEA BASE AMBIENTAL**

### **5.2.1. METODOLOGÍA**

#### **5.2.1.1. GENERALIDADES**

La Línea Base Física (LBF) describe las características físicas del área de influencia del proyecto de ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, el cual está ubicado en el distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao, muy cerca del litoral de la costa central, al norte de la desembocadura del río Rímac, a altitudes entre los 6 y 53 msnm, presentando un paisaje de topografía llana, clima árido, niveles freáticos superficiales o poco profundos y en rápido proceso de urbanización.

Las disciplinas que se desarrollan en la LBF se organizan en las siguientes secciones:

#### **5.2 Línea Base Física**

- 5.2.1. Metodología
- 5.2.2. Meteorología, clima y zonas de vida
- 5.2.3. Calidad de Aire y niveles de ruido ambiental
  - 5.2.3.1. Calidad de aire
  - 5.2.3.2. Niveles de ruido ambiental
- 5.2.4. Geología y geomorfología
- 5.2.5. Geotecnia
- 5.2.6. Fisiografía
- 5.2.7. Paisaje
- 5.2.8. Suelo y capacidad de uso mayor
  - 5.2.8.1 Clasificación de Suelos
  - 5.2.8.2 Clasificación de Suelos según su capacidad de Uso Mayor
  - 5.2.8.3 Uso Actual del Suelo
- 5.2.9. Calidad de Suelos
- 5.2.10. Hidrología, hidrografía e hidrogeología
- 5.2.11. Calidad del Agua
- 5.2.12. Riesgos Naturales
- 5.2.13. Síntesis de la Línea Base Física

Estas secciones incluyen textos por disciplina, acompañados de sus correspondientes mapas temáticos, registros fotográficos, información existente y análisis de laboratorio, en caso corresponda.

#### **5.2.1.2. METODOLOGÍA**

La LBF se desarrolló a lo largo de tres fases de actividades: fase inicial de gabinete, fase de campo y fase final de gabinete.

#### **5.2.1.2.1. Fase inicial de gabinete**

En esta fase se realizó la revisión y sistematización de la información bibliográfica y cartográfica existente relacionada con los aspectos físicos. Algunas disciplinas de la LBF han acumulado documentación importante sobre el área estudiada, pero la mayoría solo cuenta con informaciones fragmentarias y heterogéneas. Geología, por ejemplo, cuenta con publicaciones que cubren completamente el área de influencia (Carta Geológica Nacional del INGEMMET, a escala 1:100 000), pero son muy escasos los estudios geomorfológicos o hidrológicos.

Las actividades en esta fase comprendieron también la planificación de los trabajos de campo, que contempla la definición de las rutas de reconocimiento y el ajuste de los puntos de muestreo. Asimismo, la adquisición y procesamiento de información meteorológica. En lo que respecta al ajuste de la red de muestreo (ubicación precisa de los puntos de muestreo) se realizó en base al reconocimiento de imágenes satelitales disponibles, y tomando en cuenta los criterios estipulados en los protocolos vigentes aplicables en cada caso.

#### **5.2.1.2.2. Fase de campo**

En esta fase se procedió a levantar información primaria directamente del área de influencia, mediante reconocimientos visuales, entrevistas con los pobladores locales y mediciones relacionadas con aspectos del medio físico. Aspecto central de esta fase es la colecta de muestras para la caracterización física, química y microbiológica de los aspectos ambientales: agua superficial y sedimentos, agua subterránea, aire, ruido ambiental y suelo.

En esta fase se incluyen también los análisis de laboratorio que, en los casos relacionados con calidad ambiental, se realizaron en un laboratorio acreditado ante INACAL.

La evaluación en campo para la LBF se realizó en una sola temporada y fue llevada a cabo entre los meses de julio y octubre de 2017.

#### **5.2.1.2.3. Fase final de gabinete**

Al terminar los trabajos de campo, se realizó el procesamiento de los datos recogidos en campo y proporcionados por el laboratorio, para luego desarrollar los análisis y síntesis correspondientes. Los procedimientos de procesamiento y análisis de los datos se precisan en las generalidades de cada capítulo de la LBF; asimismo, se detallan en cada caso las citas bibliográficas de las fuentes empleadas.

Finalmente, se procedió a elaborar los informes y mapas finales, con sus correspondientes anexos, datos complementarios y conclusiones finales de cada disciplina.

## **5.2.2. METEOROLOGÍA, CLIMA Y ZONAS DE VIDA**

### **5.2.2.1. GENERALIDADES**

En esta sección se realizará la caracterización del clima del área de influencia del proyecto, al cual en adelante denominaremos área de estudio; incidiéndose en el análisis del comportamiento de los principales parámetros meteorológicos (precipitación, temperatura, humedad y vientos), los cuales influyen en los aspectos antropogénicos, bióticos y abióticos.

Para la caracterización del clima se consideran los datos de la estación Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (AIJCH), administrada por Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC), la cual, por la proximidad, altitud, exposición, etc. es representativa del área de estudio.

### **5.2.2.2. FACTORES CLIMÁTICOS**

El área de estudio se ubica en la costa central del Perú, hacia el extremo oeste de la ciudad de Lima, próxima al mar. Las características climáticas de esta región, en general, son propias del desierto costero peruano, que consiste en una aridez intensa y permanente, y una variabilidad térmica que, combinada con la variabilidad de la humedad relativa, determina la sucesión de dos estaciones anuales: una estación cálida en verano y una estación templada en invierno. Dos factores son determinantes para que ocurra este clima: el Anticiclón del Pacífico Sur, que, al proporcionar estabilidad al aire de toda la vertiente occidental del país, es el gran causante de su aridez generalizada, y la Corriente Peruana (o de Humboldt), corriente marina de aguas frías que influencia fuertemente el clima costero, sobre todo entre otoño y primavera, al encapsular la circulación litoral mediante el mecanismo de la inversión térmica, causante de la presencia casi permanente de una capa de nubes estratiformes a 400-600 m.s.n.m., provocando no solo una reducción de la temperatura y de las horas de sol sino también el incremento sustancial de la humedad relativa, hasta niveles cercanos a la saturación durante el invierno.

### **5.2.2.3. PARÁMETROS METEOROLÓGICOS**

A continuación, se presenta el análisis de los parámetros meteorológicos de la estación AIJCH, los cuales se muestran en tablas y gráficos de precipitación, temperatura, humedad y vientos.

En el Cuadro 5.2.2-1 se presentan los datos, así como los periodos de la información meteorológica y en el Anexo 5.2.2-1 se presentan la información meteorológica utilizada.

**Cuadro 5.2.2-1** Datos de la Estación Meteorológica Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (AIJCH).

| Estación                              | Coordenadas |             | Altitud (msnm) | Período de Registro     | Parámetros meteorológicos        |
|---------------------------------------|-------------|-------------|----------------|-------------------------|----------------------------------|
|                                       | Latitud     | Longitud    |                |                         |                                  |
| Aeropuerto Internacional Jorge Chávez | 12°00'18,1" | 77°07'13,8" | 13             | 1970-2013*/ 2014-2016** | Precipitación total mensual      |
|                                       |             |             |                | 1979-2013*/2014-2016**  | Temperatura media mensual        |
|                                       |             |             |                |                         | Temperatura mínima media mensual |
|                                       |             |             |                |                         | Temperatura máxima media mensual |
|                                       |             |             |                |                         | Humedad relativa media mensual   |
|                                       |             |             |                |                         | Velocidad y dirección del viento |

Fuente: \* Estudio de Impacto Ambiental Aeropuerto Internacional Jorge Chávez  
 \*\*Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A (CORPAC).  
 Elaboración: Walsh Perú S.A. 2017

**Figura 5.2.2-1** Ubicación de la Estación Aeropuerto Internacional Jorge Chávez



Fuente: Google Earth, 2017.

#### **5.2.2.3.1. Precipitación**

El área de estudio se ubica en una región extremadamente desértica, donde las precipitaciones son muy escasas y si se presentan como garúas durante los meses invernales, aunque son muy débiles

en intensidad. Como se puede apreciar en el siguiente Cuadro 5.2.2-2 la precipitación total anual apenas llega a los 4,8 mm. Durante los meses de junio a septiembre son predominantemente nubosos, durante el cual se presentan la mayoría de las precipitaciones (generalmente a modo de lloviznas finas), eventualmente aparecen días soleados. A partir de octubre la presencia de lloviznas disminuye progresivamente hasta fines de año, en que se inicia la época seca con el verano. Sin embargo, la presencia de precipitaciones no desaparece por completo, sino que ocurren en forma aislada o puntual durante estos meses.

En el cuadro se observa que las precipitaciones se presentan en muy pequeñas proporciones durante los meses veraniegos de diciembre a marzo, estas se deben a la influencia de las precipitaciones que ocurren en las zonas andinas y que pasan a estas regiones costeras, principalmente por su cercanía a la región andina, estas se caracterizan principalmente por tener muy corta duración.

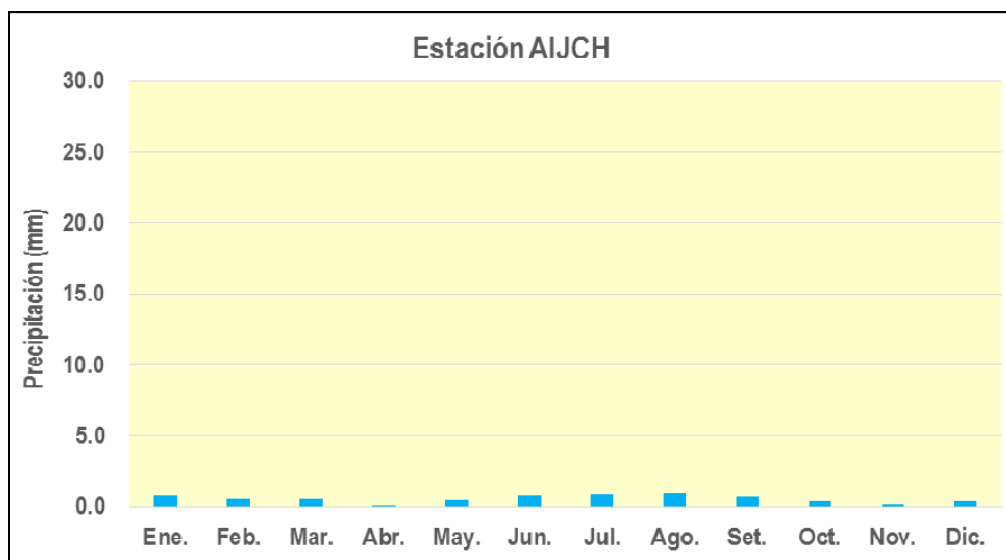
**Cuadro 5.2.2-2** Precipitación Total Mensual (mm) – estación AIJCH

| Precipitación | Ene  | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
|---------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Máxima        | 10,5 | 2,9 | 2,5 | 0,7 | 3,2 | 4,8 | 3,3 | 6   | 6,7 | 2,9 | 1,5 | 1,8 | 4,8   |
| Promedio      | 0,8  | 0,6 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,2 | 0,4 |       |
| Mínima        | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |       |

Elaboración: Walsh Perú S.A. 2017

Fuente: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC)

**Figura 5.2.2-2** Régimen pluviométrico mensual - Estación AIJCH.



Fuente: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC).

### 5.2.2.3.2. Temperatura

La temperatura media mensual que registra la estación, no presenta cambios intempestivos a lo largo del año. Presenta los valores más bajos durante los meses de julio a setiembre, y los valores máximos medios se presentan en los meses veraniegos llegando inclusive hasta los 23,4 °C en el mes de febrero. La temperatura media multianual en dicho período es de 19,6 °C.

No obstante, con respecto a las temperaturas máximas medias en la estación Aeropuerto Jorge Chávez superan los 19 °C, presentando valores más altos entre los meses de diciembre hasta abril, con valores que llegan hasta los 27 °C en los meses de enero y febrero.

Las temperaturas mínimas medias en la zona de estudio no superan los 20° generalmente, las temperaturas más bajas se presentan durante los meses de junio a octubre (con variaciones de 16,4 y 15,4 °C), tal como se muestra en el Cuadro 5.2.2-3. En la Figura 5.2.2-3 se presenta el régimen de temperaturas anuales.

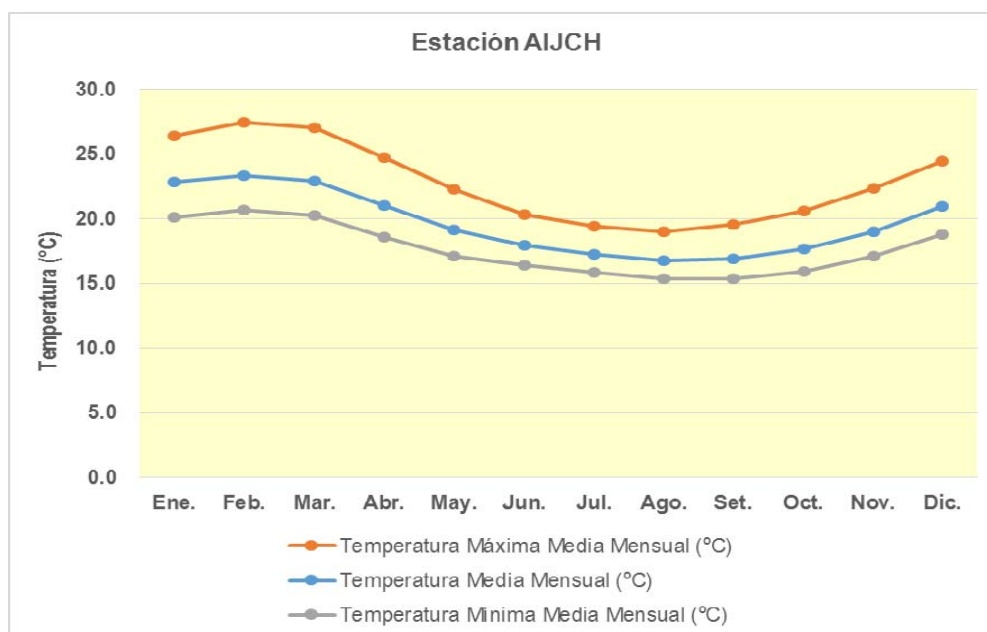
**Cuadro 5.2.2-3** Temperatura media mensual, máxima media y mínima media - estación AIJCH.

| Parámetro             | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Set  | Oct  | Nov  | Dic  | Anual |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| T° Máxima Media (°C)  | 26,4 | 27,4 | 27,0 | 24,8 | 22,3 | 20,4 | 19,4 | 19,0 | 19,5 | 20,6 | 22,3 | 24,5 | 22,8  |
| T° Media Mensual (°C) | 22,8 | 23,4 | 22,9 | 21,0 | 19,1 | 18,0 | 17,2 | 16,7 | 16,9 | 17,7 | 19,0 | 21,0 | 19,6  |
| T° Mínima Media (°C)  | 20,1 | 20,7 | 20,3 | 18,6 | 17,1 | 16,4 | 15,8 | 15,4 | 15,4 | 16,0 | 17,1 | 18,8 | 17,6  |

Elaboración: Walsh Perú S.A. 2017

Fuente: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC).

**Figura 5.2.2-3** Temperatura media mensual, máxima media y mínima media - estación AIJCH.



Elaboración: Walsh Perú S.A. 2017

Fuente: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC).

### 5.2.2.3.3. Humedad Relativa

De acuerdo a la Figura 5.2.2-4, la humedad relativa en el área de estudio es alta, alcanzando inclusive el 90 % en algunos meses del año (mes de mayo del 2013), generalmente la humedad relativa máxima se encuentra por encima del 85 %, los valores más altos se registran en los meses de mayo a setiembre donde las temperaturas son más bajas.

El promedio mensual de humedad relativa en el área de estudio fluctúa entre 79 y 83 %. Durante los meses de enero a marzo el porcentaje de humedad promedio anual es casi constante, es decir sin una variación significativa, incrementándose progresivamente de abril a noviembre, para luego descender en diciembre. En el Cuadro 5.2.2-4 se presentan los valores promedios del porcentaje de humedad.

Los porcentajes más bajos de la humedad relativa fluctúa entre los 72 y 79 %, los valores más bajos se presentan el mes de junio y julio.

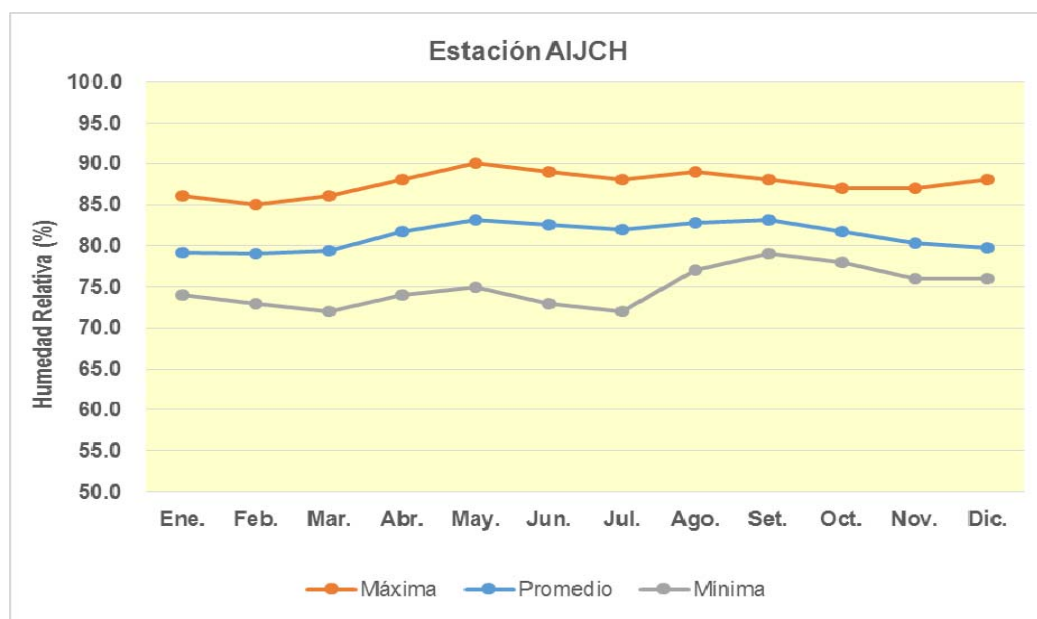
**Cuadro 5.2.2-4** Humedad relativa media mensual (%) - estación AIJCH.

| Humedad Relativa | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Máxima           | 86,0 | 85,0 | 86,0 | 88,0 | 90,0 | 89,0 | 88,0 | 89,0 | 88,0 | 87,0 | 87,0 | 88,0 |
| Media            | 79,2 | 79,1 | 79,4 | 81,8 | 83,2 | 82,5 | 81,9 | 82,8 | 83,1 | 81,7 | 80,3 | 79,7 |
| Mínima           | 74,0 | 73,0 | 72,0 | 74,0 | 75,0 | 73,0 | 72,0 | 77,0 | 79,0 | 78,0 | 76,0 | 76,0 |

Elaboración: Walsh Perú S.A. 2017

Fuente: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC).

**Figura 5.2.2-4** Variación de la Humedad Relativa - estación AIJCH.



Elaboración: Walsh Perú S.A.; 2017

Fuente: Fuente: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC)

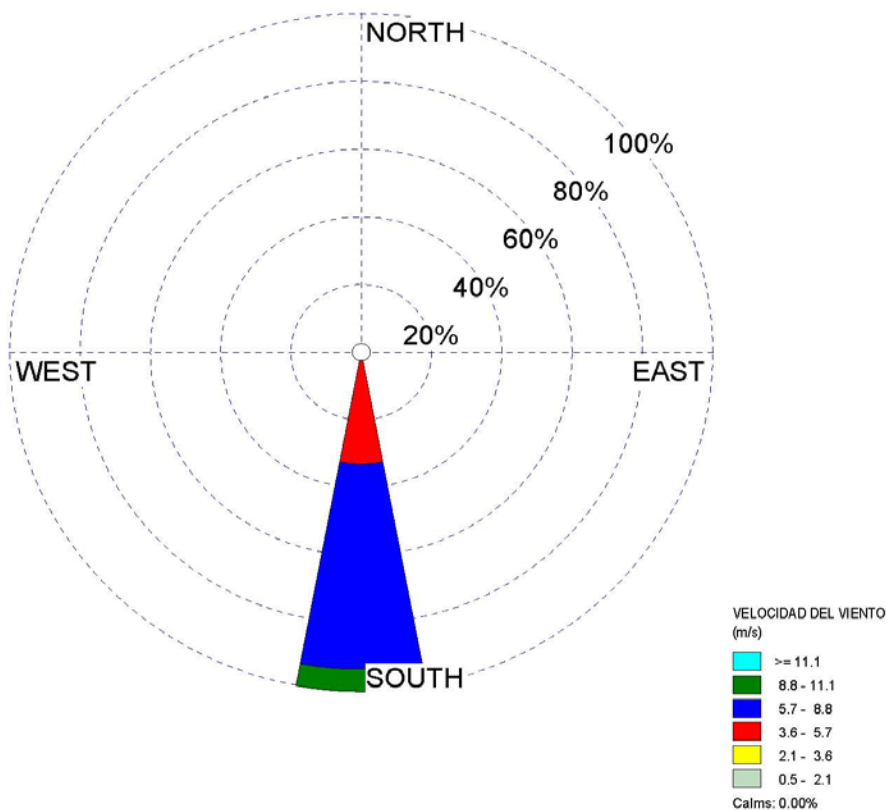
#### 5.2.2.3.4. Vientos

Los vientos predominantes en el área de estudio son los alisios y las brisas de mar debido a su cercanía al mar; en general los primeros soplan en dirección paralela al litoral peruano (S-SE) mientras que los segundos soplan preferentemente en direcciones perpendiculares al litoral local (que en el caso de la ciudad de Lima, presenta una orientación S-SW).

Para el análisis de este parámetro se utilizaron datos de la estación Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, cuyos registros se grafican en la Figura 5.2.2-5, donde se observa que la dirección

predominante de los vientos es sur (S), con una mayor proporción de velocidades entre 5,7 - 8,8 m/s y una menor proporción de 3,6 - 5,7 m/s. De acuerdo a la escala de clasificación de Beaufort, todos estos vientos se denominan como brisas leves a moderadas.

**Figura 5.2.2-5** Rosa de Vientos: Estación Aeropuerto Internacional Jorge Chavez



Elaboración: Walsh Perú S.A.; 2017

Fuente: Fuente: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC).

#### 5.2.2.4. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

##### 5.2.2.4.1. Clasificación de Köppen

En la región y por consiguiente en el área de estudio del AIJCh las precipitaciones anuales son prácticamente inexistentes, la temperatura se presenta cálida (17 a 27 °C). Bajo estas condiciones, se define para el área de estudio un tipo climático **Bw**: Desértico (árido).

##### 5.2.2.4.2. Zonas de vida

De acuerdo al Mapa Ecológico del Perú<sup>1</sup>, el área de estudio se ubica en el Desierto Desechado Subtropical.

##### *Desierto Desechado Subtropical*

Esta se caracteriza por presentar temperaturas superiores a 17° C y 22,2° C, la precipitación máxima es de 44 milímetros. Según el diagrama de Holdridge, el promedio de evaporación potencial total por años varía entre 32 y 64 veces el valor de la precipitación, por lo tanto, se ubica en la provincia de humedad: DESECADO.

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa, Lima, Perú. 1995.

### 5.2.3. CALIDAD DEL AIRE, NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL Y VIBRACIONES

La presente sección muestra las condiciones actuales de calidad del aire, niveles de ruido ambiental y Vibraciones en el área de influencia donde se desarrollará la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del “Aeropuerto Internacional Jorge Chávez”. Para obtener la información que permitió caracterizar el área de influencia, se llevó a cabo el muestreo de parámetros indicadores de calidad en sitios representativos. La información obtenida fue complementada con resultados de fuentes secundarias, extraídas de estudios ambientales realizados en la misma zona y que cuentan con la aprobación de las autoridades correspondientes.

#### 5.2.3.1. CALIDAD DEL AIRE

##### 5.2.3.1.1. Generalidades

La calidad del aire se determina mediante la concentración o intensidad de contaminantes presentes en la atmósfera. Los contaminantes atmosféricos que causan el deterioro del medio, consisten, en una gran variedad de gases, vapores y partículas. Algunos de los contaminantes más comunes del aire son gases inorgánicos (especialmente óxidos de nitrógeno, azufre y carbono); vapores orgánicos de varios tipos; y partículas emitidas directamente a la atmósfera, formadas por procesos químicos atmosféricos.

Por lo general, las partículas finas y gruesas, provienen de diferentes fuentes y tienen distintos mecanismos de formación, aunque es probable que haya cierta superposición debido a su diferencia de densidad, las partículas gruesas serán depositadas en el suelo con mayor rapidez, mientras que las partículas finas, necesitarán más tiempo.

Entre las diferentes fuentes de emisiones a la atmósfera podemos distinguir dos grandes tipos: las fuentes fijas y las fuentes móviles, las cuales se describen a continuación:

- **Fuentes móviles**

Incluyen las diversas formas de transporte y equipos (camionetas, automóviles, camiones, aviones, volquetes, cargadores frontales, equipamiento de plantas industriales, etc.) utilizados en el proyecto y fuera de él, que por su operación puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. En la zona del proyecto, una fuente principal de contaminación de aire es el parque automotor, pues produce grandes cantidades de monóxido de carbono (CO) y cantidades menores de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y compuestos orgánicos volátiles (COV), SO<sub>2</sub>, y NO<sub>x</sub>, producidos durante la combustión.

- **Fuentes fijas**

Derivadas de la generación de energía eléctrica y de actividades industriales tales como: la industria química, textil, alimentaria, maderera, metalúrgica, metálica, manufacturera y procesadora de productos vegetales y animales, entre otras. Las emisiones derivadas de la combustión utilizada para la generación de energía o vapor, dependen de la calidad de los combustibles y de la eficiencia de los quemadores, mantenimiento del equipo y de la presencia de equipo de control al final del proceso (filtros, precipitadores y lavadores, entre otros). Los principales contaminantes asociados a la combustión son partículas, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO e hidrocarburos. Se pueden mencionar entre las

industrias muy cercanas al Aeropuerto: RAMSA (oeste), IEQSA (este) y Astilleros en la zona de A.H. Los Ferroles, entre otros.

En el área de influencia del AIJCh, existen aspectos de origen natural o antrópico, que pueden influenciar en la calidad del aire. En ese sentido, como factores naturales se puede mencionar, la Topografía que es un factor físico que influye en la dispersión de los contaminantes y los factores meteorológicos (vientos, temperatura y humedad). Por otro lado, están los factores antropogénicos como la emisión de NO<sub>x</sub>, CO y material particulado, causado por la combustión de vehículos livianos y pesados que circulan alrededor del AIJCh, así como los malos olores que proceden de los residuos sólidos producto de los desechos domésticos e industriales que afectan directamente la zona norte (Junta Vecinal Los Ferroles, Asociación Residencial La Taboada, Alameda Portuaria II Etapa), la zona oeste (AA.HH. Acapulco, AA.HH. Sarita Colonia, AA.HH. Tiwinza, AA.HH. y Ampliación Tiwinza), la zona suroeste (Av. Néstor Gambeta, AA.HH. San Antonio, AA.HH. 3 de Marzo) y la zona sur (AA.HH. Gambeta Baja Este, AA.HH. Gambeta Baja Oeste y AA.HH. Santa Rosa, AA. HH. José Olaya) del AIJCh.

Los parámetros evaluados fueron: Partículas menores a 10 micras (PM<sub>10</sub>), partículas menores a 2.5 micras (PM<sub>2.5</sub>), Plomo (Pb) en PM<sub>10</sub>, Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>), sulfuro de Hidrogeno (H<sub>2</sub>S) y Benceno. De la misma forma, la evaluación comprendió el análisis de parámetros meteorológicos como: humedad relativa, temperatura ambiental, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento.

Para la presente línea base de Calidad de aire se ha hecho uso de información primaria y secundaria. Esta última procedente de programas de monitoreo con antigüedad no mayor de cinco años.

#### 5.2.3.1.2. Estándares de comparación

Para la evaluación de la calidad del aire se empleó los Estándares de Calidad Ambiental para Aire, aprobados mediante el D. S. N° 003-2017-MINAM. Esta norma es un referente obligatorio para el diseño y aplicación, en la elaboración de los instrumentos de gestión ambiental; establecen los niveles permisibles de concentración de cada contaminante en el aire como cuerpo receptor, y establecen si presenta algún riesgo significativo para la salud de las personas o al ambiente.

El Cuadro 5.2.3-1 presenta los ECA-Aire según D. S. N° 003-2017-MINAM.

**Cuadro 5.2.3-1** Estándares de Calidad Ambiental para Aire, D. S. N° 003-2017-MINAM.

| Parámetro                                                                 | Periodo  | Valor                    | Criterios de Evaluación   |
|---------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------|---------------------------|
| Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )                                      | 24 horas | 250 µg/m <sup>3</sup>    | NE más de 7 veces al año  |
| Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )   | 24 horas | 100 µg/m <sup>3</sup>    | NE más de 7 veces al año  |
|                                                                           | Anual    | 50 µg/m <sup>3</sup>     | Media aritmética anual    |
| Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2.5</sub> ) | 24 horas | 50 µg/m <sup>3</sup>     | NE más de 7 veces al año  |
|                                                                           | Anual    | 25 µg/m <sup>3</sup>     | Media aritmética anual    |
| Monóxido de Carbono (CO)                                                  | 8 horas  | 10 000 µg/m <sup>3</sup> | Media aritmética móvil    |
|                                                                           | 1 hora   | 30 000 µg/m <sup>3</sup> | NE más de 1 vez al año    |
| Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )                                   | Anual    | 100 µg/m <sup>3</sup>    | Media aritmética anual    |
|                                                                           | 1 hora   | 200 µg/m <sup>3</sup>    | NE más de 24 veces al año |

| Parámetro                               | Periodo  | Valor                 | Criterios de Evaluación                          |
|-----------------------------------------|----------|-----------------------|--------------------------------------------------|
| Ozono (O <sub>3</sub> )                 | 8 horas  | 100 µg/m <sup>3</sup> | Máxima media diaria<br>NE más de 24 veces al año |
| Plomo (Pb) en PM <sub>10</sub>          | Mensual  | 1.5 µg/m <sup>3</sup> | NE más de 4 veces al año                         |
|                                         | Anual    | 0.5 µg/m <sup>3</sup> | Media aritmética de los valores<br>mensuales     |
| Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S) | 24 horas | 150 µg/m <sup>3</sup> | Media aritmética                                 |
| Benceno                                 | Anual    | 2 µg/m <sup>3</sup>   | Media aritmética anual                           |

Fuente: D. S. N° 003-2017-MINAM.  
 Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

### 5.2.3.1.3. Metodología

Los equipos utilizados para la medición de material particulado (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>), fueron de alto volumen (Hi Vol); las concentraciones de gases (CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> y benceno) fueron registradas mediante el método denominado tren de muestreo. Los equipos empleados cuentan con la aprobación de la Agencia Americana de Protección Ambiental (USEPA) y se encuentran debidamente calibrados según normas técnicas nacionales e internacionales, lo cual garantiza la calidad de los resultados.

El muestreo y los ensayos, fueron llevados a cabo por el laboratorio acreditado ante la entidad gubernamental INACAL; AGQ Perú S.A.C. Este laboratorio cuenta con personal cualificado y amplia experiencia en trabajos de este tipo. La metodología de análisis basado en la USEPA y el tipo de equipo requerido para cada parámetro evaluado se detalla en el Cuadro 5.2.3-2.

**Cuadro 5.2.3-2** Metodología y equipos para calidad de aire

| Parámetros        | Equipos Utilizados                    | Método de Análisis   | Norma de Referencia                                                                                               | Material Empleado         |
|-------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| SO <sub>2</sub>   | Tren de muestreo                      | Espectro UV-VIS.     | EPA Method 40 CFR Ch. I Pt. 50, App. A-2. 2010.                                                                   | Soluciones Absorbentes    |
| CO                |                                       | Espectro UV-VIS.     | PP-202. Rev. 03. 2015.(Validado)                                                                                  |                           |
| NO <sub>2</sub>   |                                       | Espectro UV-VIS.     | ASTM D1607-91 (2011).                                                                                             |                           |
| O <sub>3</sub>    |                                       | Espectro UV-VIS.     | PP-201. Rev 3. 2015.(Validado)                                                                                    |                           |
| H <sub>2</sub> S  |                                       | Espectro UV-VIS.     | PP-203. Rev 3. 2015.(Validado)                                                                                    |                           |
| Benceno           |                                       | Cromatografía CG/MS. | ASTM D 3687-07.                                                                                                   |                           |
| PM <sub>2.5</sub> | Muestreador de alto Volumen (Hi-Vol.) | Gravimetría.         | PP-209.                                                                                                           | Filtro de Fibra de Vidrio |
| PM <sub>10</sub>  |                                       | Gravimetría.         | NTP 900.030. 1ª Edición. 2003.                                                                                    |                           |
| Pb                |                                       | Espectro ICP-OES     | EPA/625/R-96/010a. Method IO-3.4. 1999                                                                            |                           |
| Meteorología      | Estación Meteorológica Portátil       | ----                 | ASTM D5741-96(2011). Standard Practice for Characterizing surface wind using a wind vane and Rotating Anemometer. | ----                      |

Fuente: Informe de Ensayo MIT-17/00392– AGQ Perú S.A.C.  
 Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

Los certificados de calibración de los equipos utilizados se encuentran en el Anexo 5.2.3.1-1.

#### 5.2.3.1.4. Puntos de muestreo

##### A. Criterios de ubicación de puntos

Los criterios para la selección de la ubicación de los puntos de muestreo de calidad de aire, fueron los siguientes:

- Ubicación de las principales instalaciones y áreas del AIJCH.
- Ubicación de las poblaciones influenciadas por las futuras actividades proyectadas en el AIJCH y situadas en zonas donde se presenta mayor densidad poblacional.
- Las condiciones meteorológicas de la zona de estudio (dirección y velocidad de viento predominante).
- Características fisiográficas más representativas que influyen sobre los puntos de muestreo, respecto a la ubicación del AIJCH.
- Accesibilidad y seguridad en las zonas donde se emplazarían los puntos de muestreo propuestos.
- Fuentes de emisión que se encuentran alrededor; entre ellas se encuentran las fuentes fijas como las industrias de harina de pescado y fundidoras, etc., y las denominadas fuentes móviles como el tránsito vehicular terrestre y aéreo.
- Calles y lugares más transitados, (Av. Néstor Gambeta, Morales Duárez y Ovalo Centenario).

Asimismo, se tomó en consideración la escala de representatividad, indicada en el “Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los datos - DIGESA 2005”. Esta escala es una herramienta de ayuda para establecer los objetivos del muestreo y localización física de los puntos de muestreo.

El Cuadro 5.2.3-3 presenta la red de muestreo para calidad del aire, conformada por información primaria y secundaria, a saber:

**Cuadro 5.2.3-3** Red de muestreo de calidad del aire

| Puntos de muestreo                                              | Fecha de muestreo | Descripción                                                                  | Coordenadas (UTM-WGS 84)<br>Zona 18 L |           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
|                                                                 |                   |                                                                              | Este (m)                              | Norte (m) |
| Información Primaria                                            |                   |                                                                              |                                       |           |
| Modificación del Estudio de Impacto Ambiental LAP – Julio 2017  |                   |                                                                              |                                       |           |
| AIR-5                                                           | Jul 2017          | AA.HH. Acapulco- situado a 700 m de la Av. Néstor Gambeta.                   | 267 387                               | 8 670 265 |
| AIR-6                                                           | Jul 2017          | Junta vecinal Los Ferroles-situado entre la Calle Los Ferroles y Centenario. | 267 682                               | 8 672 387 |
| AIR-7                                                           | Jul 2017          | AA.HH. Santa Rosa-situado a 10 m de la Av. Morales Duarez.                   | 270 175                               | 8 667 939 |
| Información Secundaria                                          |                   |                                                                              |                                       |           |
| Programa de Monitoreo de Calidad de Aire de LAP(2) – Marzo 2013 |                   |                                                                              |                                       |           |
| CA-01<br>Cabecera 33                                            | Mar 2013          | Ubicado en el techo de la zona llamada cabecera 33                           | 270 752                               | 8 668 446 |
| CA-02<br>Gran Techo                                             | Mar 2013          | Ubicado en el techo de la zona llamada como Gran techo                       | 270 403                               | 8 670 052 |

| Puntos de muestreo                                                                                                      | Fecha de muestreo | Descripción                                                                                                                          | Coordenadas (UTM-WGS 84)<br>Zona 18 L |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
|                                                                                                                         |                   |                                                                                                                                      | Este (m)                              | Norte (m) |
| CA-03<br>Bloque Sanitario                                                                                               | Mar 2013          | Ubicado en el techo de las oficinas del bloque sanitario                                                                             | 269 961                               | 8 670 802 |
| CA-04<br>Cabecera 15                                                                                                    | Mar 2013          | Ubicado en el techo de la zona llamada cabecera 15, cerca de las oficinas de Corpac y a la planta de tratamiento de aguas residuales | 269 115                               | 8 672 036 |
| <b>Modificación del Estudio de Impacto Ambiental LAP<sup>(1)</sup> – Junio 2014</b>                                     |                   |                                                                                                                                      |                                       |           |
| AIR-1                                                                                                                   | Jun 2014          | Al Lado oeste del AIJCH, cerca de la puerta de acceso papa Golf, colindante con la av. Néstor Gambeta.                               | 268 614                               | 8 668 946 |
| AIR-2                                                                                                                   | Jun 2014          | Al norte de la propiedad del AIJCh Urb. Alameda Gertuaña.                                                                            | 269 450                               | 8 672 296 |
| AIR-3                                                                                                                   | Jun 2014          | Al sur de la propiedad del AIJCh - AAHH 200 millas.                                                                                  | 271 238                               | 8 668 279 |
| AIR-4                                                                                                                   | Jun 2014          | Al suroeste del AIJCh.                                                                                                               | 271 511                               | 8 669 004 |
| <b>Programa de Monitoreo del Proyecto Mejoramiento de la Av. Néstor Gambeta, Tramo IIIB<sup>(3)</sup>– Febrero 2017</b> |                   |                                                                                                                                      |                                       |           |
| ECA 01                                                                                                                  | Feb 2017          | Entrada del proyecto "Túnel Callao", al frente de la entrada a Sarita Colonia.                                                       | 268 253                               | 8 669 975 |
| ECA 02                                                                                                                  | Feb 2017          | Caseta de Vigilancia.                                                                                                                | 268 294                               | 8 670 773 |
| ECA 03                                                                                                                  | Feb 2017          | A 250 m de la Av. Fertisa, frente a la central de Acero.                                                                             | 268 439                               | 8 671 562 |
| ECA 04                                                                                                                  | Feb 2017          | Final del Tramo del proyecto "Túnel Callao".                                                                                         | 268 459                               | 8 672 354 |

Fuentes:

(1): LAP 2016-Actualización del Estudio de Impacto Ambiental del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. Elaborado por Walsh Perú S. A. Aprobado mediante R. D. N° 043-2016-MTC/16.

(2): Programa de Monitoreo Ambiental de la Actualización del Estudio de Impacto Ambiental del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.

(3): Programa de Monitoreo Ambiental de la Evaluación Ambiental Preliminar del Proyecto "Mejoramiento de la Av. Néstor Gambeta-Callao Tramo III B", aprobado mediante R. D. N° 363-2015-MTC/16.

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

Los puntos de muestreo para calidad del aire ejecutado en julio del 2017 como parte de la LB para la MEIA del AIJCH (información primaria), son tres, situados principalmente en poblaciones que estarían influenciadas por las futuras actividades proyectadas en el AIJCH. En el Volumen III Mapa LBF-12 se muestra la ubicación espacial de los puntos evaluados en el área de influencia y las fichas de campo se presentan en el Anexo 5.2.3.1-2. Dichos puntos se han ubicado tomando en cuenta el protocolo de monitoreo de calidad de aire, considerando criterios tales como la dirección de viento, los componentes generadores, receptores sensibles y la morfología de la zona. Al estar ubicado en la costa, la posición de los puntos de muestreo cubre ampliamente la dispersión de los contaminantes.

#### 5.2.3.1.5. Evaluación de resultados

##### A. Parámetros Meteorológicos

La concentración de los contaminantes atmosféricos depende fundamentalmente de las condiciones de dispersión de la atmósfera. Es decir, el transporte en el aire depende del estado de la atmósfera y de las condiciones meteorológicas (turbulencias atmosféricas, velocidad y dirección del viento, etc.). Existe una relación entre la intensidad del viento y los niveles de concentraciones de los contaminantes. La dispersión aumenta con la velocidad y la turbulencia del viento. Estos fenómenos

atmosféricos provocan acumulación, en zonas próximas a las fuentes de emisión o transporte a zonas más o menos alejadas.

Debido a la importancia de los parámetros meteorológicos en la dispersión de contaminantes, se llevó a cabo el registro de estos, en paralelo con los muestreos de calidad del aire. El registro tuvo una duración de 24 horas por cada punto donde se registraron valores máximos, mínimos y promedios. El Cuadro 5.2.3-4 muestra los registros de la evaluación realizada en el mes de julio del 2017.

**Cuadro 5.2.3-4** Parámetros meteorológicos.

| PARÁMETROS                 | DESCRIPCIÓN  | AIR-5 | AIR-6 | AIR-7 |
|----------------------------|--------------|-------|-------|-------|
| Temperatura (°C)           | Máximo       | 19.8  | 21.6  | 22.2  |
|                            | Mínimo       | 18.6  | 18.0  | 17.8  |
|                            | Promedio     | 19.2  | 18.8  | 19.1  |
| Humedad Relativa (%)       | Máximo       | 81.0  | 90.0  | 86.0  |
|                            | Mínimo       | 74.0  | 67.0  | 65.0  |
|                            | Promedio     | 78.0  | 82.0  | 79.0  |
| Dirección del Viento       | Predominante | SSE   | SSE   | SW    |
| Velocidad del Viento (m/s) | Máximo       | 3.1   | 4.0   | 2.1   |
|                            | Mínimo       | Calma | Calma | Calma |
|                            | Promedio     | 1.8   | 2.2   | 0.9   |

Fuentes: Informe de Ensayo MIT-17/00392- AGQ Perú S.A.C.- 2017  
 Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

El Cuadro 5.2.3-5 muestra los registros obtenidos en la evaluación realizada por Walsh, para la línea de base de la AEIA del AIJCH, aprobado en el año 2015 y el Cuadro 5.2.3-6 muestra los resultados del Programa de monitoreo de LAP del año 2014.

**Cuadro 5.2.3-5** Resultados de parámetros meteorológicos (Evaluación 2014 - Walsh Perú)

| Parámetros           | Descripción     | Estaciones de Muestreo |       |       |       |
|----------------------|-----------------|------------------------|-------|-------|-------|
|                      |                 | AIR-1                  | AIR-2 | AIR-3 | AIR-4 |
| Temperatura (°C)     | Máxima          | 23.2                   | 23.2  | 23.2  | 23.2  |
|                      | Mínima          | 19.4                   | 18.4  | 19.4  | 18.1  |
|                      | Promedio        | 20.0                   | 20.3  | 20.5  | 20.2  |
| Humedad Relativa (%) | Máxima          | 78                     | 85    | 78    | 89    |
|                      | Mínima          | 66                     | 66    | 61    | 66    |
|                      | Promedio        | 75.5                   | 74.8  | 70.5  | 76.0  |
| Dirección del Viento | > Predominancia | SE                     | SE    | SE    | SE    |
| Velocidad del Viento | Máximo          | 4.5                    | 5.4   | 5.4   | 5.4   |
|                      | Mínimo          | 2.2                    | 2.2   | 2.7   | 2.2   |
|                      | Promedio        | 3.1                    | 3.6   | 3.3   | 3.3   |

Fuente: LB de AEIA de AIJCH, aprobado en el año 2015  
 Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

**Cuadro 5.2.3-6** Resultados de parámetros meteorológicos (LAP)

| Parámetros       | Descripción | Estaciones de Monitoreo |                     |                              |                      |
|------------------|-------------|-------------------------|---------------------|------------------------------|----------------------|
|                  |             | CA-01<br>Cabecera 33    | CA-02<br>Gran Techo | CA-03<br>Bloque<br>Sanitario | CA-04<br>Cabecera 13 |
| Temperatura (°C) | Máxima      | 20.8                    | 20.8                | 22.0                         | 22.0                 |
|                  | Mínima      | 18.9                    | 18.9                | 19.1                         | 19.1                 |

|                                   |                           |             |             |             |             |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                   | <b>Promedio</b>           | <b>19.4</b> | <b>19.4</b> | <b>19.6</b> | <b>19.6</b> |
| <b>Humedad Relativa (%)</b>       | Máxima                    | 86.0        | 86.0        | 86.0        | 86.0        |
|                                   | Mínima                    | 73.0        | 73.0        | 73.0        | 73.0        |
|                                   | <b>Promedio</b>           | <b>79.0</b> | <b>79.0</b> | <b>79.0</b> | <b>79.0</b> |
| <b>Dirección del Viento</b>       | <b>&gt; Predominancia</b> | <b>SSE</b>  | <b>SSE</b>  | <b>SSE</b>  | <b>SSE</b>  |
| <b>Velocidad del Viento (m/s)</b> | Máxima                    | 3.6         | 3.6         | 3.6         | 3.6         |
|                                   | Mínima                    | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         |
|                                   | <b>Promedio</b>           | <b>1.9</b>  | <b>1.9</b>  | <b>2.1</b>  | <b>2.1</b>  |

Fuente: Programa de Monitoreo Ambiental de la Actualización del Estudio de Impacto Ambiental del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, aprobado mediante R. D. N° 043-2016-MTC/16. "Programa de Monitoreo Ambiental (PMA) de LAP – 2014"  
 Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

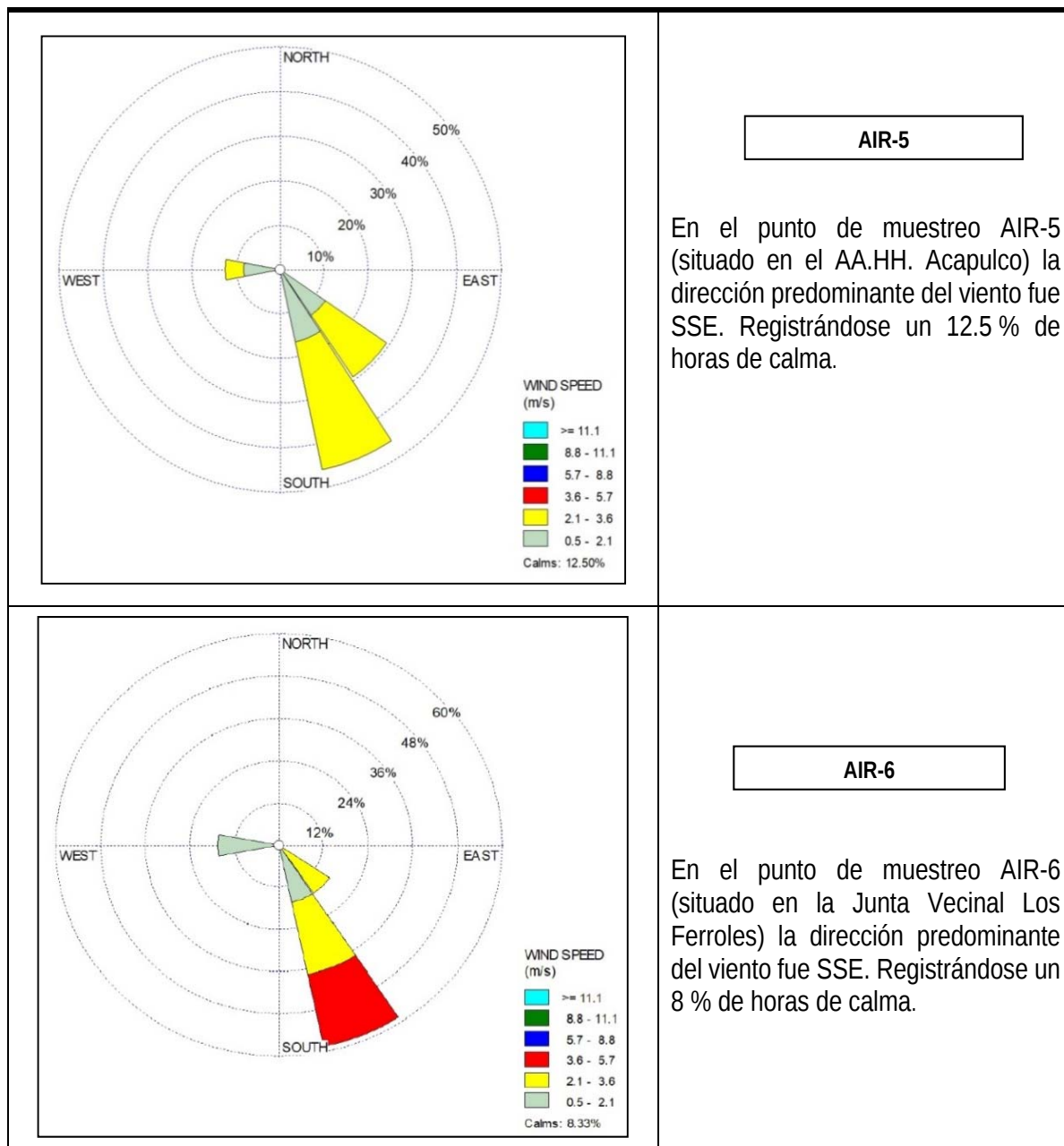
La temperatura ambiental o del aire es un parámetro que varía con la hora del día y con la estación del año. En todos los puntos de muestreo se registraron máximos valores en horas de la tarde, entre las 12:00 y las 16:00 horas, siendo el máximo valor 22.2 °C (punto de muestreo AIR-7, AA.HH. Santa Rosa), los mínimos valores se registraron en horas de la madrugada y primeras horas de la mañana, entre las 00:00 y las 06:00 horas, siendo el mínimo valor 17.8 °C (punto de muestreo AIR-7) ubicado al Sur del AIJCh. Asimismo, se puede precisar que estos valores registrados son propios de la estación de invierno para la costa peruana, temporada templada.

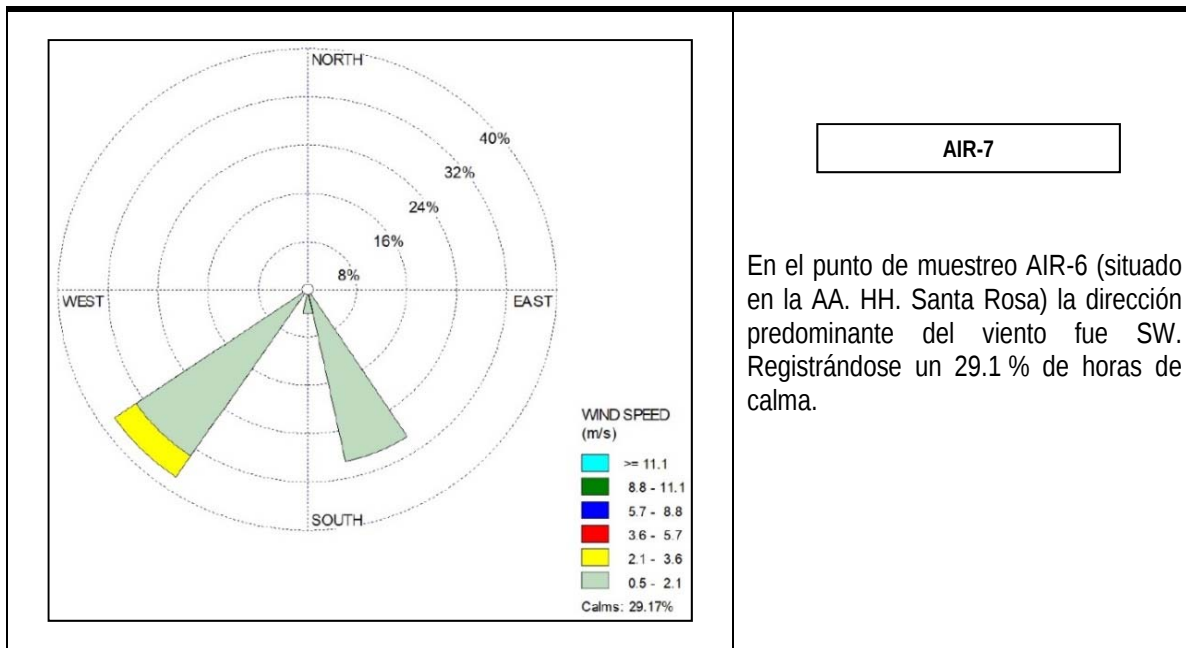
El descenso de la humedad relativa se ve afectado conforme avanzan las horas de sol y por el incremento de la temperatura en el aire. Los valores de humedad se amplían lentamente hasta alcanzar sus máximos valores en las primeras horas de la mañana. Este fenómeno se explica porque durante el día la temperatura es alta, provocando que el vapor de agua y la capacidad de retención de humedad del aire disminuyan. En general en los puntos de muestreo, los valores de humedad relativa registraron los mínimos valores durante la mañana, entre las 02:00 horas y las 09:00 horas, siendo el mínimo valor 65 % (punto de muestreo AIR-7); mientras los máximos valores se registraron durante la tarde y noche, entre las 17:00 y las 00:00 horas, siendo el máximo valor 90 % (punto de muestreo AIR-6, AA.HH. Acapulco).

Por otro lado, los registros de viento en todos los puntos de evaluación, presentaron mayor porcentaje de ocurrencia para velocidades promedios entre 2.2 – 0.9 m/s.

En la Figura 5.2.3-1, se presentan las rosas de vientos elaboradas con información horaria de velocidad y dirección del viento; las gráficas indican la distribución de velocidades del viento en diferentes direcciones (desde donde sopla el viento). Los registros horarios de parámetros meteorológicos son mostrados en el Anexo 6.1.2-2.

**Figura 5.2.3-1** Rosas de vientos – Walsh Perú, julio del 2017.





Fuente: Informe de Ensayo MIT-17/00392- AGQ Perú S.A.C.  
 Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

## B. Parámetros de Calidad del Aire

El Cuadro 5.2.3-7 muestra la información obtenida en los puntos de muestreo de calidad de aire, durante las temporadas de evaluación. Los resultados están expresados en microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y son comparados con la normativa ambiental vigente.

Los informes de ensayo de laboratorio se encuentran en el Anexo 5.2.3.1-3.

**Cuadro 5.2.3-7** Parámetros de calidad del aire

| Parámetros        | Unidades | Temporada cálida     |                      |                      |                      |                       |                       |                       |                       | Temporada templada   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |        | ECA-Aire |
|-------------------|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|----------|
|                   |          | CA-01 <sup>(1)</sup> | CA-02 <sup>(1)</sup> | CA-03 <sup>(1)</sup> | CA-04 <sup>(1)</sup> | ECA-01 <sup>(2)</sup> | ECA-02 <sup>(2)</sup> | ECA-03 <sup>(2)</sup> | ECA-04 <sup>(2)</sup> | AIR-1 <sup>(3)</sup> | AIR-2 <sup>(3)</sup> | AIR-3 <sup>(3)</sup> | AIR-4 <sup>(3)</sup> | AIR-5 <sup>(4)</sup> | AIR-6 <sup>(4)</sup> | AIR-7 <sup>(4)</sup> |        |          |
|                   |          | mar-13               | mar-13               | mar-13               | mar-13               | feb-17                | feb-17                | feb-17                | feb-17                | jun-14               | jun-14               | jun-14               | jun-14               | jun-14               | jun-17               | jun-17               | jun-17 |          |
| PM <sub>10</sub>  | µg/m³    | 52.38                | 27.71                | 20.93                | 38.71                | 77.8                  | 62.9                  | 51.00                 | 79.1                  | 28.09                | 21.79                | 37.13                | 24.11                | 66                   | 61                   | 54                   | 100    |          |
| PM <sub>2.5</sub> | µg/m³    | 3.35                 | 12.97                | 17.05                | 35.91                | 45.7                  | 31.8                  | 22.4                  | 49.2                  | 24.77                | 16.77                | 31.17                | 18.76                | 42.7                 | 40.6                 | 30.2                 | 50     |          |
| Pb                | µg/m³    | 0.02                 | 0.02                 | 0.06                 | 0.08                 | < 0.002               | < 0.002               | < 0.002               | < 0.002               | 0.011                | 0.024                | 0.025                | 0.009                | 0.0171               | 0.0197               | < 0.0070             | 1.5    |          |
| CO                | µg/m³    | 67.9                 | 264.7                | 106.8                | 60.6                 | 1678                  | 1078                  | < 3.70                | 1229                  | 1012                 | 5853                 | 3425                 | 4572                 | 2 462                | < 735                | 1823                 | 10 000 |          |
| NO <sub>2</sub>   | µg/m³    | 25.9                 | 13.5                 | 24.8                 | 23.9                 | 9.69                  | 4.1                   | 1.49                  | 7.95                  | < 3.502              | < 3.502              | < 3.502              | < 3.502              | < 4.0                | < 4.0                | < 4.0                | 200    |          |
| SO <sub>2</sub>   | µg/m³    | 5.8                  | 12.7                 | 8.3                  | 6.9                  | < 3.70                | < 3.70                | 1092                  | < 3.70                | < 13.72              | < 13.72              | < 13.72              | < 13.72              | < 13.0               | < 13.0               | < 13.0               | 250    |          |
| H <sub>2</sub> S  | µg/m³    | 3.1                  | 4.5                  | 3.2                  | 4                    | < 0.692               | < 0.692               | < 1.30                | < 0.692               | < 2.372              | < 2.372              | < 2.372              | < 2.372              | < 2                  | < 2                  | < 2                  | 150    |          |
| O <sub>3</sub>    | µg/m³    | 110.3                | 85.5                 | 122.1                | 140                  | < 1.3                 | < 1.3                 | < 0.692               | < 1.3                 | < 1.725              | < 1.725              | < 1.725              | < 1.725              | < 20                 | < 20                 | < 20                 | 100    |          |
| Benceno           | µg/m³    | ----                 | ----                 | ----                 | ----                 | < 0.17                | < 0.17                | < 0.17                | < 0.17                | < 0.6                | < 0.6                | < 0.6                | < 0.6                | 0.60                 | < 0.40               | < 0.40               | 2      |          |

Fuentes:

- (1): Programa de Monitoreo Ambiental de la Actualización del Estudio de Impacto Ambiental del AJCH.
  - (2): Programa de Monitoreo Ambiental de la Evaluación Ambiental Preliminar del Proyecto "Mejoramiento de la Av. Néstor Gambeta- Callao Tramo III B", aprobado mediante R. D. N° 363-2015-MTC/16.
  - (3): Línea de Base de la Actualización del Estudio de Impacto Ambiental del AJCH. Elaborado por Walsh Perú S. A. Aprobado mediante R. D. N° 043-2016-MTC/16.
  - (4): Informe de ensayo MIT-1700392- AGQ Perú S.A.C. Julio 2017
- Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

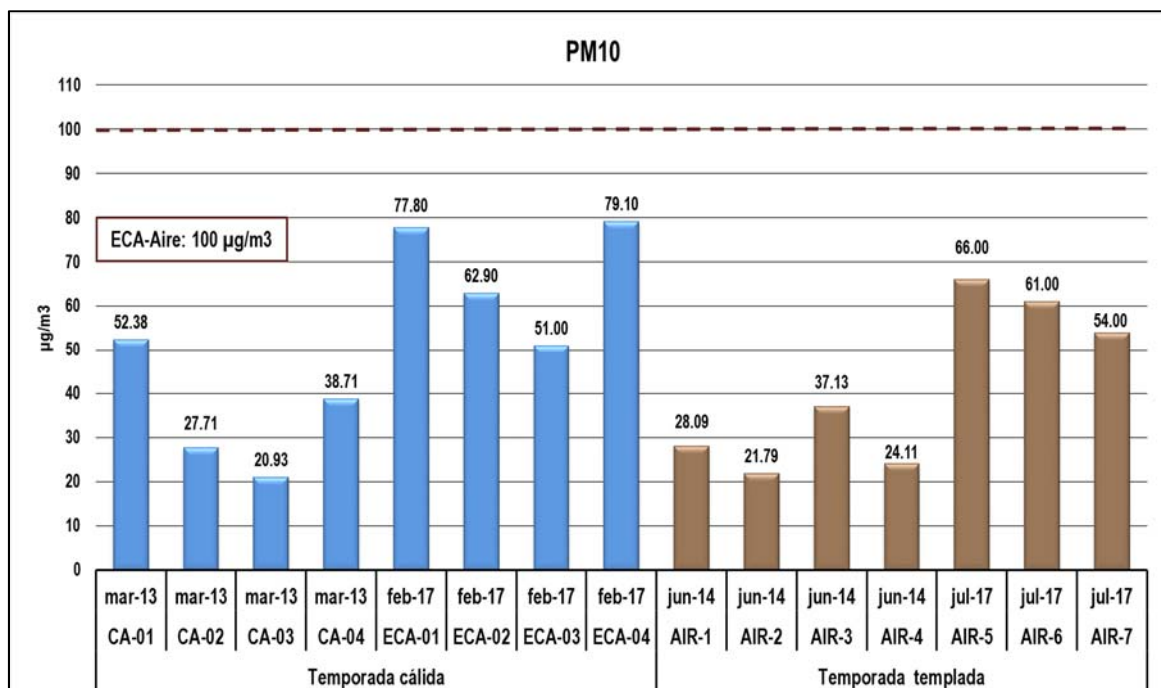
- **Partículas Menores a 10 micras (PM<sub>10</sub>)**

El material particulado respirable presente en la atmósfera de nuestras ciudades en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras) se puede dividir, según su tamaño, en dos grupos principales. A las de diámetro aerodinámico igual o inferior a los 10  $\mu\text{m}$  o 10 micrómetros (1  $\mu\text{m}$  corresponde a la milésima parte de un milímetro) se las denomina PM<sub>10</sub> y a la fracción respirable más pequeña, PM<sub>2.5</sub>. Las partículas PM<sub>10</sub> se pueden definir como aquellas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento ó polen, son generadas a partir de la actividad de las construcciones, de los incendios naturales o por el polvo levantado por el viento. Se depositan en la superficie por acción gravitatoria con mayor facilidad que las finas, y por lo tanto, sus efectos se manifiestan principalmente cerca del lugar donde fueron emitidas.

Los registros de PM<sub>10</sub> en los puntos de muestreo evaluados mostraron concentraciones por debajo del ECA-Aire (100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Los puntos que presentaron las mayores concentraciones se encuentran ubicados en la zona donde se desarrolló el proyecto "Mejoramiento de la Av. Néstor Gambeta" durante la temporada cálida. Estos lugares están rodeados por suelos descubiertos que presentan material suelto en su superficie, y por acción del viento este material es levantado y dispersado en las zonas aledañas a la fuente.

Además, se observa que los mayores registros ocurren en temporada cálida debido a la ausencia de precipitaciones. La Figura 5.2.3-2 muestra las concentraciones de PM<sub>10</sub> en los puntos de muestreo.

**Figura 5.2.3-2** Concentraciones de PM<sub>10</sub>.



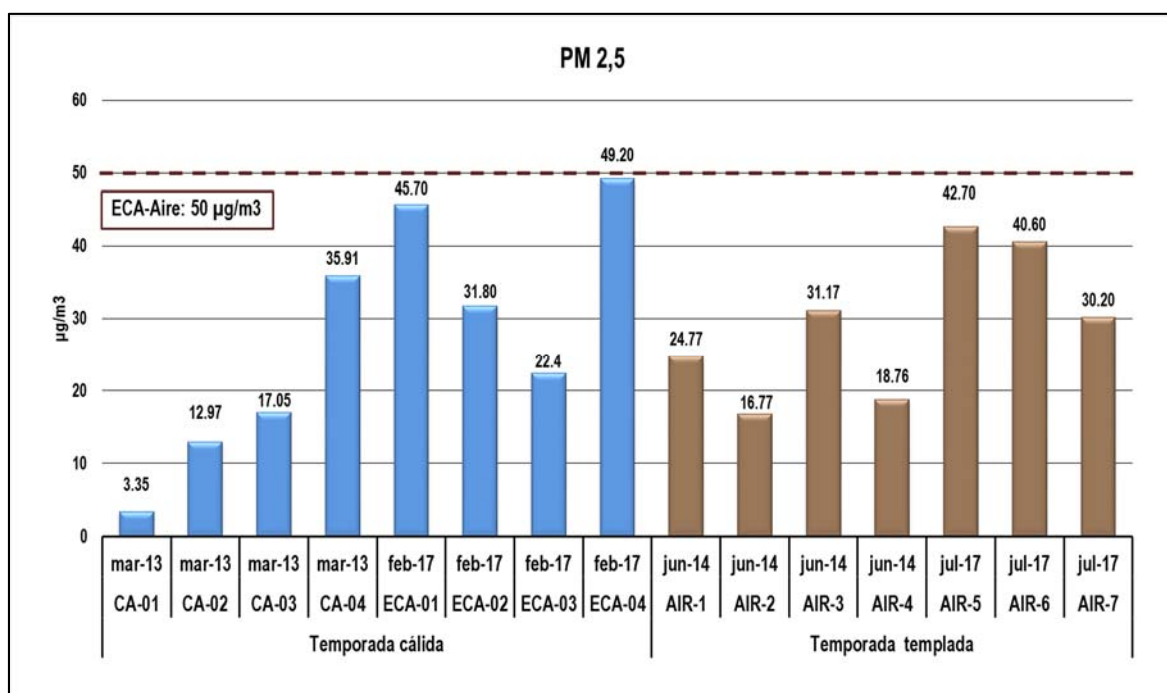
Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

- **Partículas Menores a 2,5 micras PM<sub>2,5</sub>**

Las partículas en suspensión de menos de 2.5 micras (PM<sub>2.5</sub>) parecen ser un mejor indicador de la contaminación urbana, esto es debido a que, por un lado, su origen es antropogénico en una alta proporción, puesto que las PM<sub>2.5</sub> en buena medida provienen de las emisiones de los vehículos automotores diesel del parque automotor que circula en las avenidas aledañas. Por otro lado, los efectos que tienen sobre nuestra salud son muy graves, por su gran capacidad de penetración en las vías respiratorias. Las partículas finas generalmente son emitidas por fuentes de combustión y originadas por los precursores gaseosos, pueden permanecer en el aire durante semanas y meses y por consiguiente pueden ser transportadas en la atmósfera a grandes distancias.

Las PM<sub>2.5</sub> en los puntos de muestreo siguieron el mismo patrón de comportamiento que las PM<sub>10</sub>, presentando las mayores concentraciones en los puntos que colindan con la Av. Néstor Gambeta. En todos los puntos evaluados las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> cumplen con el ECA-Aire (50 µg/m<sup>3</sup>); sin embargo, en algunos puntos (ECA-01 y ECA-04), si bien no se supera el estándar, se presentan valores cercanos a él. Además, se observa que los mayores registros ocurren en temporada cálida debido a la ausencia de precipitaciones. La Figura 5.2.3-3 muestra las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> en los puntos de muestreo.

**Figura 5.2.3-3** Concentraciones de PM<sub>2.5</sub>



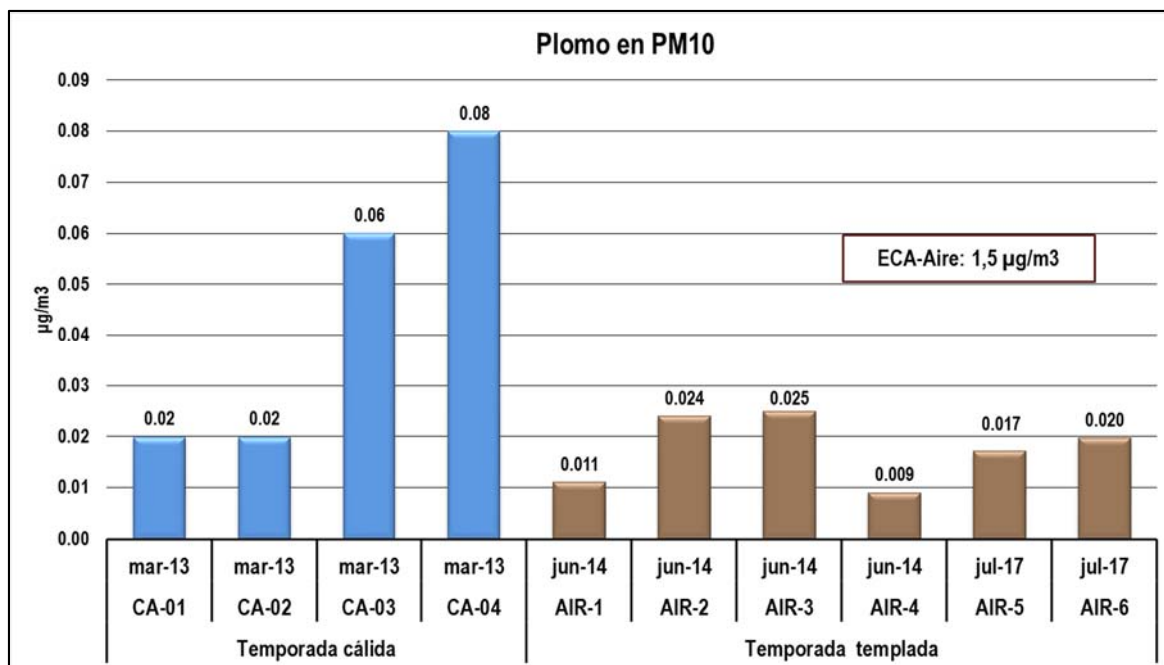
Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

- **Plomo (Pb)**

El Pb se libera al ambiente principalmente a través de las emisiones de los vehículos que usan gasolina con tetra etilo de Pb y de las emisiones de material particulado resultante de la extracción, transporte, manipulación y almacenamiento de minerales de plomo.

En los puntos evaluados se encontró concentraciones de Pb que cumplen con el ECA-Aire ( $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). El valor más alto fue hallado en el punto CA-04, este punto está ubicado en la zona norte del AIJCH. La Figura 5.2.3-4 muestra las concentraciones de Pb obtenidos en los puntos de muestreo

**Figura 5.2.3-4** Concentraciones de Pb.



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

#### • Gases y benceno

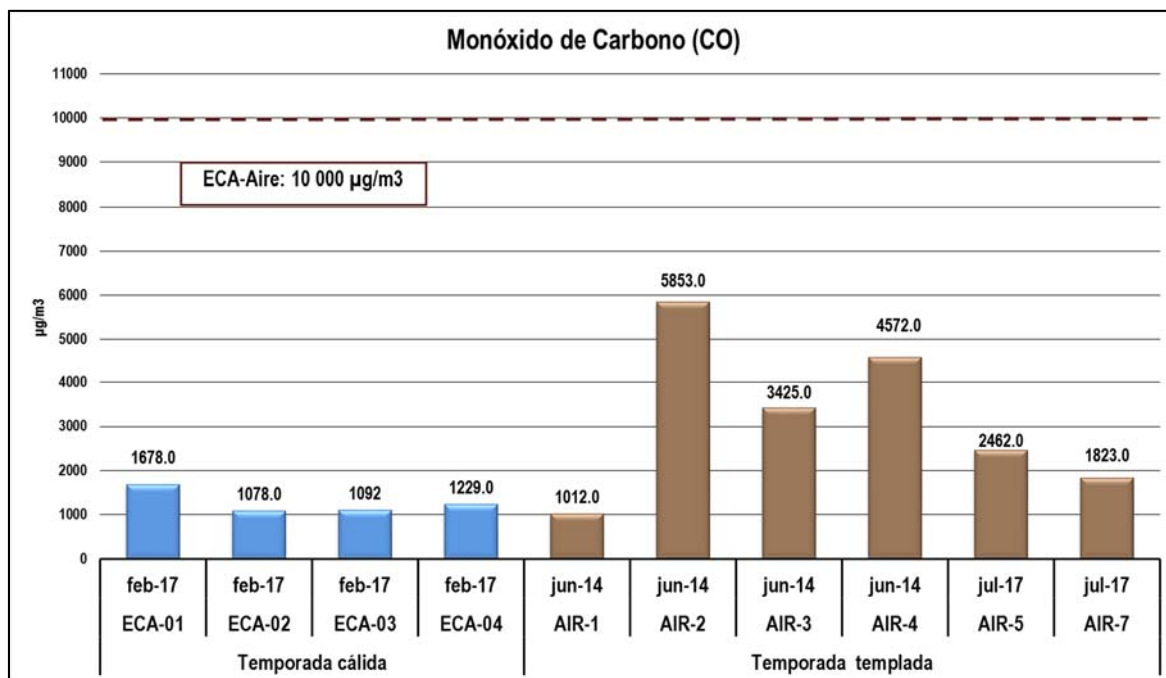
Las emisiones de gases contaminantes se relacionan con la actividad industrial, los vehículos motorizados y la actividad humana. El Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) es un producto derivado de los procesos de combustión y se suele encontrar en la atmósfera íntimamente asociado con otros contaminantes primarios, como las partículas ultra finas, también es precursor del ozono, con el que coexiste junto con varios otros oxidantes generados en procesos fotoquímicos. Los valores medidos para este gas, cumplen con el ECA-Aire ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para 1 hora, en la temporada templada no se hallaron niveles detectables.

El Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) es un gas producido por la combustión de combustibles fósiles que contienen azufre como el carbón y el petróleo y por varios procesos industriales, como la fundición de metales no ferrosos, la producción de ácido sulfúrico y la conversión de pulpa en papel. Los resultados de  $\text{SO}_2$  en los puntos de muestreo arrojaron los mayores valores en la temporada cálida, el mayor valor alcanzó los  $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pero muy inferior a su ECA ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para 24 horas.

El Sulfuro de Hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ) proviene naturalmente por la descomposición de materia orgánica. Por otro lado, cuando la combustión se efectúa con defecto de oxígeno, el azufre de los combustibles fósiles se transforma en  $\text{H}_2\text{S}$ , el cual se oxida rápidamente a  $\text{SO}_2$ . En los puntos de muestreo de la temporada templada no se detectaron concentraciones de  $\text{H}_2\text{S}$  al igual que  $\text{SO}_2$ . Los valores en la temporada cálida cumplen con el ECA-Aire ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para 24 horas.

El Monóxido de Carbono (CO) es un gas producido por la combustión incompleta de combustibles fósiles como gas, gasolina, kerosene, carbón, petróleo o madera, los automóviles con motores de ignición a chispa, son una de las principales fuentes de emisión de CO. Las concentraciones medidas en los puntos de muestreo estuvieron por debajo de su ECA-Aire ( $10\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para 8 horas. Los mayores valores fueron registrados en los puntos más próximos a la Av. Elmer Faucett esto se explica por la alta densidad de vehículos motorizados que transitan por esta vía principal. La Figura 5.2.3-5 muestra las concentraciones de CO en los puntos de muestreo.

**Figura 5.2.3-5** Concentraciones de CO.



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

El Ozono ( $\text{O}_3$ ) se forma en la atmósfera mediante reacciones fotoquímicas en presencia de luz solar y contaminantes precursores, como los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y diversos compuestos orgánicos volátiles (COV). Se destruye en reacciones con el  $\text{NO}_2$  y se deposita en el suelo. Como se puede observar en los resultados, las únicas excedencias producidas fueron tres lecturas de ozono ( $\text{O}_3$ ), en puntos ubicados dentro del área de operaciones del aeropuerto. Mientras que, en las inmediaciones urbanas (localidades), se registran lecturas menores al límite de detección. Como es conocido el ozono troposférico es un contaminante secundario de origen antropogénico, producto de los procesos fisicoquímicos que se producen en la atmósfera (smog fotoquímico) influenciada por la meteorología y el relieve terrestre que condicionan enormemente los procesos de dispersión y transporte de estos contaminantes, es decir, no emitido directamente por ninguna fuente, sino producido a partir de otros contaminantes denominados precursores (óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y diversos compuestos orgánicos volátiles (COV), en presencia de radiación.

Los puntos de muestreo durante la temporada templada presentaron niveles no detectables de  $\text{O}_3$ ; sin embargo, las mediciones en la temporada cálida en marzo del año 2013, mostraron dos puntos con excedencia sobre el ECA-Aire ( $100\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para 8 horas, estos puntos se ubican colindantes a la Av. Elmer Faucett, probablemente debido a la reacción de COV y compuestos nitrogenados con la radiación solar que es mayor en la temporada cálida, elevando así el valor del ozono.

El Benceno forma parte de los denominados Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) y su presencia en la atmósfera se debe principalmente de emisiones provocadas por la actividad humana en las ciudades. La fuente más común es el uso del automóvil en las ciudades, la evaporación de gasolinas y gasóleos, la producción de diferentes compuestos químicos, las emisiones procedentes de la combustión incompleta del carbón y de productos derivados del petróleo, y la manufactura de pinturas o su utilización por cualquier tipo de industria. No se detectó concentraciones de Benceno en los puntos de muestreo, por lo tanto cumplen con su ECA-Aire ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

#### 5.2.3.1.6. Estudios de Calidad de Aire realizados por otras instituciones en la zona de estudio

En el marco del Programa Nacional de Vigilancia Sanitaria de Calidad de Aire de la DIGESA, la Dirección Regional de Salud (DIRESA) del Callao realiza un estudio de la calidad de aire en el período 2012 al 2015. El Cuadro 5.2.3-8 muestra la ubicación de los puntos de evaluación para calidad del aire considerados por la DIGESA, dentro de su Programa de Vigilancia.

**Cuadro 5.2.3-8** Puntos de evaluación para calidad del aire

| Punto de evaluación      | Ubicación                              |
|--------------------------|----------------------------------------|
| E-1 DIRESA Callao        | Jr. Colina N° 879, Bellavista, Callao. |
| Centro Salud San Joaquín | Bellavista                             |
| Centro Salud Altamar     | La Perla                               |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2018.

Los resultados obtenidos se presentan en los cuadros 5.2.3-9 y 5.2.3-10.

**Cuadro 5.2.3-9** Concentraciones de material particulado y gases (2012-2015) – Punto E-1.

| Parámetros                                              |          | Punto E-1 DIRESA |          |          |          | ECA<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|---------------------------------------------------------|----------|------------------|----------|----------|----------|-------------------------------------|
|                                                         |          | Año 2012         | Año 2013 | Año 2014 | Año 2015 |                                     |
| <b>PM<sub>10</sub></b><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  | Mínimo   | 14.85            | 15.36    | 25.53    | 23.74    | <b>100</b>                          |
|                                                         | Máximo   | 76.60            | 35.32    | 38.54    | 46.28    |                                     |
|                                                         | Promedio | 42.50            | 25.29    | 29.67    | 32.06    | <b>50</b>                           |
| <b>PM<sub>2.5</sub></b><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Mínimo   | 9.03             | 12.00    | 22.64    | 22.98    | <b>50</b>                           |
|                                                         | Máximo   | 39.58            | 29.99    | 32.31    | 26.30    |                                     |
|                                                         | Promedio | 19.81            | 22.84    | 25.65    | 24.61    | <b>25</b>                           |
| <b>NO<sub>2</sub></b><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )   | Mínimo   | 0.19             | 4.38     | 2.77     | 3.19     | <b>200</b>                          |
|                                                         | Máximo   | 8.23             | 14.18    | 12.66    | 10.55    |                                     |
|                                                         | Promedio | 1.66             | 8.19     | 7.38     | 6.11     | <b>100</b>                          |
| <b>SO<sub>2</sub></b><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )   | Mínimo   | 7.91             | 6.11     | 5.64     | 6.77     | <b>250</b>                          |
|                                                         | Máximo   | 16.52            | 13.43    | 7.85     | 8.39     |                                     |
|                                                         | Promedio | 11.04            | 7.53     | 6.63     | 7.60     |                                     |

Fuente: DIRESA 2011-2015. Programa Nacional de Vigilancia Sanitaria de Calidad del Aire. Lima – Callao.

<http://www.digesa.sld.pe/depa/pral2/lima.asp>

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2018.

**Cuadro 5.2.3-10** Concentraciones promedio (2012-2015), PM<sub>10</sub> y Pb - Región Callao.

| Ubicación           | Punto de evaluación | Parámetros (µg/m³) |            |
|---------------------|---------------------|--------------------|------------|
|                     |                     | PM <sub>10</sub>   | Plomo      |
| Distrito Bellavista | San Joaquín         | 36                 | 0.03       |
|                     | DIRESA Callao       | 30                 | 0.03       |
| Distrito La Perla   | C. S. Altamar       | 32                 | 0.03       |
| <b>ECA</b>          |                     | <b>100</b>         | <b>1.5</b> |

Fuente: DIRESA 2011-2015. Monitoreo de Calidad Sanitaria de Aire en la Región Callao.

Consulta: 21 de noviembre de 2016.

[http://www.diresacallao.gob.pe/wdiresa/documentos/ftp/SaludAmbiental/CalidadAire/Mapa\\_Calidad\\_Aire\\_Callao\\_Web.pdf](http://www.diresacallao.gob.pe/wdiresa/documentos/ftp/SaludAmbiental/CalidadAire/Mapa_Calidad_Aire_Callao_Web.pdf)

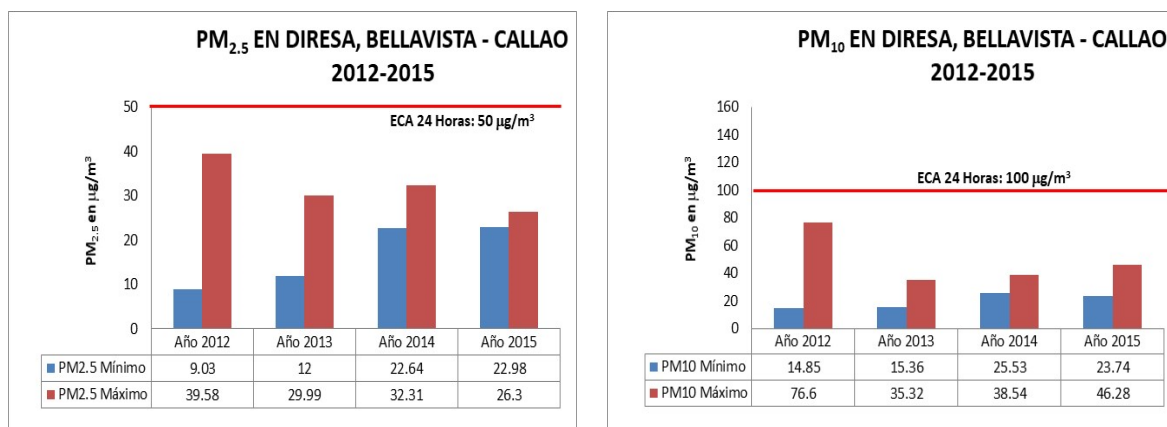
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2018.

Las concentraciones de las PM<sub>10</sub> en los puntos evaluados muestran concentraciones por debajo de los ECA para periodos diarios (24 horas) y anuales. En el punto de la DIRESA (Bellavista) el máximo valor diario ocurrió en el año 2012 alcanzando los 76.6 µg/m³ (Cuadro 5.2.3-9); mientras que, en los puntos más próximos al proyecto (San Joaquín y Altamar), los valores se mantienen entre 30 y 36 µg/m³ (Cuadro 5.2.3-10).

En el caso de las PM<sub>2.5</sub>, los máximos valores registrados en el punto de la DIRESA, tanto para el distrito de La Perla y Bellavista, NO excedieron el ECA de 50 µg/m³ durante el periodo registrado de 2012-2015. Las fuentes de estas partículas en la zona, son en su mayoría de origen antropogénico, debido a que provienen principalmente de las emisiones de vehículos que utilizan combustible diésel.

Las concentraciones de plomo determinadas en el material particulado, mostraron valores por debajo de ECA establecido en 1.5 µg/m³. Característica anual para ambos distritos en estudio (Bellavista y La Perla).

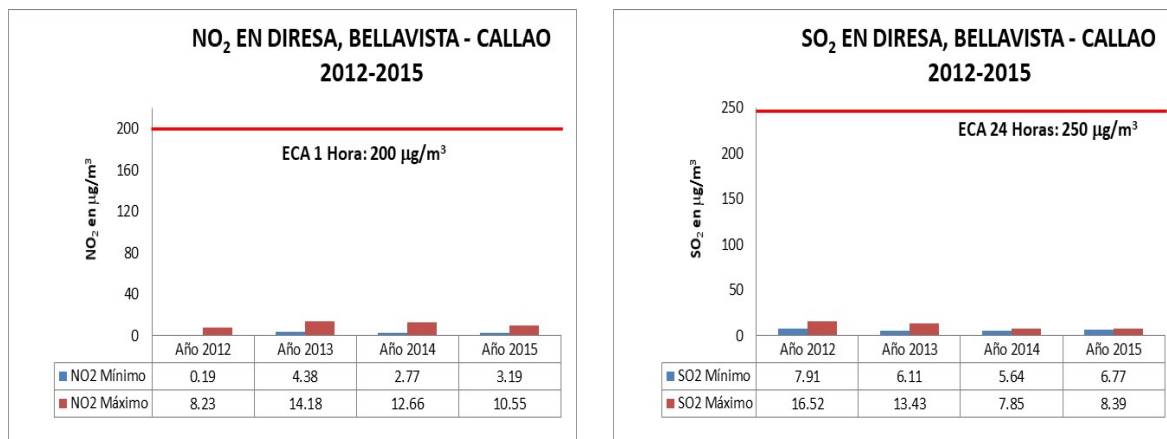
La Figura 5.2.3-6 (a y b) representan gráficamente las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> en el punto de la DIRESA.

**Figura 5.2.3-6** Concentraciones de PM<sub>2.5</sub> y de PM<sub>10</sub>

Las concentraciones de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> tuvieron valores por debajo de sus estándares correspondientes. El SO<sub>2</sub> tuvo su mayor valor en el año 2012 y el NO<sub>2</sub> en el año 2013.

La Figura 5.2.3-7 grafican las concentraciones de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> en el punto de la DIRESA.

**Figura 5.2.3-7** Concentraciones de NO<sub>2</sub>.



Así mismo, de la información presentada por el Programa Nacional de Vigilancia Sanitaria de Calidad de Aire de la DIGESA, que contempla los distritos de Bellavista y La Perla (en el Callao) y en comparación con los estándares de calidad, se determina que estos valores registrados están por debajo de los ECAs para calidad de Aire y según estos resultados no habría riesgos sanitarios para la salud de las personas.

#### 5.2.3.1.7. Conclusiones

Del estudio realizado para el desarrollo del capítulo de Calidad de Aire para la MEIA del Aeropuerto Jorge Chávez, se concluye, que habiendo evaluado los resultados obtenidos con la norma vigente D.S. 003-2017-MINAM, se cumple con los estándares de calidad estipulados en la norma, tanto en material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) al igual que para el contenido de gases y benceno. Otro aspecto importante de mencionar es que la red de monitoreo existente para el Aeropuerto Jorge Chávez, posee, suficiencia de puntos, esta información ha sido utilizada en este estudio, pero además, se ha complementado con más puntos de evaluación por la nueva área incluida, es decir, se ha complementado con puntos de muestreo representativos para la zona proyectada.

Cabe mencionar que en el año 2013 se ha producido lecturas con excedencias en Ozono. Este parámetro se refiere al ozono troposférico. El ozono siendo un contaminante secundario, no se produce directamente, pues se genera por acción de reacciones fotoquímicas en la atmósfera. Su presencia está estrechamente relacionada al NO. Como es sabido los aviones a reacción, emiten, principalmente: Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), vapor de agua (H<sub>2</sub>O), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>), hidrocarburos y partículas, entre otros. Los aviones emiten óxidos de nitrógeno al quemar combustible a altas temperaturas en los motores de reacción. Los NO se producen del nitrógeno molecular y el oxígeno molecular, posteriormente el NO se oxida generando el NO<sub>2</sub>. El monóxido y el dióxido de nitrógeno guardan una reacción de equilibrio en la troposfera, mediante el ciclo fotolítico de los óxidos de nitrógeno. Aunque los NO<sub>x</sub> tienen un tiempo sin ser modificado, denominado tiempo de residencia, posteriormente parte se transforma en nitratos y precipitan. Así mismo es responsable de la presencia de ozono, ya que el ozono troposférico se forma a partir de una reacción con luz solar en presencia de NO<sub>x</sub> y compuestos orgánicos volátiles. Esta reacción es más frecuente en verano, ya que la luz del sol es el motor de la reacción fotoquímica. Las lecturas en cuestión se han producido en el mes de marzo 2013 y podemos observar también que

hay lecturas altas de NO<sub>2</sub> pero que no sobrepasan el ECA. En los años posteriores no se produjeron valores mayores, todos reportaron menores al límite de detección.

### 5.2.3.2. RUIDO AMBIENTAL

#### 5.2.3.2.1. Generalidades

Se llama contaminación acústica al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como otros contaminantes, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla adecuadamente. El ruido puede estar asociado a actividades naturales y antrópicas que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas. Además cabe mencionar, que ruidos muy altos podrían generar desplazamiento de las especies nativas, afectando las variedades autóctonas.

El ruido proviene de una gran variedad de fuentes, pero principalmente podemos mencionar las siguientes causas:

- **Fuentes móviles**
  - Tráfico vehicular (sumado el mal estado de las pistas, que generan movimiento de los vehículos de transporte pesado, los cuales generan ruido)
  - Aglomeración de personas
  - Transporte aéreo
  - Transporte ferroviario
- **Fuentes fijas**
  - Actividad humana: sonidos estridentes de origen doméstico
  - Obras en construcción civil
  - Industrias

En cuanto a la afectación a la salud de las personas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera 85 decibelios como el límite superior deseable del ruido. No es algo desconocido que el ruido ambiental se ha incrementado considerablemente en la ciudad de Lima y Callao en los últimos años, debido al crecimiento económico y poblacional. En 2015, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) monitoreó el ruido en diversos puntos de Lima y se comprobó que en más del 90 % de los casos el ruido supera los estándares de calidad ambiental establecidos para ruido a través del D.S. N° 085-2003-PCM.

El tráfico aéreo puede ser una fuente de ruido principalmente en el entorno cercano al aeropuerto. El problema se agrava cuando en las proximidades del aeropuerto existen zonas densamente pobladas de viviendas precarias.

Además de las aeronaves, existen otras fuentes de ruido asociadas de naturaleza muy diversa en los entornos aeroportuarios: autobuses y vehículos de tráfico interno, servicios de mantenimiento, sistemas de carga y descarga, servicios mecánicos de las terminales, etc.

El ruido producido por los focos industriales es muy variado en intensidad y frecuencia, ya que proviene de innumerables fuentes emisoras diferentes, y depende de múltiples factores, como pueden

ser las características y condiciones de la maquinaria productora del ruido. También cabe destacar el ruido originado en áreas de construcción, tanto de infraestructuras como de edificación.

Los receptores sensibles (población cercana) en la zona del proyecto, son las áreas urbanas que se encuentran aledañas a la zona del proyecto. Las áreas urbanas, en contraste con lo rural, se caracterizan por su gran densidad poblacional, por albergar todo tipo de actividades industriales, comerciales y de servicios, por estar interconectadas y por sus formas de vida social, que implican relaciones personales más anónimas y empleos más especializados. En el distrito del Callao no existe población rural, pero en algunas de sus zonas, incluyendo sectores del AII del proyecto, residen poblaciones en espacios peri-urbanos.

El Cuadro 5.2.3-11 presenta las 46 localidades y la distancia entre el centroide del polígono que las representa y el principal componente existente del Aeropuerto: la pista de aterrizaje. Dichas ubicaciones se pueden verificar en el Volumen III Mapa LBS-01 en la sección de Línea de Base Social del presente estudio.

**Cuadro 5.2.3-11** Localidades del Área de Influencia Indirecta

| Provincia | Distrito | Zona                             |    | Localidad                                 | Distancia al extremo de la pista de aterrizaje existente (metros) |
|-----------|----------|----------------------------------|----|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Callao    | Callao   | Zona Norte - Colindante al AIJCh | 1  | Urb. Los Portales del Aeropuerto          | 642                                                               |
|           |          |                                  | 2  | Urb. Los Portales del Aeropuerto II Etapa | 682                                                               |
|           |          |                                  | 3  | Asociación Residencial La Taboada         | 745                                                               |
|           |          |                                  | 4  | Urb. Alameda Portuaria I Etapa            | 570                                                               |
|           |          |                                  | 5  | Urb. Aero Residencial Faucett             | 564                                                               |
|           |          |                                  | 6  | Urb. Alameda Portuaria II Etapa           | 584                                                               |
|           |          | Zona Norte - Frente al AIJCh     | 7  | Urb. Las Garzas                           | 1 253                                                             |
|           |          |                                  | 8  | Urb. Los Lirios                           | 1 100                                                             |
|           |          |                                  | 9  | Urb. La Quilla                            | 1 083                                                             |
|           |          |                                  | 10 | Urb. Las Fresas                           | 725                                                               |
|           |          |                                  | 11 | Urb. 7 de Agosto                          | 1 175                                                             |
|           |          |                                  | 12 | Cooperativa 7 de Agosto II Programa PNP   | 1 073                                                             |
|           |          | Zona Centro - Frente al AIJCh    | 13 | Agrupación Habitacional Grimanesa         | 962                                                               |
|           |          |                                  | 14 | A.H. Bocanegra Sector IV                  | 1 100                                                             |
|           |          |                                  | 15 | A.H. Bocanegra Sector V                   | 1 162                                                             |
|           |          |                                  | 16 | A.H. Aeropuerto                           | 788                                                               |
|           |          | Zona Sur - Colindante al AIJCh   | 17 | A.H. 200 Millas                           | 557                                                               |
|           |          |                                  | 18 | A.H. 25 de Febrero                        | 652                                                               |
|           |          |                                  | 19 | A.H. 1° de Julio                          | 521                                                               |
|           |          |                                  | 20 | A.H. El Progreso                          | 587                                                               |
|           |          |                                  | 21 | A.H. Señor de Luren                       | 645                                                               |
|           |          |                                  | 22 | A.H. Nueva Esperanza                      | 658                                                               |
|           |          |                                  | 23 | A.H. Hijos de Moradores 25 de Febrero     | 650                                                               |
|           |          |                                  | 24 | A.H. El Buen Pastor                       | 553                                                               |
|           |          |                                  | 26 | A.H. Andrés Avelino Cáceres               | 2 085                                                             |
|           |          |                                  | 27 | Asociación René Núñez del Prado           | 2 205                                                             |
|           |          |                                  | 28 | Urbanización Popular Valentín Paniagua    | 2 193                                                             |
|           |          |                                  | 29 | Asociación de Vivienda Ongoy              | 2 195                                                             |
|           |          |                                  | 30 | Asociación 3 de Marzo                     | 2 182                                                             |
|           |          |                                  | 31 | A.H. San Antonio                          | 2 154                                                             |
|           |          |                                  | 32 | A.H. Mariscal Ramón Castilla              | 1 752                                                             |
|           |          |                                  | 33 | A.H. Gambetta Baja Este                   | 1 305                                                             |
|           |          |                                  | 34 | A.H. Gambetta Baja Oeste                  | 997                                                               |
|           |          |                                  | 35 | A.H. Santa Rosa                           | 818                                                               |
|           |          |                                  | 36 | A.H. Todos Unidos                         | 735                                                               |
|           |          |                                  | 37 | A.H. José Olaya                           | 809                                                               |
|           |          |                                  | 38 | A.H. Manuel Dulanto                       | 1 020                                                             |

Elaborado por Walsh Perú, 2018

El presente capítulo tiene como objetivo evaluar los niveles de ruido ambiental (horario diurno y nocturno) en el área de estudio. La información obtenida en campo, se complementó con registros procedentes de otros estudios ejecutados en la zona, entre estos se encuentran el Programa de Monitoreo Ambiental de la EVAP del Proyecto "Mejoramiento de la Av. Néstor Gambeta - Callao, Tramo III B", la línea base de la Actualización del Estudio del Impacto Ambiental del AIJCH y el monitoreo realizado por la empresa INERCO ACÚSTICA para el Estudio de Ruido emitido por Aeronaves y Actualización del Modelamiento Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, Lima Perú - 2017.

#### 5.2.3.2.2. Estándares de comparación

Los resultados de los niveles de ruido registrados en el ambiente fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido establecidos en el D.S. N° 085-2003-PCM. Estos niveles fueron determinados con el fin de proteger la salud humana. Los estándares de comparación, considera como parámetro el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LA eqT) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios, que se establecen en el Cuadro 5.2.3-12.

**Cuadro 5.2.3-12** Estándares Nacionales de Calidad para Ruido, D. S. N° 085-2003-PCM

| Zonas de Aplicación | Valores Expresados en L AeqT <sup>(1)</sup> |                                 |
|---------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|
|                     | Horario Diurno <sup>(2)</sup>               | Horario Nocturno <sup>(3)</sup> |
| Zona Residencial    | 60                                          | 50                              |
| Zona Comercial      | 70                                          | 60                              |
| Zona Industrial     | 80                                          | 70                              |

<sup>(1)</sup> LAeqT: Nivel de Presión Sonoro Continuo Equivalente con Ponderación A

<sup>(2)</sup> De 07:01 a 22:00

<sup>(3)</sup> De 22:01 a 07:00

Fuente: D. S. N° 085-2003-PCM.

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

**Zona Residencial:** Área autorizada para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de alta, medias y bajas concentraciones poblacionales.

**Zona Comercial:** Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios.

**Zona Industrial:** Área autorizada para la realización de actividades industriales

La Municipalidad Provincial del Callao, aprueba mediante el Instituto Metropolitano de Planificación, el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia Constitucional del Callao 2011 – 2022. En el Tomo III, Capítulo VI: Instrumentos de Gestión Urbana., se aprecia el plano de zonificación de la Provincia Constitucional del Callao. La zonificación acústica del área de influencia se realizó a partir de la clasificación de usos de suelos determinada por las autoridades municipales.

De acuerdo a la ubicación de los puntos de medición, se utilizó como valores de comparación los establecidos para Zona Residencial, Zona Comercial y Zona Industrial, ya que los puntos se encuentran localizados en un amplio sector.

### 5.2.3.2.3. Metodología

Las mediciones de ruido ambiental se realizaron de acuerdo a lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido (D.S N° 085-2003-PCM), que a su vez cita como referencia la Normas ISO serie 1996 (ISO/NTP 1996-1:2007 Acústica - Descripción, medición y valoración del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimientos de valoración. ISO 1996-2:2007 Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels).

Las mediciones de niveles de ruido fueron realizadas con dos sonómetros, los cuales se describen en el Cuadro 5.2.3-13. Los periodos de medición en cada punto fueron de 20 minutos para mediciones puntuales y 24 horas para mediciones continuas. El periodo de 24 horas fue dividido en 15 horas horario diurno y 9 horas en el horario nocturno, (Diurno: 07:01 a 22:00 horas y Nocturno: 22:01 a 7:00 horas). En el Anexo 5.2.3.2-1 se muestra los certificados de calibración de los sonómetros empleados.

**Cuadro 5.2.3-13** Características técnicas de los sonómetros.

| Equipo     | Marca        | Modelo           | Serie    | Rango de medición | Fecha de calibración |
|------------|--------------|------------------|----------|-------------------|----------------------|
| Sonómetros | Cirrus       | CR:800B          | C19675FB | 50 – 140 dB       | 01/03/2017           |
|            | Larson Davis | Sound Track LxT® | 2806     | 50 – 140 dB       | 09/09/2016           |

Fuente: Manual de equipo

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

### 5.2.3.2.4. Puntos de medición

Las mediciones efectuadas por Walsh Perú S.A. se llevaron a cabo en seis (06) puntos, de los cuales cuatro (04) se realizaron de manera puntual; y dos (02) de manera continua (24 horas). En las zonas que no se efectuaron medición, se complementó con información secundaria.

#### A. Criterios de ubicación de puntos

- Criterio de clasificación establecida por el ECA Ruido: Industrial, comercial o residencial.
- Criterio de dirección del viento debido a que, a través de éste, la propagación del ruido puede variar. Se cubren los frentes alrededor del Aeropuerto.
- Criterio de selección de áreas representativas de acuerdo a la ubicación de la fuente generadora de ruido y en donde dicha fuente genere mayor incidencia en el ambiente exterior, por ejemplo, en las localidades como áreas sensibles.
- Criterio de selección de la ubicación considerando la fuente emisora y del receptor.
- Criterio de representatividad por cada punto de monitoreo previamente establecido
- Criterio de tiempo de muestreo: puntual y continuo; el muestreo puntual se ha llevado a cabo en horario diurno y nocturno (lecturas de 15 minutos), y el muestreo continuo se ha llevado a cabo en horario diurno y nocturno, con 15 y 9 horas respectivamente.

Ver Cuadro 5.2.3-14 y Cuadro 5.2.3-15 que presenta las coordenadas y descripción de los lugares donde se llevó a cabo la medición de los niveles de ruido (Información primaria); además de estar especificadas en las fichas de campo en el Anexo 5.2.3.2-2 y el Volumen III Mapa LBF-13 con la distribución espacial de la red de muestreo utilizada (información primaria y secundaria).

Cuadro 5.2.3-14 Puntos de medición para ruido ambiental – Puntual.

| Puntos de medición                                                                                                                   | Fecha de medición | Descripción                                                                                                                                           | Coordenadas  |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
|                                                                                                                                      |                   |                                                                                                                                                       | (UTM-WGS 84) |            |
|                                                                                                                                      |                   |                                                                                                                                                       | Zona 18 L    |            |
|                                                                                                                                      |                   |                                                                                                                                                       | Este (m)     | Norte (m)  |
| Información Primaria                                                                                                                 |                   |                                                                                                                                                       |              |            |
| Modificación del Estudio de Impacto Ambiental LAP – Julio 2017 <sup>(1)</sup>                                                        |                   |                                                                                                                                                       |              |            |
| R-20                                                                                                                                 | jul-17            | Junta vecinal Los Ferrolles-situado entre la Calle Los Ferrolles y Centenario.                                                                        | 267 682      | 8 672 387  |
| R-21                                                                                                                                 | jul-17            | AA.HH. Daniel Alcides Carrión- Parque frente al colegio I.E. 5136 Fernando Belaunde Terry                                                             | 267 454      | 8 671 423  |
| R-23                                                                                                                                 | jul-17            | Agrupación Max Newbauer- ubicado en la Av. Néstor Gambeta.-A 450 m del puente Gambeta.                                                                | 268 410      | 8 668 936  |
| R-24                                                                                                                                 | jul-17            | AA. HH. Andrés Avelino Cáceres – situado en el cruce de la Av. Gambeta y la Av. Morales Duarez.                                                       | 268 459      | 8 668 309  |
| Información Secundaria                                                                                                               |                   |                                                                                                                                                       |              |            |
| Programa de Monitoreo Ambiental - Actualización del Estudio de Impacto Ambiental LAP- Junio 2014 <sup>(2)</sup>                      |                   |                                                                                                                                                       |              |            |
| RA-5                                                                                                                                 | jun-14            | Al Nor-Oeste del Aeropuerto, cercano a la Av. Gambeta.                                                                                                | 268 229      | 8 671 249  |
| RA-6                                                                                                                                 | jun-14            | Al Interior del Aeropuerto, colindante con la Av. Néstor Gambeta.                                                                                     | 268 385      | 8 670 068  |
| RA-7                                                                                                                                 | Set 2016          | Lado Sur-Oeste al Interior del Aeropuerto, colindante con la Av. Néstor Gambeta.                                                                      | 269 611      | 8 668 245  |
| RA-8                                                                                                                                 | jun-14            | Al Interior del Aeropuerto, colindante con el lado Sur-Oeste de la Plataforma.                                                                        | 270 404      | 8 668 537  |
| RA-12                                                                                                                                | jun-14            | Al Este del Aeropuerto, AA.HH Boca Negra.                                                                                                             | 271 014      | 8 669 958  |
| RA-14                                                                                                                                | jun-14            | Al Nor-Este del Aeropuerto, cruce de la Av. Alejandro Bertello con la Calle Los Cedros.                                                               | 270 306      | 8 672 187  |
| RA-15                                                                                                                                | jun-14            | Frente a la puerta Ingreso al Aeropuerto para personal autorizado.                                                                                    | 270 411      | 8 670 320  |
| RA-18                                                                                                                                | Set 2016          | En el estacionamiento del Aeropuerto, cercano al hotel Costa Sol.                                                                                     | 270 555      | 8 670 058  |
| Estudio de Ruido emitido por Aeronaves y Actualización de Modelamiento del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez 2017 <sup>(3)</sup> |                   |                                                                                                                                                       |              |            |
| P-01                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. Medalla Milagrosa - Av. Los Patriotas Cdra 8. Intersección con la cll. Chongoyape                                                               | 270 991      | 8 664 526  |
| P-02                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. Astete - Av. de los insurgentes con jr. Boca del Río y el psi. Lomitos                                                                          | 270 991      | 8 665 123  |
| P-03                                                                                                                                 | nov-17            | Pque., José Santos Chocano - Av.Paseo de los Andes y Cll. capitán Carrillo, G Stiglich Álvarez y Bahía San Nicolas                                    | 271 262      | 8 665 202  |
| P-04                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. Héroes del Canepa - "1", "2" y pasaje A                                                                                                         | 268 826      | 8 673 006  |
| P-05                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. Miguel Grau - Manuel Elías Bonemaison-Nicolas Dueñas-Grumete Mejía                                                                              | 269 729      | 8 666 087  |
| P-06                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. del Libro - Duillo Poggi, Ponce, Quiñones y "9"                                                                                                 | 270 276      | 8 664 425  |
| P-07                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. Ayacucho - Hernando de magallanes, Solitario de Sayan, Américo Vespicio y José Aguilar                                                          | 271 632      | 8 664 056  |
| P-08                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. El Águila - Pedro Donofrio, Alejandro Ferreyros                                                                                                 | 271 586      | 8 666 539  |
| P-09                                                                                                                                 | nov-17            | Int Apto, Rivera Rímac - Terreno Interno del APTO. A 100 m del punto de despegue de la pista, frente al edificio Corpac                               | 270 846      | 8 668 540  |
| P-10                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. José Abelardo Quiñones - Entre las calles Intisuyo, Collasuyo, Contisuyo y Chinchaysuyo                                                         | 271 987      | 8 664 533  |
| P-11                                                                                                                                 | nov-17            | Int Apto, Cabecera 15- Terreno Interno del APTO. Frente a piletas de tratamiento de aguas residuales                                                  | 269 178      | 86 672 038 |
| P-12                                                                                                                                 | nov-17            | Int Apto, Isla de seguridad central (extreo E de pista) - Costado de Pista de aterrizaje. 250 m de centro de pista. Próximo a zona de estacionamiento | 270 078      | 8 670 419  |
| P-13                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. Bertoloto - 1ra cuadra de boulevard Bertolotto, frente a casa de cultura San Miguel                                                             | 273 697      | 8 662 396  |
| P-14                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. Carabobo - Chacabuco, Maypú, Bocavá y carabobo                                                                                                  | 271 632      | 8 664 056  |
| P-15                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. santa Cecilia - Zorrales, Calandrias, Gruyas y Reyezuelos                                                                                       | 272 067      | 8 666 017  |
| P-16                                                                                                                                 | may-17            | Pque. La Amistad - Guillermo More "26E", "6F" y "26"                                                                                                  | 271 100      | 8 666 062  |
| P-17                                                                                                                                 | nov-17            | Interior Apto., rivera de Río Rímac extremo SO de la pista de aterrizaje - Terreno interno de Apto. 60 m de Río Rímac                                 | 269 966      | 8 668 257  |
| P-18                                                                                                                                 | nov-17            | Interior Apto., cerca de carretera Nestor Gambeta - Terreno interno de Apto. Costado camino perimetral. A 90 m de pista Nestor Gambeta                | 268 514      | 8 669 755  |
| P-19                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. el Rocío - Av Caomandante Pérez Salmóncuadra 9 y calle 1                                                                                        | 270 700      | 8 666 747  |
| P-20                                                                                                                                 | nov-17            | Pque. (sin nombre) - Callae 3 (calle 17) cuadra 2-calle 9-calle 9b-calle 25                                                                           | 270 411      | 8 666 166  |

Fuentes:

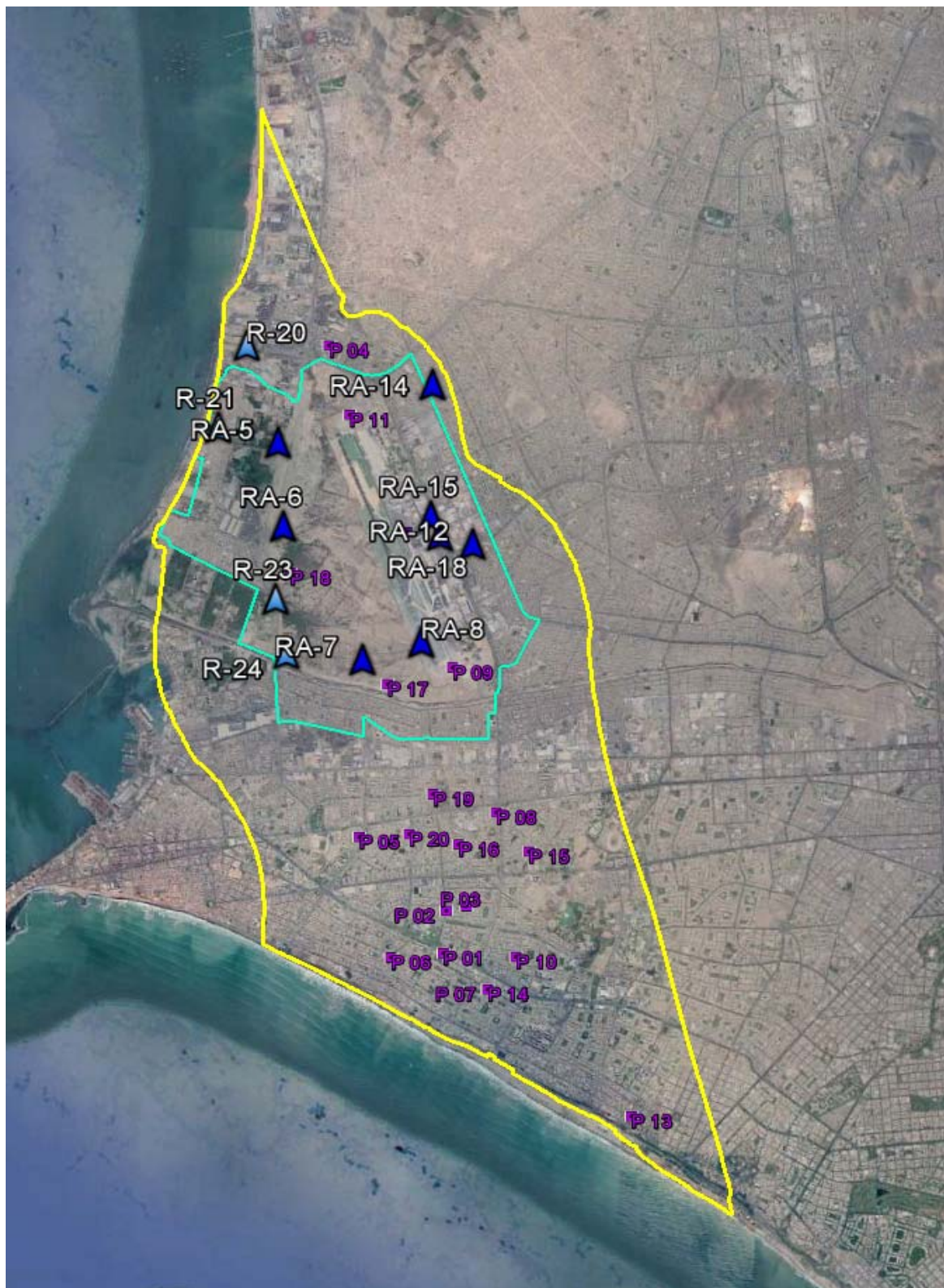
- <sup>(1)</sup> Monitoreo del MEIA LAP - julio 2017.  
<sup>(2)</sup> Actualización del Estudio de Impacto Ambiental del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. Elaborado por Walsh Perú S. A. Aprobado mediante R. D. N° 043-2016-MTC/16.  
Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

Cuadro 5.2.3-15 Puntos de medición para ruido ambiental – Continuo.

| Puntos de medición                                                                                                | Fecha de medición | Descripción                                                                             | Coordenadas<br>(UTM-WGS 84)<br>Zona 18 L |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|
| Información Primaria                                                                                              |                   |                                                                                         | Este (m)                                 | Norte (m) |
| Modificación del Estudio de Impacto Ambiental LAP – Julio 2017 <sup>(1)</sup>                                     |                   |                                                                                         |                                          |           |
| R-22                                                                                                              | Jul 2017          | AA.HH. Acapulco- situado a 700 m de la Av. Néstor Gambeta.                              | 267 387                                  | 8 670 265 |
| R-25                                                                                                              | Jul 2017          | AA.HH. Santa Rosa-situado a 10 m de la Av. Morales Duarez.                              | 270 175                                  | 8 667 939 |
| Información Secundaria                                                                                            |                   |                                                                                         |                                          |           |
| Programa de Monitoreo Ambiental - Actualización del Estudio de Impacto Ambiental LAP– Junio 2014 <sup>(2)</sup>   |                   |                                                                                         |                                          |           |
| RA-1                                                                                                              | Jun 2014          | Al lado Oeste del Aeropuerto, cerca de la puerta de ingreso del lado de la Av. Gambeta. | 268 613                                  | 8 668 946 |
| RA-3                                                                                                              | Jun 2014          | Al lado sur de la propiedad del Aeropuerto, AA.HH 200 millas.                           | 271 230                                  | 8 668 279 |
| RA-4                                                                                                              | Jun 2014          | Al lado Norte de la propiedad del Aeropuerto, Urb. Alameda del Aeropuerto.              | 269 450                                  | 8 672 296 |
| Programa de monitoreo del proyecto mejoramiento de la Av. Néstor gambeta, tramo IIIB– febrero 2017 <sup>(3)</sup> |                   |                                                                                         |                                          |           |
| ECR-01                                                                                                            | Feb 2017          | Entrada del Proyecto Túnel Callao, al frente de la entrada Santa Colonia.               | 268 238                                  | 8 670 348 |
| ECR-02                                                                                                            | Feb 2017          | Caseta de Vigilancia.                                                                   | 268 353                                  | 8 670 796 |
| ECR-03                                                                                                            | Feb 2017          | A 200 m de la Av. Fertisa, frente a la central de acero.                                | 268 462                                  | 8 671 552 |
| ECR-04                                                                                                            | Feb 2017          | Final del Tramo del Proyecto, Túnel Callao.                                             | 268 530                                  | 8 672 248 |

- Fuentes: <sup>(1)</sup> Monitoreo del MEIA LAP - julio 2017  
<sup>(2)</sup> Actualización del Estudio de Impacto Ambiental del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. Elaborado por Walsh Perú S. A. Aprobado mediante R. D. N° 043-2016-MTC/16.  
<sup>(3)</sup>: Programa de Monitoreo Ambiental de la Evaluación Ambiental Preliminar del Proyecto "Mejoramiento de la Av. Néstor Gambeta- Callao Tramo III B", aprobado mediante R. D. N° 363-2015-MTC/16. Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

**Figura 5.2.3-8** Red de muestreo para mediciones puntuales



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

**Figura 5.2.3-9** Red de muestreo para mediciones continuas



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

## B. Sustento de ubicación de puntos de muestreo de ruido ambiental puntual

### R-20: Junta vecinal Los Ferroles-situado entre la Calle Los Ferroles y Centenario

Punto de muestreo situado cerca de la intersección entre la Av. Los Ferroles con Av. Centenario – Callao. Ubicado a 1 582 m, medidos desde el extremo más cercano de la pista de aterrizaje existente hacia el centroide del polígono de la localidad. Este punto evalúa el frente norte de la zona del proyecto, hacia donde se ha extendido el AII. Este punto es importante porque en la etapa de construcción se ubicará muy cerca un depósito el desmante. Así mismo en esta dirección se ubicará la nueva pista de aterrizaje y estará expuesta a ruido. El punto es representativo de zona urbana, con presencia de actividades industriales, tráfico vehicular y actividades propias de la población.



### R-21: AA.HH. Daniel Alcides Carrión- Parque frente al colegio I.E. 5136 Fernando Belaunde Terry

Punto situado en la parte noroeste de la zona del proyecto, a 1 631 m, medidos desde el extremo más cercano de la pista de aterrizaje existente hacia el centroide del polígono de la localidad. Este punto evalúa una zona urbana sensible, comprendida por viviendas y colegios. Hacia esta zona se proyecta el depósito de desmante de la etapa de construcción. Y en la etapa de operación, quedará cercana a la nueva pista de aterrizaje. El punto es representativo de zona urbana, con presencia de actividades industriales, tráfico vehicular y actividades propias de la población.

### R-23: Agrupación Max Newbauer- ubicado en la Av. Néstor Gambetta. A 450 m del puente Gambetta.



Punto situado en la parte suroeste de la zona del proyecto, a 1 159 m, medidos desde la el extremo más cercano de la pista de aterrizaje existente hacia el centroide del polígono de la localidad. Este punto evalúa zona urbana sensible, expuesta al ruido y vibraciones que se producen por la Av. Néstor Gambetta y así mismo esta localidad estará cercana a la planta de chancado proyectada en el área de aeropuerto en la etapa de construcción. Y en la etapa de operación quedará cercana a la nueva pista de aterrizaje. El punto es representativo de zona urbana, con presencia de actividades industriales, tráfico vehicular y actividades propias de la población.



**R-24: AA. HH. Andrés Avelino Cáceres – situado en el cruce de la Av. Gambeta y la Av. Morales Duárez**

Punto situado en la parte sur de la zona del proyecto a 2 085 m, medidos desde el extremo más cercano de la pista de aterrizaje existente hacia el centroide del polígono de la localidad. Este punto evalúa zona urbana sensible, expuesta al ruido y vibraciones que se producen por la carretera Morales Duárez y así mismo esta localidad estará cercana a la planta de chancado proyectada en el área de aeropuerto en la etapa de construcción. Y en la etapa de operación quedará cercana a la nueva pista de aterrizaje. El punto es representativo de zona urbana, con presencia de actividades industriales, tráfico vehicular y actividades propias de la población.



**C. Sustento de ubicación de puntos de muestreo de ruido ambiental continuo**

**R-22: AA.HH. Acapulco- situado a 700 m de la Av. Néstor Gambetta**

Punto situado en la parte oeste de la zona del proyecto a 2 195 m, medidos desde la el extremo más cercano de la pista de aterrizaje existente hacia el centroide del polígono de la localidad. Este punto evalúa zona urbana sensible, expuesta al ruido y vibraciones que se producen por la carretera Morales Duárez. Es importante medir de manera continua el nivel de ruido ambiental, ya que es un punto considerado netamente en zona residencial y servirá como punto de control para verificar el impacto de las operaciones futuras del aeropuerto en las localidades alrededor del punto R-22. El punto es representativo de zona residencial, con presencia de actividades industriales, tráfico vehicular y actividades propias de la población.



**R-25: AA.HH. Santa Rosa-situado a 10 m de la Av. Morales Duárez**

Punto situado en la parte oeste de la zona del proyecto a 818 m, medidos desde la el extremo más cercano de la pista de aterrizaje existente hacia el centroide del polígono de la localidad. Este punto

evalúa zona urbana sensible, expuesta al ruido y vibraciones que se producen por la carretera Morales Duárez. Es importante medir de manera continua el nivel de ruido ambiental, ya que es un punto considerado netamente en zona residencial y servirá como punto de control para verificar el impacto de las operaciones futuras del aeropuerto en las localidades cercanas del punto R-25. El punto es representativo de zona residencial, con presencia de actividades industriales, tráfico vehicular y actividades propias de la población.



#### **D. Resultados de Ruido en el Programa de Monitoreo Ambiental del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez**

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de monitoreo de Ruido ambiental en los años 2016 (I y II semestres), 2017 (I y II semestres) y 2018 (I semestre), ejecutados por LAP. Los puntos a presentar son: 1) Lectura puntual RA-07 y RA-18 y Lectura continua RA-03 y RA-04. Ver cuadro de descripción. Estos resultados se contrastarán con la línea base de la AEIA (2014-2015) con línea base de la MEIA (2017-2018) del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.

Como se puede apreciar en los cuadros 5.2.3-16, los valores reportados en los años 2014, 2016, 2017 y 2018, de **monitoreo puntual** han sido variables, no hay una tendencia fija. Sin embargo, se puede concluir que la estación RA-18 de medición Puntual (Estacionamiento del Aeropuerto, cercano al hotel Costa Sol) ha registrado constantemente valores que sobrepasan el ECA- Ruido Residencial, en la línea de base de la AEIA, en el programa de monitoreo ambiental y en la línea de base de la MEIA (actual), aunque este punto está ubicado dentro del aeropuerto y consideramos que debe evaluarse la posibilidad de su comparación con ECA-comercial y/o Industrial. Ver la vista en planta de la ubicación del punto RA-18.

**Cuadro 5.2.3-16** Ruido Ambiental Puntual

| Código de Puntos | Descripción                                                                                                      | Coordenadas<br>(UTM-WGS 84)<br>Zona 18 L |           | PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL DE LAP |              |             |              |             |                               |              |             |              |             | Línea de Base<br>AEIA |          | Línea de Base<br>MEIA |                    |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|----------------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------------------|----------|-----------------------|--------------------|
|                  |                                                                                                                  |                                          |           | Mediciones Puntuales L A eqT (dBA)     |              |             |              |             |                               |              |             |              |             |                       |          |                       |                    |
|                  |                                                                                                                  |                                          |           | Diurno (07:01 a 22:00 horas)           |              |             |              |             | Nocturno (22:01 a 7:00 horas) |              |             |              |             | Diurno                | Nocturno | Diurno                | Nocturno           |
|                  |                                                                                                                  | Este (m)                                 | Norte (m) | 2016<br>(I)                            | 2016<br>(II) | 2017<br>(I) | 2017<br>(II) | 2018<br>(I) | 2016<br>(I)                   | 2016<br>(II) | 2017<br>(I) | 2017<br>(II) | 2018<br>(I) | jun-14                | jun-14   |                       |                    |
| RA-7             | Lado Sur-Oeste al Interior del Aeropuerto, colindante con la Av. Néstor Gambetta. A 160 m del AA.HH. más cercano | 269 611                                  | 8 668 245 | 58                                     | 61.1         | 49.3        | 44.7         | 44.9        | 59.5                          | 48.7         | 47.7        | 44           | 43.3        | 64.2                  | 48.4     | 59.2<br>(set 2016)    | 60,4<br>(set 2016) |
| RA-18            | En el estacionamiento del Aeropuerto, cercano al hotel Costa Sol                                                 | 270 555                                  | 8 670 058 | 71.6                                   | 63.9         | 63.6        | 63.1         | 66.2        | 69                            | 61.5         | 61.9        | 62.6         | 64          | 62.7                  | 59.3     | 75.8<br>(mar-2017)    | 74.3<br>(mar 2017) |

Horario Diurno: 07:01 a 22:00 horas

Horario Nocturno: 22:01 a 7:00 horas

ECA Zona Residencial: Diurno 60 dBA y Nocturno 50 dBA

ECA Zona Comercial: Diurno 70 dBA y Nocturno 60 dBA

ECA Zona Industrial: Diurno 80 dBA y Nocturno 70 dBA

**Cuadro 5.2.3-17** Ruido Ambiental Continuo

| Código de Puntos | Descripción                                                                              | Coordenadas<br>(UTM-WGS 84)<br>Zona 18 L |           | PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL DE LAP |              |             |              |             |             |              |             |              |             | Línea de Base<br>AEIA |          | Línea de Base<br>MEIA |          |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|----------------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
|                  |                                                                                          |                                          |           | Mediciones Continuas L A eqT (dBA)     |              |             |              |             |             |              |             |              |             |                       |          |                       |          |
|                  |                                                                                          |                                          |           | Diurno                                 |              |             |              |             | Nocturno    |              |             |              |             | Diurno                | Nocturno | Diurno                | Nocturno |
|                  |                                                                                          | Este (m)                                 | Norte (m) | 2016<br>(I)                            | 2016<br>(II) | 2017<br>(I) | 2017<br>(II) | 2018<br>(I) | 2016<br>(I) | 2016<br>(II) | 2017<br>(I) | 2017<br>(II) | 2018<br>(I) | jun-14                | jun-14   | jun-14                | jun-14   |
| RA-3             | Al lado Oeste del Aeropuerto, cerca de la puerta de ingreso del lado de la Av. Gambetta. | 271 230                                  | 8 668279  | 56.5                                   | 62.8         | 58.7        | 58.4         | 57.9        | 53.2        | 54.8         | 61.6        | 61.6         | 51.9        | 64.9                  | 64.0     | 64.9                  | 64       |
| RA-4             | Al lado Norte de la propiedad del Aeropuerto, Urb. Alameda del Aeropuerto.               | 269 450                                  | 8 672 296 | 62.8                                   | 59.6         | 56.6        | 50.5         | 57          | 60          | 58.7         | 57.4        | 49.5         | 46.9        | 64.6                  | 65.0     | 64.6                  | 65       |

Horario Diurno: 07:01 a 22:00 horas

Horario Nocturno: 22:01 a 7:00 horas

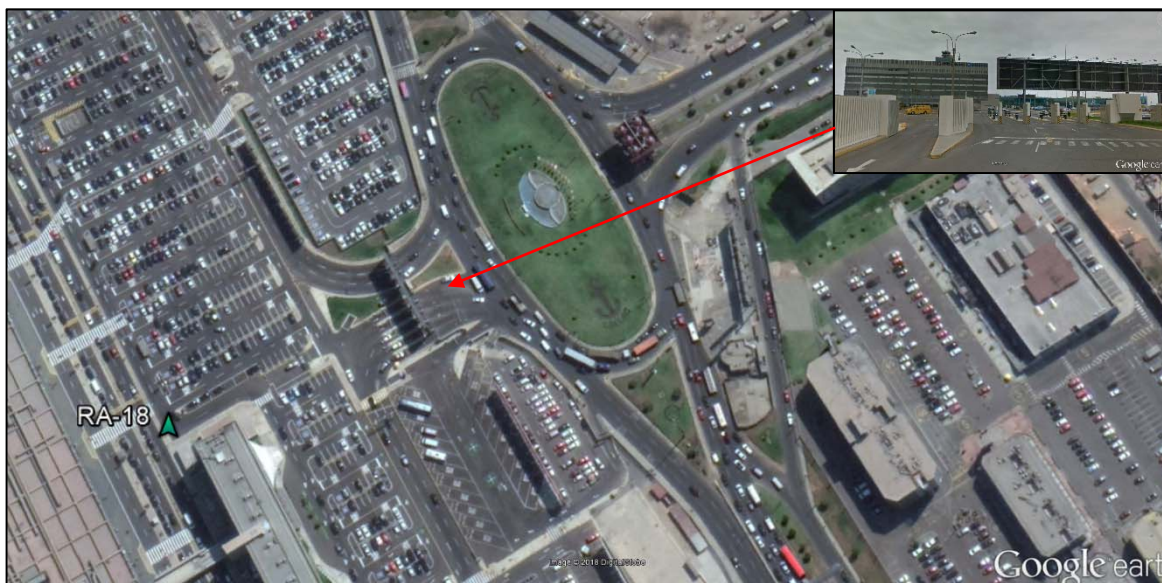
ECA Zona Residencial: Diurno 60 dBA y Nocturno 50 dBA

ECA Zona Comercial: Diurno 70 dBA y Nocturno 60 dBA

ECA Zona Industrial: Diurno 80 dBA y Nocturno 70 dBA

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

**Figura 5.2.3-10** Ubicación del punto de monitoreo de Ruido ambiental RA-18



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

Con respecto a los registros obtenidos en el punto RA-7, se puede apreciar que en el monitoreo de los años 2017 y 2018, incluso parte del 2016, los valores han estado acorde al ECA-Residencial.

**Figura 5.2.3-11** Ubicación del punto de monitoreo de Ruido ambiental RA-7



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

En el caso de los resultados de **monitoreo continuo**, el punto RA-3 ubicado al lado Oeste del Aeropuerto, cerca de la puerta de ingreso del lado de la Av. Gambetta, reporta en el Monitoreo de LAP y en las líneas de base de la AEIA y de la MEIA valores muy variables, pero se puede concluir que los registros de horario diurno se presentan en su mayoría acordes al ECA –Residencial.

**Figura 5.2.3-12** Ubicación del punto de monitoreo de Ruido ambiental RA-3



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

En el caso del Punto RA-4, ubicado al lado norte de la propiedad del Aeropuerto, Urb. Alameda del Aeropuerto reporta en el Monitoreo de LAP y en las líneas de base de la AEIA y de la MEIA valores muy variables, pero se puede concluir, que al igual que en el caso anterior, los registros de horario diurno se presentan en su mayoría acordes al ECA –Residencial y que incluso en los dos últimos semestres (2017-II y 2018-I) se ha reportado valores en horario nocturno que está acorde con el ECA-Residencial.

**Figura 5.2.3-13** Ubicación del punto de monitoreo de Ruido ambiental RA-4

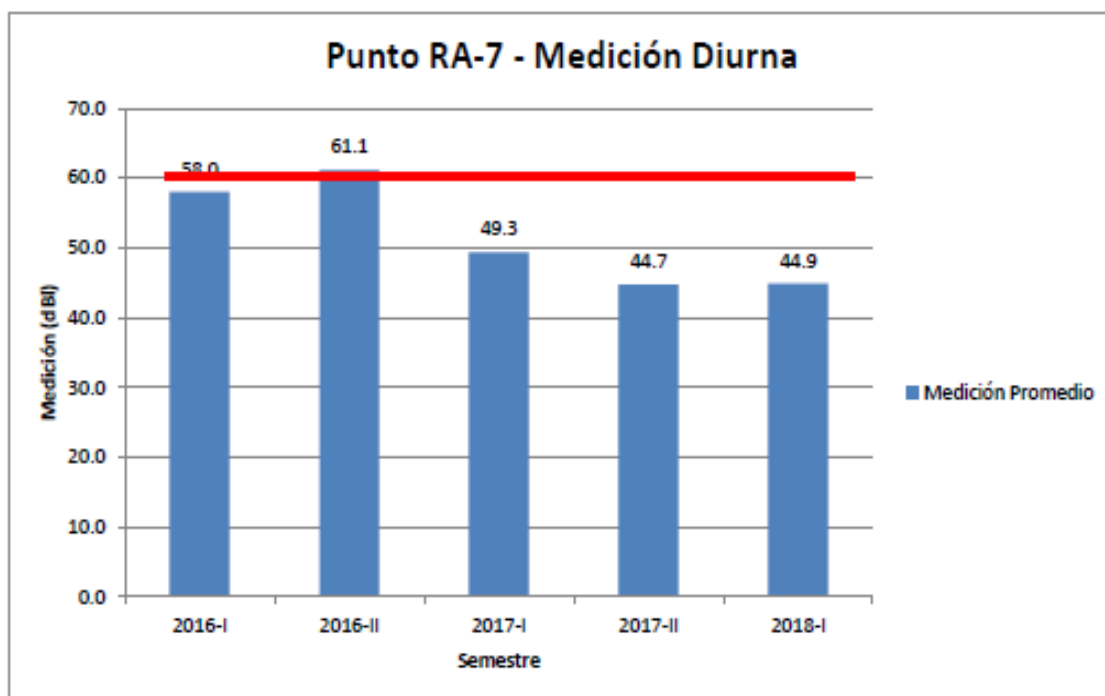




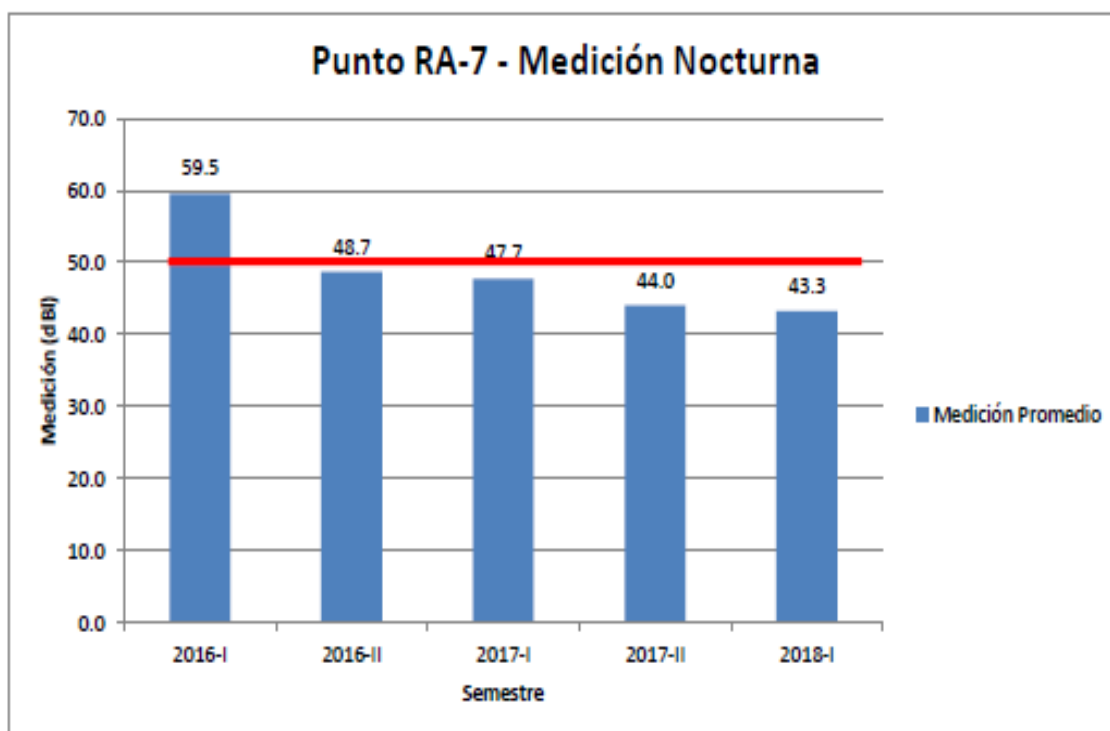
Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

**Figura 5.2.3-14** Histogramas de Medición Puntual

**Punto RA-7**

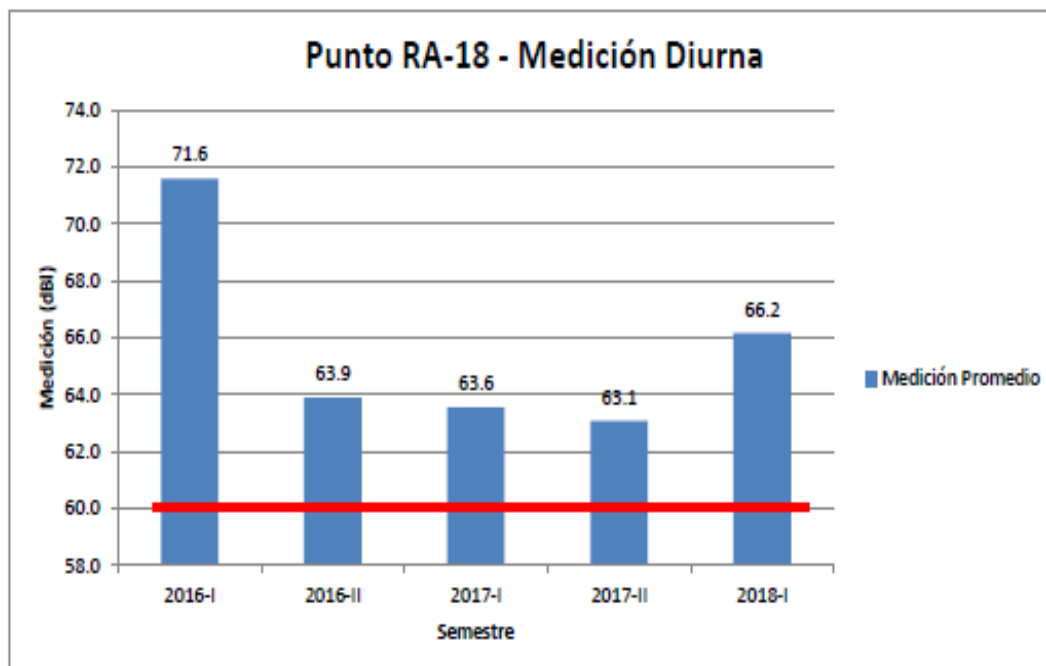


Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

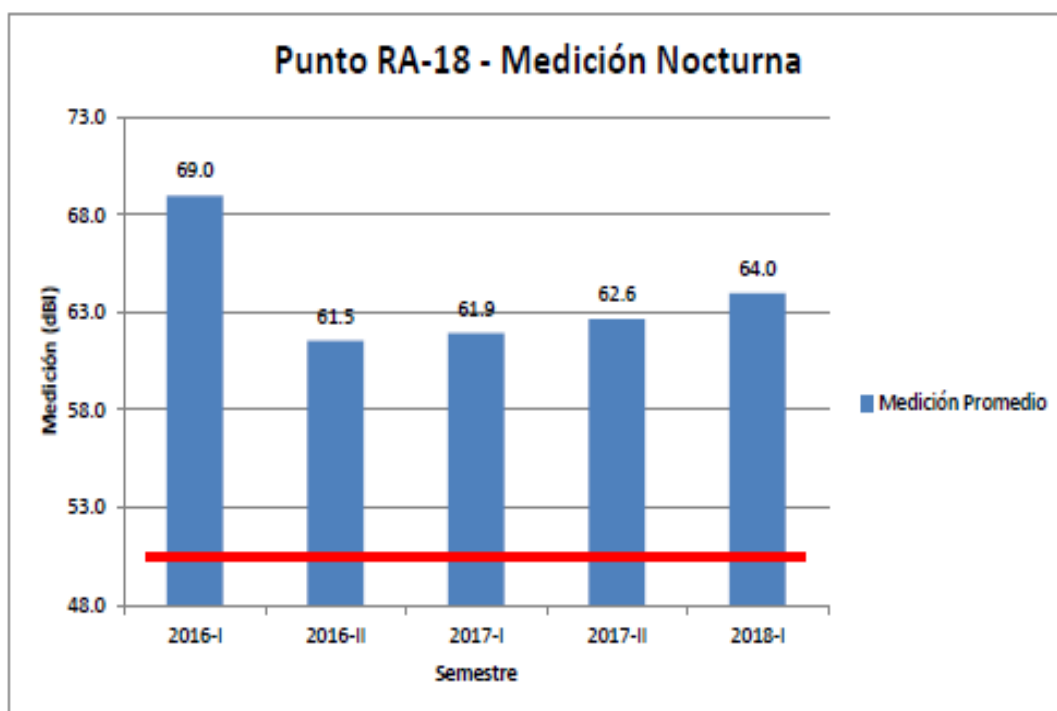


Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

### Punto RA-18



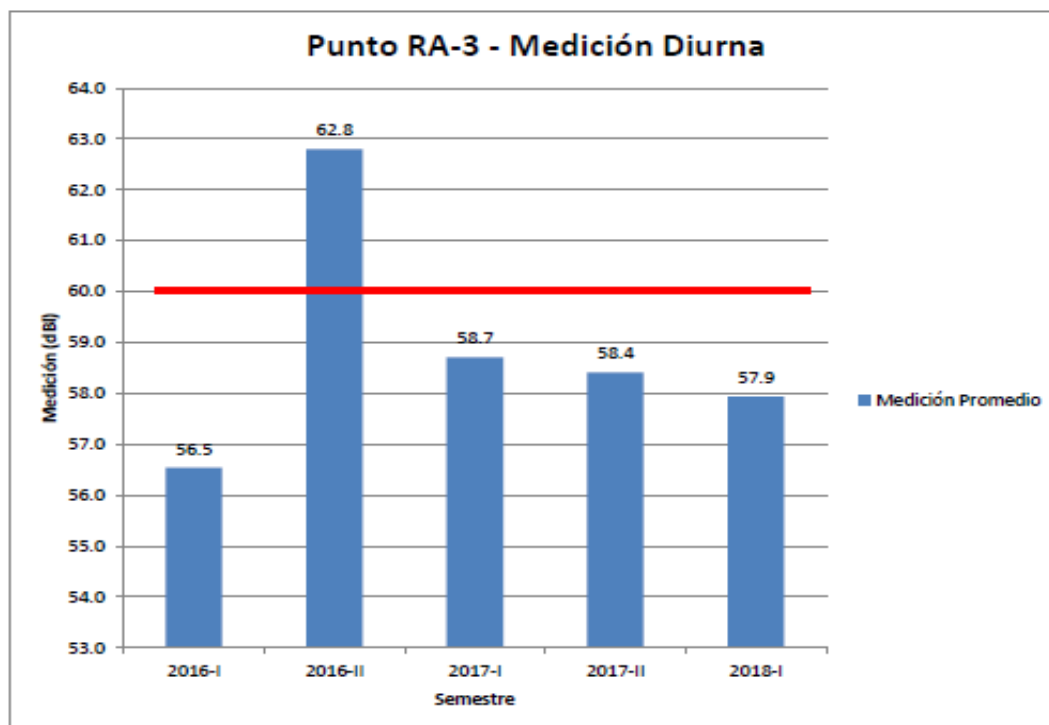
Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.



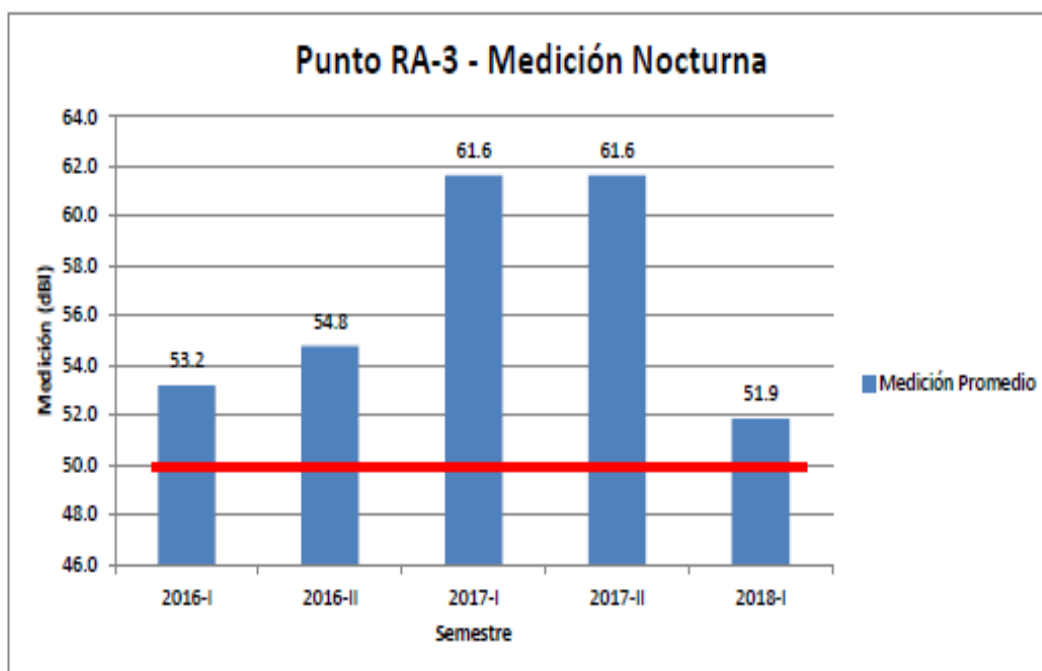
Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

**Figura 5.2.3-15** Histogramas de Medición Continua

**Punto RA-03**

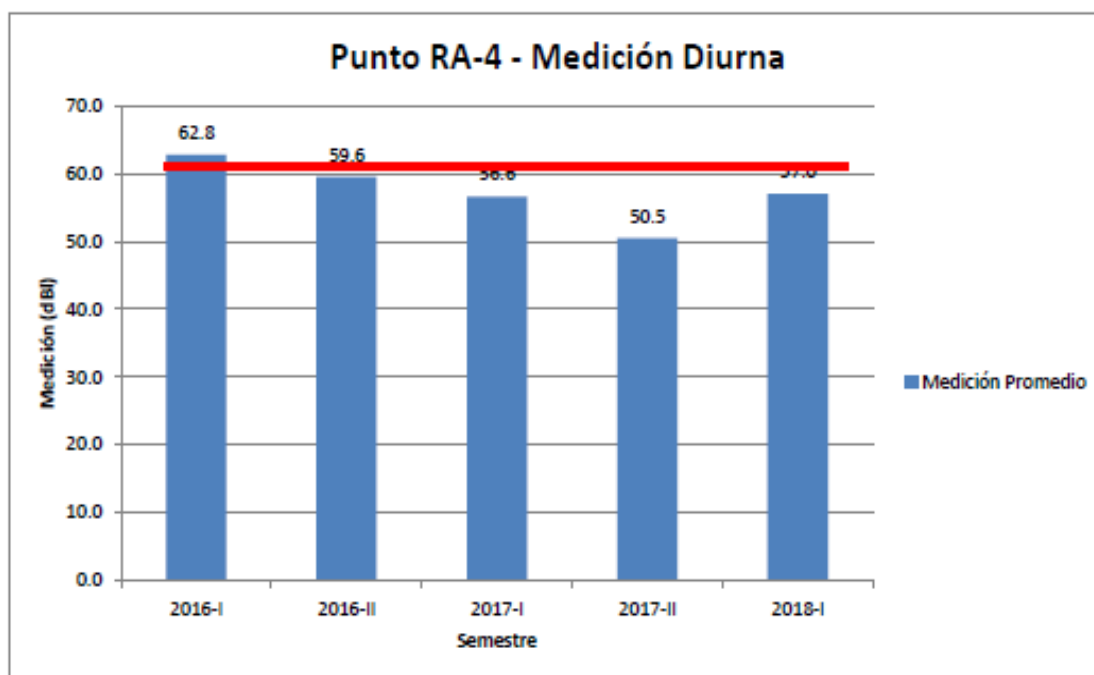


Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

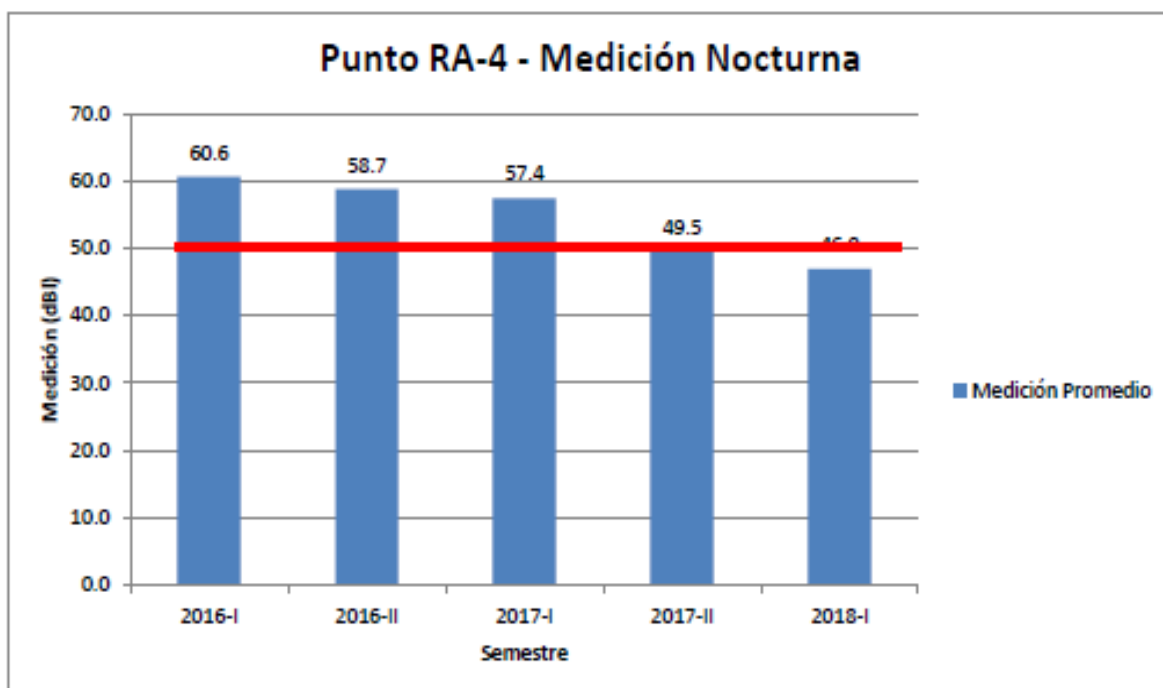


Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

#### Punto RA-04



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

### 5.2.3.2.5. Evaluación de resultados

#### A. Mediciones Puntuales

El Cuadro 5.2.3-18, muestra los niveles de ruido ambiental correspondientes a las mediciones continuas realizadas por Walsh Perú S.A. en el mes de julio del 2017 (información primaria), y los puntos de medición situado en el área de influencia, que se encuentran en instrumentos de gestión aprobados (información secundaria).

Los reportes de los Informes de ensayo de laboratorio se adjuntan en el Anexo 5.2.3.2-3.

Cuadro 5.2.3-18 Ruido ambiental – Mediciones puntuales.

| Puntos de medición                                                                                                           |        | Mediciones puntuales         |             |               |                               |             |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------|-------------|---------------|-------------------------------|-------------|---------------|
|                                                                                                                              |        | Diurno (07:01 a 22:00 horas) |             |               | Nocturno (22:01 a 7:00 horas) |             |               |
|                                                                                                                              |        | L Max (dBA)                  | L Min (dBA) | L A eqT (dBA) | L Max (dBA)                   | L Min (dBA) | L A eqT (dBA) |
| <b>Información Primaria</b>                                                                                                  |        |                              |             |               |                               |             |               |
| <i>Mediciones efectuadas por Walsh para la MEIA LAP<sup>(1)</sup> – Julio 2017</i>                                           |        |                              |             |               |                               |             |               |
| R-20                                                                                                                         | Jul-17 | 89.50                        | 53.50       | <b>60.20</b>  | 79.60                         | 57.00       | <b>62.40</b>  |
| R-21                                                                                                                         | Jul-17 | 86.50                        | 49.30       | <b>61.60</b>  | 96.30                         | 46.00       | <b>66.20</b>  |
| R-23                                                                                                                         | Jul-17 | 94.30                        | 49.30       | <b>73.80</b>  | 106.30                        | 51.80       | <b>77.20</b>  |
| R-24                                                                                                                         | Jul-17 | 110.70                       | 61.00       | <b>79.70</b>  | 93.60                         | 53.40       | <b>73.70</b>  |
| <b>Información Secundaria</b>                                                                                                |        |                              |             |               |                               |             |               |
| <i>Programa de Monitoreo Ambiental de la Actualización del Estudio de Impacto Ambiental LAP<sup>(2)</sup></i>                |        |                              |             |               |                               |             |               |
| RA-5                                                                                                                         | Jun-14 | 68.50                        | 47.40       | <b>62.80</b>  | 72.40                         | 61.80       | <b>68.40</b>  |
| RA-6                                                                                                                         | Jun-14 | 53.50                        | 52.30       | <b>52.60</b>  | 57.00                         | 54.40       | <b>56.00</b>  |
| RA-7                                                                                                                         | Set 16 | 80.30                        | 54.40       | <b>59.20</b>  | 63.20                         | 57.70       | <b>60.40</b>  |
| RA-8                                                                                                                         | Jun-14 | 62.30                        | 59.90       | <b>61.40</b>  | 48.30                         | 46.00       | <b>47.20</b>  |
| RA-12                                                                                                                        | Jun-14 | 71.50                        | 48.00       | <b>61.10</b>  | 79.50                         | 55.80       | <b>60.30</b>  |
| RA-14                                                                                                                        | Jun-14 | 68.80                        | 55.40       | <b>62.50</b>  | 69.60                         | 44.60       | <b>54.90</b>  |
| RA-15                                                                                                                        | Jun-14 | 66.10                        | 65.60       | <b>65.80</b>  | 64.20                         | 64.00       | <b>64.10</b>  |
| RA-18                                                                                                                        | Mar-17 | 88.90                        | 66.90       | <b>75.80</b>  | 90.20                         | 63.90       | <b>74.30</b>  |
| <i>Estudio de Ruido emitido por Aeronaves y Actualización de Modelamiento del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez 2017</i> |        |                              |             |               |                               |             |               |
| P-01                                                                                                                         | Nov-17 | 61                           | 55.3        | <b>59.3</b>   | 57.1                          | 47.9        | <b>55.2</b>   |
| P-02                                                                                                                         | Nov-17 | 64.7                         | 58.1        | <b>61.8</b>   | 62                            | 44.2        | <b>58.5</b>   |
| P-03                                                                                                                         | Nov-17 | 64.6                         | 56.7        | <b>62.4</b>   | 59.1                          | 47.1        | <b>57.3</b>   |
| P-04                                                                                                                         | Nov-17 | 67.9                         | 60.8        | <b>63.9</b>   | 66.6                          | 59.1        | <b>63.8</b>   |
| P-05                                                                                                                         | Nov-17 | 67.8                         | 59.5        | <b>62.3</b>   | 62.1                          | 43.4        | <b>57.2</b>   |
| P-06                                                                                                                         | Nov-17 | 65                           | 57.9        | <b>62.1</b>   | 62.1                          | 41.8        | <b>56.7</b>   |
| P-07                                                                                                                         | Nov-17 | 63.2                         | 55.3        | <b>58.1</b>   | 63.2                          | 47.3        | <b>57.1</b>   |
| P-08                                                                                                                         | Nov-17 | 71                           | 63.8        | <b>67</b>     | 65.6                          | 45.8        | <b>60.9</b>   |
| P-09                                                                                                                         | Nov-17 | 76.2                         | 68.7        | <b>72.6</b>   | 74.4                          | 63.4        | <b>70.9</b>   |
| P-10                                                                                                                         | Nov-17 | 65.8                         | 57.2        | <b>61</b>     | 58.9                          | 44.8        | <b>55.9</b>   |
| P-11                                                                                                                         | Nov-17 | 76.9                         | 68.8        | <b>74.3</b>   | 74.1                          | 66.4        | <b>71.8</b>   |
| P-12                                                                                                                         | Nov-17 | 83.4                         | 76.6        | <b>80.7</b>   | 84.2                          | 72.8        | <b>79.1</b>   |
| P-13                                                                                                                         | Nov-17 | 65.7                         | 60.5        | <b>62.7</b>   | 60.2                          | 46.7        | <b>57.5</b>   |
| P-14                                                                                                                         | Nov-17 | 66.1                         | 54.8        | <b>60</b>     | 55.2                          | 42          | <b>52.9</b>   |
| P-15                                                                                                                         | Nov-17 | 68.4                         | 60          | <b>65.8</b>   | 62.8                          | 55.2        | <b>60.6</b>   |
| P-16                                                                                                                         | May-17 | 66.4                         | 60.6        | <b>63.4</b>   | 62.9                          | 38.4        | <b>58.6</b>   |
| P-17                                                                                                                         | Nov-17 | 63.1                         | 59          | <b>61.6</b>   | 63.2                          | 46          | <b>58.7</b>   |
| P-18                                                                                                                         | Nov-17 | 58.8                         | 55          | <b>57.3</b>   | 57.2                          | 52.8        | <b>54.8</b>   |
| P-19                                                                                                                         | Nov-17 | 70                           | 61          | <b>64.5</b>   | 62.1                          | 44.4        | <b>59.7</b>   |

| Puntos de medición     |        | Mediciones puntuales         |             |               |                               |             |               |
|------------------------|--------|------------------------------|-------------|---------------|-------------------------------|-------------|---------------|
|                        |        | Diurno (07:01 a 22:00 horas) |             |               | Nocturno (22:01 a 7:00 horas) |             |               |
|                        |        | L Max (dBA)                  | L Min (dBA) | L A eqT (dBA) | L Max (dBA)                   | L Min (dBA) | L A eqT (dBA) |
| P-20                   | Nov-17 | 68.7                         | 57.7        | 62.8          | 60.7                          | 42.6        | 58.1          |
| ECA – Zona Residencial |        | Diurno                       |             | 60            | Nocturno                      |             | 50            |
| ECA - Zona Comercial   |        |                              |             | 70            |                               |             | 60            |
| ECA - Zona Industrial  |        |                              |             | 80            |                               |             | 70            |

Fuentes:

(1): Informe de ensayo N° MIT-17/00392 AGQ Perú S.A.C.

(2): Informe de ensayo N° 17968/2014 – ALS CORPLAB; Informe de ensayo N° OP1700506-B – SGS; e Informe de ensayo N° OP1600810 – SGS

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

En la Figura 5.2.3-16 se representa resultados de mediciones puntuales diurnas obtenidas en los puntos ubicados en zona comercial y zona residencial<sup>1</sup>. En la Figura 5.2.3-17 se presenta resultados de mediciones puntuales nocturnas obtenidas en los puntos ubicados en zona comercial y zona residencial.

En referencia a la Zona Residencial, horario diurno, medición puntual, los puntos que cumplen el ECA (60 dB) son RA-6 y el RA-27, probablemente porque se encuentran lejos de los factores antes mencionados. En el horario nocturno, medición puntual todos los puntos sobrepasan el nivel indicado por el ECA (50 dBA), a excepción del punto RA-8 ubicado al Interior del Aeropuerto, colindante con el lado Sur-Oeste de la Plataforma. La mayoría de puntos evaluados están situados en zonas pobladas, (calles, avenidas transitadas, y parques) y cerca al Aeropuerto (tráfico Aéreo), aumentando los niveles de ruido ambiental. Ver Figura 5.2.3-16 y Figura 5.2. 3-17.

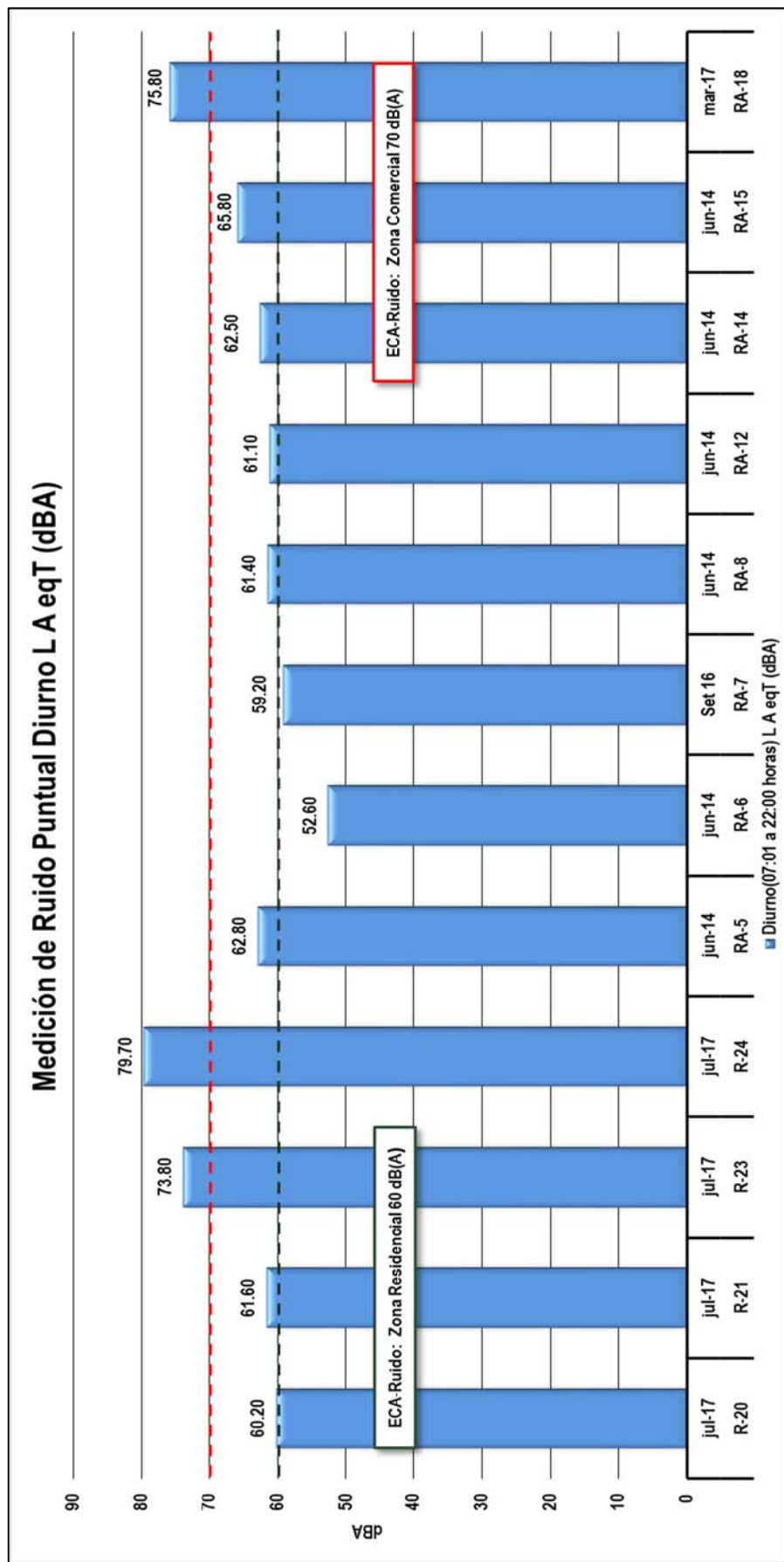
En referencia a la Zona Comercial, en horario diurno los puntos R-23, R-24, y RA-18 superan el ECA (70 dBA), los dos primeros están a la altura del Túnel Gambeta y el RA-18 se encuentra en zona del estacionamiento del Aeropuerto, cercano al hotel Costa Sol. En el horario nocturno, en el momento de la medición los puntos RA-6, RA-14 y el RA-8 no superaron el ECA (60 dBA), el primero ubicado en la zona agrícola, interior del aeropuerto, colindante con la av. Néstor Gambeta, el segundo ubicado al Nor este del aeropuerto, y el tercero Al Interior del Aeropuerto, colindante con el lado Sur-Oeste de la Plataforma, todos los demás puntos sobrepasaron el ECA nocturno para zona comercial.

En referencia a la Zona Industrial (no graficada), en horario diurno los doce (12) puntos de medición cumplen con el ECA (80 dBA). En el horario nocturno; los puntos R-23, R-24, y RA-18 superan el ECA (70 dBA) los dos primeros están a la altura del Túnel Gambeta y el RA-18 se encuentra en zona del estacionamiento del Aeropuerto, cercano al hotel Costa Sol.

El registro de ruido más elevado en el horario diurno se dio en el punto R-24 (situado en el cruce de la Av. Néstor Gambeta y Morales Duárez), este efecto es principalmente debido al tránsito vehicular, muy fluido en esa zona. Y el registro más elevado en el horario nocturno fue en el R-23, igualmente situado en el cruce de la Av. Néstor Gambeta y Morales Duárez.

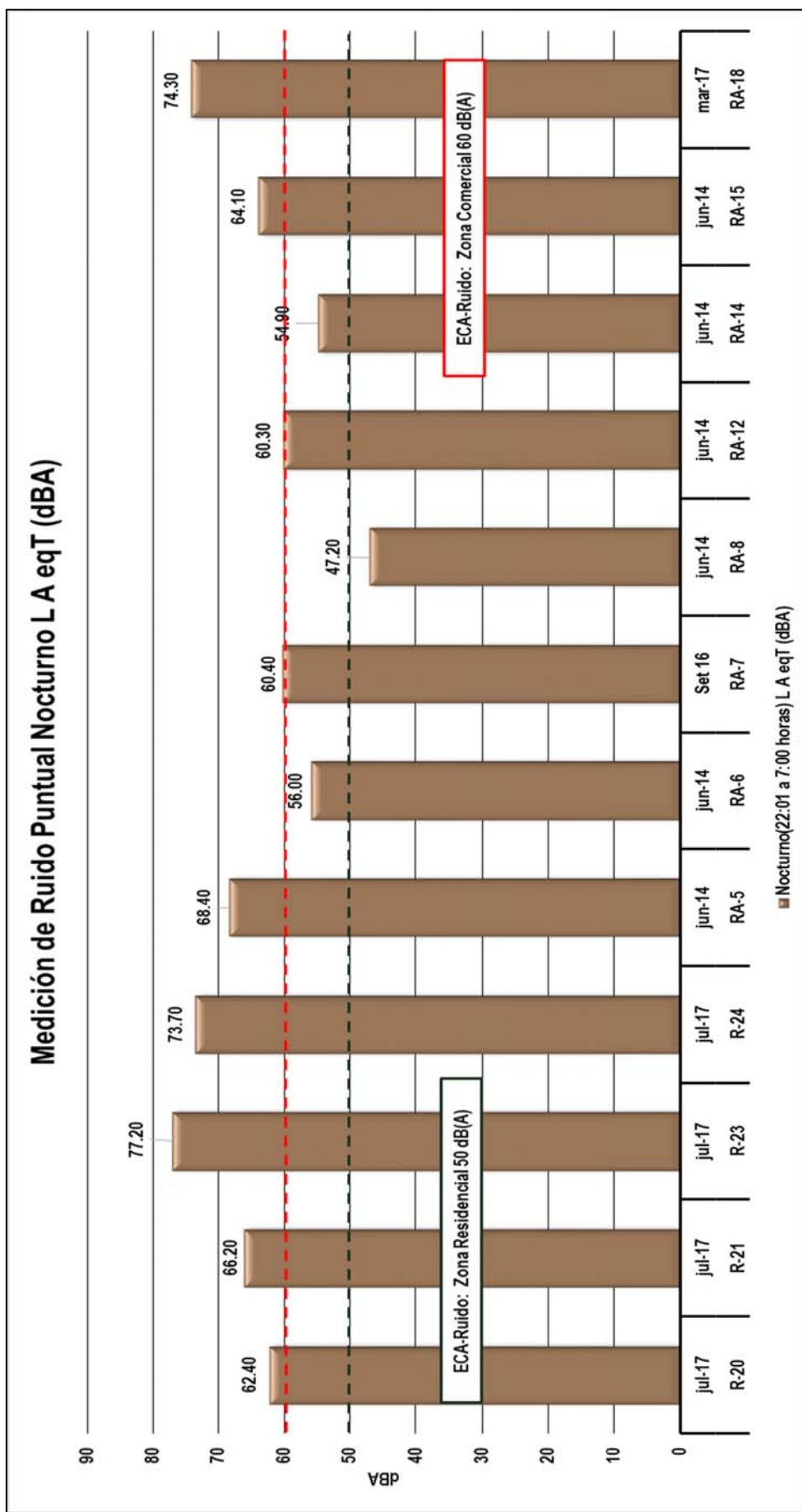
<sup>1</sup> Ubicación de puntos en base al Mapa de Zonificación Urbana (N°21) -2011- Actualización de la Microzonificación Ecológica Económica de la Provincia Constitucional del Callao-Oficina de Acondicionamiento Territorial

**Figura 5.2.3-16** Niveles de ruido diurno – Mediciones puntuales



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

**Figura 5.2.3-17** Niveles de ruido nocturno – Mediciones puntuales



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

En referencia a los resultados del monitoreo realizado por la empresa INERCO ACÚSTICA para el Estudio de Ruido emitido por Aeronaves y Actualización del Modelamiento Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, Lima Perú - 2017. Sobre los valores presentados en el Cuadro 5.2.3-16, sobre los puntos del P-01 hasta el P-20 (distribuidos en los distritos San Miguel, la Perla, Callo, Bellavista y Lima) registrando valores que en su mayoría sobrepasan el ECA residencial. Las características de las estaciones están descritas en el Cuadro 5.2.3-14. Los distritos en mención corresponden a zona mixta, ya que gran parte es zona urbana, zona de actividades comerciales y actividades industriales. Este estudio se realizó con el objetivo de es la Actualización del Estudio de Ruido producido por las operaciones aeroportuarias que se realizan desde y hacia el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez de la Ciudad de Lima mediante el desarrollo de modelos teóricos de predicción sonora que permitan evaluar el cumplimiento de los límites de ruido ambiental establecidos por el Decreto Supremo 085-2003 - PCM - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Los resultados del estudio, concluyen:

La campaña de ensayos acústicos realizada ha puesto de manifiesto la superación de los estándares de calidad ambiental para ruido establecido en el Decreto Supremo 085-2003 en la mayor parte de todos los puntos de medida realizados (promedio de 4 dBA de superación durante el día y 8 dBA durante la noche). Sin embargo, no es posible atribuir la superación de los niveles límite al ruido de aeronaves exclusivamente, puesto que los trabajos de campo muestran una clara de influencia del ruido de tráfico rodado y otras fuentes urbanas (ruido industrial o doméstico). A través del modelo de predicción, la contribución del ruido de aviones ha podido ser estimada, demostrándose que fundamentalmente la actividad del aeropuerto contribuiría a la superación de los niveles sonoros en el periodo nocturno (6 dBA de superación promedio) en los puntos de medida seleccionados. Los Mapas de Divergencias proporcionados con el presente estudio, permiten evaluar la superación de los estándares de calidad ambiental para toda el área de afección, considerando exclusivamente el ruido del tráfico aéreo.

Los resultados de la campaña de ensayos realizados han permitido avanzar en la identificación de eventos sonoros asociados al sobrevuelo de aviones (gracias al registro in situ de los eventos sonoros por parte de los técnicos) y a la cuantificación de la aportación sonora del ruido aéreo especialmente en aquellos puntos de monitoreo más cercanos en el aeropuerto.

De esta forma, se ha puesto de manifiesto que el muestreo espacial realizado es suficientemente extenso y abarca áreas donde el reconocimiento del paso de aviones es difícilmente reconocible bien por su escasa influencia sonora, bien por los elevados niveles de ruido de fondo. Una vez llevado a cabo un análisis de detalle de reconocimiento de paso de aviones en este estudio, se recomienda en un futuro reducir el muestreo espacial, concentrando los esfuerzos en aquellos puntos de monitoreo que se han identificado como más representativos (puntos 2, 4 8 y 9).

## B. Mediciones Continuas

Las mediciones continuas, son los que registran con mayor detalle las distintas fuentes de presión sonora, y dependiendo del entorno, se puede explicar el origen del ruido.

El Cuadro 5.2.3-19, muestra los niveles de ruido ambiental correspondientes a las mediciones continuas realizadas por Walsh Perú S.A. en el mes de julio del 2017 (información primaria), y los puntos de medición situado en el área de influencia, que se encuentran en los distintos instrumentos de gestión aprobados (información secundaria).

En la Figura 5.2.3-18 se representan resultados de mediciones continuas diurnas obtenidas en los puntos ubicados en zona comercial y zona residencial. En la Figura 5.2.3-19 se presenta resultados de mediciones continuas nocturnas obtenidas en los puntos ubicados en zona comercial y zona residencial. Así mismo haremos mención de la comparación con zona industrial. Los reportes de los laboratorios se adjuntan en el Anexo 5.2.3.2-3.

**Cuadro 5.2.3-19** Ruido ambiental – Mediciones continuas

| Puntos de medición                                                                                                                                                                |               | Mediciones continuas        |             |               |                              |             |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------|-------------|---------------|------------------------------|-------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                   |               | Diurno(07:01 a 22:00 horas) |             |               | Nocturno(22:01 a 7:00 horas) |             |              |
|                                                                                                                                                                                   |               | L Max (dBA)                 | L Min (dBA) | L A eqT (dBA) | L Max (dBA)                  | L Min (dBA) | LA eqT (dBA) |
| <b>Información Primaria</b>                                                                                                                                                       |               |                             |             |               |                              |             |              |
| <i>Mediciones efectuadas por Walsh para la MEIA LAP<sup>(1)</sup> – Julio 2017</i>                                                                                                |               |                             |             |               |                              |             |              |
| R-22                                                                                                                                                                              | jul-17        | 85.7                        | 35.3        | 53.90         | 66.8                         | 30.2        | 46.8         |
| R-25                                                                                                                                                                              | jul-17        | 88.6                        | 27.8        | 67.00         | 88.0                         | 35.3        | 63.7         |
| <b>Información Secundaria</b>                                                                                                                                                     |               |                             |             |               |                              |             |              |
| <i>Programa de Monitoreo Ambiental - Actualización del Estudio de Impacto Ambiental LAP<sup>(2)</sup></i>                                                                         |               |                             |             |               |                              |             |              |
| RA-1                                                                                                                                                                              | jun-14        | ---                         | ---         | 53.80         | ---                          | ---         | 49.50        |
| RA-3                                                                                                                                                                              | jun-14        | ---                         | ---         | 64.90         | ---                          | ---         | 64.00        |
| RA-4                                                                                                                                                                              | jun-14        | ---                         | ---         | 64.60         | ---                          | ---         | 65.00        |
| <i>Programa de Monitoreo Ambiental de la Evaluación Ambiental Preliminar del Proyecto "Mejoramiento de la Av. Néstor Gambeta- Callao Tramo III B"<sup>(3)</sup>– Febrero 2017</i> |               |                             |             |               |                              |             |              |
| ECR-01                                                                                                                                                                            | feb-17        | 82.2                        | 55.30       | 76.00         | 80.5                         | 38.2        | 66.3         |
| ECR-02                                                                                                                                                                            | feb-17        | 72.5                        | 53.2        | 71.60         | 70.7                         | 24.2        | 63.5         |
| ECR-03                                                                                                                                                                            | feb-17        | 87.5                        | 45.7        | 70.20         | 70.3                         | 28.7        | 55.2         |
| ECR-04                                                                                                                                                                            | feb-17        | 76.9                        | 54.3        | 72.30         | 69.6                         | 33.9        | 65.3         |
| <b>ECA – Zona Residencial</b>                                                                                                                                                     | <b>Diurno</b> |                             |             | <b>60</b>     | <b>Nocturno</b>              |             | <b>50</b>    |
| <b>ECA - Zona Comercial</b>                                                                                                                                                       |               |                             |             | <b>70</b>     |                              |             | <b>60</b>    |
| <b>ECA - Zona Industrial</b>                                                                                                                                                      |               |                             |             | <b>80</b>     |                              |             | <b>70</b>    |

(1): Informe de ensayo N° OP1700506-B – SGS

(2): Programa de Monitoreo Ambiental de la Actualización del Estudio de Impacto Ambiental del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. Elaborado por Walsh Perú S. A. Aprobado mediante R. D. N° 043-2016-MTC/16.

(3): Programa de Monitoreo Ambiental de la Evaluación Ambiental Preliminar del Proyecto "Mejoramiento de la Av. Néstor Gambeta- Callao Tramo III B", aprobado mediante R. D. N° 363-2015-MTC/16. Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

La mayoría de puntos evaluados están situados en zonas pobladas, (calles, avenidas transitadas, y parques) y cerca al Aeropuerto (tráfico Aéreo), aumentando los niveles de ruido ambiental. Los

resultados obtenidos se han comparado con el Estándares de calidad establecidos para Zona Residencial, Zona Comercial y Zona Industrial.

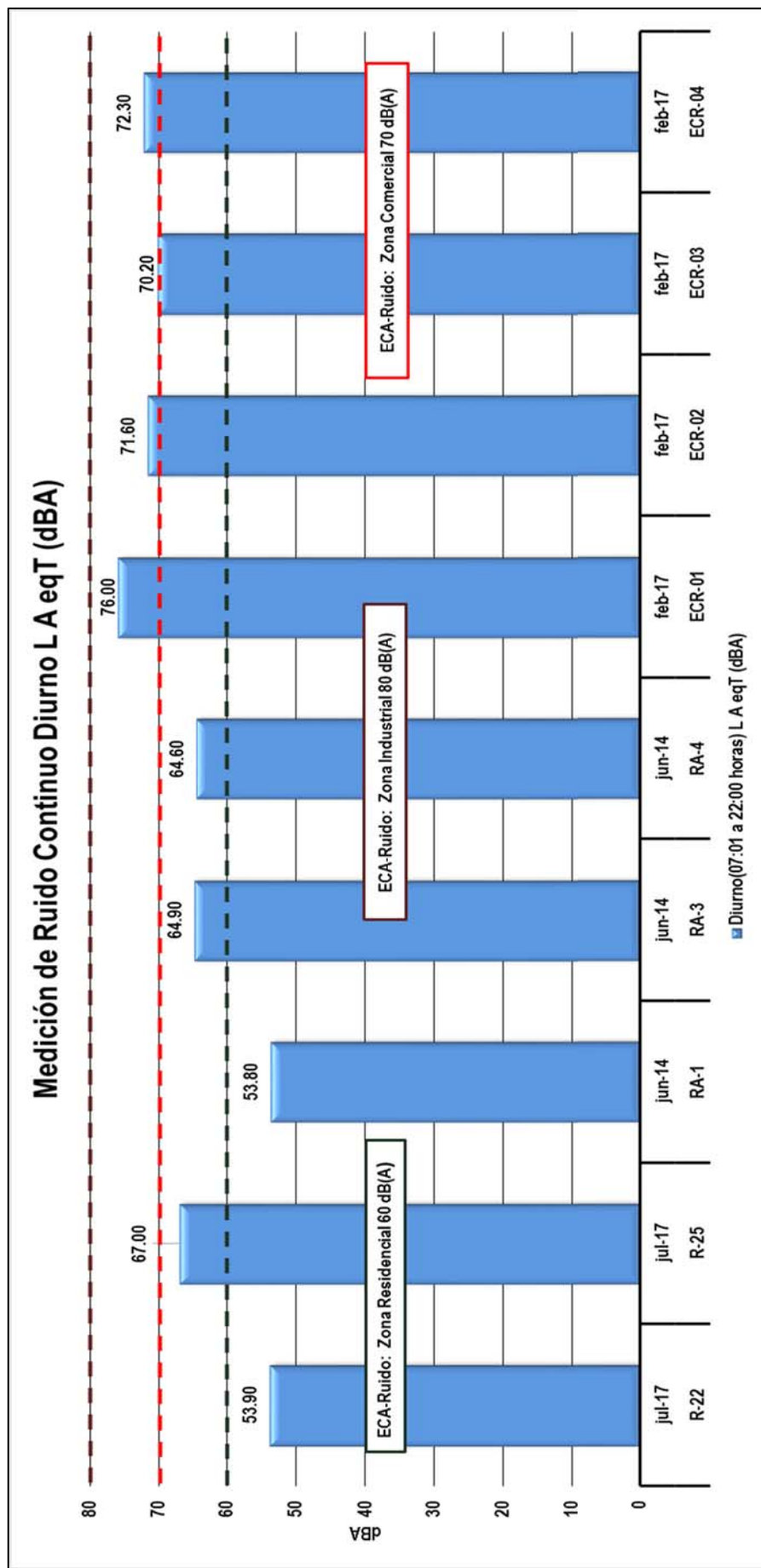
En referencia a la Zona Residencial, en horario diurno todos los puntos evaluados superan el ECA (60 dBA), a excepción de los puntos R-22 y RA-1, ubicados en AA.HH. Acapulco y al lado Oeste del Aeropuerto actual, cerca de la futura puerta de ingreso del lado de la Av. Gambeta, respectivamente. En el horario nocturno todos los puntos evaluados superan el ECA (50 dBA) a excepción de los puntos R-22 y RA-1 antes mencionados.

En referencia a la Zona Comercial en horario diurno, los puntos ECR-01, ECR-02, ECR-03 y ECR-04 superan el ECA (70 dBA), los cuatro puntos están ubicados a lo largo del Av. Néstor Gambeta. En el horario nocturno, todos los puntos evaluados superan el ECA (60 dBA), a excepción de R-22 y RA-1, ubicados en AA.HH. Acapulco y Al lado Oeste del Aeropuerto actual y el punto ECR-03, ubicado en A 200 m de la Av. Fertisa, frente a la central de acero.

En referencia a la Zona Industrial en horario diurno, los puntos ECR-01, ECR-02, ECR-03 y ECR-04 superan el ECA (70 dBA), los cuatro puntos están ubicados a lo largo del Av. Néstor Gambeta. En el horario nocturno, todos los puntos evaluados superan el ECA (60 dBA), a excepción de R-22 y RA-1, ubicados en AA.HH. Acapulco y Al lado Oeste del Aeropuerto actual y el punto ECR-03, ubicado en A 200 m de la Av. Fertisa, frente a la central de acero.

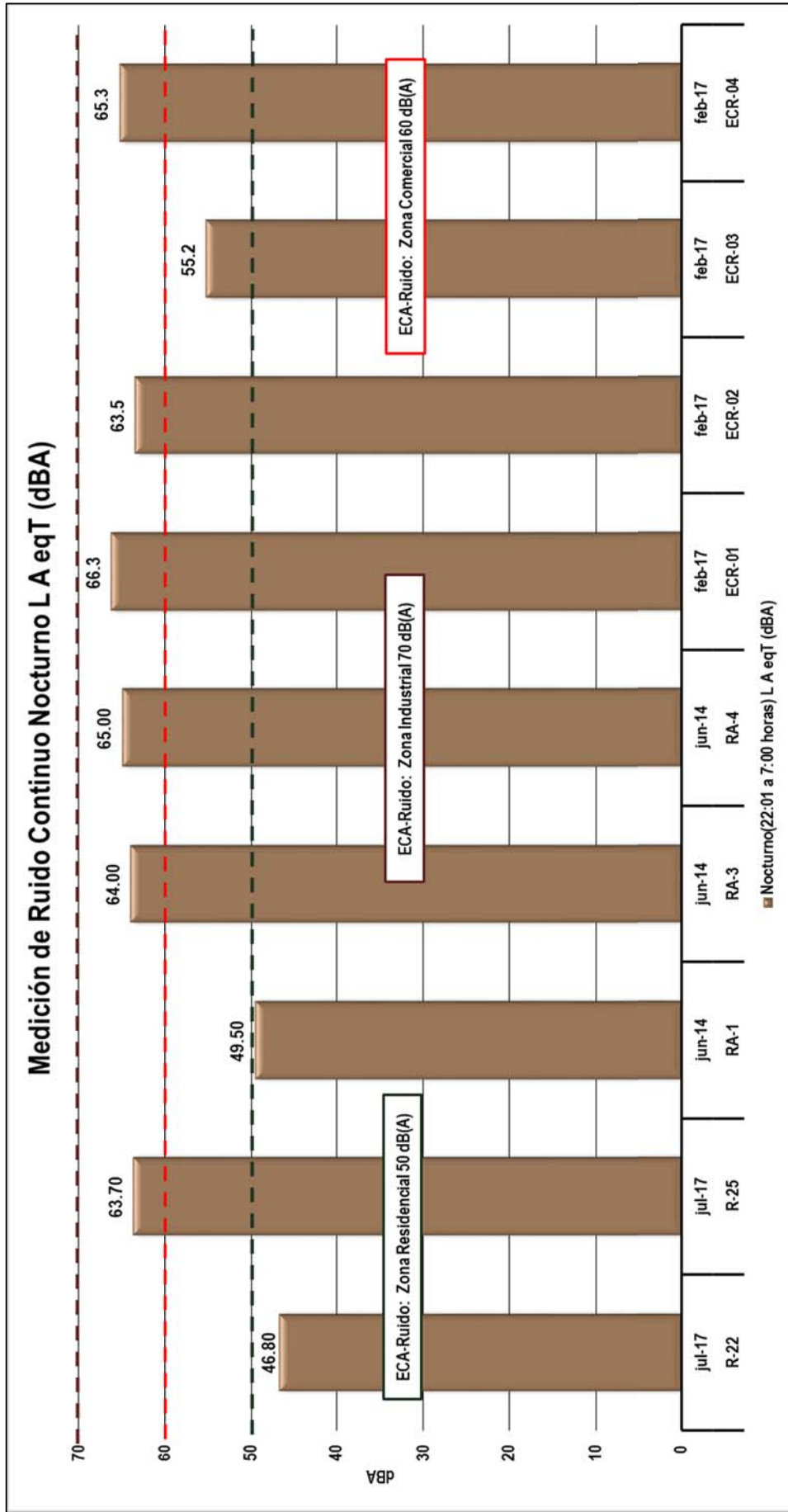
El registro de ruido más elevado en el horario diurno y nocturno se dio en el punto ECR-01 (Entrada del Proyecto Túnel Callao, al frente de la entrada Sarita Colonia), este efecto es principalmente debido al tránsito vehicular, muy fluido en esa zona.

**Figura 5.2.3-18** Niveles de ruido diurno – Mediciones continuas



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

**Figura 5.2.3-19** Niveles de ruido nocturno – Mediciones continuas



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

### **B.1. Registro Horario-Mediciones Continuas (R-22 y R-25)**

El nivel de presión sonora en el punto de medición (R-22), registro el valor más alto a las 09:01 a.m. (57,7 dBA), manteniéndose relativamente constante, salvo en horas de la madrugada (alrededor de 3:01 a.m. hasta las 6:01 a.m.) que reporto los valores más bajos, ver Figura 5.2.3-20. El comportamiento de estos valores probablemente, sea deba a que en horas de la madrugada, el tráfico vehicular no está en su punto máximo, la mayor densidad de vehículos (ocurre alrededor de las 7:00 a.m.) y llega a su punto máximo a las 09:01 a.m., esto explica las distintas variaciones del nivel de presión sonora.

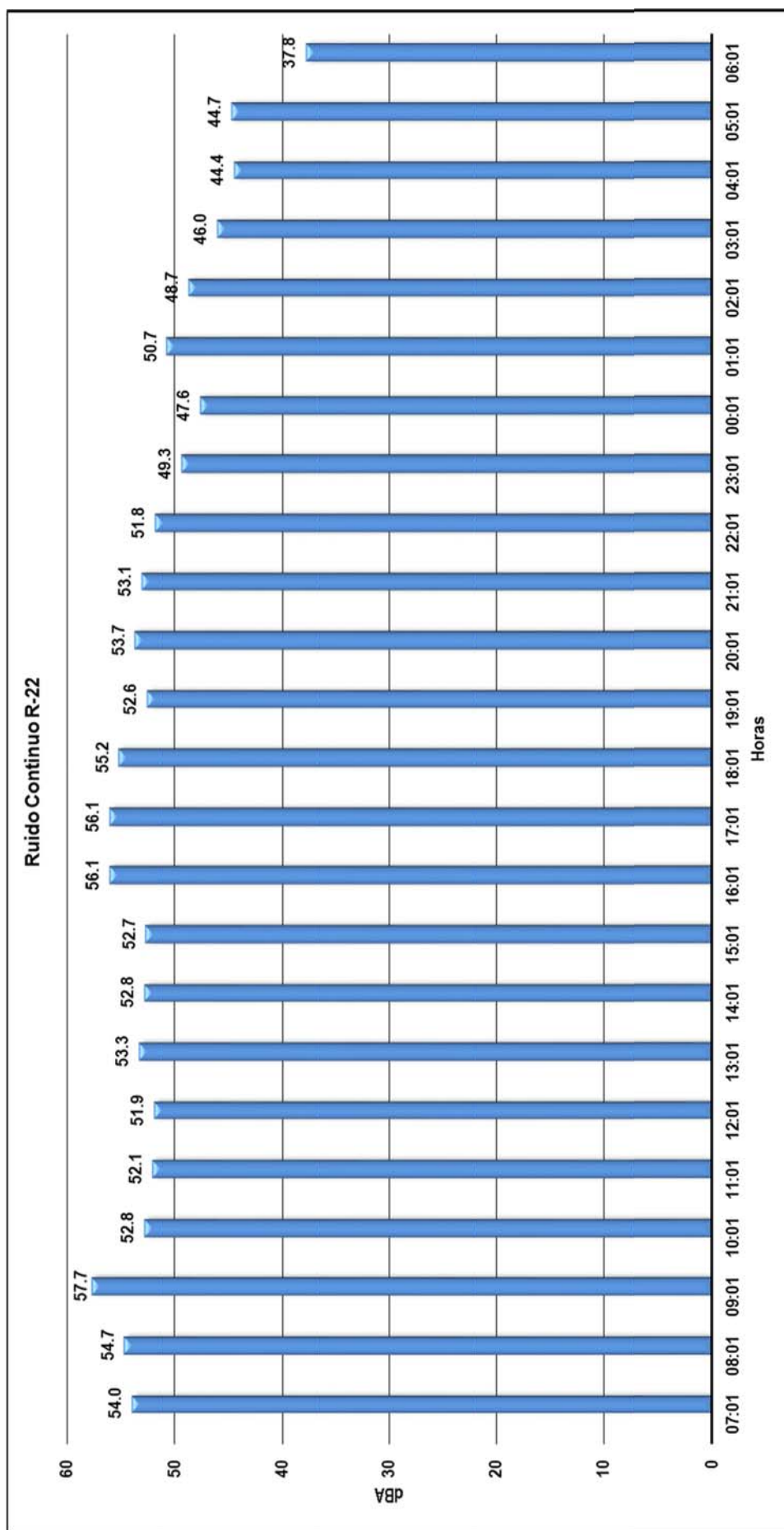
En el punto de medición (R-25), registró el valor más alto a las 21:01 p.m. (77,6 dBA), manteniéndose relativamente constante, salvo en horas de la madrugada (alrededor de las 6:01 a.m.) que reporto el valor más bajo (43,7 dBA), ver Figura 5.2.3-21. Este punto de medición se encuentra en la Av. Morales Duarez, aquí el comportamiento es diferente, el pico más alto (medición registrada a las 21:01 p.m.) probablemente se deba a que en este lugar se produjo un mayor tráfico aéreo y vehículos terrestres, no se presenta actividades que se pueda atribuir un origen diferente a los mencionados.

El registro de mediciones continuas (R-22 y R-25), indican que los registros más bajos de ruido ocurren en horas de la mañana (alrededor de las 6:00 a.m.).

El nivel de presión sonora en el punto de medición (R-22), registró el valor más alto a las 09:01 a.m. (57,7 dBA), manteniéndose relativamente constante, salvo en horas de la madrugada (alrededor de 3:01 a.m. hasta las 6:01 a.m.) que reporto los valores más bajos. (Ver Figura 5.2.3-20). El comportamiento de estos valores probablemente, sea deban a que en horas de la madrugada, el tráfico vehicular no está en su punto máximo, la mayor densidad de vehículos (ocurre alrededor de las 7:00 a.m.) y llega a su punto máximo a las 09:01 a.m., esto explica las distintas variaciones del nivel de presión sonora.

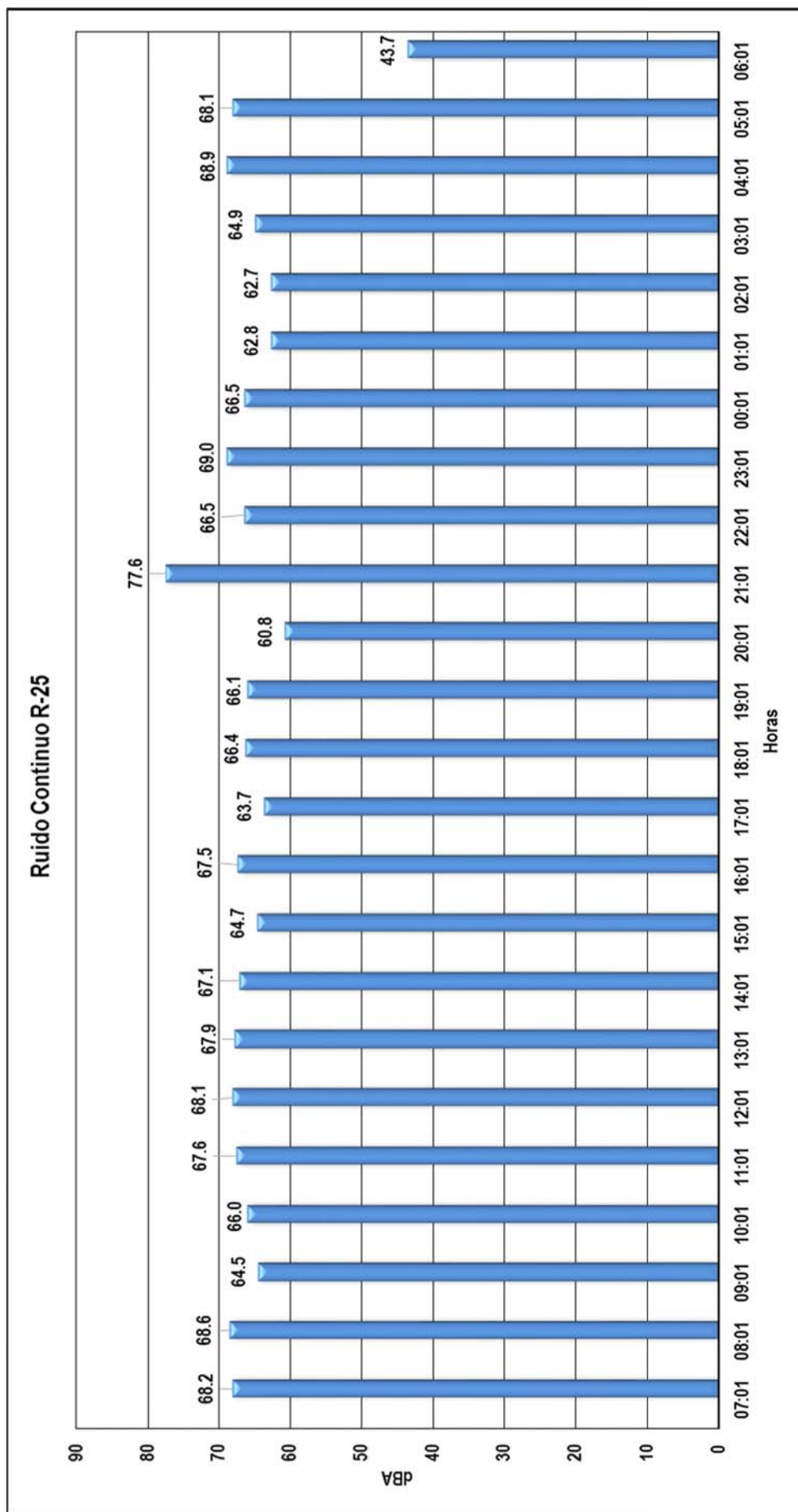
En el punto de medición (R-25), registro el valor más alto a las 21:01 p.m. (77,6 dBA), manteniéndose relativamente constante, salvo en horas de la madrugada (alrededor de las 6:01 a.m.) que reporto el valor más bajo (43,7 dBA), ver Figura 5.2.3-21. Este punto de medición se encuentra en la Av. Morales Duarez, aquí el comportamiento es diferente, el pico más alto (medición registrada a las 21:01 p.m.) probablemente se deba a que en este lugar se produjo un mayor tráfico aéreo y vehículos terrestres, no se presenta actividades que se pueda atribuir un origen diferente a los mencionados. El registro de mediciones continuas (R-22 y R-25), indican que los registros más bajos de ruido ocurren en horas de la mañana (alrededor de las 6:00 a.m.).

**Figura 5.2.3-20** Comportamiento del ruido en el punto R-22- Periodo de 24 horas



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

**Figura 5.2.3-21** Comportamiento del ruido en el punto R-25-- Periodo de 24 Horas



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

#### 5.2.3.2.6. Conclusiones

El ruido puede estar asociado a actividades naturales y antrópicas que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas. Los ruidos muy altos podrían generar desplazamiento de las especies nativas, afectando las variedades autóctonas.

El nivel de ruido ambiental se ha evaluado en referencia a la norma vigente D.S. N° 085-2003-PCM. La red de monitoreo de ruido ambiental existente para el Aeropuerto Jorge Chavez, es una red con suficiencia de puntos, la cual se ha complementado con información puntual (medida de ruido diurno y nocturno) y mediciones continuas (24 horas), en puntos de representativos situados en las nuevas poblaciones de la zona del proyecto.

Los resultados obtenidos indican en las mediciones de Niveles de Ruido Ambiental, que la zona de estudio, está afectada por el ruido generado a partir de la actividad industrial, el parque automotor muy activo, el ruido que generan los aviones y el ferrocarril central. Cabe señalar, que el área de estudio alberga avenidas principales muy concurridas, donde se puede observar de las unidades de transporte el mal uso de bocinas y falta de mantenimiento de sus unidades, sumado a ello el incremento exhaustivo de la actividad comercial en los últimos años. Actualmente, el ruido es uno de los problemas más importantes que preocupa a la población, por los efectos negativos en la salud que puede causar en las personas.

Las excedencias producidas en ruido en la zona de estudio relacionadas a las actividades del Aeropuerto específicamente se puede discriminar haciendo uso de estudios de los Modelamientos de ruido; “Estudio Acústico de las Operaciones de Tierra del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez año 2017”, realizados por la empresa INERCO. De este estudio y traslapando las mediciones en zonas urbanas, podemos señalar el siguiente análisis, en base a su comparación con el ECA residencial (D.S. N° 085-2003-PCM) en horario diurno 60 dB, y en horario nocturno 50 dB.

- El Estudio Acústico para ruido diurno, revela zonas con proyección a registros mayores a 60 dB, A.H. Aeropuerto, A.H. 200 Millas, A.H. 1ro de Julio, A.H. Progreso, A.H. Señor de Lurén, A.H. Todos Unidos, A.H. Dulanto, A.H. José Olaya y A.H. Santa Rosa. Ver Figura 5.2.3-22 Actualmente los valores de ruido registrados en estas zonas son mayores a 60 dB en el día (RA3 = 64.9 dB y RA25 = 67.0 dB). Con lo cual, el ruido que se percibe está influenciado por las pruebas de motores en el periodo diurno.
- El Modelamiento para ruido nocturno, revela zonas con proyección de registros mayores a 50 dB, A.H. 200 Millas, A.H. 1ro de Julio y A.H. El Buen Pastor. Ver figura 5.2.3-23 En estas zonas los valores de ruido registrados son mayores a 50 dBA en la noche (RA3= 64.0 dB).



### 5.2.3.3. VIBRACIONES

#### 5.2.3.3.1. Generalidades

'Vibración' es el término utilizado para describir la oscilación, la reciprocidad u otro movimiento periódico de un cuerpo forzado a salir del equilibrio. Un nivel bajo de vibración es una característica normal del entorno y, por lo general, no es perceptible para la mayoría de las personas. Cuando se supera este bajo nivel de fondo, la vibración puede causar molestias y reacciones adversas por parte de la comunidad.

#### 5.2.3.3.2. Estándares de Comparación

Los límites dependientes de la frecuencia tienen la capacidad de tratar con precisión los peligros presentados por la vibración del suelo y se consideran la base para mejores prácticas. Los criterios particulares dependientes de la frecuencia se deben informar con las mediciones. Todos los límites que se dan en esta sección son las velocidades pico de las partículas componentes, tal como se utilizan en las normas y pautas internacionales. La clasificación del tipo de estructura puede ser difícil; en caso de duda, se debe aplicar un límite más conservador de la descripción más cercana en la tabla de daños estructurales.

#### **BS (BRITISH STANDARDS INSTITUTION) 6472 – 1992 “GUIDE TO EVALUATION OF HUMAN EXPOSURE TO VIBRATION IN BUILDINGS (1 HZ TO 80 HZ)”**

Es una guía que proporciona parámetros simples de evaluación en cuanto a la exposición de los humanos a las vibraciones, estableciendo que funciona para cuando la fuente de vibración está entre 8-80 Hz y también si las vibraciones de ésta son continuos o intermitentes; las evaluaciones se puntualizan solo para edificios residenciales y solo se hace mención del nivel de vibraciones preferentes y máximas a las que pueden estar expuestas las personas, ya sea durante el día o durante la noche; de manera igual como lo hacen otras normas también toma como parámetro de evaluación a la velocidad máxima de la partícula.

Esta norma proporciona orientación en la respuesta humana a la construcción de la vibración. General, la vibración del edificio debe medirse en términos de aceleración. En algunos casos, como los eventos impulsivos, puede ser conveniente medir en términos de velocidad de partícula para que se puedan identificar los valores máximos.

Una técnica adecuada es registrar el tiempo de las cuales se puede determinar posteriormente cualquier valor deseado, aunque es aceptable llevar a cabo evaluación de campo con la instrumentación adecuada.

**Cuadro 5.2.3-20** Límites de vibración del suelo para la comodidad humana

| Categoría   | Período        | Vibración continua (mm/s) |        | Vibración intermitente e impulsiva (mm/s) |        |
|-------------|----------------|---------------------------|--------|-------------------------------------------|--------|
|             |                | Preferido                 | Máximo | Preferido                                 | Máximo |
| Residencial | Noche          | 0.28                      | 0.56   | 8.6                                       | 17     |
|             | Durante el día | 0.4                       | 0.4    | 2.8                                       | 5.6    |

Elaborado por Walsh Perú, 2018

### 5.2.3.3.3. Metodología

Se utilizó una metodología **BS (BRITISH STANDARDS INSTITUTION) 6472 – 1992 “GUIDE TO EVALUATION OF HUMAN EXPOSURE TO VIBRATION IN BUILDINGS (1 HZ TO 80 HZ)”** estándar británico elaborada por el Comité de Política de Normas de Ingeniería Mecánica (GME) que incluyera las recomendaciones de la normativa internacional, de tal manera que al momento de la medición y de la evaluación estuviera todo lo necesario desde el punto de vista de los diferentes criterios.

Las mediciones de vibración normalmente son tomadas en una superficie. En algunas circunstancias, las mediciones pueden hacerse afuera de la estructura, o en alguna superficie que no sean puntos de entrada al sujeto humano. Donde se hacen las mediciones que no sean en el punto de entrada de la vibración al cuerpo debe hacerse una asignación para la transferencia entre el punto de medición y el punto de entrada de la superficie.

Algunos de los puntos a considerar son los siguientes:

- Selección de los lugares de medición.
- Selección de parámetros a medir.
- Características del movimiento a medir.
- Condiciones Ambientales.
- Tiempo de medición.
- Numero de mediciones Las mediciones se llevaron a cabo con Analizadores de Vibraciones Tipo 1 Marca DELTA OHM y modelo hd2030 y Acelerómetros Triaxiales marca DELTA OHM y modelo 3143D1. Además, de otros instrumentos cómo GPS, entre otros.

Los certificados de calibración se encuentran en el Anexo 5.2.3.3-1.

### 5.2.3.3.4. Puntos de Mediciones

La red de muestreo de vibraciones ubica puntos de medición representativos alrededor de la zona proyectada de la nueva pista de aterrizaje y cercanos a la pista de aterrizaje existente, como parte de la línea de base ambiental de la MEIA del AIJCh. Se ha tomado en cuenta factores que potencialmente podría generar vibraciones, por ejemplo; componentes auxiliares como: la planta de chancado, planta de asfalto y planta de concreto, así como los receptores; áreas urbanas (AA.HH.) donde se identificó que el material predominante en las paredes de las viviendas es la madera (AA.HH El Buen Pastor, Hijos de Moradores 25 de febrero, Señor de Luren, 1ero de Julio y la Asociación de Viviendas Max Neubauer), las cuales estarían expuestas a las actividades de construcción (impacto por vibración).

**Cuadro 5.2.3-21** Ubicación de las estaciones de mediciones Puntual de Vibración

| PUNTO  | LOCALIDAD                    | UTM WGS 84-18L |        | ch4<br>(mm/s) | A(8)<br>(mm/s) | Aeq<br>(mm/s) |
|--------|------------------------------|----------------|--------|---------------|----------------|---------------|
|        |                              | NORTE          | ESTE   |               |                |               |
| V - 01 | ASOC. RESIDENCIAL LA TOBOADA | 8672471        | 268988 | 0.273         | 0.027          | 0.199         |
| V - 02 | JUNTA VECINAL LOS FERROLES   | 8672302        | 267679 | 247           | 0.042          | 0.254         |
| V - 04 | AA. HH VILLA MERCEDES        | 8669500        | 268187 | 0.123         | 0.037          | 0.126         |
| V - 06 | AA. HH RENE NUÑEZ DEL PRADO  | 8668243        | 268488 | 0.214         | 0.041          | 0.250         |
| V - 07 | AA. HH RAMON CASTILLA        | 8667922        | 268915 | 0.245         | 0.039          | 0.265         |
| V - 08 | AA. HH SANTA ROSA            | 8667850        | 270092 | 0.210         | 0.249          | 0.108         |
| V - 10 | AA. HH 200 MILLAS            | 8668385        | 271320 | 0.287         | 0.039          | 0.268         |

Ch4: Valor pico durante el tiempo de medición.

A(8): Valor proyectado a 8 horas.

Aeq: Valor equivalente durante la medición.  
 Elaborado por Walsh Perú, 2018.

**Cuadro 5.2.3-22** Ubicación de las estaciones de medición Continuo de Vibración

| PUNTO  | LOCALIDAD                        | UTM WGS 84-18L |         | ch4<br>(mm/s) | A(8)<br>(mm/s) | Aeq<br>(mm/s) |
|--------|----------------------------------|----------------|---------|---------------|----------------|---------------|
|        |                                  | NORTE          | ESTE    |               |                |               |
| V - 03 | AA. HH DANIEL ALCIDES CARRION    | 8 671 376      | 267 483 | 0.329         | 0.042          | 0.260         |
| V - 05 | AGRUPACIÓN MAX NEWBAUER          | 8 668 847      | 268 354 | 0.252         | 0.058          | 0.132         |
| V - 09 | HIJOS DE MORADORES 25 DE FEBRERO | 8 668 166      | 271 114 | 0.236         | 0.055          | 0.141         |
| V - 11 | PISTA DE ATERRIZAJE LADO SUR     | 8 668 355      | 270 549 | 4360          | 0,058          | 0.058         |
| V - 12 | PISTA DE ATERRIZAJE LADO NORTE   | 8 671 922      | 268 776 | 0.476         | 0.051          | 0.174         |

Ch4: Valor pico durante el tiempo de medición.

A(8): Valor proyectado a 8 horas.

Aeq: Valor equivalente durante la medición.

Elaborado por Walsh Perú, 2018.

En el Volumen III Mapa LBF-15 se muestra la ubicación espacial de los puntos evaluados en el área de influencia y las fichas de campo se presentan en el Anexo 5.2.3.3-2.

5.2.3.3.5. Evaluación de Resultados

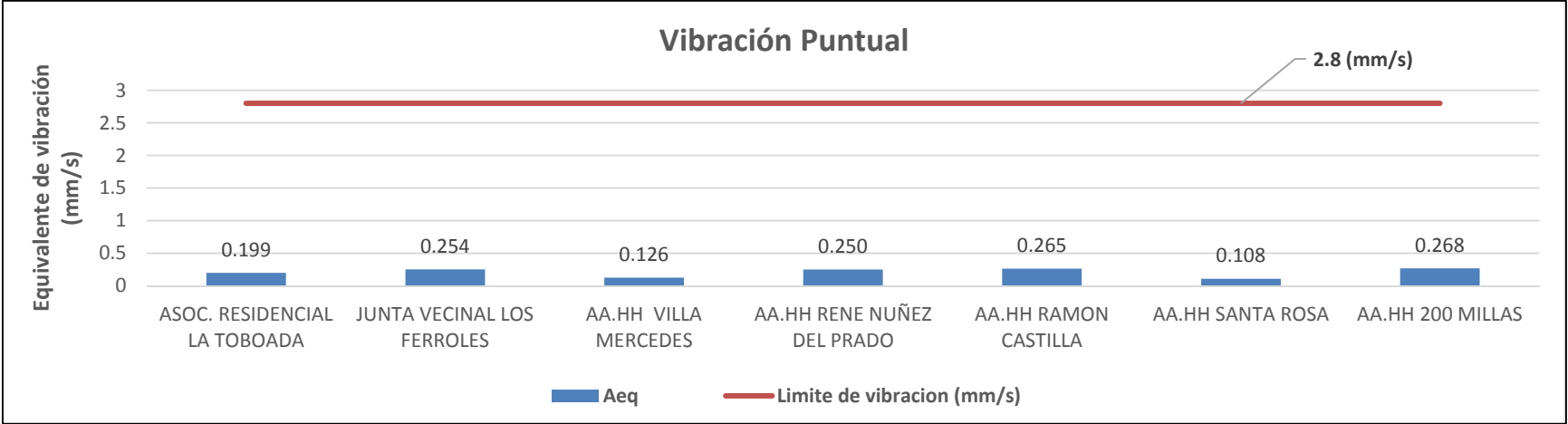
A. Medición Puntual

Cuadro 5.2.3-23 Resultados de las estaciones de medición Puntual de Vibración.

| PUNTO  | LOCALIDAD                    | UTM WGS 84-18L |        | Aeq (mm/s) | Límite de Vibración (mm/s) | Condición |
|--------|------------------------------|----------------|--------|------------|----------------------------|-----------|
|        |                              | NORTE          | ESTE   |            |                            |           |
| V - 01 | ASOC. RESIDENCIAL LA TOBOADA | 8672450        | 269057 | 0.199      | 2.8                        | CUMPLE    |
| V - 02 | JUNTA VECINAL LOS FERROLES   | 8672362        | 267679 | 0.254      | 2.8                        | CUMPLE    |
| V - 04 | AA. HH VILLA MERCEDES        | 8669500        | 268187 | 0.126      | 2.8                        | CUMPLE    |
| V - 06 | AA. HH RENE NUÑEZ DEL PRADO  | 8668243        | 268488 | 0.250      | 2.8                        | CUMPLE    |
| V - 07 | AA. HH RAMON CASTILLA        | 8668171        | 268921 | 0.265      | 2.8                        | CUMPLE    |
| V - 08 | AA. HH SANTA ROSA            | 8667850        | 270092 | 0.108      | 2.8                        | CUMPLE    |
| V - 10 | AA. HH 200 MILLAS            | 8668385        | 271320 | 0.268      | 2.8                        | CUMPLE    |

Aeq: Valor equivalente durante la medición.  
Elaborado por Walsh Perú, 2018.

Figura 5.2.3-6 Comportamiento de medición Puntual de Vibración.



Elaborado por Walsh Perú, 2018.

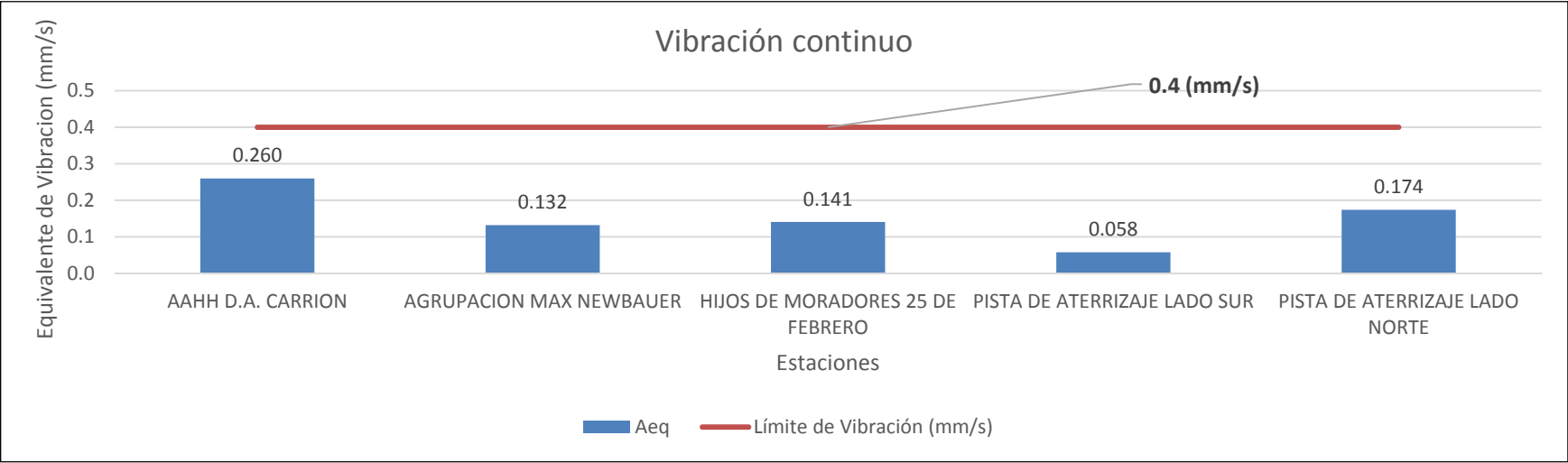
B. Medición Continuo

Cuadro 5.2.3-24 Resultados de las estaciones de medición Continuo de Vibración

| PUNTO  | LOCALIDAD                        | UTM WGS 84-18L |        | Aeq (mm/s) | Límite de Vibración (mm/s) | Condición |
|--------|----------------------------------|----------------|--------|------------|----------------------------|-----------|
|        |                                  | NORTE          | ESTE   |            |                            |           |
| V - 03 | AA. HH D.A. CARRION              | 8671376        | 267483 | 0.260      | 0.4                        | CUMPLE    |
| V - 05 | AGRUPACIÓN MAX NEWBAUER          | 8668847        | 268354 | 0.132      | 0.4                        | CUMPLE    |
| V - 09 | HIJOS DE MORADORES 25 DE FEBRERO | 8668166        | 271114 | 0.141      | 0.4                        | CUMPLE    |
| V - 11 | PISTA DE ATERRIZAJE LADO SUR     | 8667355        | 270549 | 0.058      | 0.4                        | CUMPLE    |
| V - 12 | PISTA DE ATERRIZAJE LADO NORTE   | 8671905        | 268770 | 0.174      | 0.4                        | CUMPLE    |

Aeq: Valor equivalente durante la medición.  
Elaborado por Walsh Perú, 2018.

Figura 5.2.3-25 Comportamiento de medición Continuo de Vibración



Elaborado por Walsh Perú, 2018

Los informes de ensayo de laboratorio se encuentran en el Anexo 5.2.3.3-3.

#### **5.2.3.3.6. Conclusiones**

En el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, las actividades (afluencia de vehículos y tráfico de aviones) se intensifican alrededor de las 5:30 horas a 12:01 horas y 15.00 horas a 18:00 horas.

El nivel equivalente de vibración Puntual en las estaciones de monitoreo, registró valores por debajo del Límite de Vibración 2.8 mm/s, manteniéndose relativamente constante. (Ver Figura 5.2.3-12).

El nivel equivalente de vibración continuo en las estaciones de monitoreo, registró valores muy por debajo del Límite de Vibración (0.4 mm/s), manteniéndose relativamente constante. (Ver Figura 5.2.3-13).

#### **Conclusiones específicas**

El nivel de Vibración puntual en el punto de medición (V-01), ubicado en Asociación Residencial La Taboada, registró un valor 0.199 mm/s a las 10:25 a.m. el 15 de junio del 2018, (Ver Figura 5.2.3-24). El comportamiento de este valor se debe a que, en horas de la mañana, es constante el tráfico aéreo, y vehicular. Ver Anexo 5.2.3.3-2 de fichas de campo, en que se evidencian las condiciones existentes durante la medición.

El nivel de Vibración puntual en el punto de medición (V-02), ubicado en Junta Vecinal Los Ferroles registró un valor 0.254 mm/s a las 10:00 a.m. el 15 de junio del 2018, (Ver Figura 5.2.3-24). El comportamiento de este valor se debe a que, en horas de la mañana, es constante el tráfico aéreo y vehicular liviano. Ver Anexo 5.2.3.3-2 de fichas de campo, en que se evidencian las condiciones existentes durante la medición.

El nivel de Vibración puntual en el punto de medición (V-04), ubicado en Asentamiento Humano Villa Mercedes registró un valor 0.126 mm/s a las 10:20 a.m. el 14 de junio del 2018, (Ver Figura 5.2.3-24). El comportamiento de este valor se debe a que, en horas de la mañana, es constante el tráfico aéreo y tránsito vehicular liviano y pesado esporádico. Ver Anexo 5.2.3.3-2 de fichas de campo, en que se evidencian las condiciones existentes durante la medición.

El nivel de Vibración puntual en el punto de medición (V-06), ubicado Asentamiento Humano Rene Núñez del Prado registró un valor 0.250 mm/s a las 09:45 a.m. el 13 de junio del 2018, (Ver Figura 5.2.3-24). El comportamiento de este valor se debe a que, en horas de la mañana, es constante el tráfico aéreo y tránsito vehicular esporádico. Ver Anexo 5.2.3.3-2 de fichas de campo, en que se evidencian las condiciones existentes durante la medición.

El nivel de Vibración puntual en el punto de medición (V-07), ubicado en Asentamiento Humano Ramón Castilla registró un valor 0.265 mm/s a las 10:15 a.m. el 13 de junio del 2018, (Ver Figura 5.2.3-24). El comportamiento de este valor se debe a que, en horas de la mañana, es constante el tráfico aéreo, tránsito peatonal y vehicular. Ver Anexo 5.2.3.3-2 de fichas de campo, en que se evidencian las condiciones existentes durante la medición.

El nivel de Vibración puntual en el punto de medición (V-08), ubicado Asentamiento Humano Santa Rosa registró un valor 0.108 mm/s a las 10:40 a.m. el 13 de junio del 2018, (Ver Figura 5.2.3-24). El comportamiento de este valor se debe a que, en horas de la mañana, es constante el tráfico aéreo,

tránsito peatonal y vehicular liviano. Ver Anexo 5.2.3.3-2 de fichas de campo, en que se evidencian las condiciones existentes durante la medición.

El nivel de Vibración puntual en el punto de medición (V-10), ubicado Asentamiento Humano 200 Millas, registró un valor 0.268 mm/s a las 10:40 a.m. el 14 de junio del 2018, (Ver Figura 5.2.3-24). El comportamiento de este valor se debe a que, en horas de la mañana, es constante el tráfico aéreo, tránsito peatonal y tránsito vehicular liviano. Ver Anexo 5.2.3.3-2 de fichas de campo, en que se evidencian las condiciones existentes durante la medición.

El nivel de Vibración continuo en el punto de medición (V-03), ubicado en Asentamiento Humano Daniel Alcides Carrión registró un valor 0.260 mm/s a las 10:00 a.m. el 14 de junio del 2018, (Ver Figura 5.2.3-25). El comportamiento de este valor de debe a que, en horas de la mañana, es constante el tráfico aéreo, tránsito peatonal y vehicular liviano. Ver Anexo 5.2.3.3-2 de fichas de campo, en que se evidencian las condiciones existentes durante la medición.

El nivel de Vibración continuo en el punto de medición (V-05), ubicado Agrupación Max Newbauer registró un valor 0.132 mm/s a las 09:05 a.m., (Ver Figura 5.2.3-25). El comportamiento de este valor se debe a que, en horas de la mañana, es constante el tráfico aéreo, tránsito vehicular liviano, pesado y tránsito peatonal. Ver Anexo 5.2.3.3-2 de fichas de campo, en que se evidencian las condiciones existentes durante la medición.

El nivel de Vibración continuo en el punto de medición (V-09), ubicado de Hijos de Moradores 25 de febrero, registró un valor 0.141 mm/s a las 08:30 a.m. el 14 de junio del 2018, (Ver Figura 5.2.3-25). El comportamiento de este valor se debe a que, en horas de la mañana, es constante el tráfico aéreo, tránsito vehicular liviano, pesado. Ver Anexo 5.2.3.3-2 de fichas de campo, en que se evidencian las condiciones existentes durante la medición.

El nivel de Vibración continuo en el punto de medición (V-11), ubicado pista de aterrizaje de aviones lado sur registró un valor 0.058 mm/s a las 14:00 horas el 14 de junio del 2018, (Ver Figura 5.2.3-25). El comportamiento de este valor se debe a que en horas de la tarde es constante el tránsito de aviones en despegue y aterrizaje. Ver Anexo 5.2.3.3-2 de fichas de campo, en que se evidencian las condiciones existentes durante la medición.

El nivel de Vibración continuo en el punto de medición (V-12), ubicado en la pista de aterrizaje de aviones lado norte, registró un valor 0.174 mm/s a las 07:30 a.m. el 15 de junio del 2018, (Ver Figura 5.2.3-25). El comportamiento de este valor sé que en horas de la mañana el flujo de aviones es constante en despegue y aterrizaje. Ver Anexo 5.2.3.3-2 de fichas de campo, en que se evidencian las condiciones existentes durante la medición.

## 5.2.4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

### 5.2.4.1. GEOLOGÍA

La evaluación geológica del área de influencia se ha realizado en base a la información publicada por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) en su cuadrángulo geológico de Lima (24-i y 25 i), en la fotointerpretación de imágenes de satélite Landsat 7 TM y Google Earth de alta resolución de las principales unidades litológicas. El área de influencia que en adelante denominaremos área de estudio del proyecto se asienta básicamente sobre los depósitos aluviales del río Rímac.

#### 5.2.4.1.1. Geología Local

En esta sección se describe brevemente la geología de la zona en que se ubica el proyecto, la misma que se encuentra en el amplio abanico aluvial depositado por el río Rímac a lo largo del tiempo geológico (3 millones de años aproximadamente). Las relaciones espaciales están representadas en el Volumen III Mapa Geológico (LBF-01) y en el Cuadro 5.2.4-1 se representa los depósitos presentes en el área de estudio, cuya composición litológica está dominada por depósitos cuaternarios de tipo aluvial, que fueron acarreados por el río Rímac.

**Cuadro 5.2.4-1** Columna estratigráfica

| Era       | Sistema     | Serie               | Unidad                         | Símbolo | Descripción                                                    |
|-----------|-------------|---------------------|--------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------|
| Cenozoico | Cuaternario | Holoceno (Reciente) | Depósito Aluvial Reciente      | Qr-al   | Cantos y gravas subredondeadas.                                |
|           |             | Pleistoceno         | Depósito Aluvial Pleistocénico | Qp-al   | Conglomerados, cantos de diferentes tamaños. Gravas angulosas. |

Elaboración: Walsh Perú S.A.; 2017

El área de estudio se constituye por acumulaciones clásticas, algunos recientes, transportados y depositados por acción del agua. Consisten de materiales sueltos de bloques y gravas redondeadas a sub-redondeadas de litología diversa y cuyas dimensiones fluctúan mayormente entre 0,05 y 0,40 metros, estos fragmentos rocosos se encuentran englobados entre gravillas, arenas, limos y arcillas.

El área de estudio se emplaza en su totalidad sobre la planicie aluvial, depositada por el antiguo cauce del río Rímac, que conforman los depósitos aluviales recientes y pleistocénicos, los que se describen a continuación:

#### a) Depósitos Aluviales Recientes (Qr-al)

Estos depósitos están restringidos a las franjas estrechas de las márgenes del río Rímac. Predominan materiales gruesos compuestos de cantos y gravas subredondeadas con buena selección en algunos casos de matriz arenosa.

## **b) Depósitos Aluviales Pleistocénicos (Qp-al)**

Los depósitos aluviales pleistocénicos se encuentran formando el cono defectivo del Rímac. Casi la totalidad del área de estudio se ubica sobre estos depósitos aluviales. La composición de estos depósitos comprende conglomerados conteniendo cantos de diferentes tipos de rocas, principalmente intrusivos y volcánicos, con presencia de gravas, envueltos en una matriz areno-limo-arcillosa.

### **5.2.4.1.2. Geología Estructural**

La geología estructural que ha controlado el modelado del área está influenciada por el gran anticlinal de Lima (pliegue de gran extensión longitudinal, extendiéndose desde el Morro Solar hasta cerca de Ancón), que ha deformado en gran magnitud el paquete de estratos que constituyen el pre-Pleistoceno (areniscas, conglomerados, arcillitas). Por tal razón el flanco occidental del mismo posee un buzamiento promedio SW, es decir hacia la línea de mar. Asimismo, este plegamiento constituye una de las más importantes estructuras de la zona originando, en menor escala, fallas de arrastre, así como sistemas de fallas de rumbo N-S que poseen un comportamiento normal, formadas como efecto secundario por la colisión de las placas oceánica y continental. El dislocamiento regional por bloques fallados ha originado una fosa tectónica entre Lima y Callao, que favorece la acumulación de sedimentos aluviales heterogéneos.

### **5.2.4.2. GEOMORFOLOGÍA**

En esta sección se evalúan los aspectos geomorfológicos de las áreas de influencia del proyecto (directa e indirecta), en adelante área de estudio. La evaluación geomorfológica se centra en dos aspectos: primero, la caracterización del relieve, que describe las unidades y clases morfológicas existentes en base a sus alturas, pendientes predominantes, niveles de disección y materiales superficiales; segundo, la geodinámica externa, que describe los procesos erosivos en curso, considerando su génesis y niveles de intensidad que se presentan. Debido a que tiene una importancia práctica, puesto que es en la superficie terrestre donde se desarrollan la mayor parte de las intervenciones humanas las cuales pueden tener repercusiones negativas, que en ciertos casos comprometen no solamente la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales, sino incluso la seguridad física de este Proyecto. Ambos aspectos se consideran dentro de un marco explicativo físico geográfico que permite su mejor comprensión de su morfogénesis.

Políticamente el área de estudio comprende los políticamente los distritos Callao, Carmen de la Legua Bellavista, La Perla, San Miguel y una parte de los distritos San Martín de Porres, Cercado, Pueblo Libre y Magdalena del Mar.

El área de estudio se emplaza en una planicie donde los rasgos geomorfológicos ya han sido completamente alterados por el proceso de urbanización y emplazamiento de industrias e infraestructura.

Estas planicies corresponden al extenso abanico aluvial del río Rímac, que ha tenido una gran influencia en la formación de estos relieves acumulando materiales acarreados a través de millones de años atrás, sobre el cual se ha desarrollado la Ciudad de Lima en general.

El capítulo, ha sido desarrollado sobre la base del examen y fotointerpretación de imágenes satelitales de libre disponibilidad del servidor *Google Earth*, complementado con observaciones efectuadas directamente en el terreno. Para fines prácticos, se estableció una clasificación de las formas del relieve, las mismas que se aprecian en el mapa fisiográfico a escala 1:25000, que se adjunta (Ver Volumen III Mapa LBF-02).

#### 5.2.4.2.1. Fisiografía

En esta sección se describen las características de las unidades fisiográficas (formas de relieve) identificadas en el área de estudio. Debido a la configuración llana del área de estudio, se ha identificado solo una unidad de paisaje dominante: planicies, el mismo que se subdivide por su forma u origen. En el Cuadro 5.2.4-2 se señala las unidades en que se subdivide este paisaje dentro del área de estudio, así como su incidencia espacial (extensión) en el área evaluada.

De acuerdo a ello, las formas identificadas fueron las siguientes:

**Cuadro 5.2.4-2** Unidades de relieve

| Unidad de Paisaje | Unidad de Sub-Paisaje | Símbolo |
|-------------------|-----------------------|---------|
| Planicies         | Lecho fluvial         | Lf      |
|                   | Planicie aluvial      | Pa      |
|                   | Acantilados           | Ac      |
|                   | Playas (*)            | Py      |

Elaboración: Walsh Perú S.A.; 2017

(\*) Playas: sector litoral, modificado por el material de desmonte depositado e infraestructura presente.

#### A. Lecho Fluvial (Lf)

Comprende el cauce actual del río Rímac. El cual recorre en dirección general de este a oeste hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Está conformado por materiales sedimentarios que van desde arenas medias a gravas gruesas, guijarros, etc. Este tramo es más o menos amplio, sin embargo, el desnivel del lecho con respecto a la terraza no es mayor de 3 o 4 metros, por lo que se han construido tramos de defensa ribereña para hacer frente a los fuertes caudales de verano.



**Fotos 1,2 y 3. Defensas ribereñas (1)**, construidas a lo largo del cauce del río Rímac, protege las vías (Av. Morales Duárez) y viviendas contiguas; **Cauce actual (2) y (3) Vista longitudinal**, desde el puente en el cruce de las Av. Néstor Gambetta y Morales Duárez. se puede observar el lecho fluvial, y la unidad contigua, cuyo desnivel no supera los 4 m.

## B. Planicies aluviales (Pa)

Las planicies aluviales constituyen parte del gran cono aluvial del río Rímac, cuya depresión fue rellenada por materiales aluviales de diferente granulometría y diferentes edades. Son planicies adyacentes a la ribera del río; en el área de estudio se emplazan por el sur hasta el distrito Magdalena y por el norte el distrito del Callao; las pendientes son casi planas a ligeramente inclinadas (menor a 10%), esta generalmente están entre 5 y 6 m más altas con respecto al cauce del río, por lo que en la mayoría de los casos en estos sectores específicos contiguos al cauce se les han construido defensas ribereñas como medidas de protección, para evitar inundaciones durante la época de crecidas del río y épocas de ocurrencia del Fenómeno del Niño.



**Fotos 4 y 5. Planicies aluviales disturbadas**, que corresponde a la zona agrícola de la ex hacienda San Joaquín, zona de ampliación del AIJCH. En estas se pueden observar las modificaciones del relieve debido a la actividad agrícola, así como parches de vegetación natural (de humedales).

## C. Acantilados (Ac)

Esta unidad está ubicada al sur del área de estudio, comprende una franja bastante delgada de 50 a 200 m de ancho, corresponde a la zona más pegada al mar de los distritos Magdalena del Mar y San Miguel.

Esta unidad se caracteriza por presentar un desnivel de aproximadamente 40 m de altura entre las planicies aluviales y el litoral. Las cuales se han generado por la acción erosiva del mar durante millones de años atrás. En la actualidad esta zona está bastante intervenida debido a que se han construido infraestructura vial y áreas de recreación correspondientes al proyecto de la Costa Verde. Ver la fotografía 6.



**Fotos 6. Acantilados**, en la fotografía podemos observar la franja correspondiente a los acantilados y contiguos a ello las playas totalmente modificadas por la acción humana. El desnivel de estos acantilados se estima que son de unos 40 m de altura en este sector.

#### **5.2.4.2.2. Morfogénesis**

En este acápite, se describen los procesos morfogenéticos que dieron origen a la configuración actual del relieve. En tal sentido, cabe señalar que la evolución geotectónica de la Cordillera de los Andes ha dado lugar a la conformación de la planicie costera, región caracterizada por su relieve llano y árido y configuración alargada, intersectada en algunos por valles costeros cubiertos por un manto de material aluvial, en forma de abanicos deyectivos como es el caso del valle del río Rímac. A continuación, se presentan sintéticamente los diversos episodios morfogenéticos acontecidos en la región evaluada:

- **Morfogénesis Terciaria**

El Terciario es un periodo que se inicia con el levantamiento del territorio andino a una posición definitivamente continental, mientras que la franja costera era afectada por reiteradas etapas de transgresiones y regresiones. Así mismo, este periodo se vio acompañado de intensa actividad magmática y volcánica, que deformó la secuencia rocosa, formando la estructura conocida como el “anticlinal de Lima”, que es la plataforma sobre la que se emplazan los materiales aluviales de los valles del Rímac y Chillón.

- **Morfogénesis Cuaternaria**

Durante el Cuaternario, se producen en la región procesos de levantamiento de la costa que dan lugar a nuevas etapas de transgresiones y regresiones que originaron los depósitos de arenas, coquinas y conglomerados, que conforman las extensas planicies que se exponen como terrazas levantadas, como consecuencia de la interacción entre el tectonismo regional, isostasia y las oscilaciones eustáticas del nivel del mar. Además, el rápido levantamiento cortical, determinó la configuración actual del borde litoral y el brusco incremento de las pendientes, con el consiguiente desarrollo de procesos erosivos e incisión fluvial, los cuales formaron múltiples cuencas torrenciales costeras que fraccionaron las estribaciones andinas y depositaron potentes paquetes de sedimentos aluviales en las partes bajas que llegaron a constituir las pampas y valles costeros.

Finalmente, desde que el territorio andino alcanzó sus altitudes actuales, las condiciones climáticas de la región costera han sido siempre áridas, sin variaciones extremas. Este es un período en que los procesos de erosión y deposición son activos, produciéndose la acumulación moderna de los depósitos aluviales, eólicos, coluviales y marinos (éste último fuera del área de estudio).

#### **5.2.4.2.3. Morfodinámica**

Si bien el área de estudio presenta una condición estable, por la casi no existencia de procesos geodinámicos en ninguna de las unidades de relieve descritas, se puede decir que en el cauce (lecho fluvial) del río Rímac se identifican procesos geodinámicos de intensidad baja, que no configuran un mayor peligro a la estabilidad física del relieve.

- **Erosión Fluvial**

La erosión fluvial se manifiesta tanto por la erosión de cauces y riberas, como por los desbordes e inundaciones de áreas adyacentes a los cauces. En este tramo del río Rímac, la erosión fluvial es un proceso de leve intensidad, en los que la erosión mecánica sigue activa, pero empieza a actuar la sedimentación. Eventualmente, el caudal del río puede incrementarse notablemente, durante la temporada de lluvias en la región andina, identificándose procesos de erosión lateral y socavamiento en el lecho fluvial. Es el caso de la inundación de la zona del AAHH Nestor Gambetta que afectó la zona en 1994, aunque en este evento el factor decisivo fue la acumulación indiscriminada de desmontes en el cauce urbano del río que provocó la acumulación de caudales y su rápido desembalse.

- **Hidromorfismo**

La faja situada al oeste de la Av. Gambetta, hasta una distancia de entre 1,5 y 2 km del litoral, es topográficamente la más baja de toda la planicie aluvial (por debajo de los 10 m de elevación). Por ello, tiene una propensión a presentar una napa freática elevada, que incluso aflora en superficie, formando humedales. Si bien gran parte de esta faja ha sido utilizada como área de disposición de rellenos o área agrícola, permitiendo luego la habilitación urbana, en algunos sectores subsisten humedales fragmentados.

## 5.2.5. GEOTECNIA

### 5.2.5.1. GENERALIDADES

Este capítulo describe las condiciones geotécnicas del suelo de las áreas donde se emplazan los nuevos componentes del proyecto (área de influencia directa). Se enfatiza la caracterización Geotécnica en el ámbito del área de influencia directa puesto que los componentes del proyecto se son puntuales y el objetivo es conocer las condiciones mecánicas de los suelos que soportarán las distintas estructuras que formarán parte del proyecto de ampliación del AIJCh. Esta caracterización se ha realizado a partir del reconocimiento de campo, de los estudios in-situ y métodos indirectos (MASW) para sus diversos componentes del proyecto. Los trabajos de campo se realizaron se realizaron entre marzo del 2017 y julio del 2017 por el consorcio RS&H-COSAPI.

### 5.2.5.2. EXPLORACIONES GEOTÉCNICAS

El programa de exploración geotécnica consistió en la ejecución de estudios geofísicos (MASW), calicatas y perforaciones<sup>1</sup>, estos estudios nos han permitido obtener una secuencia representativa de los estratos subyacentes a la zona investigada, permitiendo preparar un perfil estratigráfico del subsuelo. La ubicación de las calicatas y perfiles se muestra en los estudios realizados por el consorcio RS&H-COSAPI<sup>1</sup>.

Adicionalmente al programa de exploración en campo se extrajeron suficientes muestras representativas de los estratos de suelos detectados, se tomaron muestras de suelos inalteradas y alteradas todas ellas representativas de los estratos subyacentes y que servirán de fundación para la infraestructura del Proyecto. Además, los ensayos de laboratorio cumplieron con las Normas Técnicas Peruanas (NTP) o las de la American Section of the International Association for Testing Materials (ASTM).

- **Estudio Geofísico de Refracción Sísmica y MASW**

El consorcio RS&H-COSAPI fue encargado la realización de los ensayos geofísicos de refracción sísmica y MASW y MAM para el “Diseño Para La Expansión Del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez”, se ejecutaron 32 líneas sísmicas distribuidas adecuadamente en el área de emplazamiento del proyecto con la finalidad de definir la estratigrafía del terreno así como la compacidad del mismo en función de la velocidad de propagación de ondas compresionales.

En esta zona se incluyen las áreas de terreno conformado por un estrato superficial de suelos granulares finos y suelos arcillosos, cuyas potencias varían entre 3.0 y 10.0 m. Subyaciendo a estos estratos se encuentra la grava aluvial o grava coluvial.

#### a. Ensayos de refracción sísmica

El Ensayo de Refracción Sísmica consiste en medir los tiempos de viaje de las ondas compresionales (ondas P), generada por una fuente de energía impulsiva a unos puntos localizados a diferentes distancias a lo largo de la línea denominados shot.

<sup>1</sup> RS&H/COSAPI. 2017. Estudio Geotécnico con Fines de Pavimentación (Diseño para la expansión del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez).  
 RS&H/COSAPI. 2017. Estudio Geotécnico con Fines de Cimentación (Diseño para la expansión del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez).  
 RS&H/COSAPI. 2017. Estudio Geofísico de Refracción Sísmica y MASW (Diseño para la expansión del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez).

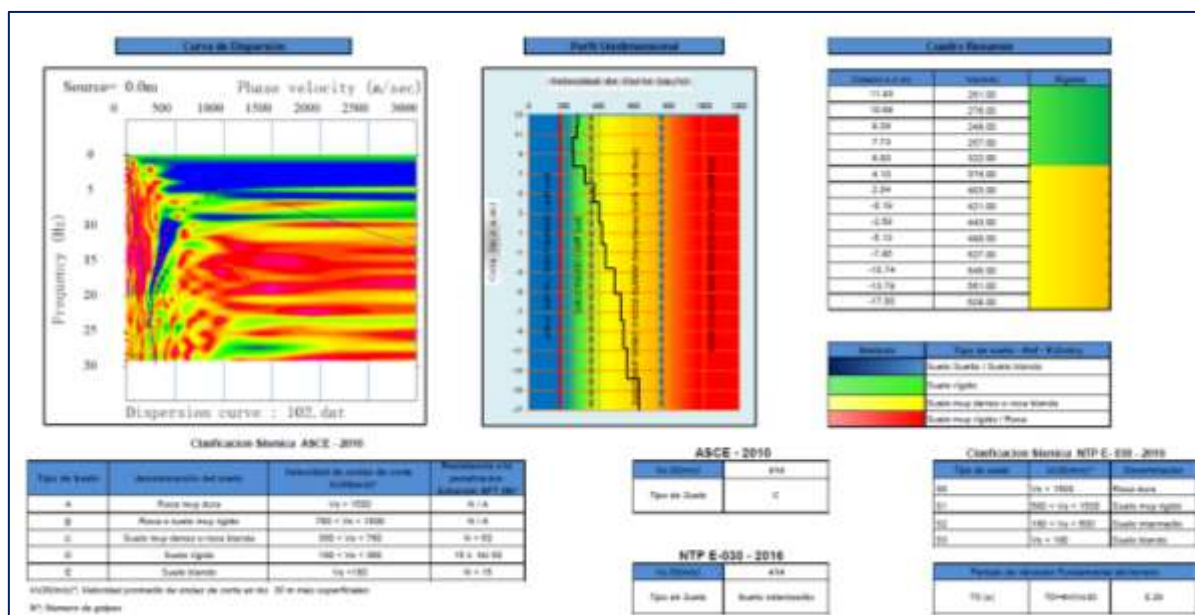
La fuente de energía es generalmente producida por el golpe de una comba. La energía es detectada, amplificada, y registrada mediante un proceso de conversión análogo digital de tal manera que puede determinarse su tiempo de arribo en cada punto. El instante del impacto “Tiempo cero”, también es registrado conjuntamente con las vibraciones del suelo que arriban de los geófonos. Por lo tanto, en general, los datos consisten en tiempos de viaje y distancias, siendo el tiempo de viaje el intervalo entre el “Tiempo cero” y el instante en que el geófono empieza a responder a la perturbación.

## b. Ensayo MASW

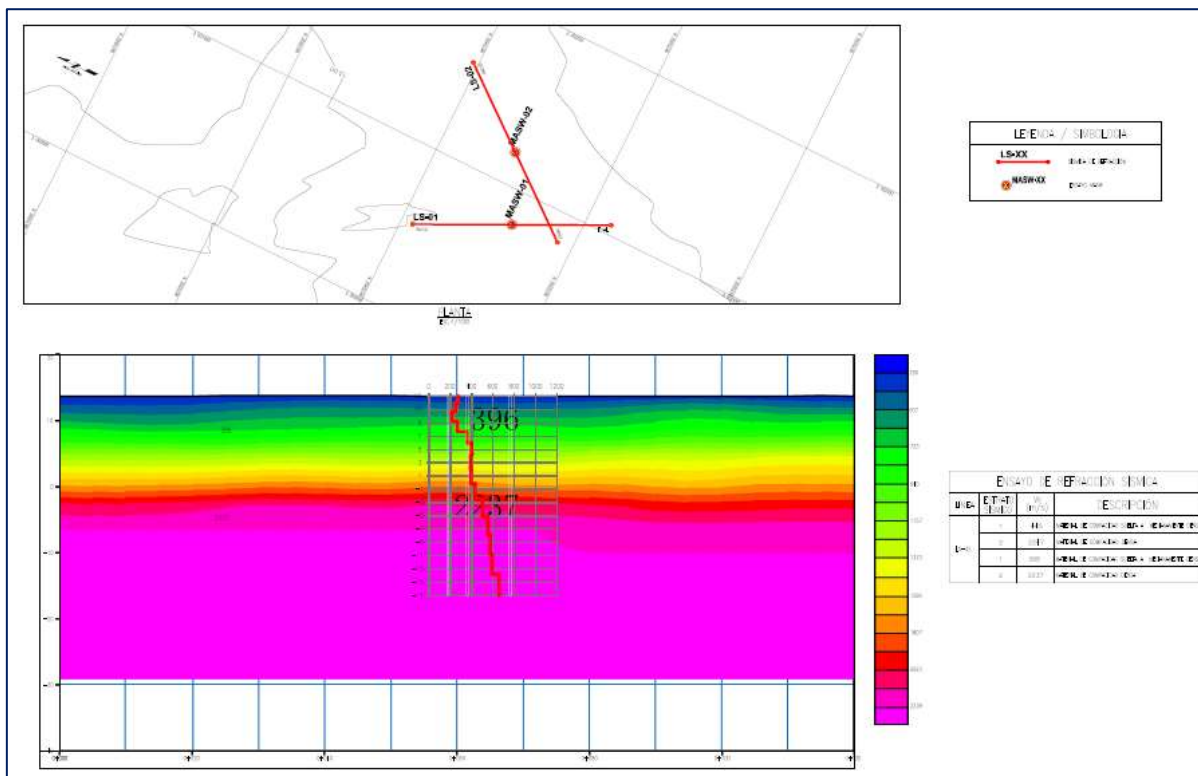
Este método de campo fue desarrollado en los años 90s por Choon Park y colaboradores. El ensayo MASW es un método activo de exploración geofísica que permite obtener el perfil unidimensional del suelo en función de la propagación de las ondas de corte “Vs”. El ensayo consiste en registrar los tiempos de viaje de las ondas de corte (ondas S), generada por una fuente de energía impulsiva a unos puntos localizados en cada extremo del tendido de la línea.

Los ensayos geofísicos se realizaron a fin de caracterizar el terreno en función a la velocidad de propagación de ondas de corte Vs, así como también determinar los parámetros elásticos del terreno.

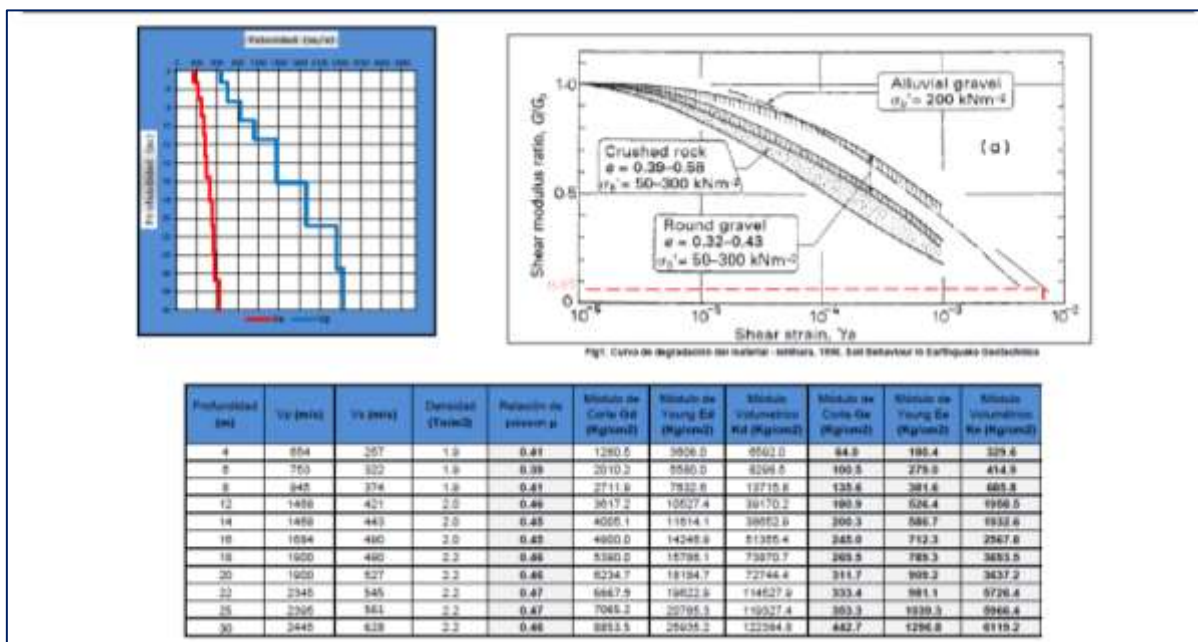
**Figura 5.2-5-1** Análisis de Ondas Superficiales en Arreglos Multicanal (MASW)-MASW-01



Fuente: RS&H/Cosapi. 2017. Estudio Geofísico de Refracción Sísmica y MASW (Diseño Para la Expansión del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez). Anexo C Perfil Unidimensional.

**Figura 5.2.5-2** Plano de Planta y Perfil Geofísico


Fuente: RS&H/Cosapi. 2017. Estudio Geofísico de Refracción Sísmica y MASW (Diseño Para la Expansión del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez).

**Figura 5.2.5-3** Parámetros Elásticos del Terreno MASW-01/LS-01


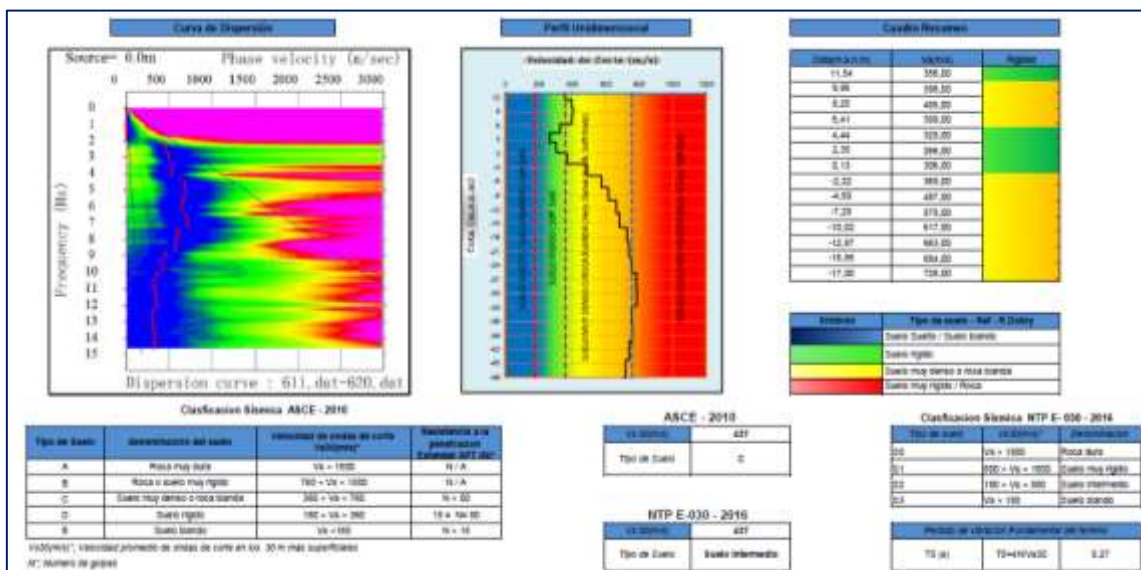
Fuente: RS&H/Cosapi. 2017. Estudio Geofísico de Refracción Sísmica y MASW (Diseño Para la Expansión del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez). Anexo D Parámetros Elásticos.

### c. Ensayo MAM

El ensayo MAM o Análisis de Microtrepidaciones en Arreglos Multicanales, consiste en registrar las vibraciones ambientales en arreglos predeterminados y mediante el análisis de dispersión e inversión de ondas permite definir el perfil unidimensional de ondas de corte. Los ensayos MASW y MAM integrados permiten obtener profundidades de análisis hasta los 100m.

El ensayo MAM registra las vibraciones del suelo producidas por fuentes naturales o artificiales conformadas tanto por ondas de cuerpo como superficiales, aunque básicamente por ondas Rayleigh y Love, que están afectadas por la estructura geológica del sitio donde se mide.

**Figura 5.2.5-4** Análisis de Microtrepidaciones en Arreglo Multicanal. MAM-01



Fuente: RS&H/Cosapi. 2017. Estudio Geofísico de Refracción Sísmica y MASW (Diseño Para la Expansión del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez). Anexo C Perfil Unidimensional.

### • Excavación de calicatas

Las calicatas son pozos verticales que se excavan en el lugar donde se quiere información directa del subsuelo. Permiten la toma de muestras alteradas e inalteradas y datos del perfil estratigráfico. Al término de la toma de muestras y registro de información del perfil estratigráfico se rellena la calicata con el mismo material de excavación hasta alcanzar el nivel de terreno natural.

Las calicatas se excavaron utilizando herramientas manuales hasta alcanzar la profundidad de investigación requerida. Para la medición de la profundidad de las calicatas se utilizó una mira topográfica telescópica de 4m de longitud.

### • Auscultación Dinámica con Cono Tipo Peck

La auscultación dinámica con cono tipo Peck consiste en hincar en el terreno una barra perforada de aproximadamente 2 pulgadas de diámetro (AW-45 mm), provista en su parte inferior de una punta cónica de 2.5 pulgadas de diámetro y un ángulo de 60° en el vértice.



La hincada se efectúa en forma continua, empleando un martillo de 140 libras de peso y 30 pulgadas de altura de caída, registrándose el número de golpes requeridos por cada 15 cm de penetración; se finaliza la prueba cuando se alcanza la profundidad previamente establecida o se supera 100 golpes para una penetración de 30 cm ( $C_n > 100$ ).

En los suelos gravosos de compactación suelta o con abundante grava fina la auscultación se puede ejecutar hasta alcanzar el rechazo para determinar la profundidad a la cual el estrato gravoso es más compacto. Es posible también que el rechazo ocurra por contacto de la punta del cono con cantos rodados o bolonerías.

Las auscultaciones se ubican próximas a las calicatas. En las auscultaciones realizadas se alcanzó el rechazo ( $C_n > 100$ ) a una profundidad variable de 1,95 m a 4,65 m.

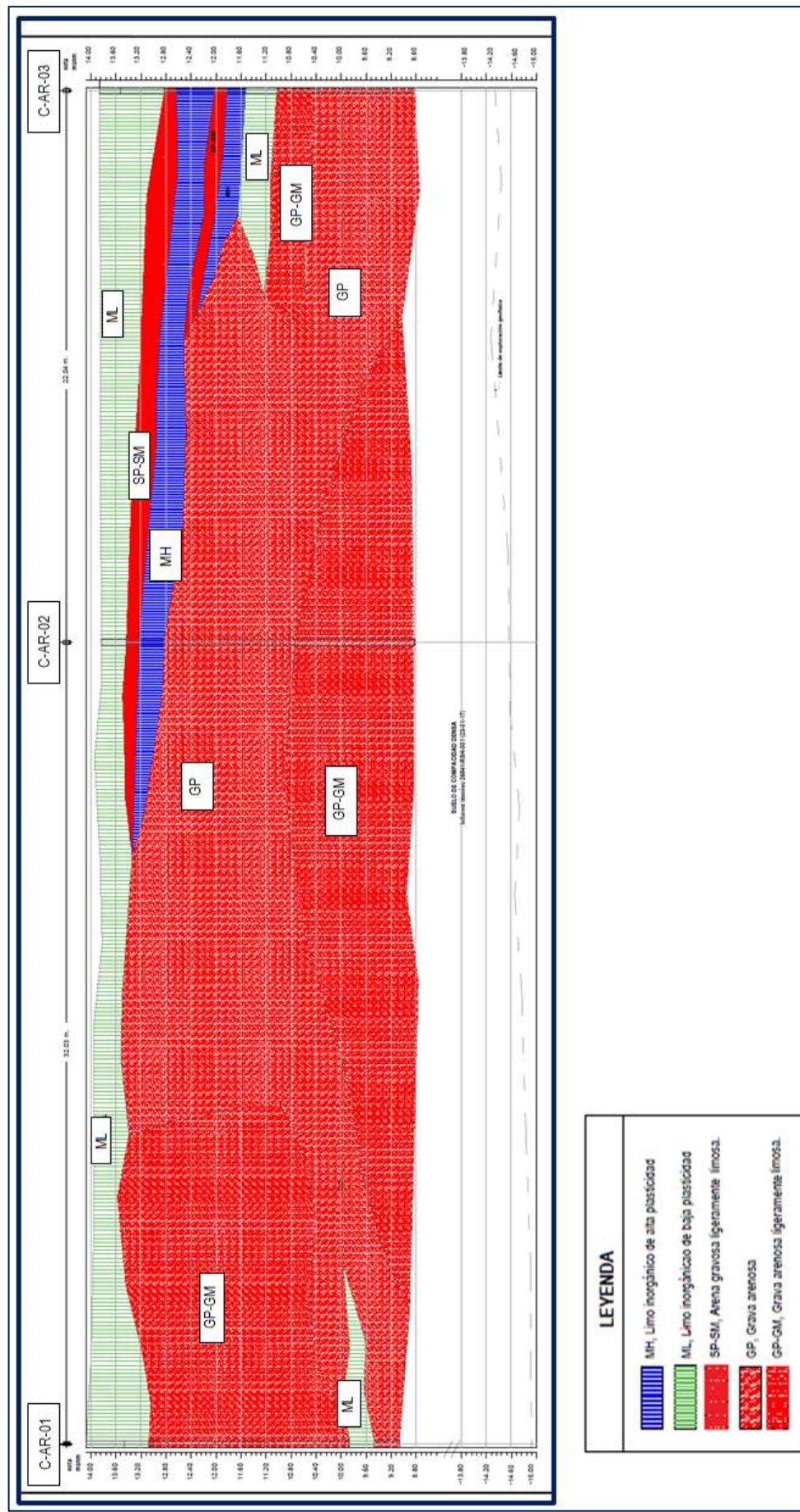


Fuente: Consorcio RS&H y Cosapi, 2017, Estudio Geotécnico con Fines de Cimentación de la Estación de Salvamento y Extinción de Incendio 2 (Diseño para la expansión del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez-Anexo A.2. Perfil Estratigráfico de Calcatas).

### 5.2.5.3. SECCIONES GEOTÉCNICAS

De la interpretación de las calicatas y perforaciones se generan secciones geotécnicas, en estas se representan las diversas capas o materiales reconocidos en campo y laboratorio (SUCS).

Figura 5.2.5-6 Perfil de Sección Geotécnica



Fuente: Consorcio RS&H y Cosapi, 2017, Estudio Geotécnico con Fines de Cimentación de la Estación de Salvamento y Extinción de Incendio 2 (Diseño para la expansión del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez-Anexo A.1. Planos y Perfiles Geotécnicos/A.1.4 Perfil Geotécnico C-C').

#### 5.2.5.4. RESULTADOS

- El área de influencia directa se encuentra dentro de los límites de influencia del cono deyectivo cuaternario del río Rímac en el cual predomina un conglomerado formado por gravas y cantos rodados principalmente.
- En el área de influencia se tiene superficialmente un suelo de cultivo limoso de espesor 0,25 a 0,7 m y subyacente intercalaciones de suelos limosos (ML) y arenosos (SP, SP-SM) medianamente densa que se extiende hasta una profundidad variable de 1 m a 3,4 m. Por debajo, se emplaza un suelo gravoso (GP y GP-GM) pobremente gradada con pocos finos limoso de compacidad suelta hasta 0.6 m de penetración en el estrato y medianamente densa en profundidad, con bolonería 5 % a 25 % de tamaño máximo 4" a 6". Según el perfil sísmico el suelo es rígido hasta 6 m y muy denso hasta 30 m.
- En el área de influencia se encontraron rellenos antrópicos, mezcla de suelos gruesos y finos con restos de materiales de construcción y demolición. Estos rellenos no son aptos para ningún tipo de construcción y deben ser eliminados anticipadamente al inicio de las excavaciones o cortes para evitar la contaminación de los suelos. Los suelos finos superficiales que anteriormente fueron utilizados como terrenos de cultivo contienen raíces y también deben ser eliminados antes construir los terraplenes.

### **5.2.6. FISIOGRAFÍA**

La caracterización del relieve en el área de influencia se presenta a manera de sección (5.2.4.2.1), complementando el capítulo 5.2.4 Geología y Geomorfología. En esta describen las principales unidades de relieve, denominadas bajo el enfoque de paisaje; que configuran el área de influencia, y se presentan en el Volumen III Mapa Fisiográfico (LBF-02) a escala 1:25000.

## 5.2.7. PAISAJE

### 5.2.7.1. GENERALIDADES

En el presente capítulo se evalúa el paisaje del área de influencia directa (en adelante área de estudio) debido a que es donde ocurrirán los principales cambios en el paisaje por la presencia de nueva infraestructura que se proyecta, y que de alguna manera podría cambiar el Paisaje. No se considera la evaluación del Paisaje en el ámbito del área de influencia indirecta puesto que la afectación del proyecto en estas áreas es principalmente por el ruido que causaría la llega y salida de los aviones y el alcance visual hacia los componentes del proyecto es muy baja debido a la distancia y las construcciones que no permiten la amplitud de la visibilidad.

La definición del paisaje corresponde a escenarios visuales cuyas características están determinadas básicamente por los elementos del relieve, clima, infraestructura y cobertura vegetal. Por ello se definen cuencas visuales sobre unidades ecológicas características (para este caso, corresponde básicamente a áreas urbanas), con la finalidad de establecer su valor escénico (calidad visual) y su grado de vulnerabilidad ante las intervenciones relacionadas con el proyecto (fragilidad visual), a partir del análisis de los resultados de estas dos variables se define la capacidad de absorción visual frente al desarrollo del proyecto. La evaluación de estos tres niveles de análisis se basa en el análisis de matrices adaptadas de metodologías utilizadas internacionalmente.

El área de estudio se ubica en la región Callao, al oeste de la ciudad de Lima, comprendiendo una zona urbana periférica que experimenta un proceso de urbanización acelerado que se inició desde los años 50 del siglo pasado, en detrimento de las zonas agrícolas que en la actualidad prácticamente han desaparecido. Esta área metropolitana se encuentra en la costa central del país, que posee uno de los climas más áridos del mundo, con precipitaciones casi inexistentes y temperaturas estacionales que varían por término medio entre 17 y 23 °C mensuales y que, por su cercanía a la corriente fría del Perú presenta también altos porcentajes de humedad relativa. En suma, se puede definir al paisaje como un *área urbana litoral sobre un medio llano y árido*.

### 5.2.7.2. ANÁLISIS DE ACCESIBILIDAD VISUAL

Por ubicarse en una zona urbana las vías contiguas al área de influencia directa del proyecto serían potencialmente zonas de observación, con amplia visibilidad; sin embargo, en este estudio se hace un análisis en las zonas de mayor tránsito vehicular y densidad poblacional. Para la elección de los puntos de observación se consideraron dos criterios, el primero es *la distancia*, pues a medida que aumenta ésta la accesibilidad visual disminuye. En consecuencia, se elabora una zonificación del área de influencia según el método Steinitz, el cual se determina en función de mayor o menor distancia a la influencia visual del proyecto. El segundo criterio es la existencia de áreas de concentración visual que para nuestro caso se enfoca en el análisis de la nueva infraestructura, desde puntos de observación definidos, de quienes transiten a diario por las vías contiguas y los pobladores de la zona.

Basados en estos criterios se establecen cuatro (04) cuencas visuales para el proyecto, se describen a continuación:

### A. Cuenca Visual 1 (CV1)

El punto visual se ubica en la intersección de la Av. Morales Duárez con la Av. Santa Rosa, este punto visual (CV1) se considera debido a la proyección del nuevo puente Santa Rosa, para el acceso al terminal. Por su ubicación, los principales observadores son los pobladores, del A.H. Santa Rosa; transeúntes y pasajeros, que transitan a diario por estas avenidas.

Esta cuenca visual presenta una vista parcial, pues la accesibilidad visual está condicionada en primer plano: a la distancia por la amplitud del cauce del río Rímac; y en segundo plano, las defensas ribereñas, que se presentan a manera de barreras visuales; estos elementos no permitirían una completa visualización de los componentes proyectados, en este caso el nuevo acceso. Cabe resaltar que la amplitud de la cuenca visual podría modificarse acorde a la altitud y punto de observación, en caso se presenten edificaciones mayores a 4 pisos, modificando el nivel de alcance visual a medio, debido a la configuración topográfica, propio de las planicies.



**Fotos 1 y 2:** (1) Vista hacia el Norte, desde la Av. Santa Rosa, hacia el área proyectada para el nuevo acceso; (2) **Vista parcial**, se destaca la amplitud del cauce, cuya distancia hacia el A.H. Santa Rosa es considerable, logrando que se reduzca el campo de visibilidad (Coordenadas: 269 638 E y 8 668 090 N).

En los cuadros siguientes, se presentan en detalle los componentes físicos y arquitectónicos relacionados con el paisaje de esta cuenca visual.

Cuadro 5.2.7-1 Componentes Biofísicos – Cuenca Visual 1

| Componentes                | Características Principales                                                                                                      |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Relieve</b>             | Dominan las planicies, con pendientes menores a 2 %.                                                                             |
| <b>Suelo y roca</b>        | Se evidencian suelos y roca, en el sector del lecho fluvial, vista de defensas ribereñas.                                        |
| <b>Agua</b>                | Presencia del río Rímac.                                                                                                         |
| <b>Vegetación</b>          | Muy escasa.                                                                                                                      |
| <b>Fauna</b>               | Por lo general la fauna no es visible, se evidencian algunas especies de aves adaptadas al hábitat urbano.                       |
| <b>Clima</b>               | Clima seco y árido                                                                                                               |
| <b>Actuación antrópica</b> | El paisaje es antrópico, dominado y completamente modificado por las actividades humanas que se desarrollan en esta zona urbana. |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

Cuadro 5.2.7-2 Componentes Arquitectónicos – Cuenca Visual 1

| Componentes             | Características Principales                                                                                                                                      |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Forma</b>            | Percepción tridimensional del terreno, predominan las formas horizontales.                                                                                       |
| <b>Escala - Espacio</b> | Percepción del espacio abierto, de mediana incidencia visual. Se puede manejar relativamente la escala por parte del observador.                                 |
| <b>Línea</b>            | En el primer plano destacan los ejes horizontales, los que están marcados por la configuración de la urbe, los bordes de las líneas se presentan poco definidos. |
| <b>Color</b>            | Los colores dominantes en orden son: tonalidades del gris y marrón claro, el contraste es algo marcado con las viviendas contiguas.                              |
| <b>Fondo escénico</b>   | El fondo escénico está dominado por las características arquitectónicas, el relieve y el cielo.                                                                  |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

## B. Cuenca Visual 2 (CV-2)

El punto visual se ubica en la intersección de la Av. Morales Duárez con la Av. Néstor Gambetta, este punto visual (CV2), se encuentra contiguo al área proyectada para almacenes de carga y nuevo acceso; cabe resaltar que este punto fue considerado debido a que la zona presenta un alto flujo vehicular en donde transitan vehículos públicos, privados y de carga pesada. La cuenca visual se muestra una vista panorámica reducida debido a que se presenta una topografía irregular del terreno, de depósito de material de conglomerados, que se presenta en primer plano a manera de barrera visual. Conforme se avanza unos metros, la vista es más amplia, desde donde se puede observar parte del área proyectada para la segunda pista de aterrizaje.



**Fotos 3 y 4. Vista desde la Av. Néstor Gambeta**, con una dirección hacia el Noreste, se presenta una cuenca visual parcial debido a las la topografía irregular del terreno (acumulación de material conglomerado), que se presenta como barrera visual. (Punto visual en coordenadas: 268 438 E y 8 668 570 N).

#### Cuadro 5.2.7-3 Componentes Biofísicos

| Componentes                | Características Principales                                                                        |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Relieve</b>             | Predominan los terrenos planos y se identifica la presencia de montículo de material conglomerado. |
| <b>Suelo y roca</b>        | Amplios sectores de suelos, de las planicies aluviales, del Ex fundo San Joaquín.                  |
| <b>Agua</b>                | No se identifica ningún cuerpo de agua.                                                            |
| <b>Vegetación</b>          | Se identifica vegetación de matorrales.                                                            |
| <b>Fauna</b>               | Por lo general la fauna no es visible, salvo algunas especies de aves adaptadas al hábitat urbano. |
| <b>Clima</b>               | Clima seco y árido                                                                                 |
| <b>Actuación antrópica</b> | El paisaje está dominado por la vegetación, más o menos densa en este sector, y el relieve.        |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

**Cuadro 5.2.7-4 Componentes Arquitectónicos**

| Componentes             | Características Principales                                                                                                      |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Forma</b>            | Percepción bidimensional del terreno. Además, se presenta una vista que muestra sectores de cierta altitud y otras horizontales. |
| <b>Escala - Espacio</b> | La percepción del espacio es relativamente amplia. El observador escasamente puede manejar la escala del paisaje.                |
| <b>Línea</b>            | En el primer plano destacan los ejes horizontales que están definidos por el contacto entre el relieve (planicies) y el cielo.   |
| <b>Color</b>            | Los colores dominantes en orden son: beige, celeste y verde oscuro; muestran contrastes algo marcados.                           |
| <b>Fondo escénico</b>   | El fondo escénico está dominado la forma del relieve y el cielo.                                                                 |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

**C. Cuenca Visual 3 (CV3)**

El punto visual presenta una dirección visual hacia el Este, donde los principales observadores serían los pobladores de los A.H. Juan Pablo II y Villa Mercedes y transeúntes, específicamente desde el puente peatonal (cerca de la Av. El Emisor y Néstor Gambetta), desde donde se tiene una vista panorámica del área de ampliación del AIJCH. Cabe resaltar que desde este sector se presenta la cuenca visual de mayor amplitud, sin embargo, se debe hacer referencia a ciertos construcciones y componentes que obstaculizan la vista (desde el nivel del suelo), además de elementos como: torres de alta tensión, postes de luz y cableado.



**Fotos 5 y 6. Vista panorámica**, hacia el este desde el puente peatonal en coordenadas 268 305 E y 8 669 574 N (CV3). (5) Futura área proyectada para la segunda pista de aterrizaje y terminal.

**Cuadro 5.2.7-5 Componentes Biofísicos**

| Componentes                | Características Principales                                                                        |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Relieve</b>             | Planicies aluviales                                                                                |
| <b>Suelo y roca</b>        | Se observan extensos sectores de suelo descubierto.                                                |
| <b>Agua</b>                | No se identifica ningún cuerpo de agua.                                                            |
| <b>Vegetación</b>          | Presencia de vegetación de matorrales, más o menos densa.                                          |
| <b>Fauna</b>               | Por lo general la fauna no es visible, salvo algunas especies de aves adaptadas al habitat urbano. |
| <b>Clima</b>               | Clima seco y árido                                                                                 |
| <b>Actuación antrópica</b> | Muy alta.                                                                                          |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

**Cuadro 5.2.7-6 Componentes Arquitectónicos**

| Componentes             | Características Principales                                                                                                          |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Forma</b>            | Percepción tridimensional del terreno, con escenarios cercanos y lejanos. Predominan las formas horizontales de los primeros planos. |
| <b>Escala - Espacio</b> | La percepción del espacio es relativamente amplia. Se puede manejar la escala por parte del observador.                              |
| <b>Línea</b>            | En el primer plano destacan los ejes horizontales que están definidos por el relieve y las construcciones.                           |
| <b>Color</b>            | Los colores dominantes en orden son: el gris, el marrón claro y el celeste; muestran contrastes poco marcados.                       |
| <b>Fondo escénico</b>   | El fondo escénico está dominado la forma del relieve, las viviendas, las vías y el cielo.                                            |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

**D. Cuenca Visual 4 (CV4)**

El punto de observación se ubica en la calle Los Ferroles (en coordenadas 267 908 E y 8 672 251 N), que corresponde al sector industrial. Este paisaje es observado por los vecinos y trabajadores de las empresas en la zona, principalmente.

La cuenca visual permite una visión parcial, en dirección sureste, hacia la zona proyectada de componentes, sin embargo, se presentan a manera de barrera visuales algunas construcciones, que se encuentran en franco deterioro y almacenes. Algunos árboles, se presentan a manera de parches, en espacios reducidos, pero no aportan mayor realce a la vista. El paisaje es pobre en cuanto a las características arquitectónicas debido fundamentalmente al escaso contraste de color y forma; y desde el aspecto biofísico, no sobresale ningún componente tanto físico, como biológico (especies de flora y fauna).



**Foto 7:** Cuenca visual de calle Los Ferroles, el primer plano que está conformado por las construcciones de almacenes e industrias en la zona. (Coordenadas de CV4: 267 908 E y 8 672 251 N).

#### **Cuadro 5.2.7-7 Componentes Biofísicos**

| <b>Componentes</b>         | <b>Características Principales</b>                                                                 |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Relieve</b>             | Planicies aluviales, modificado por la presencia de infraestructura.                               |
| <b>Suelo y roca</b>        | Solo en algunos sectores se presentan suelos descubiertos.                                         |
| <b>Agua</b>                | No se identifica ningún cuerpo de agua.                                                            |
| <b>Vegetación</b>          | Muy escasa vegetación, algunos árboles                                                             |
| <b>Fauna</b>               | Por lo general la fauna no es visible, salvo algunas especies de aves adaptadas al hábitat urbano. |
| <b>Clima</b>               | Clima seco y árido                                                                                 |
| <b>Actuación antrópica</b> | Muy alta.                                                                                          |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

#### **Cuadro 5.2.7-8 Componentes Arquitectónicos**

| <b>Componentes</b>      | <b>Características Principales</b>                                                                         |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Forma</b>            | Escenarios cercanos y lejanos. Predominan las formas horizontales de los primeros planos.                  |
| <b>Escala - Espacio</b> | La percepción del espacio es reducida. Se puede manejar la escala por parte del observador.                |
| <b>Línea</b>            | En el primer plano destacan los ejes horizontales que están definidos por el relieve y las construcciones. |
| <b>Color</b>            | Los colores dominantes en orden son: el marrón claro, gris y blanco; muestran contrastes poco marcados.    |
| <b>Fondo escénico</b>   | El fondo escénico está dominado la forma del relieve, las construcciones, la vía y el cielo.               |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

#### **5.2.7.3. CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE**

Para el análisis de la calidad visual del paisaje se utilizó una adaptación del método indirecto propuesto por *Bureau of Land Management* (BLM, 1980), denominado Matriz para la evaluación de

la calidad visual del paisaje. Esta metodología se basa en la evaluación independiente de los principales componentes del paisaje y en las cualidades intrínsecas del espacio visual. En los cuadros siguientes, se presentan el detalle de los criterios y puntuación considerando en el método BLM, y la clasificación de evaluación de la calidad visual. En el Anexo 5.2.7-1 se presenta los criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje, BLM y las clases utilizadas para evaluar la calidad Visual. La metodología se presenta en el Anexo 5.2.7-2.

**Cuadro 5.2.7-9** Resultados de la Calidad Visual del Paisaje.

| Elementos        | CV1      | CV2      | CV3      | CV4      |
|------------------|----------|----------|----------|----------|
| Relieve          | 1        | 1        | 1        | 1        |
| Vegetación       | 1        | 1        | 1        | 1        |
| Fauna            | 1        | 1        | 1        | 1        |
| Agua             | 3        | 0        | 0        | 0        |
| Color            | 1        | 1        | 1        | 1        |
| Fondo escénico   | 1        | 1        | 1        | 1        |
| Rareza           | 1        | 1        | 1        | 1        |
| Actuación humana | 0        | 0        | 0        | 0        |
| <b>TOTAL</b>     | <b>9</b> | <b>6</b> | <b>6</b> | <b>6</b> |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

Se obtiene que todas las cuencas visuales se encuentran calificadas como clase C, calificada como BAJA, cuyos rasgos del relieve, fauna, color, agua y fondo escénico contribuyen en gran medida para esta calificación, es decir presentan áreas con BAJA calidad estética, pues corresponden a paisajes completamente modificados, del medio urbano.

#### 5.2.7.4. FRAGILIDAD Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL PAISAJE

La fragilidad visual constituye una característica intrínseca, dependiente de las condiciones del medio. Por ello se considera una propiedad que ayuda a la localización de posibles actividades que se quieran desarrollar en ese mismo medio con el mínimo impacto visual. Para evaluar la fragilidad de cada una de las unidades de paisaje se plantea un modelo que depende de dos tipos de factores:

*Factores biofísicos:* componen las características básicas del paisaje, que condicionan la modificación del tipo y carácter del mismo. Son los que van a amortiguar o realzar las alteraciones visuales. Las variables del medio que intervienen en este factor son principalmente la vegetación y usos del suelo; y las características geomorfológicas son relativamente estáticas, salvo cambios por acciones antrópicas o por catástrofes naturales.

*Factores de Visibilidad:* son los que hacen referencia a la accesibilidad visual del paisaje, en función de su visibilidad intrínseca (intervisibilidad) y la visibilidad adquirida (variables antrópicas) que influyen en las características del mismo en términos de facilidad al acceso y/o atractivo de ser visto.

La capacidad de absorción visual (CAV) debe ser entendida como inversamente proporcional a la fragilidad de un paisaje. En este sentido, la CAV se define como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan alteraciones en su carácter visual. Para el análisis de la fragilidad o grado de vulnerabilidad de los paisajes a los cambios que se puedan introducir, se ha considerado la metodología de Yeomans (1986), el que consiste en asignar

puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados definitorios en las características del paisaje. Luego de obtener la valoración nominal (Nom) y numérica (Num) sobre la capacidad de absorción, esta se suma y finalmente se define el valor final.

De acuerdo con la aplicación metodológica a las características del medio y del proyecto, se procedió a evaluar la capacidad de absorción, considerando los factores de análisis correspondiente, a fin de determinar la escala de absorción.

**Cuadro 5.2.7-10** Valoración de los factores determinantes de la CAV la cuenca visual considerada.

| Factores                            | CV1       |      | CV2       |      | CV3       |      | CV4       |      |
|-------------------------------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
|                                     | NOM.      | NUM. | NOM.      | NUM. | NOM.      | NUM. | NOM.      | NUM. |
| <b>Pendiente (P)</b>                | Alto      | 3    | Alto      | 3    | Alto      | 3    | Alto      | 3    |
| <b>Erosionabilidad (E)</b>          | Medio     | 2    | Alto      | 3    | Alto      | 3    | Alto      | 3    |
| <b>Potencial Estético (R)</b>       | Bajo      | 1    | Bajo      | 1    | Bajo      | 1    | Bajo      | 1    |
| <b>Diversidad de Vegetación (D)</b> | Bajo      | 1    | Bajo      | 1    | Bajo      | 1    | Bajo      | 1    |
| <b>Contraste de Color (V)</b>       | Medio     | 2    | Medio     | 2    | Medio     | 2    | Bajo      | 1    |
| <b>Actuación Humana (C)</b>         | Alto      | 3    | Alto      | 3    | Alto      | 3    | Alto      | 3    |
| <b>Promedio</b>                     | <b>27</b> |      | <b>30</b> |      | <b>30</b> |      | <b>27</b> |      |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

Estimación del CAV para los paisajes asociados al proyecto:

$$CAV1 = 3 \times (2 + 1 + 1 + 2 + 3) = 27$$

$$CAV2 = 3 \times (3 + 1 + 1 + 2 + 3) = 30$$

$$CAV3 = 3 \times (3 + 1 + 1 + 2 + 3) = 30$$

$$CAV4 = 3 \times (3 + 1 + 1 + 1 + 3) = 27$$

La determinación de la fragilidad y capacidad de absorción del paisaje se realizó por cuencas visuales, obteniéndose como valoración: **ALTA**, es decir, que en todas las cuencas visuales presentan “alta capacidad de absorción”, dado que está configurado por un paisaje propiamente antrópico, por lo cual presenta una alta capacidad de absorción y adaptabilidad a la incorporación de nuevas edificaciones de los componentes (y futuras modificaciones).

#### 5.2.7.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Para este análisis se considera la metodología establecida por Ramos (1980), para lo cual se integran los resultados de calidad y fragilidad visual, el resultado de esta integración se conoce como sensibilidad o grado de restricción de un paisaje. El detalle de esta metodología se presenta en el Anexo 5.2.7-2 y los resultados se visualizan en el Cuadro 5.2.7-11.

**Cuadro 5.2.7-11** Análisis de Sensibilidad del Paisaje.

| Cuenca | Sensibilidad Visual | Calidad Visual | C.A.V. |
|--------|---------------------|----------------|--------|
| CV1    | Clase 4             | Baja           | Alta   |
| CV2    | Clase 4             | Baja           | Alta   |
| CV3    | Clase 4             | Baja           | Alta   |
| CV4    | Clase 4             | Baja           | Alta   |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

Del Cuadro 5.2.7-11 se concluye, que todas las cuencas evaluadas son de **Clase 4**, es decir presentan una capacidad de adaptación **ALTA** ante modificaciones e incorporaciones en la estructura del paisaje urbano y nuevos componentes; característica asociada a la baja calidad del paisaje, debido al fuerte grado de intervención antrópica en la zona, de condiciones arquitectónicas muy pobres y carentes de estética, además de ser muy heterogénea.

## 5.2.8. SUELOS Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA

### 5.2.8.1. SUELOS

El presente capítulo contiene información básica del área de influencia, sobre el componente edáfico, elemento fundamental para la caracterización del medio físico. El estudio fue elaborado en base al trabajo de campo, recolección de muestras de suelo y su posterior análisis de laboratorio. El suelo es un recurso natural que debe ser estudiado por medio de su perfil, constituido por diferentes capas u horizontes. El perfil muestra el grado de evolución del suelo, resultado de la acción conjunta de sus factores de formación (material parental, clima, organismos, relieve y tiempo). El estudio del perfil y de las características ecogeográficas del lugar permite una mejor comprensión del recurso proporcionando información útil dentro del contexto de una evaluación ambiental.

Los criterios y técnicas metodológicas empleadas se han ceñido a las normas y lineamientos generales que establece el Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos del Perú, aprobado mediante Decreto Supremo N°013-2010-AG, así como para la clasificación taxonómica de los suelos se utilizó el Keys of Soil Taxonomy (doceava Edición, 2014), del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, complementándose con el Manual de Levantamientos de Suelos (Soil Survey Manual, 1993). Para la interpretación práctica del potencial de tierras se ha utilizado el Reglamento de Clasificación de Tierras del Perú, aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2009-AG.

#### 5.2.8.1.1 Clasificación De Suelos

##### 5.2.8.1.1.1. Clasificación de Suelos de acuerdo a su Origen

Una de las formas de caracterizar a los suelos es de acuerdo a su origen, es decir, evaluando el material parental del que se desarrollaron o se formaron los suelos. Para el área de influencia se han identificado suelos derivados de materiales aluviales.

##### a) Suelos derivados de materiales aluviales

Se encuentran en planicies (de terrazas) aluviales medias y bajas, y son de escaso desarrollo genético. Presentan textura media, fertilidad química media a baja, son moderadamente profundos a profundos, sin pedregosidad superficial natural y drenaje bueno a moderado.

Asimismo es preciso señalar que gran parte del área del área de influencia áreas disturbadas y cubiertas por edificaciones correspondientes a la zona urbana de Lima y el Callao en general.

##### 5.2.8.1.1.2. Clasificación de Suelos de acuerdo al Sistema del Soil Taxonomy

El régimen de temperatura del suelo se mide a 50 cm de profundidad, asumiéndose que es igual a la temperatura del aire más 1 °C (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 1993). El área de influencia se encuentra en la zona de vida desierto desecado Subtropical, lo que otorga al suelo un régimen de humedad ústico y de temperatura térmico.

## A. Unidades Taxonómicas

Dentro del área de influencia se han identificado un (01) orden, un (01) suborden, un (01) gran grupo, dos (02) sub grupos. Para mayor detalle, se han definido dos (02) unidades de suelo a los cuales se les asigna un nombre local. El Cuadro 5.2.8-1, presenta las unidades taxonómicas identificadas, organizadas jerárquicamente.

**Cuadro 5.2.8-1** Clasificación Natural de los suelos - Soil Taxonomy<sup>1</sup>.

| Orden    | Sub orden | Gran grupo   | Sub grupo          | Nombre      |
|----------|-----------|--------------|--------------------|-------------|
| Entisols | Fluvents  | Ustifluvents | Aquic Ustifluvents | Centenario  |
|          |           |              | Typic Ustifluvents | San Agustín |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

Adicionalmente se presenta en el Anexo 5.2.8-1 los perfiles modales de cada suelo identificado.

## B. Unidades Cartográficas

Para los fines del presente estudio se utilizan ocho (08) fases y rangos de pendiente, los cuales se indican en el Cuadro 5.2.8-2.

**Cuadro 5.2.8-2** Fases por pendiente

| Término Descriptivo     | Rango (%) | Símbolo |
|-------------------------|-----------|---------|
| Plana o casi a nivel    | 0 – 2     | A       |
| Ligeramente inclinada   | 2 – 4     | B       |
| Moderadamente inclinada | 4 – 8     | C       |
| Fuertemente inclinada   | 8 – 15    | D       |
| Moderadamente empinada  | 15 – 25   | E       |
| Empinada                | 25 – 50   | F       |
| Muy empinada            | 50 – 75   | G       |
| Extremadamente empinada | > 75      | H       |

Fuente: DS.017-2009-AG.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

**Cuadro 5.2.8-3** Unidades Taxonómicas

| Consociaciones                           | Símbolo | Proporción (%) | Fase por pendiente | Superficie |        |
|------------------------------------------|---------|----------------|--------------------|------------|--------|
|                                          |         |                |                    | (ha)       | %      |
| Centenario                               | Ce      | 100            | A                  | 46,07      | 0,83   |
| San Agustín                              | SA      | 100            | A                  | 276,07     | 4.95   |
|                                          |         |                | B                  | 171,27     | 3,07   |
| Otros                                    |         |                |                    |            |        |
| Materiales misceláneos                   | Ms      | 100            | A                  | 155,06     | 2,78   |
|                                          |         | 100            | B                  | 19,61      | 0,35   |
| Ríos y Áreas no edáficas (Zonas Urbanas) |         |                |                    | 4913,49    | 88,03  |
| Total                                    |         |                |                    | 5581,58    | 100,00 |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

<sup>1</sup> United States & Department of Agriculture Handbook 1993 Soil Survey Manual

### Suelo Centenario (Ce)

Pertenece al subgrupo Aquic Ustifluents porque presenta dentro de uno a más horizontes dentro de los 50 cm de la superficie de suelo mineral, condiciones Redox con croma de dos o menos y también condiciones ácuicas en algún momento del año. En uno o más horizontes dentro de los 150 cm de la superficie de suelo mineral, un color value en húmedo de cuatro o más. Está conformado principalmente por la unidad edáfica Centenario, en sus fases por pendiente plana o casi a nivel (0 a 2 %). Presenta una secuencia de horizontes Ap-C1-C2; son suelos derivados de materiales aluviales, se ubican en terrazas bajas (zona de humedales). Presentan permeabilidad moderada y drenaje moderado.

La capa superficial, se caracteriza por presentar horizonte Ap, de color gris muy oscuro (10YR 3/1), en húmedo; presenta textura franca, con presencia de gravas y gravillas en 5 a 10 %; reacción moderadamente básica (pH=7,99); porcentaje medio de materia orgánica (2,94); una C.E.(1:1) de 2,22 dS/m, estimando una C.E. en extracto de saturación de 4,44 dS/m lo cual indicaría ser moderadamente salino; con una CIC media (16,96 meq/100g); una saturación de bases por suma de cationes de 100 %. Calcáreo total alto (16,70 %). Contenido de fósforo alto (84,6 ppm) y de potasio bajo (87 ppm).

El material subyacente no presenta estructura, textura franca a franco limosa; de color gris muy oscuro a pardo amarillento (10YR 3/1 a 10YR 4/4), en húmedo; presenta una reacción moderadamente básica (pH=7,84 a 8,13); porcentaje medio a bajo de materia orgánica (2,56 a 0,17); una C.E.(1:1) de 1,01 a 1,29 dS/m, estimando una C.E. en extracto de saturación de 2,02 a 2,58 dS/m lo cual indicaría ser moderadamente salino; con una CIC media (15,36 a 10,72); una saturación de bases por suma de cationes de 100 %. Presenta moteaduras de 25 a 30 %, de color rojo amarillento en húmedo (5YR 5/6).

### Suelo San Agustín (SA)

Pertenece al subgrupo Typic Ustifluents porque presenta deposiciones recientes de material de origen aluvial y no presenta contacto lítico o paralítico dentro de los 25 cm de suelo superficial. Está conformado principalmente por la unidad edáfica San Agustín, en sus fases por pendiente plana o casi a nivel (0 a 2 %) y ligeramente inclinada (2 a 4 %). Presenta una secuencia de horizontes Ap-AC-C2-2C3-3C4; son suelos derivados de materiales aluviales, se ubican en terrazas bajas. Presenta permeabilidad moderada y drenaje bueno a moderado.

La capa superficial, se caracteriza por presentar horizonte Ap, de color pardo grisáceo (10YR 5/2), en seco; presenta textura franca, con presencia de gravas y gravillas en 10 a 15 %; reacción ligeramente básica (pH=7,81); porcentaje bajo de materia orgánica (1,81); una C.E.(1:1) de 1,31 dS/m, estimando una C.E. en extracto de saturación de 2,62 dS/m lo cual indicaría ser ligeramente salino; con una CIC baja (12,80 meq/100g); una saturación de bases por suma de cationes de 100 %. Calcáreo total medio (3,40 %). Contenido de fósforo alto (61,6 ppm) y de potasio medio (108 ppm).

La capa subyacente representa una capa de transición entre el Horizonte Ap y el C; textura franca; de color pardo (10YR 5/3), en seco; presenta una reacción moderadamente básica (pH= 8,13); porcentaje bajo de materia orgánica (1,30); una C.E.(1:1) de 0,39 dS/m, estimando una C.E. en extracto de saturación de 0,78 dS/m lo cual indicaría ser muy ligeramente salino; con una CIC baja (14,08); una saturación de bases por suma de cationes de 100 %.

## 5.2.8.2. CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS

### 5.2.8.2.1. Generalidades

La capacidad de uso de una tierra puede definirse como la aptitud natural del suelo para la producción de cultivos, pecuaria, forestal o uso paisajístico (protección) en forma constante bajo tratamientos continuos y usos específicos. De acuerdo al Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (Decreto Supremo N°017-2009-AG), las tierras son entidades que involucran tres componentes: clima (zonas de vida), suelo y relieve. Así mismo, en dicho Reglamento se indica que las unidades de tierras son las interpretaciones de las unidades de suelos en términos de su potencial. En la práctica, una unidad de tierra equivale a la interpretación de una unidad cartográfica de suelo.

El indicado reglamento establece un sistema para clasificar las unidades de tierra por su capacidad de uso mayor, esta última definida como la aptitud natural para la producción de especies vegetales en forma constante o temporal, bajo prácticas de manejo continuo y tratamientos específicos. En esta sección se aplica este sistema a las unidades de tierra presentes en el área de influencia.

### 5.2.8.2.2. Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso Mayor

El grupo de capacidad de uso mayor es determinado mediante el uso de las claves de las zonas de vida en correlación con las características edáficas más relevantes para la zonificación agroecológica de un territorio. Esta categoría representa la más alta abstracción del Sistema, agrupa a las tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso, es decir, a tierras que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible de tierras aptas para cultivos en limpio (A), tierras aptas para cultivos permanentes (C), tierras aptas para pastos (P), tierras aptas para producción forestal (F) y las tierras de protección (X). En el Cuadro 5.2.8-4 se presenta la superficie y porcentaje que ocupa cada una de las unidades de capacidad de uso mayor de tierras identificadas.

**Cuadro 5.2.8-4** Capacidad de Uso Mayor de las Tierras

| Grupo                                                       | Clase | Subclase | Descripción                                                                                        | Superficie |        |
|-------------------------------------------------------------|-------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|
|                                                             |       |          |                                                                                                    | ha         | %      |
| A                                                           | A3    | A3s(r)   | Suelo San Agustín. Tierras Aptas para cultivos en limpio, con limitaciones por fertilidad y riego. | 447,35     | 8,01   |
| X                                                           |       | Xsi      | Suelo Centenario. Tierras de Protección, con limitaciones por suelo (fertilidad) e inundación.     | 46,07      | 0,83   |
|                                                             |       | Xs       | Tierras de Protección, materiales misceláneos                                                      | 174,67     | 3,13   |
| Otros (Zonas con Edificaciones e infraestructura Vial, Río) |       |          |                                                                                                    | 4913,49    | 88,03  |
| Total                                                       |       |          |                                                                                                    | 5581,58    | 100,00 |

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

### A. Tierras Aptas para cultivos en limpio (A)

Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios uso sostenible. Se identificó una clase: tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica baja (A3).

- **Subclase A3s(r)**

Se encuentra sobre una planicie (de terraza baja) aluvial con relieves planos a ligeramente inclinados y pendientes menores de 4 %. Presenta limitación únicamente por suelo, debido a una fertilidad baja, en función a los contenidos de materia orgánica (1,81 %). Agrupa al suelo San Agustín en fase por pendiente A y B.

Lineamientos de uso y de manejo agrológico: La aplicación de fertilizantes químicos de tipo nitrogenado, fosfatado y potásico, microelementos, etc., es necesaria para elevar la disponibilidad de nutrientes a los cultivos. Con el fin de mejorar las propiedades físicas y la actividad microbiana, es recomendable la aplicación de estiércol (materia orgánica). Asimismo se deberá asegurar la dotación de agua en momento oportuno.

## **B. Tierras de protección (X)**

Son aquellas tierras que debido a sus severas limitaciones no permiten establecer en ellas actividades agrícolas, pecuarias o forestales. Si bien este grupo no presenta clase ni subclase, con fines de explicación en el Cuadro 5.2.8-4 se señalan las razones que determinaron incluir a los mencionados suelos como Tierras de Protección.

- **Tierras de protección Xsi**

Estas tierras incluyen al suelo Centenario, su mayor limitación se encuentra en el riesgo de inundación por afloramiento de agua y tsunamis, y la fertilidad baja. Cabe mencionar que estos suelos se encuentran en zonas de humedales.

- **Tierras de protección Xs**

Dentro del área de influencia se puede evidenciar áreas alteradas sin suelo natural, ya que presentan materiales misceláneos (desmontes variados, desechos orgánicos, materiales aluviales, chatarra, entre otros) que fueron homogenizados y que se encuentran en constante alteración por movimiento y deposición de más materiales. A estas áreas se le otorgó una clasificación de Uso Mayor de Tierras de Xs. Ver panel fotográfico en el Anexo 5.2.8-3.

### 5.2.8.3. USO ACTUAL DE LA TIERRA

Esta sección tiene por finalidad identificar y caracterizar los diferentes usos de la tierra que se presentan área de influencia ambiental de la ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (en adelante área de influencia). El área de influencia se encuentra en el sector central de la provincia y distrito de Callao (Provincia Constitucional del Callao), que corresponde a un ámbito urbano. Debido a estas características, se considera para esta clasificación del Uso Actual de la Tierra una adaptación de la metodología del LBCS (*Land Based Classification Standards*), elaborada por la Asociación de Planificación Americana (APA) en conjunto con otras 6 instituciones federales de los EEUU; además esta clasificación se complementa con la presentación de la zonificación considerada en los instrumentos de planificación del Gobierno Local que rige en el área de influencia.

Esta sección se complementa además con el Mapa de Uso Actual de la Tierra LBF-07 (ver Volumen III Mapas) trabajado a escala 1:25 000.

#### 5.2.8.3.1. Categorías de Uso Actual de las Tierras

La clasificación multicriterio de la LBCS está orientada a la generación de una base de datos completa del uso de la tierra, en base a cinco criterios de clasificación: actividades, funciones, estructura, configuración de sitio y propiedad. En este estudio se considera únicamente el criterio de la *estructura*, ya que permite identificar el componente netamente físico de las formas de ocupación del territorio y adaptarlo mejor a las categorías de uso en el área de influencia del proyecto.

**Cuadro 5.2.8-5** Usos identificados en el área de influencia

| Categorías de uso                 | Unidades de Uso                                  | Simbología | Superficie     |               |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------|------------|----------------|---------------|
|                                   |                                                  |            | ha             | %             |
| Áreas urbanas                     | Edificaciones residenciales                      | Er         | 2686,89        | 48,14         |
|                                   | Equipamiento e instalaciones existentes mayores  | EqM        | 363,58         | 6,51          |
|                                   | Zona industrial y comercial                      | Zic        | 842,41         | 15,09         |
|                                   | Infraestructura Institucional                    | Ii         | 588,02         | 10,54         |
|                                   | Edificaciones mixtas                             | Em         | 60,74          | 1,09          |
|                                   | Instalaciones relacionadas con el transporte (*) | Tr         | 313,63         | 5,62          |
| Áreas sin infraestructura y otros | Planicies eriazas (antes agrícolas)              | Pe         | 642,96         | 11,52         |
|                                   | Humedales                                        | Hu         | 46,07          | 0,83          |
| Río                               |                                                  |            | 37,28          | 0,67          |
| <b>Total</b>                      |                                                  |            | <b>5581,58</b> | <b>100,00</b> |

(\*) Unidades no cartografiadas a la escala de trabajo.

Fuente: Trabajo de Campo, Walsh Perú 2017.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017.

## A. Áreas Urbanas

### • Edificaciones residenciales (Er)

Son las áreas destinadas al uso residencial o de vivienda, y las edificaciones son destinadas para uno o varios núcleos familiares. Por lo general las estructuras son de material noble, en su mayoría pueden observarse viviendas multifamiliares de hasta 3 pisos, y en algunos casos se han instalado en las mismas viviendas, como un medio de ingreso adicional a estos hogares, comercios menores como: tiendas de abarrotes, salones de belleza, entre otros. Estas viviendas corresponden a los AA. HH Juan Pablo II, Villa Mercedes, Gambeta Baja Este, Santa Rosa, Jose Olaya, Aeropuerto, Bocanegra y Las Fresas, entre otros asentamientos de similares características en el área de influencia directa del proyecto, mientras que en las áreas de influencia indirecta del proyecto comprende a las áreas urbanas de los distritos San Martín de Porres, Carmen de la Legua, Bellavista, La Perla, San Miguel y Magdalena del Mar.

Dentro del área de influencia directa también se pudieron identificar sectores de AA.HH, en los cuales imperan las estructuras de materiales precarios (adobes, maderas, módulos prefabricados, etc.), que en su mayoría corresponden a construcciones de 1 piso; entre estos AA.HH, contiguos a la Av. Prolongación Centenario, están: Acapulco, Tiwinza, Franco Bolognesi y Daniel Alcides Carrión.



**Fotos 1, 2 y 3. Asentamientos Humanos en el área de influencia directa.** En la izquierda (1) viviendas en la Av. Néstor Gambetta, que corresponden al AA.HH Juan Pablo II y (3) de Las Fresas, construcciones de material noble, en su mayoría que corresponde a áreas urbanizadas; En la fotografía (2) viviendas del AA.HH Tiwinza, estructuras de materiales precarios, en su mayoría de 1 piso.

- **Equipamiento e instalaciones existentes mayores (EqM)**

Entre las instalaciones y equipamiento de mayor importancia está el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, el más importante del país y uno de los principales centro de conexión en la región, motivo por el cual el aumento del flujo de pasajeros, carga y correos tienen un crecimiento sostenido.



**Foto 4 Vista aérea.** Imagen de las instalaciones actuales del Aljch.

- **Zona industrial y comercial (Zic)**

Alrededor de las instalaciones del Aljch se ubican los principales centros e infraestructura relacionada con los servicios de transportes y carga como Lima Cargo City y Centro Aéreo comercial, entre los más importantes y diversas redes comerciales a lo largo de la principal avenida colindante, Elmer Faucett. También se identificaron industrias relacionadas a la producción de envases plásticos, químicos y ensamblaje de electrodomésticos, entre otras que corresponde a industrias menores.

Otro importante sector que alberga centros comerciales e industrias es la Av. Argentina donde podemos encontrar industrias dedicadas a distintos rubros.

- **Infraestructura Institucional (Ii)**

Está representada por las edificaciones institucionales de carácter público, en sus diversos niveles o secciones. Se incluye las edificaciones del sector salud, educación, municipalidades, ministerios y otras dependencias públicas; también forman parte de esta categoría las instituciones como museos, comisarias, cementerios entre otras.

La principal sede del gobierno regional se encuentra en el área de influencia, así como instituciones policiales, bases militares y centros de Aviación Policial y Aviación Naval. En el sector oeste del área de influencia se encuentran las instalaciones de los Juzgados de la Corte Superior del Callao, Centros de Estudios Criminológicos e instalaciones del INPE.

En esta unidad también se han considerado aquellas centro educativos y toras instituciones de gran envergadura con son: La Universidad Nacional Mayor de San Marcos, La Pontificia Universidad Católica del Perú, Colegio Militar Leoncio Prado, Colegio Claretiano Católico, el Hospital Naval y el Parque de las Leyendas, Cuartel general Naval y el Estadio Migue Grau.



Fotos 5, 6 y 7. Oficinas del Gobierno Regional del Callao y Base FAP del Callao, ubicadas en la Av. Elmer Faucett. En la Av. Prolog. Centenario (7), se ubican los Juzgados de la Corte superior del Callao y las instalaciones del penal del Callao, del INPE.

- **Edificaciones mixtas (Em)**

Las edificaciones mixtas se distribuyen en el sector oeste del área de influencia, contiguo a la franja costera y cerca de empresas relacionadas al servicio de carga. Se pueden identificar almacenes de *containers*, diversas máquinas (embarcaciones antiguas) y equipos diversos, algunos en casi estado de abandono; así como lotes o viviendas ocupadas para productos de reciclaje.

- **Instalaciones relacionadas con el transporte\* (Tr)**

Se incluye todo tipo de infraestructura relacionada con el sistema de transporte, como la red vial, estacionamientos públicos, paraderos y grifos. Como la infraestructura presente en las vías principales dentro del área de influencia: Elmer Faucett, Néstor Gambetta, Morales Duárez, Av. Argentina, Av. Oscar Benavides, Av. Venezuela, Av. La Marina y Costa Verde, cuyo tránsito vehicular diario es muy alto.

## **B. Áreas sin infraestructura y otros**

- **Planicies eriazas (antes agrícolas) Pe**

Corresponde a la zona de las planicies aluviales, que pertenecieron al ex fundo San Agustín, tierras que tuvieron uso agrícola, y que actualmente forman parte del área de ampliación directa de las instalaciones del AIJCH. En algunos sectores se pueden identificar montículos con residuos de materiales diversos e infraestructura que correspondía a industrias. También se observan áreas donde el nivel freático se ha elevado, incluso aflorando en superficie. Actualmente no se desarrolla ningún tipo de uso en esta área.

- **Humedales (Hu)**

Corresponde a las formaciones vegetales, que se identifican en el sector de planicies, contiguos a la Av. Néstor Gumbetta. Este tipo de vegetación es productos de los afloramientos de agua, de la napa freática cuya profundidad no es muy baja en la zona.



**Foto 8. Vista de las planicies aluviales**, en estas se pueden identificar los materiales acumulados y sectores con presencia de vegetación.

#### 5.2.8.3.2. Zonificación

A través de la Gerencia de Planeamiento Urbano y Catastro, del Gobierno Regional del Callao, se elaboró el Plan de Desarrollo Urbano periodo 2011- 2022 (distritos del Callao) y Reajuste Integral de la Zonificación de los Suelos de Lima Metropolitana del 2007 (Distritos San Miguel, Magdalena del Mar y San Martín de Porres) instrumentos en el que se establece una zonificación urbana para todos los distritos. Acorde a este instrumento, en el área de influencia se identificaron los siguientes:

#### **Cuadro 5.2.8-6** Zonificación Urbana en el Área de influencia

| Zonas                              | Tipo                                                                                                                                        |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zonas Residenciales                | Residencial de Densidad Media - RDM                                                                                                         |
| Zona mixta                         | Mixta de densidad media - MDM                                                                                                               |
| Zonas comerciales                  | Comercio distrital - CD                                                                                                                     |
|                                    | Comercio metropolitano - CM                                                                                                                 |
|                                    | Comercio especializado - CE                                                                                                                 |
| Zonas industriales                 | Industria liviana - IL                                                                                                                      |
| Zonas de equipamiento urbano mayor | Equipamiento de educación - E                                                                                                               |
| Zonas recreacionales               | Recreación pública - ZRP                                                                                                                    |
| Zonas de usos especiales           | Usos especiales – OU                                                                                                                        |
| Zona de reglamentación especial    | Zona de reglamentación especial (3) con problemas de hacinamiento, seguridad física y con programas integrales de renovación urbana - ZRE-3 |
| Zona de Actividades Logísticas     | Zona para actividades relacionadas con la carga tanto para el Aeropuerto como para el Puerto - ZAL                                          |

Fuente: Plano de Zonificación Urbana del Callao (Act. Según Ordenanzas y Resoluciones), Gerencia de Planeamiento Urbano y Catastro del Callao, diciembre del 2009.

La categorías predominantes son: **Usos especiales (OU)**, que corresponde a las zonas destinadas a actividades político administrativas, institucionales o de servicios públicos, que en algunos casos se han diversificado, como es el caso del aeropuerto y que con esta zonificación se viene reservando el área; y Comercio Metropolitano (CM).

#### 5.2.8.3.3. Conflictos de Uso del Suelos en el Área de Estudio

Para realizar el análisis de los conflictos de uso de los suelos del área de estudio se ha tomado en consideración el mapa de capacidad de uso mayor y el uso actual de los suelos; en este sentido luego del análisis se tiene lo siguiente:

- La mayor parte de la superficie del área de estudio (88,03 %) está ocupado por las edificaciones residenciales, industriales e infraestructura vial.
- Solo el 11,97 % del área de estudio presenta Tierras Aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica baja y tierras de protección.

En el cuadro siguiente se presenta el detalle de las observaciones de la comparación de los usos y la capacidad de uso mayor de tierras. Los conflictos de uso del área de estudio se presentan en el Mapa LBF-07.1. (Ver Volumen III Mapas).

**Cuadro 5.2.8-7** Conflictos del uso del Suelos en el área de Influencia

| Capacidad de Uso Mayor de las Tierras                                          | Uso Actual de la Tierra | Conflictos de Uso |    | Superficie     |               |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|----|----------------|---------------|
|                                                                                |                         |                   |    | Ha             | %             |
| Tierras Aptas para cultivos en limpio, con limitaciones por fertilidad y riego | Planicies eriazas       | Subutilizado      | No | 447,35         | 8,01          |
| Tierras de Protección, materiales misceláneos                                  | Planicies eriazas       | Adecuado          | No | 174,67         | 3,13          |
| Tierras de Protección, con limitaciones por suelo (fertilidad) e inundación.   | Planicies eriazas       | Adecuado          | No | 46,07          | 0,83          |
| Otros (Zonas con Edificaciones e infraestructura Vial, Río)                    |                         |                   |    | 4913,49        | 88,03         |
| <b>TOTAL</b>                                                                   |                         |                   |    | <b>5581,58</b> | <b>100,00</b> |

Luego del análisis se concluye que los terrenos del área de ampliación del AIJCH, se identificaron Tierras con aptitud agrícola, de baja fertilidad y limitaciones de riego, y Tierras de protección, con serias limitaciones para el desarrollo de actividades. Actualmente no se desarrolla ningún tipo de uso sobre estos terrenos; por lo tanto, son tierras subutilizadas y con uso adecuado, que no implican conflictos en la actualidad.

### 5.2.9. CALIDAD DE SUELO

El suelo, constituye un recurso natural de gran importancia que desempeña funciones en la superficie terrestre como reactor natural y hábitat de organismos, así como soporte de infraestructura y fuente de materiales no renovables. Las características del suelo son el resultado de una larga evolución hasta alcanzar un equilibrio con las condiciones naturales. Cabe indicar que la calidad de suelos depende de diversos factores ambientales como: la constitución geológica, la fisiografía, la hidrología y el clima, siendo también afectada por actividades antrópicas.

#### 5.2.9.1. ESTÁNDARES DE COMPARACIÓN

Los parámetros a tomar en cuenta para la evaluación de la calidad de suelo, por la actividad que realizará LAP y que son exigidos por la autoridad mediante el D.S. N° 011-2017-MINAM se describen a continuación. Ver Cuadro 5.2.9-1.

**Cuadro 5.2.9-1** Parámetros y estándares para calidad de suelos

| Parámetro                              | Unidades | Estándares de Calidad Ambiental para Suelos* |                            |                                         |
|----------------------------------------|----------|----------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|
|                                        |          | Suelo Agrícola                               | Suelo Residencial/ Parques | Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo |
| Arsénico                               | mg/kg    | 50                                           | 50                         | 140                                     |
| Bario total                            | mg/kg    | 750                                          | 500                        | 2000                                    |
| Cadmio                                 | mg/kg    | 1.4                                          | 10                         | 22                                      |
| Cromo total                            | mg/kg    | **                                           | 400                        | 1000                                    |
| Mercurio                               | mg/kg    | 6.6                                          | 6.6                        | 24                                      |
| Plomo                                  | mg/kg    | 70                                           | 140                        | 800                                     |
| Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28) | mg/kg    | 1 200                                        | 1 200                      | 5 000                                   |
| Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40) | mg/kg    | 3 000                                        | 3 000                      | 6 000                                   |

\*Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.

\*\* El parámetro no aplica para el suelo de uso agrícola.

Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

#### 5.2.9.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Para el establecimiento de la línea base de calidad de suelos en el área de ampliación del AIJCH, se efectuó el levantamiento de información primaria, y la recopilación y procesamiento de información secundaria.

La información primaria se colectó a partir del muestreo de suelo superficial en la ex zona agrícola del área de ampliación del AIJCH (Ver Figura 5.2.9-1). Por otra parte, la información secundaria se recopiló a partir de los estudios presentados en el Cuadro 5.2.9-2.

**Figura 5.2.9-1** Ubicación de las zonas de estudio

Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

**Cuadro 5.2.9-2** Fuentes de investigación

| Estudio                                                                                                                                                      | Año  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Informe de Identificación de Sitios Contaminados del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.                                                                  | 2015 |
| Identificación, Caracterización, Evaluación y Cuantificación de Pasivos Ambientales en los Terrenos de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. | 2017 |

Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

Estos estudios proporcionaron información relevante sobre los resultados de muestreo de suelo superficial<sup>1</sup>, para la ex zona agrícola y la ex zona industrial del área de ampliación. Todos los resultados considerados se compararon con los ECA suelos y la evaluación del nivel de fondo.

### 5.2.9.3. PUNTOS DE MUESTREO

#### Evaluación de información primaria

El muestreo de calidad de suelo se llevó a cabo, según los lineamientos de la Guía de muestreo de suelos del MINAM (GMS). Para la captación de muestras, se elaboró y ejecutó un plan de muestreo

<sup>1</sup> Muestras analizadas por laboratorios acreditados por INDECOPi 2015 y por INACAL 2017

de suelo, el cual se presenta en el Anexo 5.2.9-3, las fichas de muestreo de suelo superficial se presentan en el Anexo 5.2.9-1.

La ubicación y detalles de los puntos de muestreo se presentan en el Cuadro 5.2.9-3, asimismo el Mapa LBF-14 (ver Anexo III Mapas) presenta la ubicación de los puntos de muestreo evaluados.

#### **Evaluación de información secundaria**

El Cuadro 5.2.9-3 presenta los puntos de muestreo secundarios, considerados para la evaluación de la calidad de suelo en el área de estudio. Cabe resaltar que los muestreos de suelo ejecutados para estos estudios siguieron los lineamientos requeridos por la GMS. Ver fichas de muestreo de suelo superficial en el Anexo 5.2.9-1.

#### **5.2.9.4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS**

Los resultados de muestreo de suelo para evaluación de la calidad de este, como información primaria y la compilación de los resultados de muestreo de suelo superficial como información secundaria se presentan en los cuadros 5.2.9-4 y 5.2.9-5.

Adicionalmente el informe de ensayo y la cadena de custodia se presentan en el Anexo 5.2.9-2.

Cuadro 5.2.9-3 Puntos de muestreo para evaluación de calidad de suelo

| Código de área de muestreo                                                                                                         | Coordenadas WGS 84 |           | N° de puntos de muestreo | Profundidad de muestreo (cm) | Tipo de muestra | Zona Referencial   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|--------------------------|------------------------------|-----------------|--------------------|
|                                                                                                                                    | Este               | Norte     |                          |                              |                 |                    |
| Información Primaria                                                                                                               |                    |           |                          |                              |                 |                    |
| Modificación del Estudio de Impacto Ambiental LAP (Julio 2017)                                                                     |                    |           |                          |                              |                 |                    |
| SU-01                                                                                                                              | 268 631            | 8 671 357 | 10                       | 0 - 10                       | Compuesta       | Ex zona agrícola   |
| SU-02                                                                                                                              | 268 592            | 8 670 177 | 10                       | 0 - 10                       | Compuesta       | Ex zona agrícola   |
| SU-03                                                                                                                              | 269 581            | 8 668 607 | 10                       | 0 - 10                       | Compuesta       | Ex zona agrícola   |
| Información Secundaria                                                                                                             |                    |           |                          |                              |                 |                    |
| Identificación, Caracterización, Evaluación y Cuantificación de Pasivos Ambientales en los Terrenos de Ampliación del AUJCH (2017) |                    |           |                          |                              |                 |                    |
| Pasivo código-01                                                                                                                   | 268 231            | 8 671 727 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona industrial |
| Pasivo código-05                                                                                                                   | 268 123            | 8 671 780 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona industrial |
| Pasivo código-18                                                                                                                   | 267 852            | 8 671 776 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona industrial |
| Pasivo código-34                                                                                                                   | 267 964            | 8 672 076 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona industrial |
| Pasivo código-41                                                                                                                   | 267 847            | 8 672 231 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona industrial |
| Pasivo código-47                                                                                                                   | 267 539            | 8 672 260 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona industrial |
| Pasivo código-53                                                                                                                   | 267 559            | 8 671 700 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona industrial |
| Pasivo código-54                                                                                                                   | 267 559            | 8 671 322 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona industrial |
| Pasivo código-55                                                                                                                   | 267 995            | 8 671 419 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona industrial |
| Pasivo código-141                                                                                                                  | 268 679            | 8 668 444 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona agrícola   |
| MFA-1*                                                                                                                             | 267 999            | 8 671 160 | 10                       | 0 - 10                       | Compuesta       | Ex zona industrial |
| MFA-2*                                                                                                                             | 267 904            | 8 671 381 | 10                       | 0 - 10                       | Compuesta       | Ex zona industrial |
| MFA-3*                                                                                                                             | 267 922            | 8 672 122 | 10                       | 0 - 10                       | Compuesta       | Ex zona industrial |
| IISC del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez - (2015)                                                                            |                    |           |                          |                              |                 |                    |
| ZN-1                                                                                                                               | 269 026            | 8 672 040 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona agrícola   |
| ZS-28                                                                                                                              | 270 686            | 8 668 326 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona agrícola   |
| ZA-29                                                                                                                              | 270 322            | 8 668 671 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona agrícola   |
| ZA-30                                                                                                                              | 269 903            | 8 669 218 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona agrícola   |
| ZA-31                                                                                                                              | 269 273            | 8 670 707 | 1                        | 0 - 10                       | Simple          | Ex zona agrícola   |

\* Muestras para evaluación de nivel de fondo antrópico en la ex zona industrial  
Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

Cuadro 5.2.9-4 Resultados de muestreo de suelo superficial - Información primaria

| N°                                                                 | Código | Coordenadas UTM WGS84 |           | Parámetros (mg/kg) |       |        |       |          |       |                             |       |  |  |
|--------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------|-----------|--------------------|-------|--------|-------|----------|-------|-----------------------------|-------|--|--|
|                                                                    |        | Este                  | Norte     | Arsénico           | Bario | Cadmio | Cromo | Mercurio | Plomo | Fracciones de hidrocarburos |       |  |  |
|                                                                    |        |                       |           |                    |       |        |       |          |       | F2                          | F3    |  |  |
| Modificación del Estudio de Impacto Ambiental LAP (Julio 2017)     |        |                       |           |                    |       |        |       |          |       |                             |       |  |  |
| 1                                                                  | SU-01  | 268 631               | 8 671 357 | 2.56               | 191.6 | 0.17   | 29.1  | <0.010   | 9.03  | <5.00                       | <5.00 |  |  |
| 2                                                                  | SU-02  | 268 592               | 8 670 177 | 1.09               | 137   | 0.09   | 33.4  | <0.010   | 6.14  | <5.00                       | <5.00 |  |  |
| 3                                                                  | SU-03  | 269 581               | 8 668 607 | 1.88               | 168.5 | 0.15   | 30.1  | <0.010   | 8.57  | <5.00                       | <5.00 |  |  |
| ECA suelo comercial/industrial/extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM) |        |                       |           | 140                | 2000  | 22     | 1000  | 24       | 800   | 5000                        | 6000  |  |  |

Fuente: Informe de ensayo SUE MIT-17-00392 S-3429-PE SUE: Suelo, AGQ.  
Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

Cuadro 5.2.9-5 Resultados de muestreo de suelo superficial – Información secundaria

| N°                                                                                                                                 | Código            | Coordenadas UTM WGS84 |           | Parámetros (mg/kg) |         |        |         |          |           |           | Fracciones de hidrocarburos |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------|--------------------|---------|--------|---------|----------|-----------|-----------|-----------------------------|--|--|
|                                                                                                                                    |                   | Este                  | Norte     | Arsénico           | Bario   | Cadmio | Cromo   | Mercurio | Plomo     | F2        | F3                          |  |  |
|                                                                                                                                    |                   |                       |           |                    |         |        |         |          |           |           |                             |  |  |
| Identificación, Caracterización, Evaluación y Cuantificación de Pasivos Ambientales en los Terrenos de Ampliación del AIJCH (2017) |                   |                       |           |                    |         |        |         |          |           |           |                             |  |  |
| 4                                                                                                                                  | Pasivo código-01  | 268 231               | 8 671727  | -                  | -       | -      | -       | -        | -         | 7 287.00  | 15 445.00                   |  |  |
| 5                                                                                                                                  | Pasivo código-05  | 268 123               | 8 671780  | -                  | -       | -      | -       | -        | -         | 449       | 750                         |  |  |
| 6                                                                                                                                  | Pasivo código-18  | 267 852               | 8 671776  | -                  | -       | -      | -       | -        | -         | 8 443.00  | 13 286.00                   |  |  |
| 7                                                                                                                                  | Pasivo código-34  | 267 964               | 8 672076  | -                  | -       | -      | -       | -        | -         | 1 420.00  | 15 750.00                   |  |  |
| 8                                                                                                                                  | Pasivo código-41  | 267 847               | 8 672231  | 875.39             | 746.12  | 67.52  | 276.774 | 0.397    | 86 308.27 | -         | -                           |  |  |
| 9                                                                                                                                  | Pasivo código-47  | 267 539               | 8 672 260 | -                  | -       | -      | -       | -        | -         | 5 221.00  | 6 492.00                    |  |  |
| 10                                                                                                                                 | Pasivo código-53  | 267 559               | 8 671 700 | -                  | -       | -      | -       | -        | -         | 12 162.00 | 34 468.00                   |  |  |
| 11                                                                                                                                 | Pasivo código-54  | 267 559               | 8 671 322 | 19.467             | 110.337 | 1.889  | 51.467  | 1.775    | 829.972   | -         | -                           |  |  |
| 12                                                                                                                                 | Pasivo código-55  | 267 995               | 8 671 419 | -                  | -       | -      | -       | -        | -         | 1 744.00  | 7 171.00                    |  |  |
| 13                                                                                                                                 | Pasivo código-141 | 268 679               | 8 668 444 | 53.03              | 622.154 | 13.55  | 209.054 | 0.804    | 1635.68   | -         | -                           |  |  |
| 14                                                                                                                                 | MFA-1             | 267 999               | 8 671 160 | 32.38              | 124.90  | 1.42   | 16.70   | 0.26     | 87.23     | <5        | 29.00                       |  |  |
| 15                                                                                                                                 | MFA-2             | 267 904               | 8 671 381 | 42.96              | 211.8   | 2.09   | 28.77   | 0.26     | 136.52    | 5         | 46                          |  |  |
| 16                                                                                                                                 | MFA-3             | 267 922               | 8 672 122 | 26.47              | 875.04  | 22.94  | 245.74  | 1.19     | 1 882.38  | 205       | 451                         |  |  |
| IISC del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez - (2015)                                                                            |                   |                       |           |                    |         |        |         |          |           |           |                             |  |  |
| 17                                                                                                                                 | ZN-1              | 269 026               | 8 672 040 | 22.8               | 140.8   | 1.28   | <0.2    | -        | 42.65     | <2        | -                           |  |  |
| 18                                                                                                                                 | ZS-28             | 270 686               | 8 668 326 | 45.69              | 111.8   | 1.76   | <0.2    | -        | 71.73     | <2        | -                           |  |  |
| 19                                                                                                                                 | ZA-29             | 270 322               | 8 668 671 | 57.03              | 158.2   | 2.24   | 22.6    | -        | 192.5     | <2        | -                           |  |  |
| 20                                                                                                                                 | ZA-30             | 269 903               | 8 669 218 | 70.36              | 214.5   | 2.24   | 27.77   | -        | 132.9     | <2        | -                           |  |  |
| 21                                                                                                                                 | ZA-31             | 269 273               | 8 670 707 | 105.3              | 306.6   | 2.85   | 49.54   | -        | 173.3     | <2        | -                           |  |  |
| ECA suelo comercial/industrial/extractivo (D.S. N° 011-2017-MINAM)                                                                 |                   |                       |           | 140                | 2 000   | 22     | 1 000   | 24       | 800       | 5 000     | 6 000                       |  |  |

IISC: Informe de identificación de sitios contaminados  
MFA: muestras de nivel de fondo antrópico en la ex área industrial  
Fuente: Informe de ensayo 4072/2015 ALS CORPLAB, 2015. Informes de ensayo MA1713162, MA1713442, MA1713182, MA1713836 SGS, 2017.  
Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

### 5.2.9.5. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SUELOS

#### 5.2.9.5.1 INFORMACIÓN PRIMARIA – EVALUACIÓN EX ZONA AGRÍCOLA

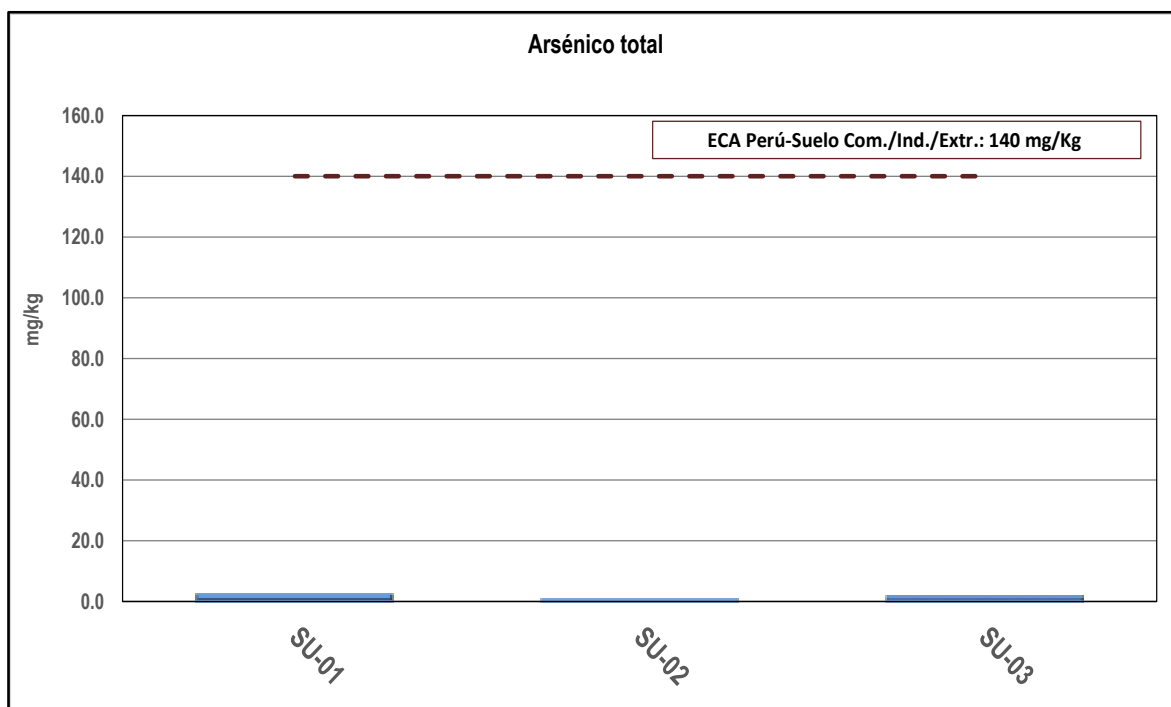
Tal como se registra en los cuadros de características de los puntos muestreados, la información primaria se ha obtenido en la ex zona agrícola del área del proyecto.

#### Parámetros inorgánicos

##### Arsénico total

Las concentraciones de Bario Total en las muestras de suelo superficial evaluadas SU-01, SU-02 y SU-03, no excedieron los ECA suelo (140 mg/kg). Ver Figura 5.2.9-2.

**Figura 5.2.9-2** Concentración de As total en los puntos de evaluación



Elaborado por Walsh Perú S.A., 2017

##### Bario total

Las concentraciones de Bario Total en las muestras de suelo superficial evaluadas; SU-01, SU-02 y SU-03, registraron 2.56 mg/kg, 1.09 mg/kg, 1.88 mg/kg, respectivamente, no excediendo el ECA suelo (D.S. 011-2017-MINAM: 2000 mg/kg).

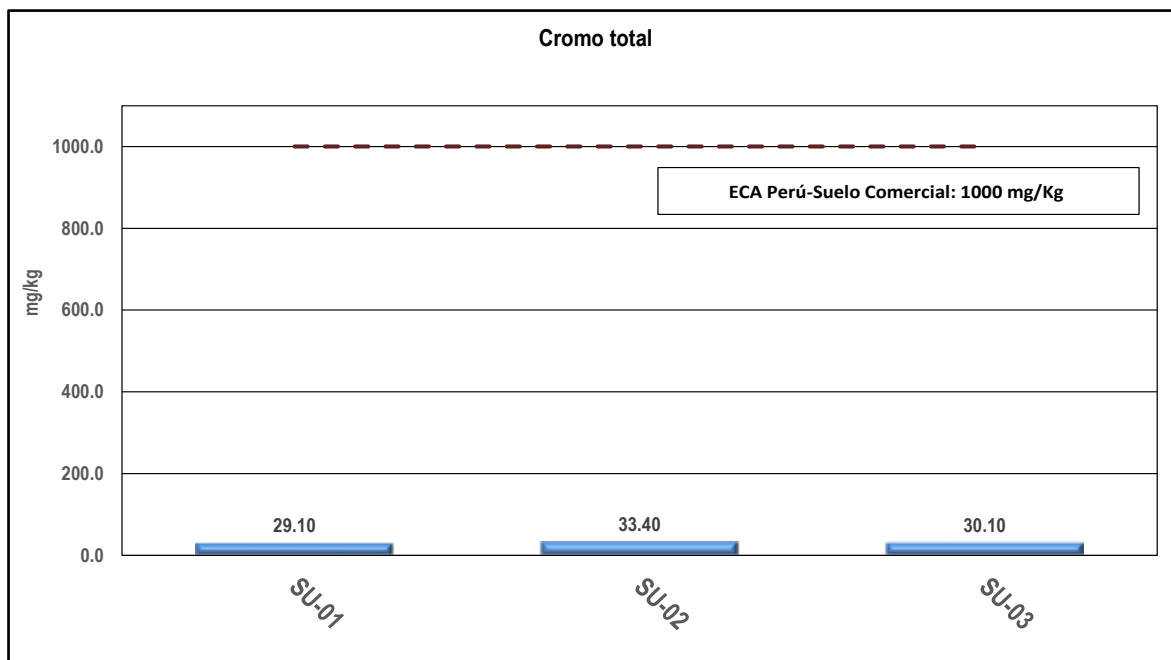
##### Cadmio total

Las concentraciones de Cadmio Total en las muestras de suelo superficial evaluadas SU-01, SU-02 y SU-03, registraron 0.17 mg/kg, 0.09 mg/kg, 0.15 mg/kg, respectivamente, no excediendo el ECA suelo (D.S. 011-2017-MINAM: 22 mg/kg).

### Cromo total

Las concentraciones de Cromo Total en las muestras de suelo superficial evaluadas SU-01, SU-02 y SU-03 registraron 29.1 mg/kg, 33.4 mg/kg, 30.1 mg/kg, respectivamente, no excediendo el ECA suelo (D.S. 011-2017-MINAM: 1000 mg/kg). Ver Figura 5.2.9-3.

**Figura 5.2.9-3** Concentración de Cr total en los puntos de evaluación



Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

### Mercurio total

Las concentraciones de Mercurio Total en las muestras de suelo superficial evaluadas SU-01, SU-02 y SU-03 registraron en los tres casos menor a límite de detección del método estandarizado utilizado por el laboratorio acreditado (<0.010). Por tanto no excede el ECA suelo (D.S. 011-2017-MINAM: 24 mg/kg).

### Plomo total

Las concentraciones de Plomo Total en las muestras de suelo superficial evaluadas SU-01, SU-02 y SU-03, registraron 9.03 mg/kg, 6.14 mg/kg, 8.57 mg/kg, respectivamente, no excediendo el ECA suelo (D.S. 011-2017-MINAM: 800 mg/kg).

## **Parámetros orgánicos**

### Fracciones de hidrocarburos F2

Las concentraciones de Fracciones de hidrocarburos F2, en las muestras de suelo superficial evaluadas SU-01, SU-02 y SU-03, registraron en los tres casos menor a límite de detección del método estandarizado utilizado por el laboratorio acreditado (<5.00 mg/kg). Por tanto no excede el ECA suelo (D.S. 011-2017-MINAM: 5 000 mg/kg).

### Fracciones de hidrocarburos F3

Las concentraciones de Fracciones de hidrocarburos F2, en las muestras de suelo superficial evaluadas SU-01, SU-02 y SU-03, registraron en los tres casos menor a límite de detección del método estandarizado utilizado por el laboratorio acreditado (<5.00 mg/kg). Por tanto no excede el ECA suelo (D.S. 011-2017-MINAM: 6 000 mg/kg).

#### **5.2.9.5.2 INFORMACIÓN SECUNDARIA – EVALUACIÓN EX ZONA INDUSTRIAL**

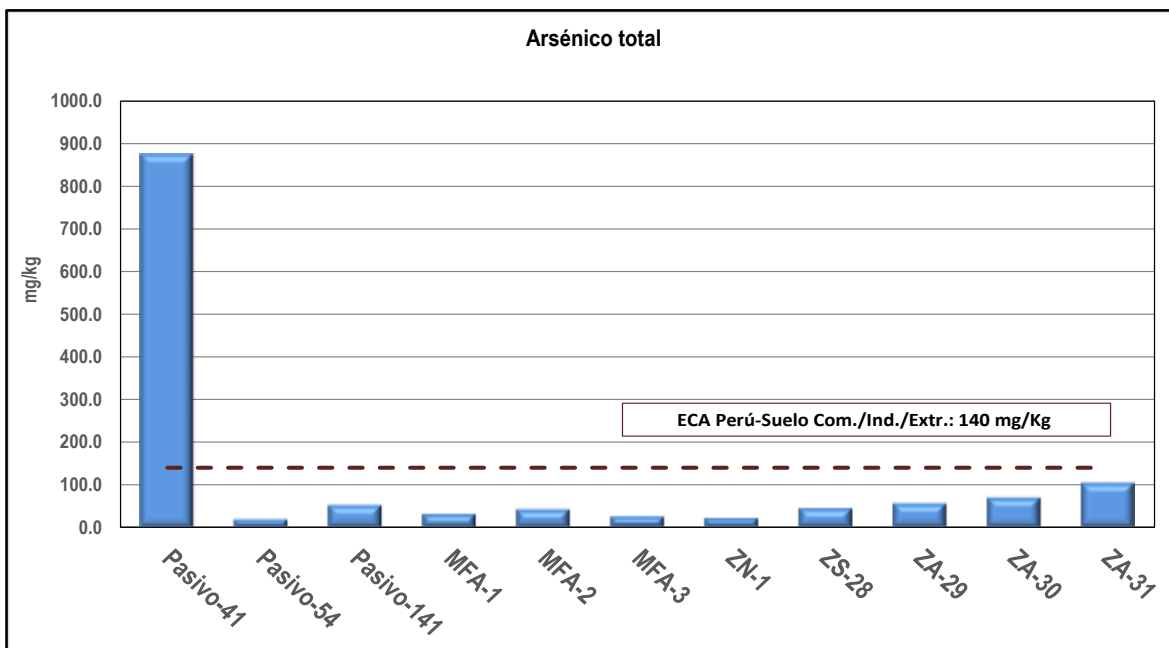
La información secundaria proviene de muestreos realizados en la zona ex industrial del área del proyecto.

### **Parámetros inorgánicos**

#### Arsénico total

Los resultados para evaluación de nivel de fondo antrópico en la ex área industrial (MFA-1, MFA-2 y MFA-3) presentados como información secundaria no superaron ECA suelo. Sin embargo el pasivo código 41 presenta concentraciones que si exceden los ECA suelo, estas concentraciones confirman la existencia de este pasivo. Ver Figura 5.2.9-4.

**Figura 5.2.9-4** Concentración de As total en los puntos de evaluación



Elaborado por Walsh Perú S.A., 2017

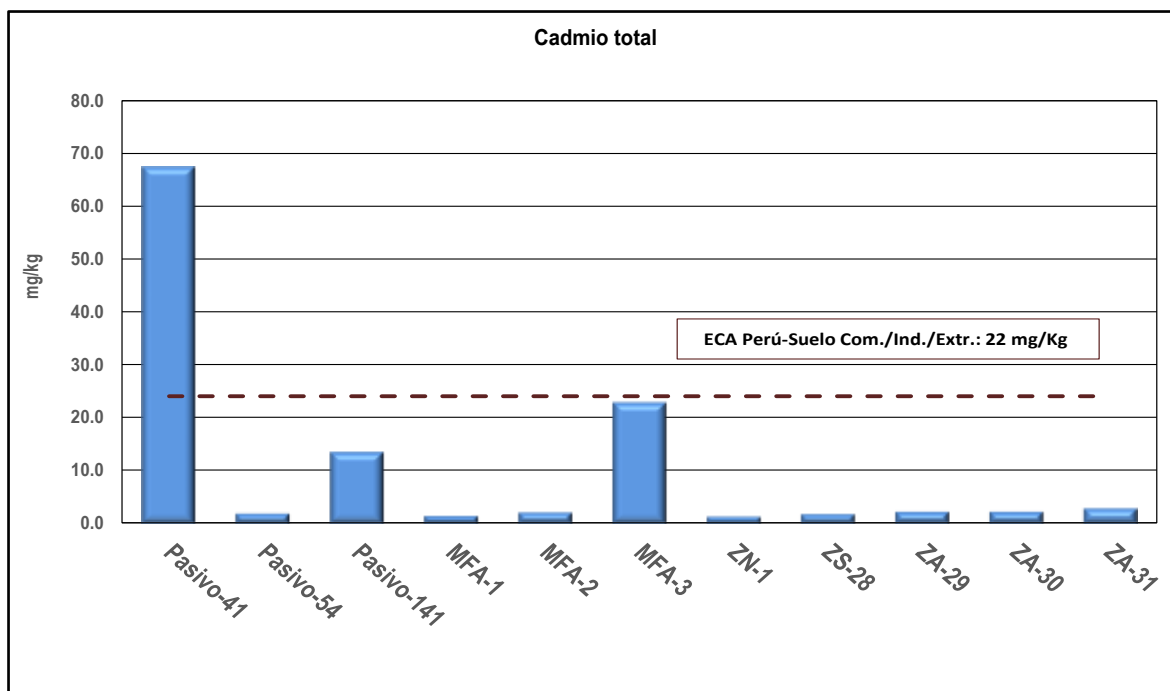
#### Bario total

En todos los casos las muestras de suelo superficial evaluadas no excedieron los ECA suelo para este parámetro.

### Cadmio total

En este parámetro las muestras SU-01, SU-02 y SU-03 no reportaron excedencias de ECA suelo. Sin embargo, los resultados presentados como información secundaria correspondientes al pasivo código 41 y a la muestra de evaluación nivel de fondo antrópico MFA-3, excedieron el ECA suelo para uso industrial/comercial/extractivo, estas concentraciones confirman la existencia del pasivo 41. Es posible que las concentraciones en MFA-3 se deban a su cercanía con el pasivo 41, ya que el viento pudo transportar partículas del pasivo 41 y depositarlas en el suelo superficial del área MFA-3. Ver Figura 5.2.9-5.

**Figura 5.2.9-5** Concentración de Cd total en los puntos de evaluación



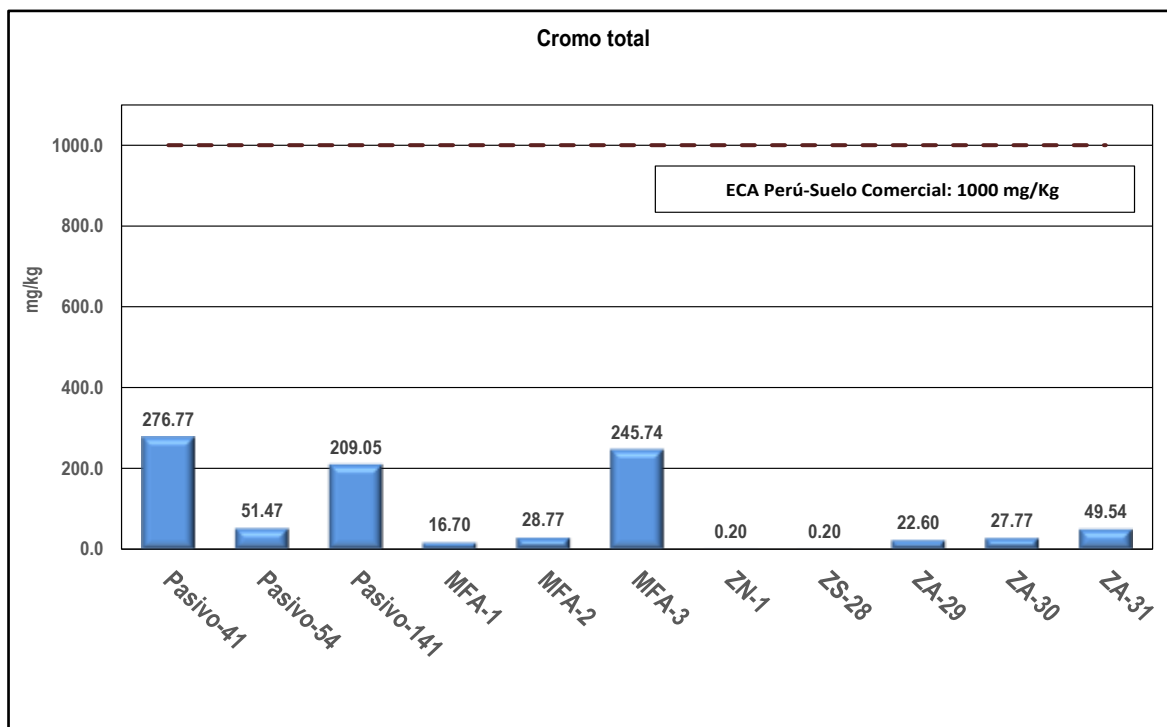
Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

### Mercurio total

En todos los casos las muestras de suelo superficial analizadas no excedieron los ECA suelo para este parámetro.

### Cromo total

En todos los casos las muestras de suelo superficial evaluadas no excedieron los ECA suelo para este parámetro.

**Figura 5.2.9-6** Concentración de Cr total en los puntos de evaluación


Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

### Plomo total

Los resultados presentados como información secundaria correspondientes a los pasivos código 41, 54, 141 y a la muestra de evaluación nivel de fondo antrópico MFA-3, excedieron el ECA suelo para uso industrial/comercial/extractivo, estas concentraciones confirman la existencia de los pasivos código 41, 54 y 141. Ver Figura 5.2.9-7. En particular este gráfico está realizado en escala logarítmica a fin de que los valores puedan representarse en una magnitud compresible.

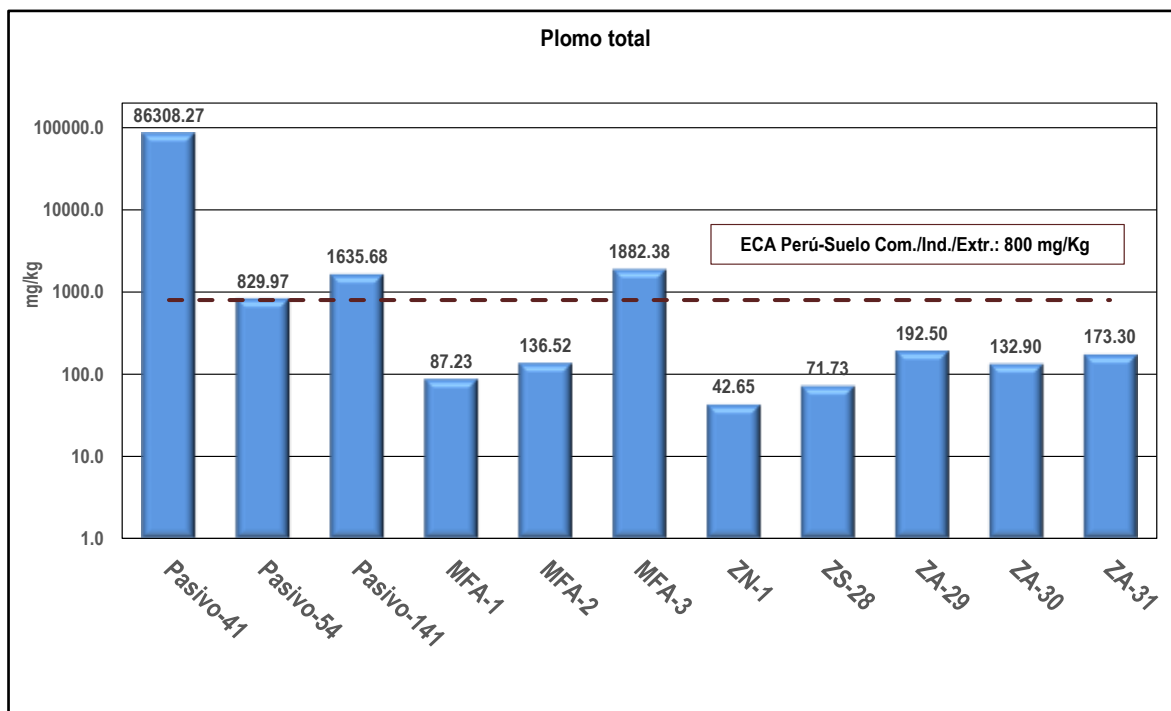
Cabe resaltar que el pasivo código 41 está ubicado en la ex zona industrial, en esta área se pueden encontrar restos de baterías en el suelo. Los pasivos código 54 y 141 corresponden a botaderos en la ex zona industrial y ex zona agrícola respectivamente. Ver Fichas de muestreo en el Anexo 5.2.9-1.

### **Parámetros orgánicos**

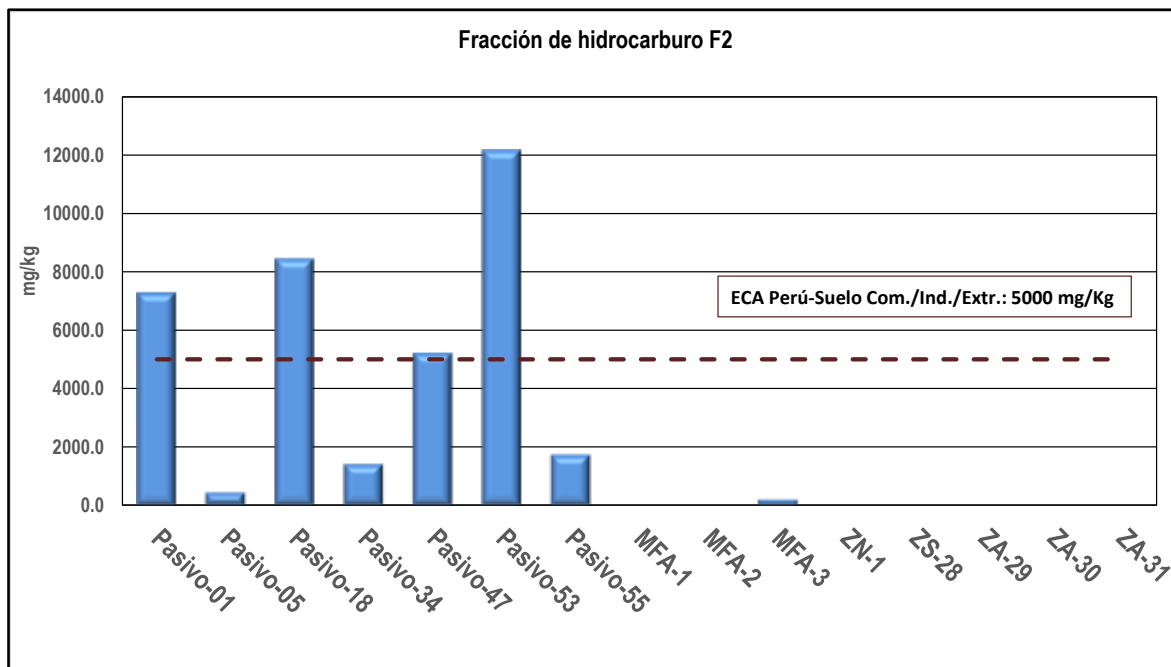
#### Fracciones de hidrocarburos F2

Las muestras correspondientes a los pasivos con códigos: 01, 18, 47 y 53; excedieron los ECA suelo para uso de suelo industrial/comercial/extractivo.

Cabe resaltar que en estos pasivos se pueden visualizar manchas de hidrocarburo en el suelo. Ver Fichas de muestreo en el Anexo 5.2.9-1.

**Figura 5.2.9-7** Concentración de Plomo total en los puntos de evaluación


Los resultados se presentan en escala logarítmica en base 10.  
 Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

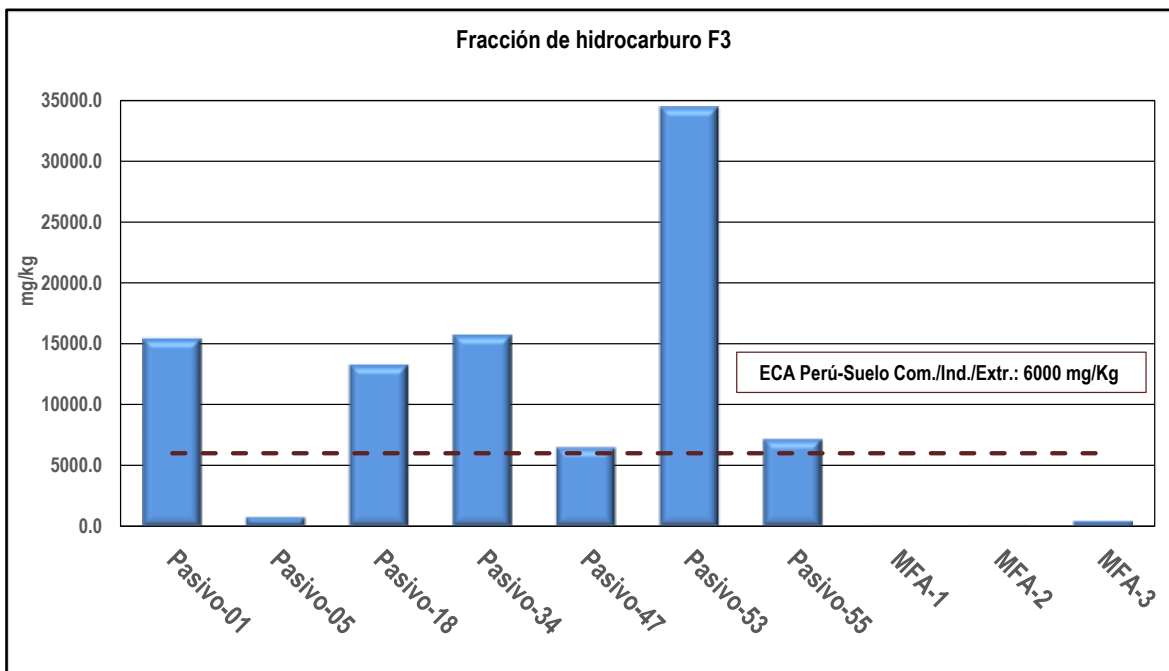
**Figura 5.2.9-8** Concentración de Fracciones de hidrocarburo F2 en los puntos de evaluación


Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

### Fracciones de hidrocarburos F3

La evaluación de la información secundaria presentó excedencias en los puntos de muestreo de identificación de los pasivos con códigos 01, 18, 34, 47, 53 y 55.

**Figura 5.2.9-9** Concentración de Fracciones de hidrocarburo F3 en los puntos de evaluación



Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

Cabe resaltar que estos pasivos presentan remanentes de derrames de hidrocarburo sobre el suelo. Ver fichas de muestreo en el Anexo 5.2.9-1.

### **5.2.9.6. CONCLUSIONES**

#### **Información primaria**

Las muestras captadas para evaluación de calidad de suelo en la ex zona agrícola (SU-01, SU-02 y SU-03), no presentaron excedencias de los ECA suelo en ninguno de los parámetros evaluados.

#### **Información secundaria**

De acuerdo a la información secundaria, en los resultados para la evaluación de nivel de fondo antrópico en la ex zona industrial (pasivos ambientales), los parámetros de plomo total, y fracciones de hidrocarburos F2 y F3 fueron los que superaron los ECAs suelo en la mayor cantidad de estaciones, mientras que en menor cantidad fueron los metales como plomo, cadmio y arsénico. El Cuadro 5.2.9-6 presenta un resumen de las excedencias.

**Cuadro 5.2.9-6** Resumen de excedencias de ECA suelo

| Código de pasivo | As | Cd | Cr | Pb | F2 | F3 | Zona de evaluación | Descripción del pasivo                                                   |
|------------------|----|----|----|----|----|----|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1                | -  | -  | -  | -  | X  | X  | Ex zona industrial | Derrames de hidrocarburos y materiales con hidrocarburos sobre el suelo. |
| 18               | -  | -  | -  | -  | X  | X  | Ex zona industrial | Remanentes de derrames de hidrocarburos                                  |
| 34               | -  | -  | -  | -  | -  | X  | Ex zona industrial | Suelo con hidrocarburo                                                   |
| 41               | X  | X  | -  | X  | -  | -  | Ex zona industrial | Restos de baterías sobre el suelo                                        |
| 47               | -  | -  | -  | -  | X  | X  | Ex zona industrial | Suelo con hidrocarburo                                                   |
| 53               | -  | -  | -  | -  | X  | X  | Ex zona industrial | Remanentes de derrames de hidrocarburos y botadero                       |
| 54               | -  | -  | -  | X  | -  | -  | Ex zona industrial | Botadero                                                                 |
| 55               | -  | -  | -  | -  | -  | X  | Ex zona industrial | Remanentes de derrames de hidrocarburos                                  |
| 141              | -  | -  | -  | X  | -  | -  | Ex zona agrícola   | Botadero                                                                 |
| MFA-3            | -  | X  | -  | X  | -  | -  | Ex zona industrial | Área de evaluación de nivel de fondo antrópico                           |

Fuente: Elaborado por Walsh Perú S.A., 2018.

## 5.2.10. HIDROLOGÍA, HIDROGRAFÍA E HIDROGEOLOGÍA

### 5.2.10.1. HIDROLOGÍA E HIDROGRAFÍA

Este capítulo se desarrolla a partir de un análisis de cuencas hidrográficas, en este caso de la cuenca del río Rímac, la cual se ubica en la vertiente del pacífico, con una altitud que comprende desde los 0 hasta poco más de 5 000 m s.n.m. y que no tiene relación con las obras y operación del proyecto, por lo que al no tener una influencia directa, para el presente estudio hidrológico se ha recurrido a la revisión bibliográfica de estudios existentes, complementado con el reconocimiento del trabajo de campo.

#### 5.2.10.1.1. Estudios de la Cuenca del río Rímac

##### A. Cuenca del río Rímac<sup>1</sup>

La cuenca del río Rímac es una de las cuencas hidrográficas más importantes del país, al encontrarse dentro de ella la capital del Perú, desempeñando un rol vital como fuente de abastecimiento de agua para el consumo humano, agrícola y energético. Se origina en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes a una altitud de aproximadamente 5 508 msnm, en el nevado Paca y aproximadamente a 132 km al nor-este de la ciudad de Lima, desemboca en el océano Pacífico. El área total de captación es de 3132 km<sup>2</sup>, que incluye aquella de sus principales tributarios, Santa Eulalia (1097,7 km<sup>2</sup>) y Río Blanco (193,7 km<sup>2</sup>), tiene en total 191 lagunas.

Conforme la cuenca se eleva de Lima hacia su fuente en la cordillera, el valle del río varía de un amplio plano costero, sobre el cual se encuentra emplazada la ciudad de Lima; a un perfil de valle bien definido que sirve de soporte a actividades agrícolas y a importantes centros de población tales como Vitarte, Chaclacayo, Chosica, Ricardo Palma y Matucana. En las partes más altas de la cuenca, al Este de Surco (altura de 2 200 m s.n.m.), el valle se vuelve extremadamente angosto con paredes laterales con un talud muy empinado.

##### B. Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del río Rímac<sup>2</sup>

Esta evaluación contiene el estudio hidrológico realizado en la cuenca del río Rímac; cuyo objetivo principal es proporcionar información para el ordenamiento y gestión de los recursos hídricos. El estudio contiene aspectos concernientes a la descripción de las características geomorfológicas de la cuenca, climatología, pluviometría, hidrometría, disponibilidad hídrica, modelación y generación de caudales medios mensuales, demandas hídricas, balance hídrico, máximas avenidas y sequías, y la ubicación de las nuevas estaciones hidrométricas en la cuenca del río Rímac.

La cuenca del río Rímac está localizada entre los 11°36'52" y 12°05'47" de latitud Sur y entre los 76°11'05" y 77°04'36" de longitud Oeste. El río Rímac está formado por las subcuencas de los ríos Santa Eulalia y San Mateo que, al unirse a la altura de la ciudad de Chosica, forman el río principal que pasa por la ciudad de Lima.

<sup>1</sup> 1994 Instituto Nacional de Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura

<sup>2</sup> 2010 Autoridad Nacional del Agua, Ministerio de Agricultura

La cuenca como sistema hidrográfico tiene una superficie de drenaje, desde las nacientes hasta la desembocadura al mar de su colector principal, el área de la cuenca es de 3503,95 km<sup>2</sup>, de la cual 2302,1 km<sup>2</sup> corresponde a la cuenca húmeda, que representa el 65,7 % sobre los 2500 00 m s.n.m. altitudinalmente se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 4700 00 m.s n.m. que corresponde al abra Atincona en Ticlio. En el contorno de la cuenca hay cumbres con más de 4750 m s.n.m. de altitud. Dentro de las cuencas de la costa peruana, la del río Rímac es una de las más explotadas, se han construido centrales hidroeléctricas como: Matucana, Huinco, Callahuanca, Moyopamapa y Huampani. Además del uso principal para el agua potable y de generación de energía, sus aguas satisfacen la demanda de uso agrícola de las áreas cultivables que aún existen en el valle. Con el fin de afianzar el caudal del río Rímac se represó quince (15) lagunas de la cuenca alta del río Santa Eulalia, con un volumen regulado de 77 hm<sup>3</sup>; y de la Represa de Yuracmayo con 48.30 hm<sup>3</sup>. Estos recursos son de la cuenca propia del río Rímac. Algunas de estas obras de represamiento fueron construidas a fines del siglo pasado y comienzos del actual. El aporte de lagunas y trasvases está dirigido principalmente al uso energético y poblacional y su regulación es significativa en el periodo de estiaje. El aporte por trasvases y regulaciones del sistema Marcapomacocha (Mantaro) es de 157.05 hm<sup>3</sup>. El total de sistemas de regulación y trasvases es de 282,35 hm<sup>3</sup>. (Fuente: EDEGEL).

#### **5.2.10.2. HIDROGRAFÍA**

La cuenca del río Rímac, políticamente se encuentra ubicada en su mayoría en el departamento de Lima y en menor proporción en el departamento de Junín, enmarcándose en la provincia de Lima, Huarochirí y Yauli. La superficie total de la cuenca del río Rímac es de 3,503.95 km<sup>2</sup>, compuesto por nueve unidades hidrográficas de nivel 5 (subcuenca Bajo Río Rímac, quebrada Jicamarca, Jicamarca-Santa Eulalia, Río Santa Eulalia, Santa Eulalia-Párac, Quebrada Párac, Párac-Alto Río Rímac, Alto Río Rímac y Río Blanco). La cuenca del río Rímac corresponde a la región de humedad de húmedo-subhúmedo-árido y a la región de temperatura mesotérmico.

La disponibilidad hídrica total anual de la cuenca del río Rímac es de 781,92 hm<sup>3</sup>, donde el volumen de 642,48 hm<sup>3</sup> corresponde al 75 % de persistencia de la estación Chosica y el 139,45 hm<sup>3</sup> corresponde al caudal promedio del Túnel Trasandino. La fuente hídrica corresponde a aguas superficiales de la cuenca. La demanda hídrica total actual en la cuenca Rímac es de 635,0 hm<sup>3</sup>/año, distribuidas en uso agrícola de 105,15 hm<sup>3</sup>, uso poblacional 501,44 hm<sup>3</sup>, uso minero 27,46 m<sup>3</sup> y uso industrial 0,95 hm<sup>3</sup>. El uso poblacional es de mayor significancia en la cuenca de estudio. La cuenca del río Rímac presenta déficit hídrico en los meses de junio a noviembre y el superávit en los meses de diciembre a mayo, de la comparación entre la oferta y la demanda hídrica resulta un exceso anual de 146,92 hm<sup>3</sup>/año.

**Figura 5.2.10-1** Ubicación geográfica de la cuenca del río Rímac



Fuente: 2010. Autoridad Nacional del Agua, Ministerio de Agricultura

### 5.2.10.2.1. Características Morfométricas

La cuenca del río Rímac nace en los andes centrales a una altitud superior a los 4 000 msnm y desemboca en la costa, es decir en apenas un poco más 100 km de recorrido presenta una gran diferencia de altitud. El río está alimentado por tributarios de segundo, tercer y hasta un sexto orden en el que drenan sus aguas hacia el colector principal. A continuación se presenta las características morfométricas de la cuenca del río Rímac.

**Cuadro 5.2.10-1** Parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Rímac

| Parámetros de Forma de la Cuenca   |                       |                                       |                         |                                |                                                                  |                       |
|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Área (km <sup>2</sup> )            | Perímetro (km)        | Longitud (km)                         | Ancho Promedio (km)     | Coeficiente de Compacidad      | Factor de Forma                                                  | Razón de Circularidad |
| 3503,9                             | 419,5                 | 127,02                                | 27,58                   | 2                              | 0,22                                                             | 0,25                  |
| Parámetros de Relieve de la Cuenca |                       |                                       |                         |                                |                                                                  |                       |
| Altitud media                      | Pendiente media (m/m) | Coeficiente de Torrencialidad         | Coeficiente Orográfico  | Coeficiente de Masividad       | Altitud de Frecuencia Media                                      | Altitud más frecuente |
| 2939,87                            | 0,0293                | 0,3                                   | 0,0007                  | 0,0004                         | 3372                                                             | Entre 4400 a 5000     |
| Parámetros de la Red Hidrográfica  |                       |                                       |                         |                                |                                                                  |                       |
| Numero de Orden de los ríos        | Densidad de Drenaje   | Pendiente media del río principal m/m | Tiempo de Concentración | Altura media del río principal | Extensión media de escurrimiento superficial km <sup>2</sup> /km |                       |
| 6                                  | 0,5-3,5               | 0,0445                                | 0,52-4,43               | 2825                           | 0,94-3,0                                                         |                       |

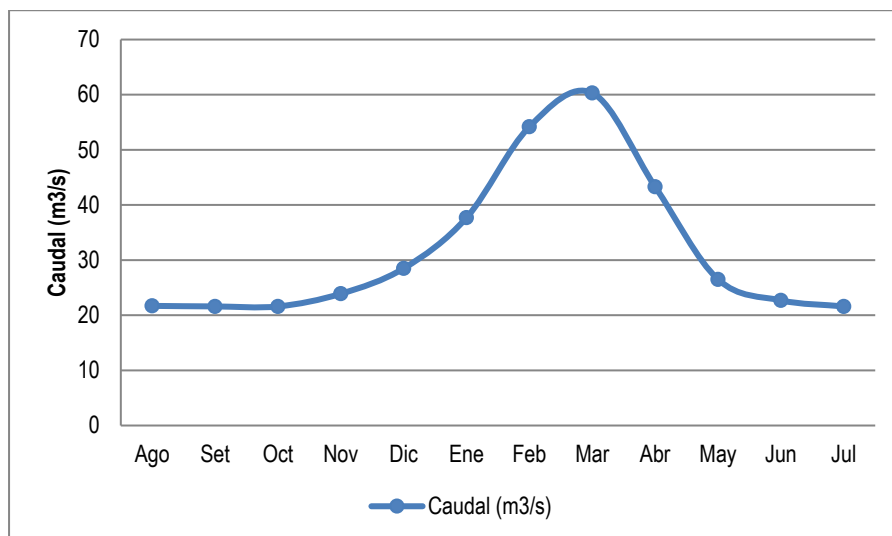
Fuente: Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del río Rímac 2010 Autoridad Nacional del Agua, Ministerio de Agricultura

### 5.2.10.2.2. Caudales

La serie de caudales medios mensuales del río Rímac registrados en la Estación Chosica para el periodo setiembre 1967 a diciembre 2004 fueron utilizados como descriptores de la oferta hídrica media anual del río Rímac:

- Caudal medio multianual: 32,0 m<sup>3</sup>/s
- Máximo caudal medio multianual: 140,6 m<sup>3</sup>/s
- Mínimo caudal medio multianual: 9,6 m<sup>3</sup>/s

Los valores de los caudales es muy variable ya que responden a las precipitaciones que ocurren sobre todo en las partes medias y altas de la cuenca del río Rímac, así se evidencia años en donde los caudales pueden incrementarse sensiblemente como el ocurrido en marzo del año 1972 con un caudal de 140.6 m<sup>3</sup>/s, o el ocurrido en el año 1975 del mismo mes en el que el caudal promedio llego hasta 100 m<sup>3</sup>/s. por otro lado se evidencian meses en donde el caudal está por debajo de 10 m<sup>3</sup>/s, valores bastante frecuentes en los meses entre junio u agosto. La variación temporal de los caudales medios mensuales del río Rímac se muestra en el Anexo 5.2.10-1.

**Figura 5.2.10-2** Régimen anual del caudal promedio del río Rímac

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017

Sin embargo los valores promedios de los caudales son algo más moderados entre cada mes, así se evidencia que los valores más elevados se presentan en los meses de verano estos oscilan entre 35 m³/s (enero) a 60 m³/s (marzo), luego de estos meses de verano los caudales van descendiendo paulatinamente hasta los meses en donde los caudales llegan a estar por debajo de 10 m³/s (junio-agosto), luego de este último mes por la llegada de lluvias, los caudales se irán incrementando paulatinamente, estos caudales van desde 20 a 40 m³/s. producto de todos estos valores se presenta un caudal anual de 32,0 m³/s, todos estos valores evidencian una cuenca relativamente lluviosa en donde los caudales promedios pudieran significar algún riesgo sobre las actividades humanas y sobre todo en las zonas contiguas a las márgenes.

### 5.2.10.2.3. Máximas avenidas.

Los valores de las máximas avenidas para diferentes periodos de retorno, indican que estas oscilan entre 128,8 a 145,3 m³/s para periodos de retorno entre 25 a 200 años respectivamente.

**Cuadro 5.2.10-2** Caudales máximos a nivel del valle del Río Rímac (m³/s)

| Periodo de Retorno (años) | Caudales Máximos (m³/s) |
|---------------------------|-------------------------|
| 25                        | 128,88                  |
| 50                        | 138,90                  |
| 75                        | 140,10                  |
| 100                       | 140,67                  |
| 200                       | 145,37                  |

Fuente: Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del río Rímac  
 2010 Autoridad Nacional del Agua, Ministerio de Agricultura

### 5.2.10.3. HIDROGEOLOGÍA

En esta sección se describen los aspectos hidrogeológicos más relevantes del área de influencia. Dadas las particulares condiciones hidrogeológicas existentes, y se hará particular énfasis en los niveles freáticos, aspecto crítico para el desarrollo del proyecto.

#### 5.2.10.3.1. Aspectos geológico-geomorfológicos

- **Aspecto geológico**

En el área donde se ubica el AIJCH y su zona de ampliación predominan largamente los depósitos aluviales constituidos por materiales acarreados por el río Rímac. (Plano HG-01, del Anexo 7 del Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH).

Al norte del área de estudio, en el Cerro La Regla se aprecia afloramientos de la Formación Cerro Blanco, al este, en el Cerro Mulería de la Formación Puente Inga y en el Cerro La Milla, se observa el contacto de las Formaciones Ventanilla y Cerro Blanco. Estas formaciones, todas ellas componentes del Grupo Puente Piedra del Cretáceo Inferior, suprayacen a los volcánicos Santa Rosa que constituye la base de la columna geológica de Lima. Sobre estas formaciones se han depositado los aluviones del cono deyeectivo, considerándose como el basamento hidrogeológico.

- **Aspecto geomorfológico**

El sector donde se encuentra el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez y su ampliación se ubica en la unidad geomorfológica denominada faja costera formada por los depósitos fluvio-aluviales del cono de deyección del río Rímac, antes de alcanzar el litoral marino. El ápice de este cono se encuentra en las primeras estribaciones andinas de la Cordillera Occidental a la altura de Ate y su base coincide con la línea costera, parte de la cual ha sido erosionada dando lugar a los acantilados de la Costa Verde.

Limita hacia el sur con los afloramientos del Cerro Morro Solar y hacia el norte cubre parte del abanico del río Chillón hasta unos 3 kilómetros al norte del Aeropuerto.

La zona es bastante plana, con una pendiente promedio de 1.2 % observándose que, al noreste del área de estudio, emergen pequeños afloramientos de formaciones pre cuaternarios, y un poco más alejados afloramientos de rocas intrusivas.

Los procesos erosivos intensos y las fuertes precipitaciones, ocurridos en las partes altas generaron una gran cantidad de materiales que fueron transportados a las partes bajas y se acumularon formando el cono aluvial, que, según resultados de la investigación geofísica, en el lugar de estudio alcanza espesores del orden de los 200 m.

En general, los materiales acumulados en el cono de deyección, visto a través de cortes y perforaciones existentes, presentan secuencias de estratos decrecientes con dominio de facies conglomeráticas, donde en la parte superior del abanico aluvial, hasta una profundidad de 35m predominan los cantos rodados, heterométricos y polimícticos con matriz arenosa y poca arcilla, aumentando su contenido de sedimentos finos a profundidades mayores.

Las unidades geomorfológicas locales, presentes en el área de estudio, están compuestas por unidad de playa, cono de delectivo, terrazas aluviales, cauce del río Rímac y humedales.

### 5.2.10.3.2. Investigaciones hidrogeológicas

En esta sección se presentan los resultados de los estudios e investigaciones realizadas para la caracterización de la litología, granulometría, estructura y determinar las resistividades y espesores de las capas geoeléctricas del suelo, o basamento, en el área de estudio. Esta interpretación está basada en estudios técnicos de la zona y se presenta en el ítem 9.0, del mismo nombre, que forma parte del Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH (Anexo 5.2.10-2).

#### • Prospección geotécnica

Se realizó el estudio de investigación geotécnica<sup>3</sup>, estas investigaciones se llevaron a cabo por medio de calcatas, perforaciones y ensayos in situ. Las perforaciones rotativas para la instalación de 8 piezómetros (P-PERM-01 al P-PERM-08), de 10 m. de profundidad, distanciados en promedio 500 m.

En el cuadro 5.2.10-3 se presenta la caracterización geotécnica del perfil 17-17' (Plano HG-02, del Anexo 7 del Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH).

**Cuadro 5.2.10-3** Unidades geotécnicas del perfil geotécnico 17-17'

| Unidad | Suelo             | Descripción                                                                                           | SUCS                      | Posible uso             |
|--------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| U0a    | Relleno antrópico | Mezcla de suelos con restos de demolición, residuos de materiales de construcción y basura doméstica. |                           | Ninguno                 |
| U0b    | Suelo de cultivo  | Suelos de granulometría fina con raíces.                                                              | CL, ML.                   | Cobertura de taludes.   |
| U1a    | Limo y arena      | Limos inorgánicos no plásticos y arena.                                                               | ML, SM, SC-SM, SP-SM.     | Cobertura de taludes.   |
| U1b    | Arcilla           | Arcilla de mediana plasticidad.                                                                       | CH, CL, CL-ML.            | Ninguno.                |
| U2     | Grava             | Grava pobremente gradada con arena y bolonería, con finos de baja a nula plasticidad.                 | GW, GP, GP-GM, GP-GC, GM. | Relleno de terraplenes. |

Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

#### • Prospección geofísica

Se ejecutó con el fin de conocer las características del subsuelo, tanto su naturaleza y estructura, permitiendo estimar la litología de sus diferentes capas, así como de sus respectivas resistividades y espesores.

El método utilizado en la prospección geofísica ha sido el Sondeo Eléctrico Vertical con la configuración Schlumberger, cuyo objetivo fue determinar la presencia de diversos horizontes (acuíferos), a lo largo de las secciones generadas y en ellas diferenciar la litología del suelo, horizontes, resistividad y espesores de capas geoeléctricas y la profundidad del basamento.

<sup>3</sup> Estudio del Consorcio RS&H/COSAPI

En el trabajo de campo se ejecutaron 31 sondajes eléctricos verticales (SEV)<sup>4</sup> cuya distribución y ubicación se aprecia en el siguiente gráfico.

**Figura 5.2.10-3** Ubicación de los SEVs y sus cortes geolétricos



Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

La interpretación de los SEV se presenta en el 9.2 del Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH (Anexo 5.2.10-2). Por los resultados obtenidos se concluye que en la zona prospectada el subsuelo se encontraría bien saturado de agua como para poder desarrollar un programa de perforación de pozos tubulares entre 40 y 60 m. de profundidad.

De los SEVs que se encuentran cerca de la zona del humedal presentan valores de resistividad alta, lo que constituye un depósito saturado de grano grueso y medio que ofrecen una buena permeabilidad.

#### • Inventario de Fuentes de agua

Consistió en la recopilación de información in-situ de las fuentes de agua natural (manantiales o quebradas) y artificial (pozos y piezómetros).

#### ✓ Fuentes de agua superficial:

En la zona de estudio no existen fuentes de agua superficial, tales como ríos, quebradas o canales de regadío, sin embargo, es importante resaltar que al sur y junto al área de estudio se ubica el río Rímac.

<sup>4</sup> Estudio Hidrogeológico del Consorcio Túnel Gambetta, 2014.

✓ **Fuentes de agua subterránea:**

Se han identificado y monitoreado veinte (20) piezómetros: Doce (12) piezómetros en los márgenes del túnel Gambetta, construidos por el Consorcio Túnel Callao, con registros a partir de julio del 2014; y ocho (08) piezómetros, ubicados en lo que será la segunda pista del AIJCH, construidos durante los trabajos de investigación geotécnica con fines de pavimentación de la segunda pista y calles de rodaje, cuyos registros datan desde enero del 2017.

Además, Se han identificado y monitoreados 21 pozos artesanales de concreto como de ladrillo, ubicados en lo que será la segunda pista del AIJCH. Los pozos llevan la codificación P-60, monitoreada a fines de marzo y mayo del 2018

Las coordenadas de las fuentes de agua subterráneas identificadas se presenta en el Cuadro 9-2 del Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH (Anexo 5.2.10-2) y la distribución espacial se presenta en el plano de ubicación de puntos de monitoreo (HG-04, del Anexo 7), del mismo estudio.

De acuerdo con el inventario de fuentes de agua subterránea realizada en mayo de 2018, donde han identificado diferentes pozos (tubulares y artesanales / operativos y abandonados) y piezómetros, donde se ha logrado medir la profundidad del nivel freático; ha permitido construir las isolíneas de las isopropiedades de la napa.

En el Mapa de Isopropiedades LBF-08 (ver Volumen III Mapas), se presentan en superposición con los componentes proyectados de la ampliación del aeropuerto; se ha determinado que todas las infraestructuras (excepto la pista de aterrizaje y despegue N°2) estarán ubicadas en zonas donde el nivel freático se encuentra a una profundidad mayor a los 2.5 m, esto quiere decir que los cimientos de dichas infraestructuras no serán impactados por el agua subterránea.

### **5.2.10.3.3. Unidades Hidrogeológicas**

A partir del estudio de prospección geofísica del estudio hidrogeológico del Túnel Gambetta<sup>5</sup> se presenta cuatro (04) unidades hidrogeológicas que poseen un comportamiento hidráulico particular. Ver Volumen III Mapa Hidrogeológico y Modelo Conceptual (LBF-10).

- **Unidad Hidrogeológica R1**

Corresponde a la capa que va casi desde la superficie del suelo. La capa ha sido identificada con resistividad que varía entre 11 y 60 ohm-m, relacionado a materiales de origen aluvial de grano grueso, mediano y fino en estado seco. Su espesor es de 2.00 m aproximadamente.

- **Unidad Hidrogeológica R2**

Se encuentra debajo de la capa superficial, presentando resistividades que varían entre 74 y 130 ohm-m que se relaciona a la ocurrencia de materiales de grano grueso, como: canto rodado, grava, gravilla y arena. Su espesor oscila entre 4.00 m y 20.00 m. Los materiales serían de buena permeabilidad y se encontrarían saturados de agua.

- **Unidad Hidrogeológica R3**

Se ubica subyaciendo al depósito R2, con resistividad que oscila entre 42 y 63 ohm-m, relacionado a materiales de grano mediano y fino, como: gravilla, arena y arcilla. Este depósito se encontraría

<sup>5</sup> Estudio Hidrogeológico del Consorcio Túnel Gambetta, 2014.

también saturado de agua, constituyendo parte del relleno acuífero. Su espesor varía entre 30.00 m y 63.00 m y sería de mediana a alta permeabilidad.

- **Unidad Hidrogeológica R4**

Última capa de la columna litológica prospectada, identificada con valores de menor resistividad; entre 21 y 34 ohm-m asociado a sedimentos compuesto y mezclado principalmente de grano fino, poco permeable como, arena arcilla.

#### 5.2.10.3.4. El acuífero

El reservorio del acuífero yace sobre los depósitos fluvio – aluviales de los ríos Chillón y Rímac, presentándose, así como un acuífero libre; aun cuando hay presencia de una capa de arcilla que pudiese originar que acuífero se comporte como semi cautivo, en general está constituido por depósitos no consolidados del cuaternario, constituido por cantos rodados, grava, arena y arcilla.

Se ha identificado una estructura acuífera con saturación de agua a partir de 3.0 m de profundidad aproximadamente y compuesta por dos depósitos acuíferos (superior e inferior), el superior compuesto por el horizonte R2 que se ubica debajo de la capa de relleno de cobertura aluvial y está constituida por materiales permeables, con un espesor promedio de 15 m, mientras que el inferior está compuesto por el horizonte R3, localizado debajo del horizonte acuífero superior, constituida por materiales menos permeables con un espesor promedio de 50 m. De lo anterior se puede concluir que el espesor promedio del acuífero es de 65 m

#### A. Características hidráulicas del acuífero

El Estudio Hidrogeológico de MEIA del AIJCH (Anexo 5.2.10-2), para la determinación de las características hidráulicas del acuífero: transmisividad, conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento, se basa en los estudios anteriores realizados dentro del área del proyecto, como son los estudios de abastecimiento de agua al AIJCH (1973), Tramo 3B del estudio Gambetta (2014) y el estudio de Expansión del AIJCH (2017).

- **Transmisividad**

El coeficiente de transmisividad es especialmente importante porque indica cuánta agua se moverá a través del acuífero y, por lo tanto, es una medida de la capacidad del acuífero para transmitir agua. De acuerdo al Cuadro 5.2.10-4, la transmisividad varía de 753 m<sup>2</sup>/día a 2400 m<sup>2</sup>/día, representativo de acuíferos productivos.

**Cuadro 5.2.10-4** Valores de transmisividad (T) de 3 estudios inmersos en el área de estudio

| Estudio Hidrogeológico                                                                                    | Año  | Transmisividad (T)         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------|
| Captación de aguas subterráneas para el abastecimiento de agua al "Aeropuerto Internacional Jorge Chávez" | 1973 | 1641.6 m <sup>2</sup> /día |
| Tramo 3B Túnel Gambetta                                                                                   | 2014 | 2400 m <sup>2</sup> /día   |
| Expansión del AIJCH                                                                                       | 2017 | 753.0 m <sup>2</sup> /día  |

Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

- **Conductividad hidráulica**

La permeabilidad es una medida de la velocidad del agua en el acuífero, se define como el *rate* de flujo de agua en metros cúbicos por segundo que fluye a través de un metro cuadrado del acuífero,

cuando se impone una gradiente unitaria. El valor de la permeabilidad se ha inferido a partir del Cuadro 5.2.10-5 donde muestra una variación 9.9 a 32.8 m/día.

**Cuadro 5.2.10-5** Valores de conductividad hidráulica (K) de 3 estudios inmersos en el área de estudio

| Estudio Hidrogeológico                                                                                    | Año  | Conductividad Hidráulica (K) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------|
| Captación de aguas subterráneas para el abastecimiento de agua al "Aeropuerto Internacional Jorge Chávez" | 1973 | 32.8 m/día                   |
| Tramo 3B Túnel Gambetta                                                                                   | 2014 | 19.0 m/día                   |
| Expansión del AIJCH                                                                                       | 2017 | 9.9 m/día                    |

Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

- **Coefficiente de almacenamiento**

El coeficiente de almacenamiento es un parámetro que indica el volumen del agua que puede liberar el acuífero, útil en el cálculo de las reservas de las aguas subterráneas.

Para acuíferos, como el del sector de estudio, ella representa la producción específica del material desaguado durante el bombeo; por lo tanto, el coeficiente de almacenamiento indica cuánta agua se encuentra almacenada en la formación con posibilidades de ser removidas por bombeo. El coeficiente de almacenamiento estimado es del 6 % en base los estudios anteriores.

**Cuadro 5.2.10-6** Valores de almacenamiento (S) de 3 estudios inmersos en el área de estudio

| Estudio Hidrogeológico                                                                                    | Año  | Coefficiente de Almacenamiento (S) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------|
| Captación de aguas subterráneas para el abastecimiento de agua al "Aeropuerto Internacional Jorge Chávez" | 1973 | 0.05                               |
| Tramo 3B Túnel Gambetta                                                                                   | 2014 | 0.06                               |
| Expansión del AIJCH                                                                                       | 2017 | 0.06                               |

Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

### 5.2.10.3.5. Hidrogeoquímica

Para la ejecución del presente estudio, se han considerado estudios previos sobre la hidroquímica de aguas subterráneas en los alrededores del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. Entre estos se cuentan los siguientes estudios: Expediente Técnico de la ejecución de la obra: "Tramo III B del Proyecto de Mejoramiento de la Av. Néstor Gambetta - Callao" y Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (octubre, 2017)

Los análisis realizados en laboratorio fueron: aniones, metales totales, metales disueltos, microbiológicos hidrocarburos, PCB's, compuestos fenólicos y ésteres ftalatos. El detalle de los análisis realizados se puede apreciar en la cadena de custodia y los métodos analíticos utilizados por Laboratorio AGQ, en el Anexo 2 del Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH (Ver Anexo 5.2.10-2).

Las ubicaciones de las estaciones de monitoreo se localizan en las coordenadas señaladas en el Cuadro 5.2.10-7. En el Plano HG-09 Ubicación de Puntos de Hidrogeoquímica (ver Anexo 7 del Anexo 5.2.10-2) se puede observar la ubicación del área de estudio y los puntos de muestreo.

**Cuadro 5.2.10-7** Ubicación de las estaciones de monitoreo en el estudio hidrogeológico

| Código de Estación | Fuente           | Zona 18 L |           | Muestreo   |           |
|--------------------|------------------|-----------|-----------|------------|-----------|
|                    |                  | Este (m)  | Norte (m) | Fecha      | Hora      |
| D-17               | Humedal          | 268323    | 8671904   | 30-03-2018 | 09:00 am. |
| D-13               | Humedal          | 268150    | 8671112   | 30-03-2018 | 10:00 am. |
| P-PERM-06          | Humedal          | 268011    | 8670859   | 30-03-2018 | 10:30 am. |
| P-PERM-08          | Humedal          | 267608    | 8671740   | 30-03-2018 | 11:00 am. |
| P-PERM-04          | Humedal          | 268455    | 8669962   | 30-03-2018 | 12:15 pm. |
| AG-03              | Agua superficial | 267676    | 8671099   | 27-03-2018 | 11:15 pm. |
| AG-04              | Agua superficial | 267745    | 8671014   | 27-03-2018 | 09:45 pm. |
| 24                 | Agua superficial | 267638    | 8671796   | 09-03-2018 | 16:15 pm. |
| 25                 | Agua superficial | 267765    | 8671869   | 09-03-2018 | 16:50 pm. |
| 26                 | Agua superficial | 267842    | 8671744   | 09-03-2018 | 17:30 pm. |

Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

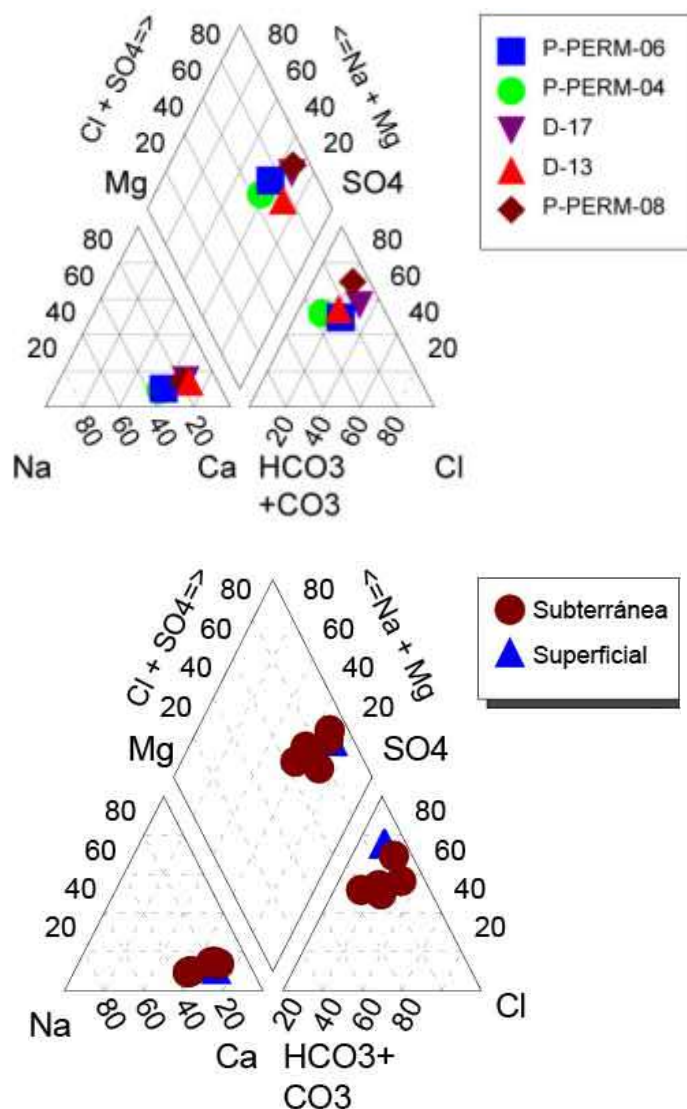
- **Caracterización hidrogeoquímica del Agua subterránea**

Se desarrolla la caracterización hidrogeoquímica del agua existente en el humedal de la zona de estudio. Se han realizado análisis por medio de diagramas de Piper, Stiff y Pie. Para el desarrollo de estos gráficos, se utilizó el programa AquaChem®.

Del mismo programa, se realizó la clasificación hidroquímica del agua superficial y subterránea.

Se observa que, tanto el agua superficial como el agua subterránea existente en la zona de estudio son del tipo sulfatada-cálcica, lo cual se puede comprobar por medio del análisis del diagrama de Piper (Figura 5.2.10-4). Se observa que, en todas las estaciones de monitoreo, las concentraciones de calcio y sulfatos predominan sobre el resto de iones mayoritarios, aun cuando se hace la diferencia entre aguas superficiales y aguas subterráneas.

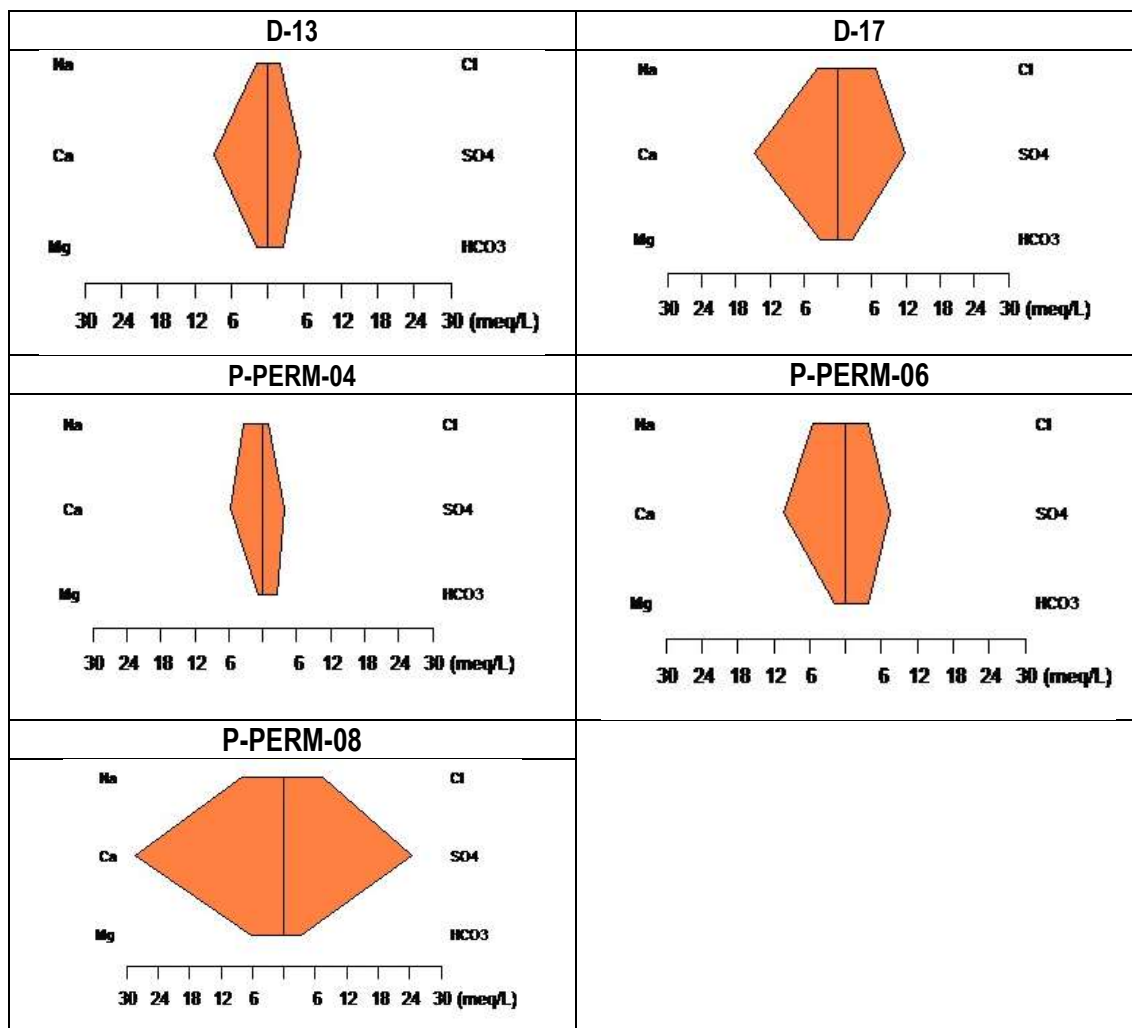
**Figura 5.2.10-4** Diagrama de Piper para el agua del humedal en la zona de estudio



Elaboración: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018

Se observa que, indiscutiblemente, el calcio es el catión predominante sobre el resto de cationes, a pesar que el sodio, en las estaciones P-PERM-04 y P-PERM-06 alcanzan las mayores concentraciones en el área de estudio. Así también, indiscutiblemente, el sulfato es el anión predominante sobre el resto de aniones en el agua subterránea. Para dar más detalle de la distribución de iones mayoritarios, se presenta el plano de Diagramas de Pie (HG-10, del Anexo 7).

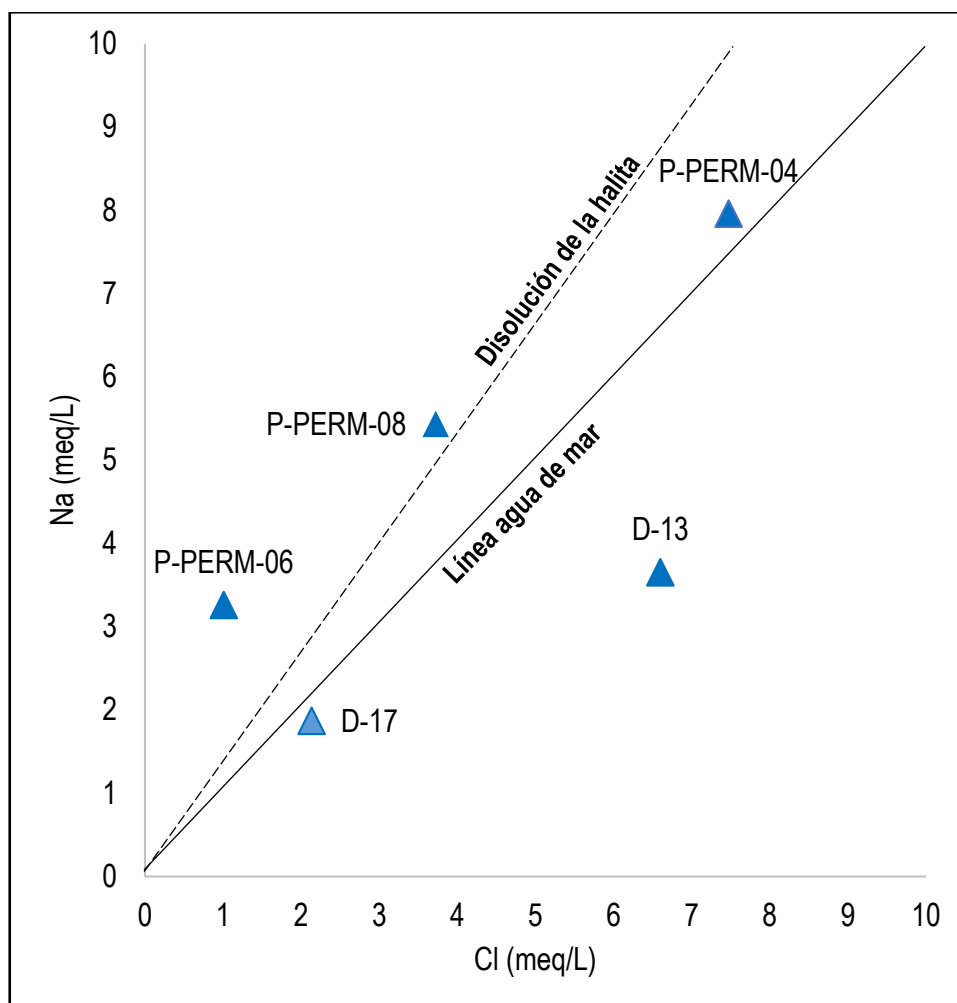
Finalmente, del análisis de los Diagramas de Stiff en las estaciones de monitoreo (Figuras 5.2.10-5) y el plano de distribución (HG-11, del Anexo 7), se reafirma la predominancia del calcio y del sulfato en la composición del agua subterránea. Además, se observa una mayor concentración de iones mayoritarios en las estaciones D-17 y P-PERM-08, siendo esta última, la de mayores concentraciones de iones mayoritarios en el agua subterránea.

**Figura 5.2.10-5** Diagramas de Stiff en las estaciones de monitoreo


Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

En la Figura 5.2.10-6, se utiliza el diagrama  $rNa/rCl$  para determinar la procedencia de los iones sodio y cloro en el agua subterránea. Para ello, se trazaron dos líneas que se correlacionan en una gráfica Cl vs. Na: la primera en relación a la disolución de la halita (ratio de 1:1) y la segunda, en relación al agua de mar (ratio de 0,75). Así, se observan que en la estación de monitoreo P-PERM-04, el agua corresponde a agua de mezcla, con presencia de aporte de cloruros y posible incremento del ion sodio por procesos de intercambio catiónico con las arcillas, que podría indicar aguas con aportes por lavado de materiales salinos. Por otro lado, las aguas subterráneas de los puntos D-13 y D-17 se sitúan por debajo de la línea de agua de mar, donde se evidencia una mayor concentración de cloruros en comparación con el sodio, lo cual muestra que el agua, en estos puntos, no interacciona con sales aportantes de sodio al agua, y que mantiene sus propiedades químicas sin mezclarse con otro tipo de agua, conservando su concentración de cloruros. Por otro lado, los puntos P-PERM-06 Y P-PERM-08 se sitúan por encima de la línea de disolución de la halita, lo cual evidenciaría la disolución de precipitados de sales existentes en minerales, tales como yeso, halita, entre otros.

**Figura 5.2.10-6** Diagrama rNa/rCl para el agua subterránea en la zona de estudio

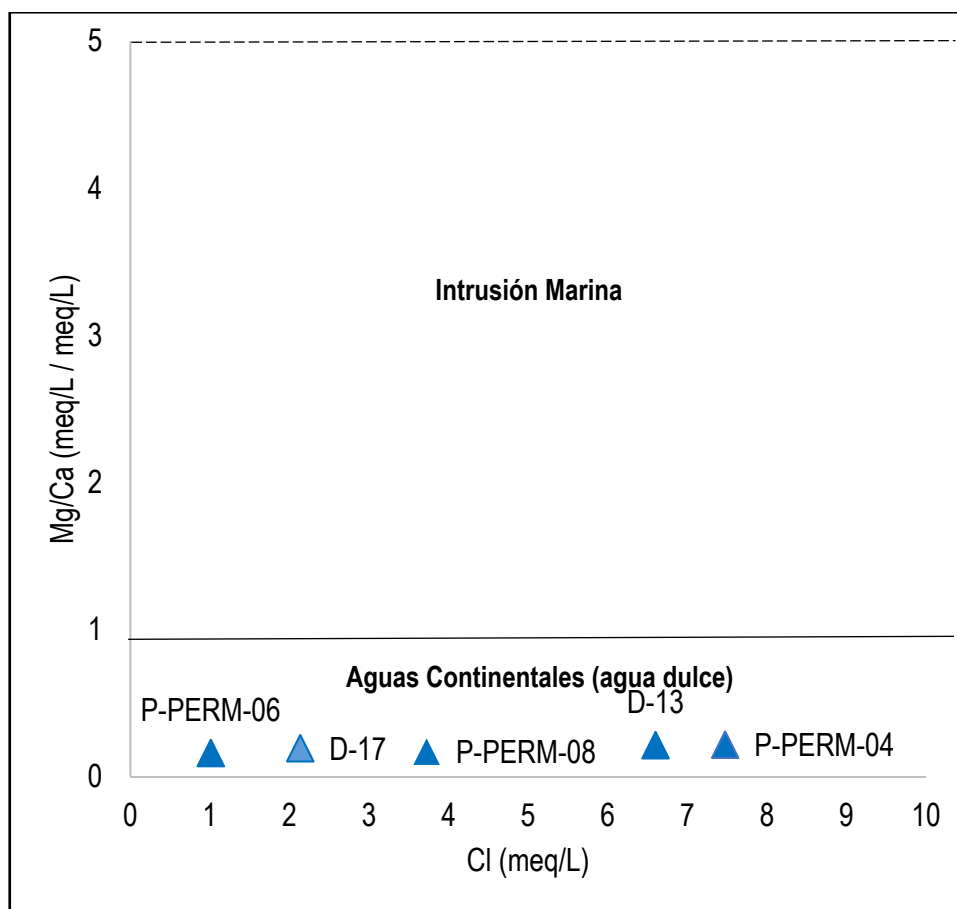


Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

En el gráfico 5.2.10-7, se utiliza el diagrama  $rMg/rCa$  (Custodio y Llamas, 1996) para evaluar la posibilidad de intrusión marina o el aporte de las aguas de mar de forma natural, al agua subterránea en la zona de estudio. Se sabe que las aguas continentales presentan valores de ratio  $rMg/rCa$  entre 0,2 y 1; y el agua de mar presenta una ratio mayor o igual a 5. Los valores que se encuentran entre 1 y 5 constituyen un índice para determinar la existencia de intrusión salina y/o aporte del agua de mar.

Para el caso del presente estudio, en todas las estaciones de monitoreo, el comportamiento del agua subterránea no evidencia intrusión marina, al presentarse valores menores a la unidad en la relación  $Mg/Ca$ , similares a las aguas continentales.

**Figura 5.2.10-7** Diagrama rMg/rCa para el agua subterránea de la zona de estudio



Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

Si bien, en el diagrama rMg/rCa (Figura 5.2.10-7) se ha descartado preliminarmente la presencia de intrusión marina en el agua subterránea, con el diagrama rNa/rCl (Figura 5.2.10-6) se evidenció mezcla de aguas continentales y agua de mar para la estación P-PERM-04. Debido a que esta estación de monitoreo presenta la mayor concentración de cloruros en toda la zona de estudio (Ver Anexo 2 del Estudio Hidrogeológico de la MEIA de AIJCH), se puede inferir que, en efecto, existe intrusión marina en este punto, y que, posiblemente la disolución de minerales con calcio y magnesio, hayan alterado el resultado de la evaluación de Mg/Ca para esta estación de monitoreo.

#### 5.2.10.3.6. Balance Hídrico

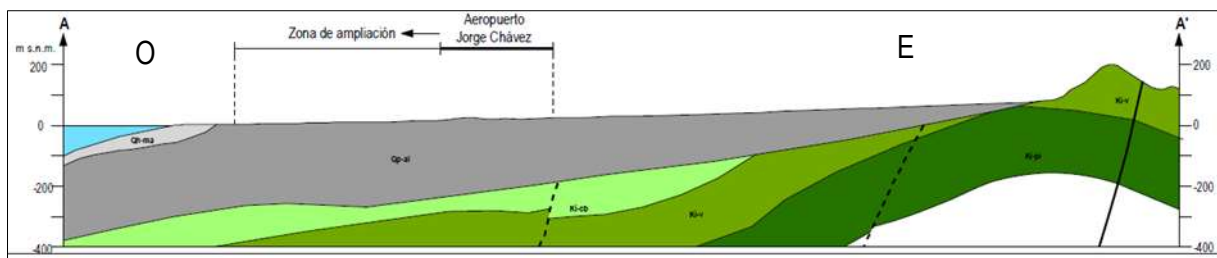
Esta sección se basa en el ítem 11 del Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH (Anexo 5.2.10-2), del mismo nombre, contempla los principios de conservación de la masa y continuidad, y la ley de Darcy, por tratarse de un régimen laminar que circula lentamente a través de los poros de la formación geológica del acuífero. Para realizar el balance hídrico se tomaron las consideraciones descritas a continuación.

### 5.2.10.3.6.1. Geometría del acuífero

Se ha considerado un nivel freático con una profundidad media de 11 metros y un espesor saturado productivo de 200 metros, el cual fue determinado por la información recopilada en el estudio hidrogeológico del consorcio Túnel Gambetta (2014), la geología de la cuenca baja del río Rímac, información de los pozos existentes en el área de estudio tomados del inventario de la ANA y SEDAPAL; y los resultados de la interpretación geoelectrica de 15 sondajes SEVs realizados en el área de estudio para la *“Memoria descriptiva para solicitar la Autorización de ejecución de estudio de disponibilidad hídrica subterránea con perforación de pozo exploratorio”* (LAP, 2018).

El espesor saturado se ha considerado de acuerdo al potencial del acuífero dado la profundidad de los depósitos aluviales (depósitos cuaternarios permeables), los cuales llegan a tener una potencia de 200 metros en el área de estudio.

**Figura 5.2.10-8** Sección geológica A-A' del área de estudio



Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

Asumiendo un nivel freático constante a lo largo del año, ya que la variación del nivel freático es mínima con respecto a la potencia del espesor saturado estimado, se calcula que el área transversal del acuífero productivo será de 1'059,200 m<sup>2</sup>. Asimismo, el área superficial del volumen de control es 22'704,502.5 m<sup>2</sup> y una longitud horizontal de 5,296 m. (Anexo 3, del Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH).

### 5.2.10.3.6.2. Disponibilidad de Agua subterránea

A partir de capítulo de la hidráulica subterránea, presentado en el ítem 11.2 del del Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH (Anexo 5.2.10-2), que básicamente proviene de estudios anteriores; se determinaron los parámetros hidráulicos a utilizar para los cálculos justificativos del balance hídrico, que básicamente son los promedios tomados de los estudios de Captación de aguas subterráneas para el abastecimiento de agua al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez y del estudio Tramo 3B del Túnel Gambetta. A continuación, se resumen dichos valores:

El valor de la Transmisividad calculada dada las características descritas del acuífero detrítico es en promedio:  $T = 2020.8 \text{ m}^2/\text{día}$  (Transmisividad muy alta).

El valor de la Permeabilidad calculada dada las características descritas del acuífero detrítico es en promedio:  $K = 25.9 \text{ m/día}$  (Permeabilidad Alta).

El valor del coeficiente de almacenamiento calculado dada las características descritas del acuífero detrítico es en promedio:  $S = 0.053$ .

- **Recarga Regional**

Al gradiente de presiones en la dirección del flujo, la fórmula de Darcy toma la forma tal como sigue:

$$Q = KIA$$

Siendo:

$K = 25,90 \text{ m/día}$

$L = 4306 \text{ m}$

$h_1 = 25 \text{ m}$

$h_2 = 7 \text{ m}$

$I = 0,00418$  (gradiente hidráulica)

$A = 1'059,200 \text{ m}^2$

$A = \text{Esat} \cdot L_{\text{hor}}$

$\text{Esat} = 200 \text{ m}$  (Espesor saturado productivo promedio del volumen de control)

$L_{\text{hor}} = 5,296 \text{ m}$  (Longitud horizontal del volumen de control)

Por lo que el caudal resulta en  $114,676.97 \text{ m}^3/\text{día}$ . En un año el volumen ascenderá a  $41'857,094.66 \text{ m}^3$ .

- **Aporte por infiltración del río Rímac**

El tramo del río Rímac que más libertad tiene de liberar por infiltración al acuífero local se considerará a partir del inicio del cono deyectivo del Río Rímac, el cual tiene una longitud de 8350 metros. Asimismo, el caudal de infiltración debido a este aporte asciende a  $1.01 \text{ m}^3/\text{s}$  (ver Cuadro 11-1). Siendo 4,534 metros el tramo del río que se superpone a la superficie del volumen de control. Por lo tanto, el caudal que el río aporta al acuífero es de  $0.55 \text{ m}^3/\text{s}$  ó  $17'295,097.8 \text{ m}^3/\text{año}$ .

**Cuadro 5.2.10-8** Entradas de agua al acuífero del Rímac

| Entradas                    | Caudal $\text{m}^3/\text{s}$ |
|-----------------------------|------------------------------|
| Flujos afluentes de entrada | 5.52                         |
| Flujos afluentes naturales  | 0.04                         |
| Infiltración del río        | 1.01                         |
| Infiltración por riego      | 1.34                         |
| Fugas de red                | 4.80                         |
| <b>Total</b>                | <b>9.71</b>                  |

Fuente: ANA. Diciembre, 2010. "Evaluación de los recursos hídricos en la cuenca del Río Rímac".

Los aportes por fuga de red y aportes por riego se considerand despreciables, ya que en el primer caso el número de viviendas sobre la superficie del volumen de control con respecto al número total de viviendas del casco urbano que cuenta con red de agua y desagüe.; y en el segundo no existen terrenos de cultivo en la zona.

#### 5.2.10.3.6.3. Demanda y salidas del sistema

Se cuenta con información de volúmenes anuales de pozos registrados en el "Inventario Nacional de fuentes de Agua Subterránea" elaborado por la Autoridad Nacional del Agua al 2017, el cual suma un volumen total de  $35'548,956.0 \text{ m}^3$ . En este inventario se han considerado los 02 Pozos (Pozo 1 y Pozo 2) con los que actualmente cuenta el aeropuerto para su abastecimiento.

En el área de estudio se ha tomado en consideración las siguientes salidas del sistema:

– **Pérdida por aprovechamiento de agua subterránea**

Se cuenta con información de volúmenes anuales de pozos registrados en el “Inventario Nacional de fuentes de Agua Subterránea” elaborado por la Autoridad Nacional del Agua al 2017, el cual suma un volumen total de 35'548,956.0 m<sup>3</sup>. En este inventario se han considerado los 02 Pozos (Pozo 1 y Pozo 2) con los que actualmente cuenta el aeropuerto para su abastecimiento.

– **Pérdida por descarga al mar**

Este volumen se ha estimado el aforo del canal Tiwinza en donde se midió un caudal puntual de 0.73 m<sup>3</sup>/s y asumiendo que se mantiene constante durante el año, el volumen total anual asciende a 23'052,816.00 m<sup>3</sup>. (Ver fichas de campo en el Anexo 5, del Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH).

– **Pérdida por afloramiento de agua subterránea**

Este volumen corresponde a las Lagunas que forman parte del Humedal existente en el sector oeste del área de estudio y se ha estimado mediante batimetría. El Cuadro 5.2.10-9 indica el resumen de los resultados obtenidos de los trabajos de batimetría. Las áreas de las tres lagunas hacen un total de 22.81 ha. Así también, las lagunas poseen un tirante máximo entre 1.25 y 2.75 m. La cota del espejo de agua varía entre 2.25 y 2.75 msnm, mientras que la cota mínima de fondo del lecho varía entre 0 y 1 msnm. Estas características han permitido estimar de forma general el volumen de agua almacenada en las tres lagunas, obteniendo un volumen total de 293,443.5 m<sup>3</sup>.

**Cuadro 5.2.10-9** Parámetros hidráulicos de las lagunas.

| Zona          | Área (ha) | Tirante Máximo de Agua (m) | Cota del espejo de agua (msnm) | Cota mínima de fondo (msnm) | Volumen de Agua (m <sup>3</sup> ) |
|---------------|-----------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Laguna Área 1 | 2.51      | 1.25                       | 2.25                           | 1.00                        | 18,492.7                          |
| Laguna Área 2 | 8.92      | 1.25                       | 2.25                           | 1.00                        | 105,460.5                         |
| Laguna Área 3 | 11.38     | 2.75                       | 2.75                           | 0.00                        | 169,490.3                         |

Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

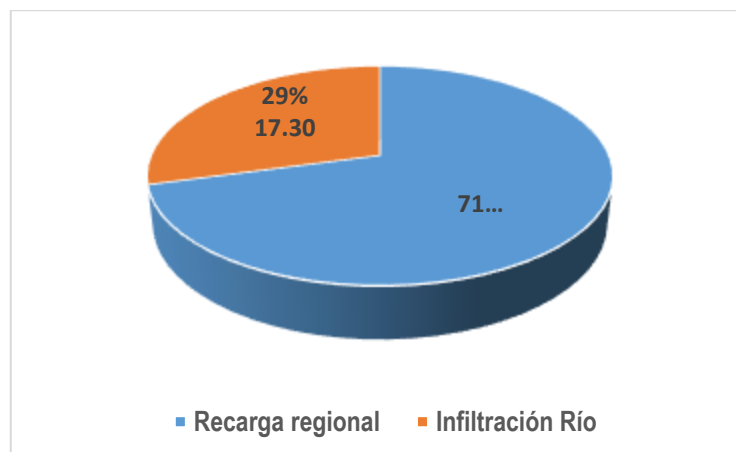
• **Balance Total Neto**

Se sumaron todos volúmenes de entrada y salida, obteniéndose una un superávit anual de 0.26 Hm de agua aproximadamente.

**Cuadro 5.2.10-10** Volúmenes anuales de entrada al volumen de control

| Entradas         |                      |              |
|------------------|----------------------|--------------|
| Ítem             | m <sup>3</sup>       | (Hm)         |
| Recarga Regional | 41,857,094.66        | 41.86        |
| Infiltración Río | 17,295,097.80        | 17.30        |
| <b>Total</b>     | <b>59,152,192.46</b> | <b>59.15</b> |

Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

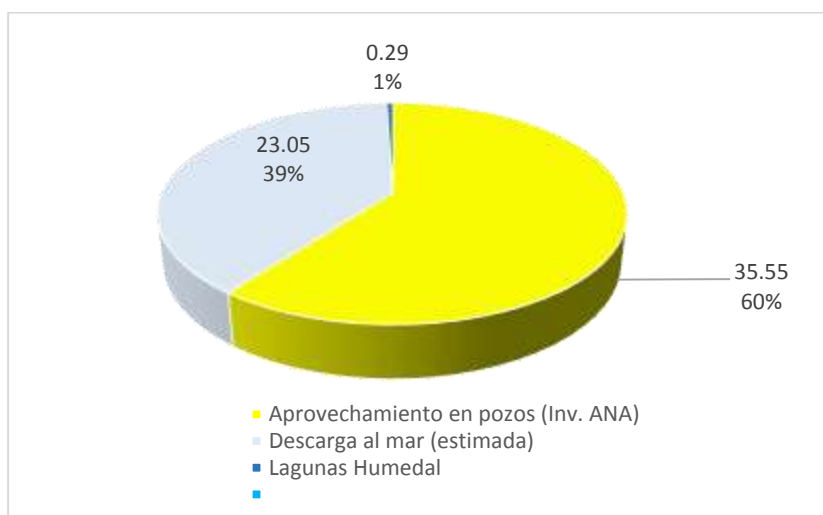
**Figura 5.2.10-9** Entradas de agua al volumen de control (anual)

Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

**Cuadro 5.2.10-11** Volúmenes anuales de salida del volumen de control

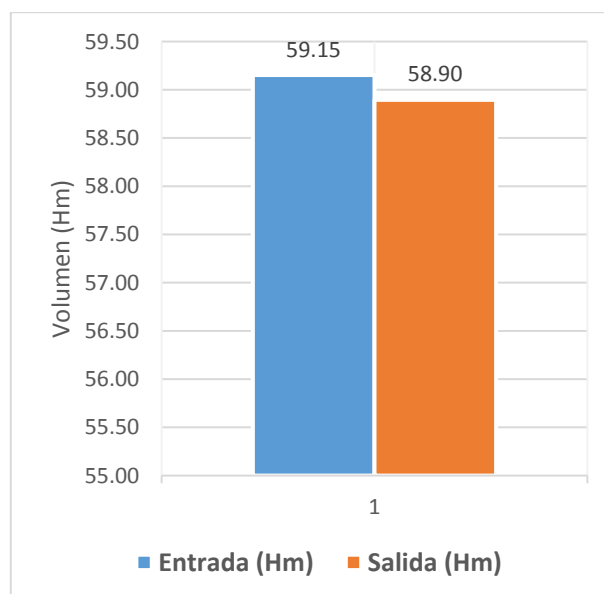
| Salidas                             |                      |              |
|-------------------------------------|----------------------|--------------|
| Ítem                                | m³                   | (Hm)         |
| Aprovechamiento en pozos (Inv. ANA) | 35,548,956.00        | 35.55        |
| Descarga al mar (estimada)          | 23,052,816.00        | 23.05        |
| Lagunas Humedal                     | 293,443.50           | 0.29         |
| <b>Total</b>                        | <b>58,895,215.50</b> | <b>58.90</b> |

Elaboración: Walsh Perú S.A.

**Figura 5.2.10-10** Salidas de agua del volumen de control (anual)

Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

**Figura 5.2.10-11** Balance hídrico anual en Hm de agua



Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

Así mismo se realizó el balance mensualizado, el cual se detalla en el siguiente Cuadro 5.2.10-12.

**Cuadro 5.2.10-12 Balance hídrico mensual**

| Mes                                | Ene          | Feb          | Mar          | Abr          | May          | Jun          | Jul          | Ago          | Sep          | Oct          | Nov          | Dic          |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Recarga regional</b>            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Días                               | 31           | 28           | 31           | 30           | 31           | 30           | 31           | 31           | 30           | 31           | 30           | 31           |
| (m³/día)                           | 114,676.97   | 114,676.97   | 114,676.97   | 114,676.97   | 114,676.97   | 114,676.97   | 114,676.97   | 114,676.97   | 114,676.97   | 114,676.97   | 114,676.97   | 114,676.97   |
| (m³/mes)                           | 3,554,986.12 | 3,210,955.21 | 3,554,986.12 | 3,440,309.15 | 3,554,986.12 | 3,440,309.15 | 3,554,986.12 | 3,554,986.12 | 3,440,309.15 | 3,554,986.12 | 3,440,309.15 | 3,554,986.12 |
| (m³/seg)                           | 0.5          | 0.5          | 0.5          | 0.5          | 0.5          | 0.5          | 0.5          | 0.5          | 0.5          | 0.5          | 0.5          | 0.5          |
| <b>ENTRADAS</b>                    |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| (m³/mes)                           | 1,468,898.70 | 1,326,747.20 | 1,468,898.70 | 1,421,514.90 | 1,468,898.70 | 1,421,514.90 | 1,468,898.70 | 1,468,898.70 | 1,421,514.90 | 1,468,898.70 | 1,421,514.90 | 1,468,898.70 |
| (m³/mes)                           | 5,023,884.82 | 4,537,702.41 | 5,023,884.82 | 4,861,824.05 | 5,023,884.82 | 4,861,824.05 | 5,023,884.82 | 5,023,884.82 | 4,861,824.05 | 5,023,884.82 | 4,861,824.05 | 5,023,884.82 |
| <b>Aprovechamiento Pozos (ANA)</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| (m³/mes)                           | 3,019,226.40 | 2,727,043.20 | 3,019,226.40 | 2,921,832.00 | 3,019,226.40 | 2,921,832.00 | 3,019,226.40 | 3,019,226.40 | 2,921,832.00 | 3,019,226.40 | 2,921,832.00 | 3,019,226.40 |
| <b>Descarga al mar (estimada)</b>  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| (m³/mes)                           | 1,957,910.40 | 1,768,435.20 | 1,957,910.40 | 1,894,752.00 | 1,957,910.40 | 1,894,752.00 | 1,957,910.40 | 1,957,910.40 | 1,894,752.00 | 1,957,910.40 | 1,894,752.00 | 1,957,910.40 |
| <b>Lagunas Humedal</b>             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| (m³/mes)                           | 24,922.60    | 22,510.73    | 24,922.60    | 24,118.64    | 24,922.60    | 24,118.64    | 24,922.60    | 24,922.60    | 24,118.64    | 24,922.60    | 24,118.64    | 24,922.60    |
| <b>SALIDAS</b>                     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| (m³/mes)                           | 5,002,059.40 | 4,517,989.13 | 5,002,059.40 | 4,840,702.64 | 5,002,059.40 | 4,840,702.64 | 5,002,059.40 | 5,002,059.40 | 4,840,702.64 | 5,002,059.40 | 4,840,702.64 | 5,002,059.40 |
| <b>BALANCE</b>                     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| (Hm/mes)                           | 21,825.42    | 19,713.27    | 21,825.42    | 21,121.41    | 21,825.42    | 21,121.41    | 21,825.42    | 21,825.42    | 21,121.41    | 21,825.42    | 21,121.41    | 21,825.42    |
|                                    | 0.02         | 0.02         | 0.02         | 0.02         | 0.02         | 0.02         | 0.02         | 0.02         | 0.02         | 0.02         | 0.02         | 0.02         |

Fuente: Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH. Walsh Perú S.A., 2018.

|                             | Mes      |  | VOLUMEN TOTAL (M3/AÑO) |
|-----------------------------|----------|--|------------------------|
|                             | Días     |  |                        |
| Recarga regional            | (m³/día) |  | 41,857,094.66          |
|                             | (m³/mes) |  |                        |
| Infiltración río            | (m³/seg) |  | 17,295,097.70          |
|                             | (m³/mes) |  |                        |
| ENTRADAS                    | (m³/mes) |  | 59,152,192.36          |
| Aprovechamiento Pozos (ANA) | (m³/mes) |  | 35,548,956.00          |
| Descarga al mar (estimada)  | (m³/mes) |  | 23,052,816.00          |
| Lagunas Humedal             | (m³/mes) |  | 293,443.50             |
| SALIDAS                     | (m³/mes) |  | 58,895,215.50          |
| BALANCE                     | (m³/mes) |  | 256,976.86             |
|                             | (Hm/mes) |  | 0.26                   |

#### **5.2.10.3.7. Modelo conceptual**

El modelo conceptual es la consecuencia de lo encontrado en los estudios hidrogeológicos del consorcio Túnel Gambetta, RS&H/COSAPI y la información de niveles del 2018, la cual constituye la base para los modelos necesarios para diseñar el plan de drenaje y entender el comportamiento del acuífero como el ingreso, salida y circulación del agua.

##### **5.2.10.3.7.1. Características del acuífero**

El reservorio del acuífero yace sobre los depósitos fluvio – aluviales de los ríos Chillón y Rímac, presentándose, así como un acuífero libre; aun cuando hay presencia de una capa de arcilla que pudiese originar que acuífero se comporte como semi cautivo, en general está constituido por depósitos no consolidados del cuaternario, constituido por cantos rodados, grava, arena y arcilla, que hacen que el acuífero tenga un alto potencial de extracción de aguas subterráneas, tanto en descenso como en recuperación de las aguas subterráneas.

Del estudio hidrogeológico del Consorcio Túnel Gambetta, se ha identificado una estructura acuífera con saturación de agua a partir de 3.0 m de profundidad aproximadamente y compuesta por dos depósitos acuíferos (superior e inferior), el superior compuesto por el horizonte R2 que se ubica debajo de la capa de relleno de cobertura aluvial y está constituida por materiales permeables, con un espesor promedio de 15 m, mientras que el inferior está compuesto por el horizonte R3, localizado debajo del horizonte acuífero superior, constituida por materiales menos permeables con un espesor promedio de 50 m.

Se ha encontrado que las investigaciones geofísicas de estudios anteriores indican entre 170 a 250 m para el espesor máximo del acuífero, encontrando las mejores características entre los 20 a 90m.

Según los resultados de los estudios anteriores y las investigaciones geofísicas, se puede concluir que el espesor potencial del acuífero en el área de estudio es de 200 m.

##### **5.2.10.3.7.2. Zona de recarga y descarga**

La recarga del acuífero principalmente se da por las filtraciones del río Rímac hacia la zona de AIJCH y en menor influencia por el río Chillón, así como la recarga urbana de la ciudad de El Callao.

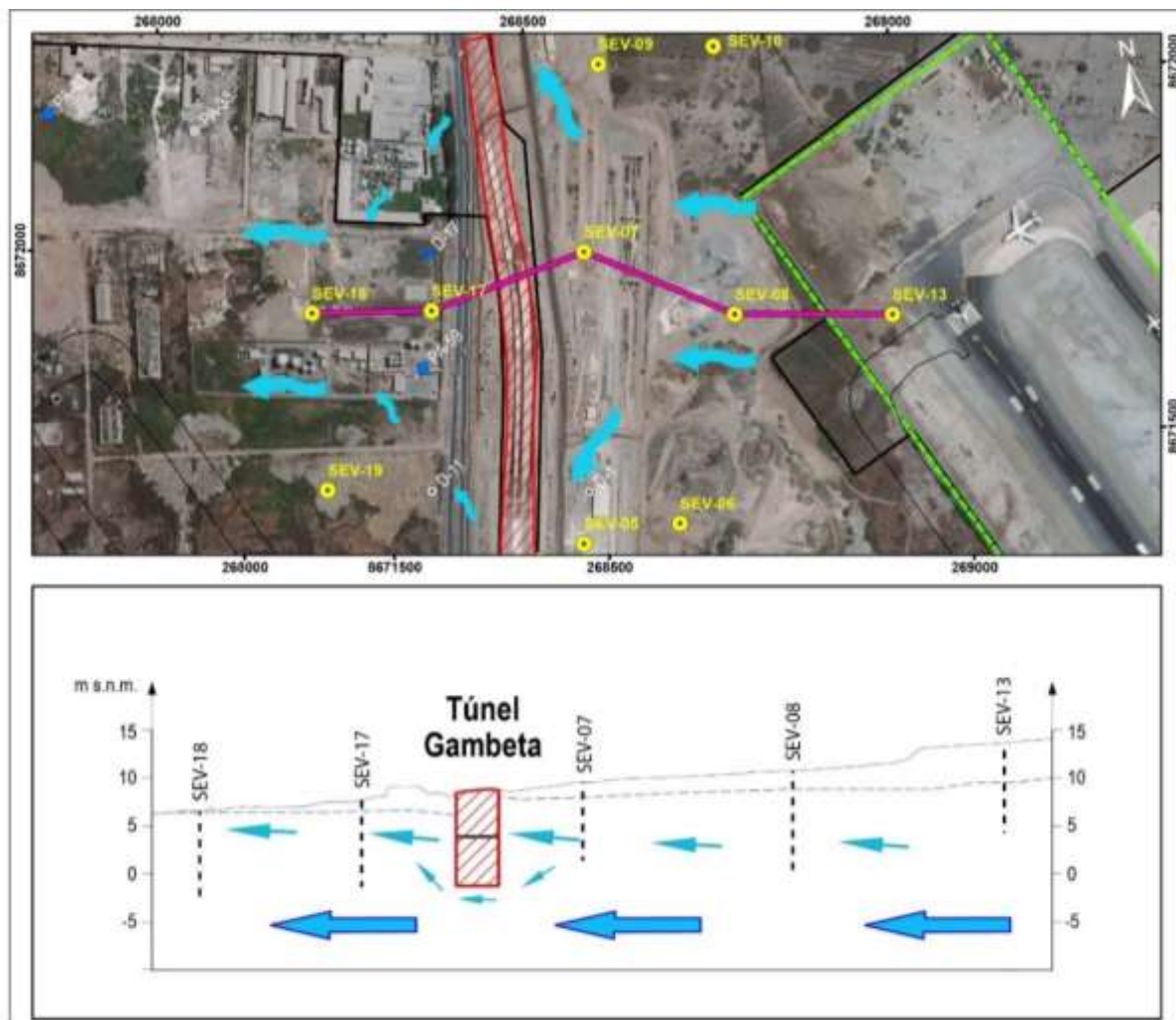
Para comprender el comportamiento de la napa freática se ha elaborado el mapa piezométrico (HG-05), donde el movimiento del flujo se da de mayor a menor carga, por tal motivo en la zona sur del aeropuerto, la dirección del flujo preferencial es de Sur a Norte. Este comportamiento de la dirección del flujo se observa en los planos HG-07 y HG-12 (ver Anexo 7, del Anexo 5.2.10-2 Estudio Hidrogeológico de la MEIA del AIJCH).

La zona de descarga de estas aguas fluye directamente al humedal y hacia la dirección del mar, ello se evidencia en los piezómetros P-PERM-6, P-PERM-7 Y P-PERM-8, pues las cotas del nivel freático se encuentran muy cerca del nivel del terreno, pudiendo observar el afloramiento de estas aguas en dichas zonas produciendo la formación de lagunas.

El comportamiento del agua subterránea en la zona del Túnel Gambetta produce un efecto barrera, logrando que las aguas tengan una dirección local horizontal, que bordea el lado este del túnel,

también tiene una dirección local vertical tipo sifón producto de la barrera y la carga hidráulica en el lado este del túnel. Este comportamiento se puede apreciar en la Figura 5.2.10-12.

**Figura 5.2.10-12** Perfil geoelectrico y dirección del flujo



Fuente: Walsh Perú S.A.

Se presenta la representación gráfica del Modelo conceptual en el Volumen III Mapa LBF-10 (Mapa Hidrogeológico y Modelo Conceptual).

## **5.2.11. CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS**

### **5.2.11.1. GENERALIDADES**

La información que se presenta en este capítulo corresponde a la caracterización física, química y microbiológica de los cuerpos de agua superficial y sus sedimentos, existentes en el área de influencia de la Modificación de Estudio de Impacto Ambiental del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, a través de la evaluación de puntos de muestreo ubicados de manera homogénea y representativa.

La información que se utilizará en los capítulos es de procedencia primaria y secundaria, y se complementan en referencia a la temporalidad. La información primaria corresponde a la temporada templada y la información secundaria nos proporcionará datos en la temporada cálida.

La información secundaria para agua superficial de río procede del Primer Monitoreo 2014 de la Calidad de Agua Superficial de la Cuenca del Río Rímac realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) para calidad de agua superficial. La información secundaria para agua subterránea procede del Informe de Monitoreo Ambiental tramo III\_B proyecto de mejoramiento de la Av. Néstor Gambetta (Callao 2016) y los informes de monitoreo de Pozos de Abastecimiento de agua potable en reserva de Sedapal (2014 y 2016) para calidad de agua subterránea. La información secundaria para sedimentos procede del Informe de Evaluación Ambiental en la Cuenca del Río Rímac, realizado por el Organismo de Fiscalización Ambiental (OEFA) para calidad de sedimento en el año 2015.

En el área de influencia se han identificado dos tipos de fuentes hídricas superficiales principales; el río Rímac que es un cuerpo de agua sensible ya que se encuentra en el área de influencia y el humedal situado al interior en la llamada ex zona Industrial.

### **5.2.11.2. CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL**

#### **5.2.11.2.1. Estándares de Comparación**

Para la evaluación de estas fuentes de agua se ha tomado como referencia los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados recientemente mediante el D.S. N° 004-2017-MINAM, y considerando la Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino-Costeros aprobada mediante Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA.

En base a la legislación indicada, los resultados del muestreo de los puntos del río Rímac serán comparados con ECA Categoría 3 “Riego de Vegetales y Bebidas Animales”. Para el caso del humedal la categoría que corresponde es la categoría 4 E1 (Conservación de Ambiente acuático).

**Cuadro 5.2.11-1** Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua - Categoría 3

| Parámetros                           | Unidad de medida             | D1: Riego de vegetales             |                             | D2: Bebida de animales |
|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
|                                      |                              | Agua para riego no restringido (c) | Agua para Riego restringido | Bebida de animales     |
| FISICO-QUÍMICOS                      |                              |                                    |                             |                        |
| Aceites y grasas                     | mg/L                         | 5                                  |                             | 10                     |
| Bicarbonatos                         | mg CaCO3/L                   | 518                                |                             | NA                     |
| Cianuro wad                          | mg/L                         | 0.1                                |                             | 0.1                    |
| Cloruros                             | mg/L                         | 500                                |                             | NA                     |
| Color                                | Color verdadero Escala Pt/Co | 100(a)                             |                             | 100(a)                 |
| Conductividad eléctrica              | µS/cm                        | 2 500                              |                             | 5 000                  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | mg/L                         | 15                                 |                             | 15                     |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO      | mg/L                         | 40                                 |                             | 40                     |
| Detergentes (SAAM)                   | mg/L                         | 0.2                                |                             | 0.5                    |
| Fenoles                              | mg/L                         | 0.002                              |                             | 0.01                   |
| Fluoruro                             | mg/L                         | 1                                  |                             | NA                     |
| Nitratos (N-NO3) + Nitritos (N-NO2)  | mg/L                         | 100                                |                             | 100                    |
| Nitritos (N-NO2)                     | mg/L                         | 10                                 |                             | 10                     |
| Oxígeno disuelto (valor mínimo)      | mg/L                         | ≥ 4                                |                             | ≥ 5                    |
| Potencial de Hidrogeno (pH)          | Unidad de pH                 | 6.5 - 8.5                          |                             | 6.5 - 8.4              |
| Sulfatos                             | mg/L                         | 1 000                              |                             | 1 000                  |
| Temperatura                          | °C                           | Δ 3                                |                             | Δ 3                    |
| INORGÁNICOS                          |                              |                                    |                             |                        |
| Aluminio (Al)                        | mg/L                         | 5                                  |                             | 5                      |
| Arsénico (As)                        | mg/L                         | 0.1                                |                             | 0.2                    |
| Bario (Ba)                           | mg/L                         | 0.7                                |                             | NA                     |
| Berilio (Be)                         | mg/L                         | 0.1                                |                             | 0.1                    |
| Boro (B)                             | mg/L                         | 1                                  |                             | 5                      |
| Cadmio (Cd)                          | mg/L                         | 0.01                               |                             | 0.05                   |
| Cobre (Cu)                           | mg/L                         | 0.2                                |                             | 0.5                    |
| Cobalto (Co)                         | mg/L                         | 0.05                               |                             | 1                      |
| Cromo total                          | mg/L                         | 0.1                                |                             | 1                      |
| Hierro (Fe)                          | mg/L                         | 5                                  |                             | NA                     |
| Litio (Li)                           | mg/L                         | 2.5                                |                             | 2.5                    |
| Magnesio (Mg)                        | mg/L                         | NA                                 |                             | 250                    |
| Manganeso (Mn)                       | mg/L                         | 0.2                                |                             | 0.2                    |
| Mercurio (Hg)                        | mg/L                         | 0.001                              |                             | 0.01                   |
| Níquel (Ni)                          | mg/L                         | 0.2                                |                             | 1                      |
| Plomo (Pb)                           | mg/L                         | 0.05                               |                             | 0.05                   |
| Selenio (Se)                         | mg/L                         | 0.02                               |                             | 0.05                   |
| Zinc (Zn)                            | mg/L                         | 2                                  |                             | 24                     |
| ORGÁNICOS                            |                              |                                    |                             |                        |
| Bifenilos Policlorados               |                              |                                    |                             |                        |
| Bifenilos Policlorados (PCB)         | µg/L                         | 0.04                               |                             | 0.045                  |
| PLAGUICIDAS                          |                              |                                    |                             |                        |
| Paratión                             | µg/L                         | 35                                 |                             | 35                     |
| Organoclorados                       |                              |                                    |                             |                        |
| Aldrin                               | µg/L                         | 0.004                              |                             | 0.7                    |
| Clordano                             | µg/L                         | 0.006                              |                             | 7                      |
| Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)  | µg/L                         | 0.001                              |                             | 30                     |
| Dieldrin                             | µg/L                         | 0.5                                |                             | 0.5                    |
| Endosulfán                           | µg/L                         | 0.01                               |                             | 0.01                   |
| Endrin                               | µg/L                         | 0.004                              |                             | 0.2                    |
| Heptacloro y Heptacloro Epóxido      | µg/L                         | 0.01                               |                             | 0.03                   |
| Lindano                              | µg/L                         | 4                                  |                             | 4                      |
| Carbamato                            |                              |                                    |                             |                        |
| Aldicarb                             | µg/L                         | 1                                  |                             | 11                     |

| Parámetros                       | Unidad de medida | D1: Riego de vegetales             |                             | D2: Bebida de animales |
|----------------------------------|------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
|                                  |                  | Agua para riego no restringido (c) | Agua para Riego restringido | Bebida de animales     |
| MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO |                  |                                    |                             |                        |
| Coliformes Termotolerantes       | NMP/100 ml       | 1 000                              | 2 000                       | 1 000                  |
| Escherichia coli                 | NMP/100 ml       | 1 000                              | NA                          | NA                     |
| Huevos de Helmintos              | Huevo/L          | 1                                  | 1                           | NA                     |

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parque públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, solo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

NA: Indica que el parámetro no aplica para esta subcategoría.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

### Cuadro 5.2.11-2 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua - Categoría 4. Lagunas y Lagos. D. S. N° 004-2017-MINAM

| Parámetros                                   | Unidad de medida | E1: Lagunas y lagos |
|----------------------------------------------|------------------|---------------------|
| <b>FÍSICO-QUÍMICOS</b>                       |                  |                     |
| Aceites y Grasas (MEH)                       | mg/L             | 5.0                 |
| Cianuro Libre                                | mg/L             | 0.0052              |
| Color                                        | Pt/Co            | 20 (a)              |
| Clorofila A                                  | mg/L             | 0.008               |
| Conductividad                                | µS/cm            | 1000                |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)         | mg/L             | 5                   |
| Fenoles                                      | mg/L             | 2.56                |
| Fósforo Total                                | mg/L             | 0.035               |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c) | mg/L             | 13                  |
| Amoníaco total (NH <sub>3</sub> )            | mg/L             | (1)                 |
| Nitrógeno Total                              | mg/L             | 0.315               |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo)              | mg/L             | ≥ 5                 |
| Potencial de Hidrógeno (pH)                  | Unidad de pH     | 6.5 a 9.0           |
| Sólidos Suspendidos Totales                  | mg/L             | ≤ 25                |
| Sulfuros                                     | mg/L             | 0.002               |
| Temperatura                                  | °C               | ±3                  |
| <b>INORGÁNICOS</b>                           |                  |                     |
| Antimonio                                    | mg/L             | 0.64                |
| Arsénico                                     | mg/L             | 0.15                |
| Bario                                        | mg/L             | 0.7                 |
| Cadmio Disuelto                              | mg/L             | 0.00025             |
| Cobre                                        | mg/L             | 0.1                 |
| Cromo VI                                     | mg/L             | 0.0011              |
| Mercurio                                     | mg/L             | 0.0001              |
| Níquel                                       | mg/L             | 0.052               |
| Plomo                                        | mg/L             | 0.0025              |
| Selenio                                      | mg/L             | 0.005               |
| Talio                                        | mg/L             | 0.0008              |
| Zinc                                         | mg/L             | 0.12                |
| <b>ORGÁNICOS</b>                             |                  |                     |
| <b>I. Compuestos Orgánicos Volátiles</b>     |                  |                     |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo            | mg/L             | 0.5                 |
| Hexaclorobutadieno                           | mg/L             | 0.0006              |
| <b>BTEX</b>                                  |                  |                     |
| Benceno                                      | mg/L             | 0.05                |

| Parámetros                      | Unidad de medida | E1: Lagunas y lagos |
|---------------------------------|------------------|---------------------|
| <b>Hidrocarburos Aromáticos</b> |                  |                     |
| Benzo(a)pireno                  | mg/L             | 0.0001              |
| Antraceno                       | mg/L             | 0.0004              |
| Fluoranteno                     | mg/L             | 0.001               |
| <b>Bifenilos Policlorados</b>   |                  |                     |
| Bifenilos Policlorados (PCB)    | mg/L             | 0.000014            |
| <b>PLAGUICIDAS</b>              |                  |                     |
| Malation                        | mg/L             | 0.0001              |
| Paration                        | mg/L             | 0.000013            |
| <b>Organoclorados</b>           |                  |                     |
| Aldrin                          | mg/L             | 0.000004            |
| Clordano                        | mg/L             | 0.0000043           |
| DDT (suma de 4,4-DDD y 4,4-DDE) | mg/L             | 0.000001            |
| Dieldrin                        | mg/L             | 0.000056            |
| Endosulfan                      | mg/L             | 0.000056            |
| Endrin                          | mg/L             | 0.000036            |
| Heptacloro                      | mg/L             | 0.0000038           |
| Heptacloro Epóxido              | mg/L             | 0.0000038           |
| Lindano                         | mg/L             | 0.00095             |
| Pentaclorofenol (PCP)           | mg/L             | 0.001               |
| <b>Carbamato</b>                |                  |                     |
| Aldicarb                        | mg/L             | 0.001               |
| <b>MICROBIOLÓGICOS</b>          |                  |                     |
| Coliformes Termotolerantes      | NMP/100mL        | 1 000               |

(a): 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de la filtración simple.

(c): En caso de técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ( $\text{NO}_3^-$  -N), multiplicar el resultado por el factor 4,43 para expresarlo en unidades de Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ).

NA: Indica que el parámetro no aplica para esta subcategoría.

$\Delta$  3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

#### 5.2.11.2.2. Metodología

El monitoreo y análisis siguieron los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial aprobado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, el Protocolo de monitoreo para calidad de agua de la DGAA-MEM, así como, los protocolos establecidos por la Agencia para la Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA, 1992) y el "Standard Methods of Water and Wastewater 21th Edition 2005".

Las muestras recogidas para cada parámetro fueron preservadas según los procedimientos establecidos por el laboratorio acreditado. Los reportes de ensayo emitidos contienen e detalle del método de análisis aplicado e incluye sus respectivos límites de detección para cada uno de los parámetros.

El servicio de muestreo, conservación, preservación de muestras, así como los análisis de parámetros estuvieron a cargo del Laboratorio AGQ Perú S.A.C., acreditado ante el Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Ver Anexo 5.2.11.1-1 donde se presenta los certificados de calibración de los equipos utilizados por AGQ Perú S.A.C.

**Cuadro 5.2.11-3** Metodología de análisis y límites de detección empleados para determinar la calidad del agua superficial (río Rímac) por Laboratorio AGQ.

| Parámetro                                                     | Unidades | Método de referencia                      | Límites de detección             |
|---------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|----------------------------------|
| pH (Campo)                                                    | mg/l     | SMEWW 4500-H+ B. 22nd Ed. 2012            | 2.01 - 12.0 Unidades de pH       |
| Temperatura de la Muestra (Campo)                             | mg/l     | SM 2550 B Ed 22.                          | 4.00 - 50.0 °C                   |
| Conductividad (Campo)                                         | µS/cm    | SMEWW 2510B. 22nd Ed. 2012.               | 0.100 - 400 000 µS/cm a 25°C     |
| Oxígeno Disuelto (Campo)                                      | mg/l     | EPA Method 360.1                          | 0.030 - 20.0 mg/L O <sub>2</sub> |
| Aceites y Grasas                                              | mg/l     | PP-226 (BASED ASTM D7066-04).             | 0.25                             |
| Color                                                         | mg/l     | SMEWW 2120 C. 22nd. Ed. 2012              | 3                                |
| DBO <sub>5</sub>                                              | µg/l     | EPA METHOD 8270 D, Rev. 5 2017 (Validado) | 1.1                              |
| Detergentes Aniónicos                                         | mg/l     | SMEWW 5540 C. 22nd Ed. 2012               | 0.02                             |
| DQO                                                           | mg/l     | SMEWW 5220D. 22nd Ed. 2012                | 8.00                             |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N) | mg/l     | PE-2090                                   | 0.11                             |
| Bicarbonatos                                                  | mg/l     | SMEWW 2320B. 22nd Ed. 2012                | 0.0008                           |
| Cianuros (WAD)                                                | mg/L     | SMEWW 4500-CN- F, I. 22nd Ed. 2012        | 5.00                             |
| Fenoles                                                       | mg/L     | SMEWW 5530 B,C. 22nd Ed. 2012             | 0.001                            |
| Cloruros                                                      | mg/l     | PE-2090                                   | 0.15                             |
| Fluoruros                                                     | mg/l     |                                           | 0.10                             |
| Sulfatos                                                      | mg/l     |                                           | 0.75                             |
| Nitratos                                                      | mg/l     |                                           | 0.11                             |
| Nitritos (como N)                                             | mg/L     |                                           | 0.15                             |
| Aluminio                                                      | mg/l     |                                           | 0.002                            |
| Arsénico                                                      | mg/l     | EPA Method 200.8 Rev.5.4 (1994)           | 0.00003                          |
| Bario                                                         | mg/l     |                                           | 0.0001                           |
| Berilio                                                       | mg/l     |                                           | 0.00002                          |
| Bismuto                                                       | mg/l     |                                           | 0.00002                          |
| Boro                                                          | mg/l     |                                           | 0.002                            |
| Cadmio                                                        | mg/l     |                                           | 0.00001                          |
| Calcio                                                        | mg/l     |                                           | 0.10                             |
| Cobalto                                                       | mg/l     |                                           | 0.00001                          |
| Cobre                                                         | mg/l     |                                           | 0.00003                          |
| Cromo                                                         | mg/l     |                                           | 0.0001                           |
| Estaño                                                        | mg/l     |                                           | 0.0001                           |
| Estroncio                                                     | mg/l     |                                           | 0.0001                           |
| Fósforo                                                       | mg/l     |                                           | 0.015                            |
| Hierro                                                        | mg/l     |                                           | 0.0004                           |
| Litio                                                         | mg/l     |                                           | 0.0001                           |
| Magnesio                                                      | mg/l     |                                           | 0.003                            |
| Manganeso                                                     | mg/l     |                                           | 0.00003                          |
| Mercurio                                                      | mg/l     |                                           | 0.00003                          |
| Molibdeno                                                     | mg/l     |                                           | 0.00002                          |
| Níquel                                                        | mg/l     |                                           | 0.0002                           |
| Plata                                                         | mg/l     |                                           | 0.00001                          |

| Parámetro           | Unidades   | Método de referencia                             | Límites de detección |
|---------------------|------------|--------------------------------------------------|----------------------|
| Plomo               | mg/l       |                                                  | 0.0002               |
| Potasio             | mg/l       |                                                  | 0.04                 |
| Selenio             | mg/l       |                                                  | 0.0004               |
| Silicio             | mg/l       |                                                  | 0.2                  |
| Sodio               | mg/l       |                                                  | 0.006                |
| Talio               | mg/l       |                                                  | 0.00002              |
| Titania             | mg/l       |                                                  | 0.001                |
| Uranio              | mg/l       |                                                  | 0.000003             |
| Vanadio             | mg/l       |                                                  | 0.0001               |
| Zinc                | mg/l       |                                                  | 0.01                 |
| Coliformes Fecales  | NMP/100 ml | SMEWW 9221 E.1. 22nd. Ed. 2012                   | 1.8                  |
| Coliformes Totales  | NMP/100 ml | SMEWW 9221B 2, 3,4a (1, 3, 4), 4b. 22nd Ed. 2012 | 1.8                  |
| Escherichia Coli    | NMP/100 ml | SMEWW 9221 F. 22nd Ed. 2012.                     | 1.8                  |
| Huevos de Helmintos | Huevos/l   | PP-301                                           | 1.00                 |
| Enterococos Fecales | NMP/100 ml | SM 9230B Ed.22                                   | 1.8                  |

Fuente: Laboratorio AGQ 2017.

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

#### 5.2.11.2.3. Puntos de muestreo

La ubicación de los puntos de muestreo se realizó en gabinete, con ayuda de imágenes satelitales y mapas, basado en imágenes actualizadas del área de influencia (tomando en cuenta la ubicación de los componentes del proyecto, los cuerpos o cursos de agua que existen en la zona del proyecto), posteriormente el punto fue evaluado y verificado en campo, realizándose la toma de muestras en el lugar donde reúnen las condiciones más adecuadas de representatividad, accesibilidad y seguridad.

#### A) Río Rímac

Las actividades de muestreo en el río Rímac se realizaron en la temporada templada (julio del 2017). La información de calidad de agua en el río, que cubriría la temporada cálida proviene del Informe "Primer Monitoreo Participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Rímac realizado por la ANA" (Oficio N° 1596-2014-ANA-AAA-CF-ALA.CHRL). Ver el Cuadro 5.2.11-4, red de muestreo de calidad de agua en el río Rímac.

La distribución gráfica de los puntos de muestreo con relación al área de ubicación del proyecto se muestra en el Volumen III Mapa LBF-11. En el Anexo 5.2.11.1-2 de fichas de campo, se presenta la identificación de los puntos, coordenadas, lugares de referencia y fotos.

**Cuadro 5.2.11-4** Red de muestreo de calidad del agua superficial en el río Rímac

| Puntos de muestreo                                              | Descripción                                                                                             | Coordenadas (UTM-WGS 84) |           |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------|
|                                                                 |                                                                                                         | Este                     | Norte     |
| INFORMACIÓN PRIMARIA                                            |                                                                                                         |                          |           |
| MEIA LAP - JULIO 2017 – TEMPORADA TEMPLADA                      |                                                                                                         |                          |           |
| AG-01                                                           | Río Rímac, aguas abajo del puente proyectado<br>Punto situado a la altura del puente Nestor Gambetta    | 267 387                  | 8 670 265 |
| AG-02                                                           | Río Rímac, aguas arriba del puente proyectado<br>A 20 m de la Av. Morales Duarez                        | 267 682                  | 8 667 974 |
| INFORMACIÓN SECUNDARIA                                          |                                                                                                         |                          |           |
| MONITOREO PARTICIPATIVO ANA- Febrero 2014(*) – TEMPORADA CÁLIDA |                                                                                                         |                          |           |
| RRima-12(*)                                                     | Río Rímac (MI), 200 m aguas abajo del puente<br>Universitaria c/ Av. Morales Duarez. (Parque Chumpitaz) | 273 430                  | 8 668 596 |
| RRima-13(*)                                                     | Río Rímac (MI), 20 m aguas arriba del puente Néstor<br>Gambetta                                         | 268 443                  | 8 668 505 |

(\*)RRima-12 y RRima-13 códigos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA). La descripción de los puntos fue obtenida del Informe del Primer Monitoreo Participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Rímac. (Oficio N° 1596-2014-ANA-AAA-CF-ALA.CHRL.)

Nota 1: Aclaración de conceptos: Punto de muestreo, corresponde a toma de muestra para una Línea de Base inicial. Punto de monitoreo, corresponde a un punto que está sujeto a un programa de monitoreo establecido a partir de un IGA

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

## B) Humedal

Las actividades de muestreo en el humedal de la ex zona industrial se realizaron en la temporada templada (julio del 2017) y temporada cálida (marzo-abril 2018).

La distribución gráfica de los puntos de muestreo con relación al área de ubicación del proyecto se muestra en el Volumen III Mapa LBF-11. En el Anexo 5.2.11.1-2 de fichas de campo, se presenta la identificación de los puntos, coordenadas, lugares de referencia y fotos.

**Cuadro 5.2.11-5** Evaluación en Humedal en la ex zona industrial

| Puntos                                                                     | Descripción                                                  | Coordenadas (UTM-WGS 84) |           |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------|
|                                                                            |                                                              | Este                     | Norte     |
| Información Primaria                                                       |                                                              |                          |           |
| Modificación del Estudio de Impacto Ambiental LAP - Julio 2017 y mayo 2018 |                                                              |                          |           |
| AG-03                                                                      | Humedal – ex Zona Industrial. A 500 m de Av. Néstor Gambetta | 267 676                  | 8 671 099 |
| AG-04                                                                      | Humedal – ex Zona Industrial. A 400 m de Av. Néstor Gambetta | 267 745                  | 8 671 014 |
| AG-05                                                                      | Ex Zona Industrial. A 450 m de Av. Néstor Gambetta           | 267752                   | 8671088   |
| AG-06                                                                      | Ex Zona Industrial. A 530 m de Av. Néstor Gambetta           | 267694                   | 8 671146  |
| AG-07                                                                      | Ex Zona Industrial. A 500 m de Av. Néstor Gambetta           | 267837                   | 8671644   |

Nota 1: Aclaración de conceptos: Punto de muestreo, corresponde a toma de muestra para una Línea de Base inicial. Punto de monitoreo, corresponde a un punto que está sujeto a un programa de monitoreo establecido a partir de un IGA

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

#### 5.2.11.2.4. Evaluación de resultados

Para el mejor entendimiento del análisis de resultados vamos a dividir su presentación en análisis de resultados de agua superficial en el río y en el humedal de la ex zona industrial.

Los informes de ensayo se presentan en el Anexo 5.2.11.1-3.

##### A) Río Rímac

El cuadro 5.2.11.6 presenta los resultados obtenidos en los puntos evaluados en el río Rímac, tanto en temporada templada (julio 2017) como en temporada cálida (febrero 2014), este último realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). En la temporada templada los puntos evaluados son dos; AG-01 y AG-02, ambos han sido ubicados de manera referencial aguas abajo y aguas arriba, respectivamente, del puente proyectado en el río Rímac. Así mismo, la ANA también ha evaluado el mismo tramo del río Rímac, con los puntos RRima-13 y RRima-12, ubicados comparativamente, aguas abajo y aguas arriba del puente proyectado, precisamente, es por ello que la ubicación de estos dos puntos permite utilizar esta información como secundaria para la segunda temporada.

Cuadro 5.2.11-6 Resultados de análisis en el río Rímac

| Parámetros                           | Unidad de medida | TEMPORADA CÁLIDA<br>Febrero 2014 | TEMPORADA TEMPLADA<br>Julio 2017 |             |                      |           | ECA-3(3) D1: Riego de<br>vegetales       |                                   | ECA 3(3) D2:<br>Bebida de<br>animales |
|--------------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------------|-----------|------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
|                                      |                  |                                  | INFORMACIÓN SECUNDARIA           |             | INFORMACIÓN PRIMARIA |           | Agua para<br>riego no<br>restringido (c) | Agua para<br>riego<br>restringido |                                       |
|                                      |                  |                                  | RRima-12(1)                      | RRima-13(1) | AG-01(2)             | AG-02(2)  |                                          |                                   |                                       |
|                                      |                  |                                  |                                  |             |                      |           |                                          |                                   |                                       |
| FISICOQUÍMICOS                       |                  |                                  |                                  |             |                      |           |                                          |                                   |                                       |
| Aceites y Grasas                     | mg/L             | 3                                | 3.5                              | 0.31        | < 0.25               | 5         |                                          | 10                                |                                       |
| Bicarbonatos                         | mg/L CaCO3       | ---                              | ---                              | 177         | 171                  | 518       |                                          | ---                               |                                       |
| Cianuros (WAD)                       | mg/L             | < 0.006                          | < 0.006                          | < 0.016     | < 0.016              | 0.1       |                                          | 0.1                               |                                       |
| Cloruros                             | mg/L             | ---                              | ---                              | 43.4        | 49.1                 | 500       |                                          | ---                               |                                       |
| Color                                | CU               | ---                              | ---                              | 4           | 3                    | 100       |                                          | 100                               |                                       |
| Conductividad                        | µS/cm            | 290.0                            | 299.2                            | 682         | 700                  | 2 500     |                                          | 5 000                             |                                       |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | mg/L             | < 2.00                           | < 2.00                           | < 1.1       | < 1.1                | 15        |                                          | 15                                |                                       |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO)     | mg/L             | < 10.0                           | < 10.0                           | < 8.00      | < 8.00               | 40        |                                          | 40                                |                                       |
| Detergentes (SAAM)                   | mg/L             | ---                              | ---                              | < 0.02      | < 0.02               | 0.2       |                                          | 0.5                               |                                       |
| Fenoles                              | mg/L             | ---                              | ---                              | < 0.001     | < 0.001              | 0.002     |                                          | 0.01                              |                                       |
| Fluoruros                            | mg/L             | ---                              | ---                              | 0.21        | 0.2                  | 1         |                                          | ---                               |                                       |
| Nitratos (NO3-N) + Nitritos (NO2-N). | mg/L             | ---                              | ---                              | 0.68        | 0.96                 | 100       |                                          | 100                               |                                       |
| Nitritos                             | mg/L N-NO2       | ---                              | ---                              | 0.26        | 0.36                 | 10        |                                          | 10                                |                                       |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo)      | mg/L O2          | 7.29                             | 7.57                             | 8.08        | 8.03                 | ≥ 4       |                                          | ≥ 5                               |                                       |
| Potencial de Hidrogeno (pH)          | Unid. de pH      | 8.12                             | 7.1                              | 10.1        | 10.1                 | 6.5 - 8.5 |                                          | 6.5 - 8.4                         |                                       |
| Sulfatos                             | mg/L             | 124.35                           | 122.61                           | 162         | 163                  | 1 000     |                                          | 1 000                             |                                       |
| Temperatura                          | pH               | 24.62                            | 24.6                             | 20          | 19.2                 | Δ 3       |                                          | Δ 3                               |                                       |
| INORGÁNICOS (Metales Totales)        |                  |                                  |                                  |             |                      |           |                                          |                                   |                                       |
| Aluminio                             | mg/L             | 2.83384                          | 2.76904                          | 8.00        | 3.6                  | 5         |                                          | 5                                 |                                       |
| Arsénico                             | mg/L             | 0.04574                          | 0.04597                          | 0.17479     | 0.08432              | 0.1       |                                          | 0.2                               |                                       |
| Bario                                | mg/L             | 0.05957                          | 0.05674                          | 0.1127      | 0.0758               | 0.7       |                                          | ---                               |                                       |
| Berilio                              | mg/L             | < 0.0002                         | < 0.0002                         | 0.00018     | 0.00010              | 0.1       |                                          | 0.1                               |                                       |
| Boro                                 | mg/L             | 0.18688                          | 0.19055                          | 0.281       | 0.247                | 1         |                                          | 5                                 |                                       |
| Cadmio                               | mg/L             | 0.00275                          | 0.00285                          | 0.00560     | 0.00348              | 0.01      |                                          | 0.05                              |                                       |
| Cobre                                | mg/L             | 0.10272                          | 0.10211                          | 0.9161      | 0.4312               | 0.2       |                                          | 0.5                               |                                       |
| Cobalto                              | mg/L             | 0.00217                          | 0.00189                          | 0.00682     | 0.00315              | 0.05      |                                          | 1                                 |                                       |
| Cromo Total                          | mg/L             | 0.0068                           | 0.00479                          | 0.016       | 0.007                | 0.1       |                                          | 1                                 |                                       |
| Hierro                               | mg/L             | 3.5259                           | 3.5029                           | 18          | 8.2                  | 5         |                                          | ---                               |                                       |
| Litio                                | mg/L             | 0.06851                          | 0.07014                          | 0.0882      | 0.0775               | 2.5       |                                          | 2.5                               |                                       |
| Magnesio                             | mg/L             | 5.6508                           | 5.6524                           | 11.2        | 10.7                 | --        |                                          | 250                               |                                       |
| Manganeso                            | mg/L             | 0.30101                          | 0.29905                          | 0.78663     | 0.41711              | 0.2       |                                          | 0.2                               |                                       |
| Mercurio                             | mg/L             | < 0.0001                         | < 0.0001                         | 0.00014     | 0.00011              | 0.001     |                                          | 0.01                              |                                       |
| Níquel                               | mg/L             | < 0.0004                         | < 0.0004                         | 0.0047      | 0.0020               | 0.2       |                                          | 1                                 |                                       |
| Plomo                                | mg/L             | 0.07                             | 0.06737                          | 0.05860     | 0.02832              | 0.05      |                                          | 0.05                              |                                       |
| Selenio                              | mg/L             | < 0.003                          | < 0.003                          | 0.00209     | 0.00122              | 0.05      |                                          | 0.05                              |                                       |
| Zinc                                 | mg/L             | 0.78377                          | 0.79645                          | 1.3         | 0.613                | 2         |                                          | 24                                |                                       |
| ORGÁNICOS                            |                  |                                  |                                  |             |                      |           |                                          |                                   |                                       |
| Bifenilos Policlorados               |                  |                                  |                                  |             |                      |           |                                          |                                   |                                       |
| Bifenilos Policlorados (PCB)         | ng/L             | ---                              | ---                              | < 2.50      | < 2.50               | 0.04      |                                          | 0.045                             |                                       |
| PLAGUICIDAS                          |                  |                                  |                                  |             |                      |           |                                          |                                   |                                       |
| Paratión                             | ng/L             | < 0.00002                        | < 0.00002                        | < 2.500     | < 2.500              | 35        |                                          | 35                                |                                       |
| Aldrín                               | ng/L             | < 0.00001                        | < 0.00001                        | < 0.400     | < 0.400              | 0.004     |                                          | 0.7                               |                                       |
| Clordano                             | ng/L             | < 0.00001                        | < 0.00001                        | < 2.500     | < 2.50               | 0.006     |                                          | 7                                 |                                       |
| Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT). | ng/L             | < 0.00001                        | < 0.00001                        | < 0.400     | < 0.400              | 0.001     |                                          | 30                                |                                       |
| Dieldrín                             | ng/L             | < 0.00001                        | < 0.00001                        | < 0.400     | < 0.400              | 0.5       |                                          | 0.5                               |                                       |
| Endosulfán                           | ng/L             | < 0.00003                        | < 0.00003                        | < 0.400     | < 0.400              | 0.01      |                                          | 0.01                              |                                       |
| Endrín                               | ng/L             | < 0.00001                        | < 0.00001                        | < 0.400     | < 0.400              | 0.004     |                                          | 0.2                               |                                       |
| Heptacloro y Heptacloro Epóxido      | ng/L             | < 0.00001                        | < 0.00001                        | < 2.500     | < 2.500              | 0.01      |                                          | 0.03                              |                                       |
| Lindano                              | ng/L             | < 0.00001                        | < 0.00001                        | < 0.400     | < 0.400              | 4         |                                          | 4                                 |                                       |
| Aldicarb                             | ng/L             | ---                              | ---                              | < 10.0      | < 10.0               | 1         |                                          | 11                                |                                       |
| MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO     |                  |                                  |                                  |             |                      |           |                                          |                                   |                                       |
| Coliformes Termotolerantes           | NMP/100 ml       | 330 000                          | 330 000                          | 54 000      | 54 000               | 1 000     | 2 000                                    | 1 000                             |                                       |
| Escherichia coli                     | NMP/100 ml       | ---                              | ---                              | 24 000      | 9 200                | 1 000     | NA                                       | NA                                |                                       |
| Huevos de Helmintos                  | Huevo/L          | ---                              | ---                              | < 1,00      | < 1,00               | 1         | 1                                        | NA                                |                                       |

(1) Los resultados de los puntos fue extraída del "Informe del Primer Monitoreo Participativo 2014 de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Rímac. (Oficio N° 1596-2014-ANA-AAA-CF-ALA-CHRL.- Informe de ensayo con valor oficial N° 08558-2014 – Laboratorio SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.)

(2) Fuente: Informes de Ensayo MIT-17/00392 - Laboratorio AGQ Perú S.A.C.

(3) Estándares de Calidad Ambiental CA 3 D1: Riego de vegetales y ECA 3 D2: Bebida de animales, D.S. 004-2017-MINAM.

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

## PARÁMETROS IN SITU

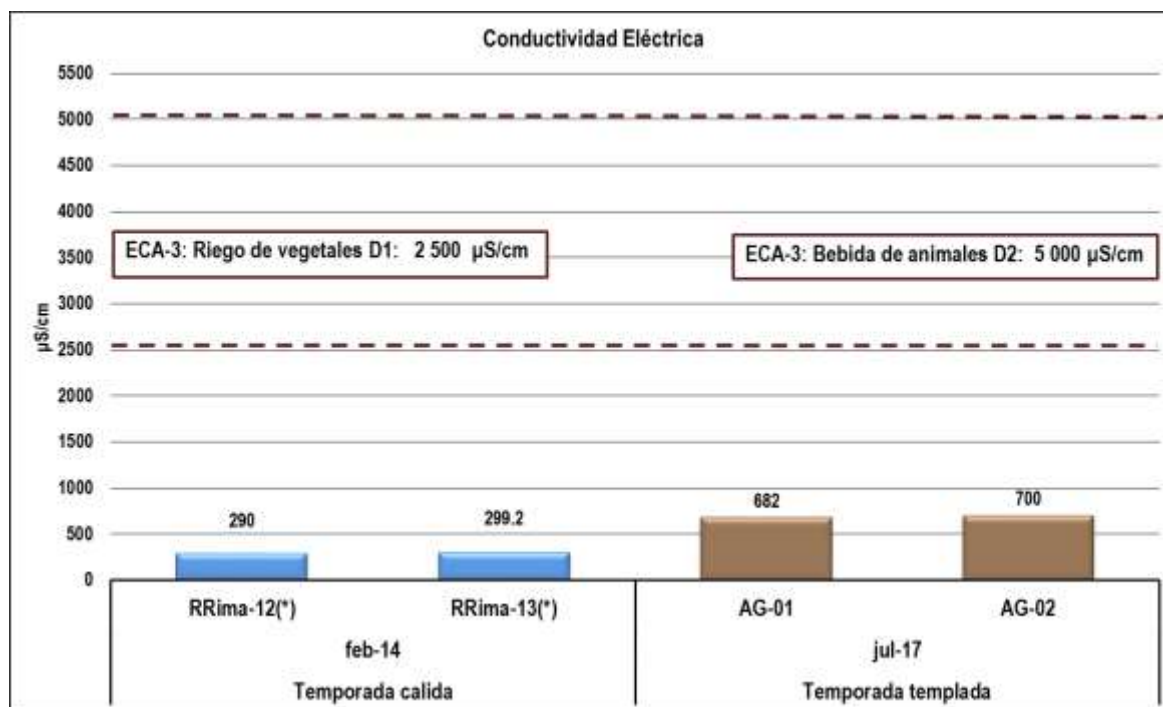
### • Temperatura

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros parámetros, tales como el pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y algunas variables físico-químicas como la solubilidad de las sales, así como procesos biológicos como la biodegradación de materia orgánica en el agua. Este parámetro es medido in situ y está relacionado con la temporalidad. En los resultados obtenidos hay una tendencia que se repite en la variabilidad de lecturas, tanto para temporada cálida como templada. En la temporada cálida la temperatura promedio en la hora de muestreo ha sido 24.6 °C. Y en temporada templada el promedio de temperaturas ha sido de 19.6 °C.

### • Conductividad

La conductividad es una expresión numérica que depende de la presencia y concentración de iones, de la movilidad y valencia de éstos así como de la temperatura del cuerpo de agua medido. Por ello, un cambio de este parámetro significa la alteración de la cantidad de sustancias disueltas. En la temporada templada, el valor de la conductividad, en los puntos de muestreo AG--01 (aguas abajo del puente proyectado) y AG-02 (aguas arriba del puente proyectado) registran valores de 682 y 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$  que no superan el valor establecido en el ECA Categoría 3 D1 (Riego de vegetales; 2 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y D2 (Bebida de animales; 5 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). En la temporada cálida, los registros de la ANA revelan disminución en valores de conductividad, esto puede ser debido a que el caudal es elevado en esta temporada y hay mayor dilución por tanto menor conductividad.

**Figura 5.2.11-1** Resultados de Conductividad



ECA 3 D1: Riego de vegetales y ECA 3 D2: Bebida de animales, D.S. 004-2017-MINAM

(\*) RRima-12 y RRima-13 códigos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

En los puntos de muestreo RRima-12 (aguas arriba del puente proyectado) y RRima-13 (aguas abajo del puente proyectado) se reportó 290  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 299,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente, por tanto en la temporada cálida también se cumple con los rangos exigidos por el ECA Categoría 3 D1 (Riego de vegetales; 2 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y D2 (Bebida de animales; 5 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Elaboración: Walsh Perú S.A., 2017

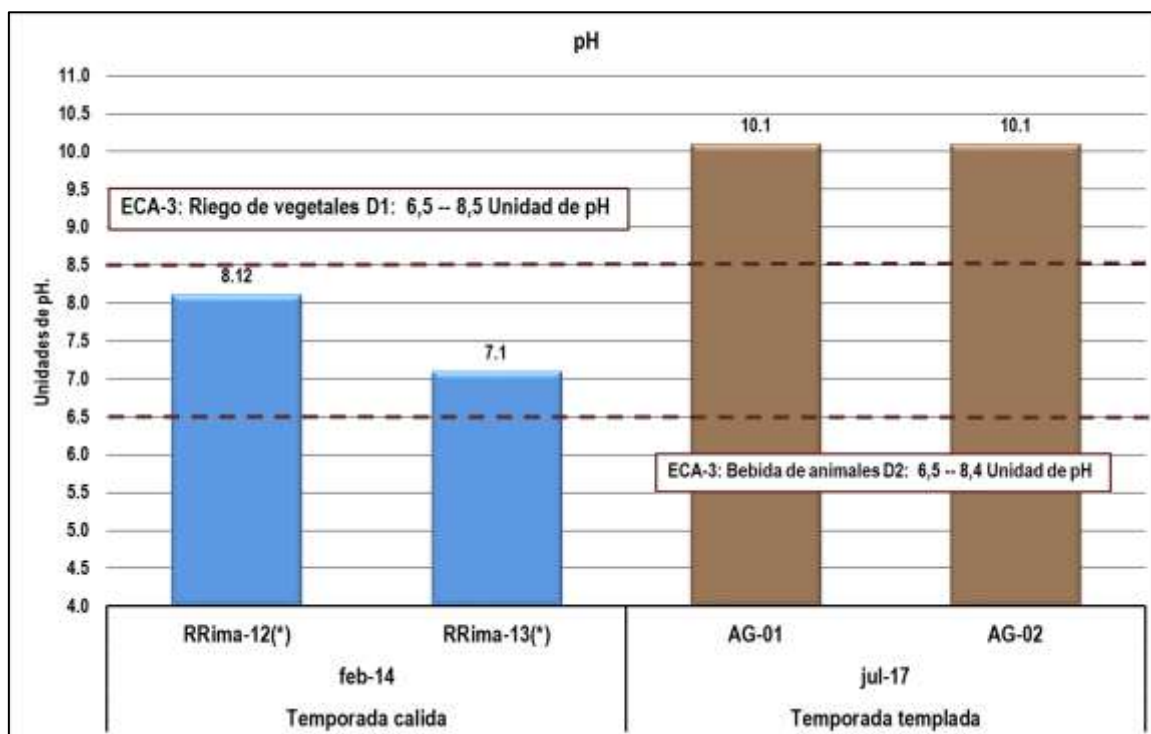
Los códigos RRima-12 y RRima-13 son códigos del Monitoreo Participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Rímac. (Oficio N° 1596-2014-ANA-AAA-CF-ALA.CHRL.)

- **pH**

El pH del agua es una característica muy importante, que afecta el equilibrio entre la mayoría de las especies químicas, el potencial corrosivo del agua, la conveniencia del agua para mantener los organismos vivos, y la mayoría de las demás características de la calidad del agua. El pH de un cuerpo de agua es un parámetro a considerar cuando queremos determinar la especiación química y solubilidad de varias sustancias orgánicas e inorgánicas en agua.

En los puntos de muestreo AG-01 (aguas abajo del puente proyectado) y AG-02 (aguas arriba del puente proyectado) las mediciones de pH reportaron un valor de 10.1, en ambos puntos, estos exceden a la Categoría 3 D1 (Riego de vegetales; 6.5-8.5) y D2 (Bebida de animales; 6.5-8.4). Es probable que al no haber mucho caudal, algún tipo de efluente o discurrimento haya influenciado en el resultado. En la temporada cálida, el pH reportó un valor mucho menor, esto puede ser debido a la influencia de la dilución producida por el mayor caudal. En los puntos de muestreo RRima-12 (aguas arriba del puente proyectado) y RRima-13 (aguas abajo del puente proyectado) se reportó 8.12 y 7.1 respectivamente, por tanto en la temporada cálida si se cumple con los rangos del ECA.

**Figura 5.2.11-2** Resultados de pH



ECA 3 D1: Riego de vegetales y ECA 3 D2: Bebida de animales, D.S. 004-2017-MINAM

(\*) RRima-12 y RRima-13 códigos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)

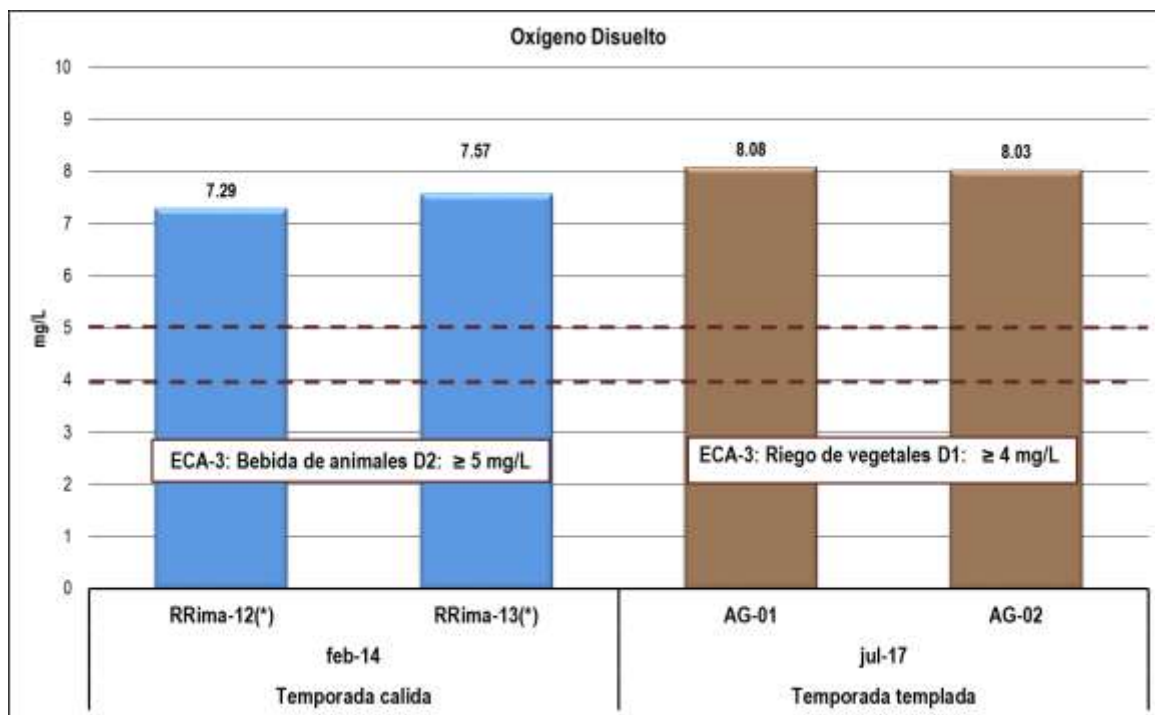
Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

### • Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto juega un papel importante en el incremento de la solubilidad o precipitación de iones que presenta alguna forma insoluble. Su presencia en el agua es vital para la vida superior y para la mayoría de los microorganismos. En aguas con mucha movilidad, es común encontrar los rangos de oxígeno disuelto obtenidos en los muestreos realizados. La mayoría del oxígeno proviene de la atmósfera y, en menor cantidad, de la acción fotosintética de las algas.

En los puntos de muestreo AG-01 (aguas abajo del puente proyectado) y AG-02 (aguas arriba del puente proyectado) las mediciones de Oxígeno disuelto registran valores de 8.08 mg/L y 8.03 mg/L, respectivamente, valores que se encuentran en el rango del ECA Categoría 3 D1 (Riego de vegetales;  $\geq 4$ ) y D2 (Bebida de animales;  $\geq 5$  mg/L). En los puntos muestreados por la ANA, en temporada cálida, los valores son similares. En los puntos de muestreo RRima-12 (aguas arriba del puente proyectado) y RRima-13 (aguas abajo del puente proyectado) se reportó 7.29 mg/L y 7.57 mg/L respectivamente, por tanto en la temporada cálida también se cumple con los rangos del ECA en ambas sub categorías.

**Figura 5.2.11-3** Resultados de Oxígeno Disuelto



ECA 3 D1: Riego de vegetales y ECA 3 D2: Bebida de animales, D.S. 004-2017-MINAM  
 (\*) RRima-12 y RRima-13 códigos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)  
 Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

## PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

### • Bicarbonatos

El contenido de bicarbonatos conjuntamente con los carbonatos e hidróxidos depende de la alcalinidad de aguas superficiales, la cual también podría depender de la presencia de boratos, fosfatos, silicatos y otras bases. La alcalinidad es un indicador de la calidad del agua, que si bien no constituye riesgo para la salud, es usado para controlar procesos de tratamiento.

- **Demanda Bioquímica y Química de Oxígeno**

- **Cloruros, fluoruros, nitratos y nitritos**

En puntos de muestreo AG-02 (aguas arriba del puente proyectado), la medición de nitratos-nitritos registro un valor de 0.96 mg/L, y en el punto AG-01 (aguas abajo del puente proyectado), se registró 0.68 mg/L, estos valores no superan el ECA Categoría 3 D1 (Riego de vegetales; 500 mg/L). La ANA no reporta valores de este parámetro en la temporada cálida. Estos resultados guardan relación directa con el nitrito que reporta en AG-02 un valor de 0.36 mg/L y en AG-01 un valor de 0.26 mg/L, la tendencia se mantiene. Ninguno de estos valores superan la concentración establecida en el ECA-Categoría 3-(Riego de vegetales: 100 mg/L y bebida de animales: 10 mg/L). La ANA no reporta valores de este parámetro en la temporada cálida. Los puntos RRima-12 y RRima-13 son puntos de monitoreo de la ANA.

- **Sulfatos**

En Sulfatos, tanto en los puntos AG-02 y RRima-12 (aguas arriba del puente proyectado) como en los puntos AG-01 y RRima-13 (aguas abajo del puente proyectado) reportaron concentraciones que no superan el valor establecido en el ECA establecido (1 000 mg/L) tanto para riego de vegetales y bebida de animales. En los puntos AG-02 y RRima-12 se reportó 163 mg/L y 124.35 mg/L, respectivamente y en los puntos AG-01 y RRima-13 se reportó 162 mg/L y 122.61 mg/L, respectivamente. Los puntos RRima-12 y RRima-13 son puntos de monitoreo de la ANA.

- **Aceites y Grasas, Fenoles y SAAM**

Las sustancias orgánicas consideradas como relevantes para los fines de uso de la Categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales, son los aceites y grasas; fenoles y SAAM (detergentes aniónicos).

Los aceites y grasas son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, además de hidrocarburos de alta densidad suelen encontrarse flotando sobre ésta. Los puntos AG-02 y RRima-12 (aguas arriba del puente proyectado) como en los puntos AG-01 y RRima-13 (aguas abajo del puente proyectado) reportaron concentraciones que no superan el valor establecido en el ECA Categoría 3 D1 (Riego de vegetales: 5 mg/L), en agua de riego restringido y D2 (Bebida de animales: 10 mg/L). En los puntos AG-02 y RRima-12 se reportó <0.25 mg/L y 3 mg/L, respectivamente y en los puntos AG-01 y RRima-13 se reportó 0.31 mg/L y 3.5 mg/L, respectivamente. Los puntos RRima-12 y RRima-13 son puntos de monitoreo de la ANA.

Los fenoles y SAAM pueden estar en el agua como resultado de contaminación industrial, al respecto de estos dos parámetros, se reportaron concentraciones menores al límite de detección del laboratorio en los puntos de muestreo AG-01 y AG-02 en la temporada templada. La ANA no ha considerado estos parámetros en su evaluación.

## **PARÁMETROS ORGÁNICOS**

Los compuestos orgánicos Policloruros Bifenilos Totales (PCBs), Plaguicidas Organoclorados y Carbamatos, son regulados debido a sus características tóxicas y/o bioacumulativas. Los resultados en parámetros orgánicos aguas arriba (AG-02, RRima-12) del puente proyectado así como aguas abajo (AG-01 y RRima-13) reporto concentraciones no significativas, es decir, menor al límite de detección del método de ensayo empleado por el laboratorio. Los puntos RRima-12 y RRima-13 son puntos de monitoreo de la ANA.

## **PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

Los coliformes termo tolerantes son un subgrupo de los coliformes totales y se encuentran en grandes cantidades en los intestinos de humanos y animales y las heces.

Como es conocido el río es usado como receptor de los vertidos doméstico por parte de la población y algunas industrias informales. El río Rímac reporta Coliformes Termo tolerantes en altas concentraciones en ambas temporadas. En la temporada templada los dos puntos evaluados AG-01 y AG-02 registran un valor de 54 000 NMP/100mL, y no se ha observado variación por efecto del recorrido. En el monitoreo realizado por la ANA los dos puntos RRima-12 y RRima-13 registran un valor de 330 000 NMP/100mL, este valor es mayor debido probablemente al elevado caudal que presenta el río Rímac en la temporada cálida.

Lo mismo ocurre con el *Escherichia coli*, en los puntos AG-01 y AG-02 las mediciones registran valores de 24 000 NMP/100ml y 9,200 NMP/100ml, respectivamente valores que superan ampliamente el ECA Categoría 3 D1 (Riego de vegetales), en agua de riego restringido. La ANA no reporta valores de este parámetro en la temporada cálida.

En los puntos de muestreo AG-01 y AG-02 las mediciones de *Huevos Helminthos*, no reportan presencia alguna. Se indica menor al Límite de detección (<1 Huevo/L). La no existencia de este parámetro se podría deber, a que para el tipo de volumen de agua existente el número de los huevos es muy pequeño.

## METALES TOTALES

Los metales constituyen parte natural de suelos, rocas, plantas y de tejidos animales. Diversos estudios realizados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), así como estudios de entidades privadas indican que la calidad de las aguas del río Rímac, en cuanto al contenido de metales se refiere, ha sido afectado. *“La cuenca del Rímac es una zona donde la actividad minera polimetálica se ha desarrollado desde muchas décadas atrás aproximadamente desde los años 30, época en la cual no se tenían las actuales exigencias de la normativa ambiental legal. En la cuenca alta y media del río Rímac, las principales fuentes de contaminación son los depósitos de relaves mineros, bocaminas y depósitos de escombros mineros (pasivos ambientales mineros), descargas de aguas residuales domésticas y municipales procedentes de los diversos poblados. Es por esta razón que el contenido de metales tales como: arsénico, cadmio, plomo, hierro, manganeso y aluminio son muy elevados”, DGCRH - ANA.*

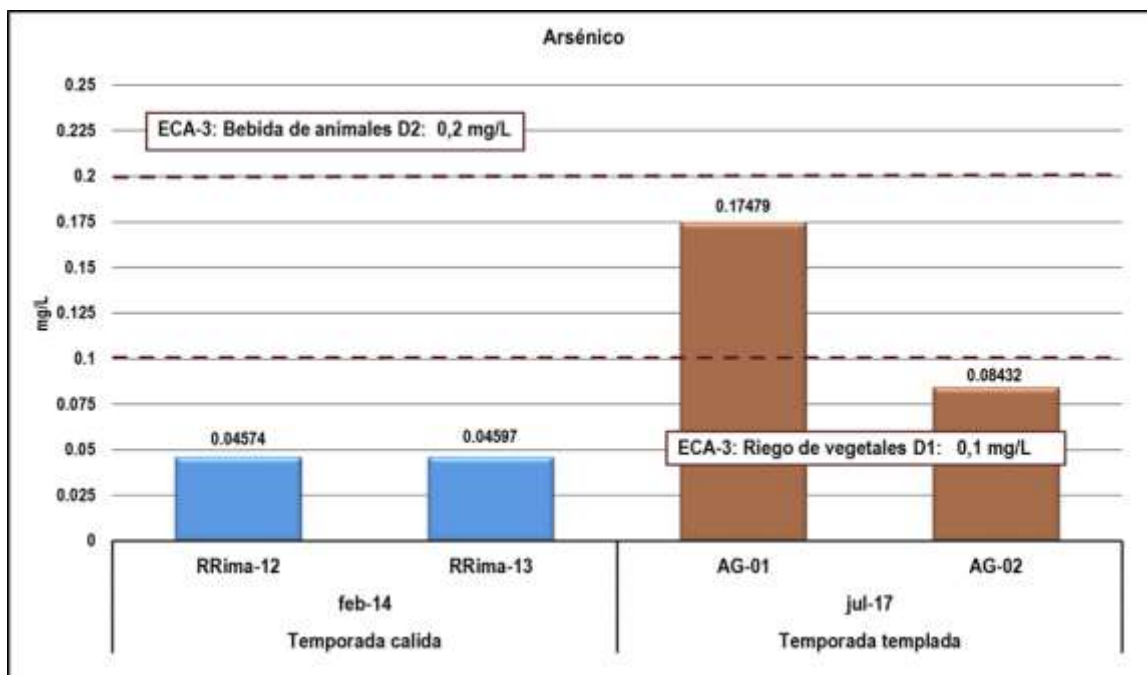
- **Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Cobalto, Cromo Total, Litio, Magnesio, Mercurio, Níquel, Selenio y Zinc.**

Los metales mencionados, han registrado valores menores al límite de detección, tanto en el punto de muestreo AG-01 y AG-02, y los reportados por la ANA, en ambas temporadas, y ninguna supera el ECA categoría 3: D1 (Riego de vegetales) y D2 (Bebida de animales), por tanto la concentración de estos metales no presentan riesgo para la función a la que el agua está destinado.

- **Arsénico, Cobre, Hierro, Manganeso y Plomo**

En arsénico, el monitoreo realizado por la ANA en temporada cálida, da como resultado en los puntos de monitoreo RRima-12 y RRima-13, lecturas que no sobrepasan el ECA Categoría 3 D1 y D2. En el muestreo realizado en la temporada templada las concentraciones se han incrementado, el punto AG-1 (aguas abajo del puente proyectado) si ha superado el ECA-categoría 3 subcategoría D1 (Riego de vegetales), pero no ha sobrepasado el ECA-categoría 3 subcategoría D2 (Bebida de animales). En tanto el punto AG-02 (aguas arriba del puente proyectado) no sobrepasa ambas subcategorías. Ver Figura 5.2.11-4.

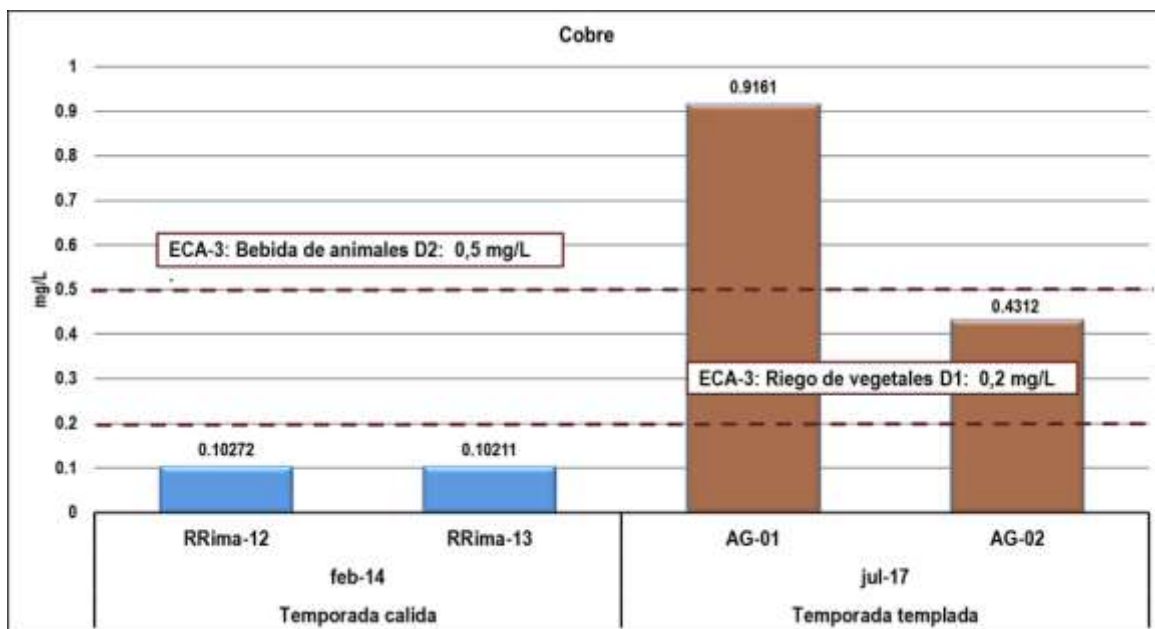
En cobre, el monitoreo realizado por la ANA en temporada cálida, da como resultado (en los puntos de monitoreo RRima-12 y RRima-13) lecturas que no sobrepasan el ECA Categoría 3 D1 y D2. En el muestreo realizado en temporada templada las concentraciones se han incrementado, el punto AG-1 (aguas arriba de puente proyectado) si ha superado el ECA-categoría 3 subcategoría D1 (Riego de vegetales), pero no ha sobrepasado el ECA-categoría 3 subcategoría D2 (Bebida de animales). Ver Figura 5.2.11-5.

**Figura 5.2.11-4** Resultados de Arsénico

ECA 3 D1: Riego de vegetales y ECA 3 D2: Bebida de animales, D.S. 004-2017-MINAM

(\*) RRima-12 y RRima-13 códigos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

**Figura 5.2.11-5** Resultados de Cobre

ECA 3 D1: Riego de vegetales y ECA 3 D2: Bebida de animales, D.S. 004-2017-MINAM

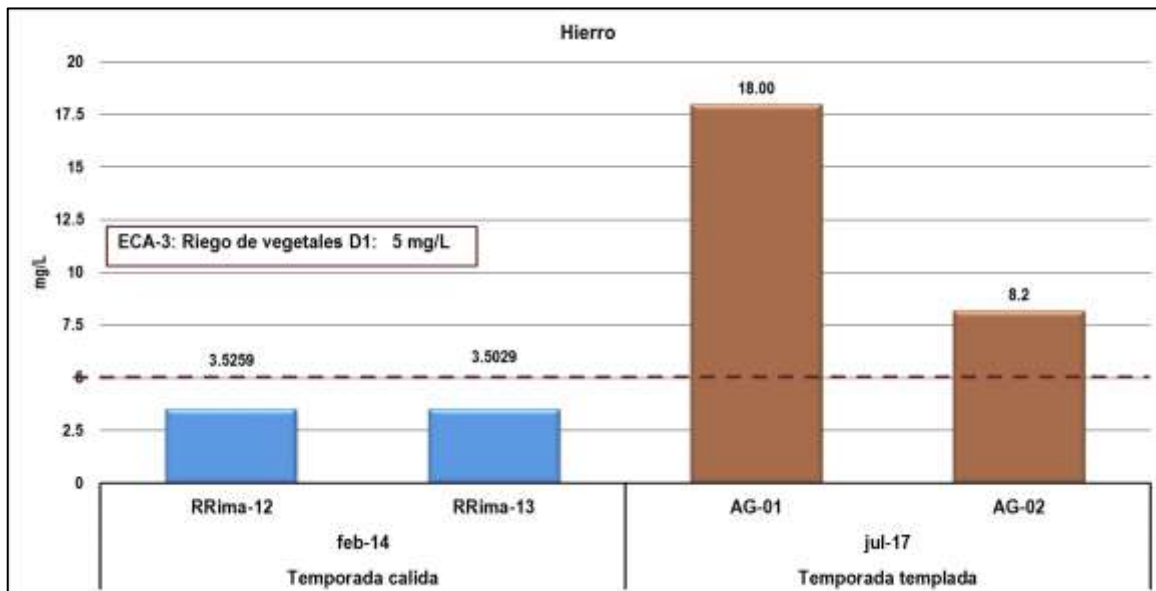
(\*) RRima-12 y RRima-13 códigos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018.

En Hierro, el monitoreo realizado por la ANA en temporada cálida, da como resultado en los puntos de monitoreo RRima-12 (aguas arriba del puente proyectado) y RRima-13 (aguas abajo del puente proyectado) lecturas que no sobrepasan el ECA Categoría 3 D1. Mientras en el muestreo realizado

en temporada templada las concentraciones se han incrementado, el punto AG-1 (aguas arriba de puente proyectado) y el punto AG-02 han superado el ECA-categoría 3 subcategoría D1 (Riego de vegetales). Ver Figura 5.2.11-6.

**Figura 5.2.11-6** Resultados de Hierro



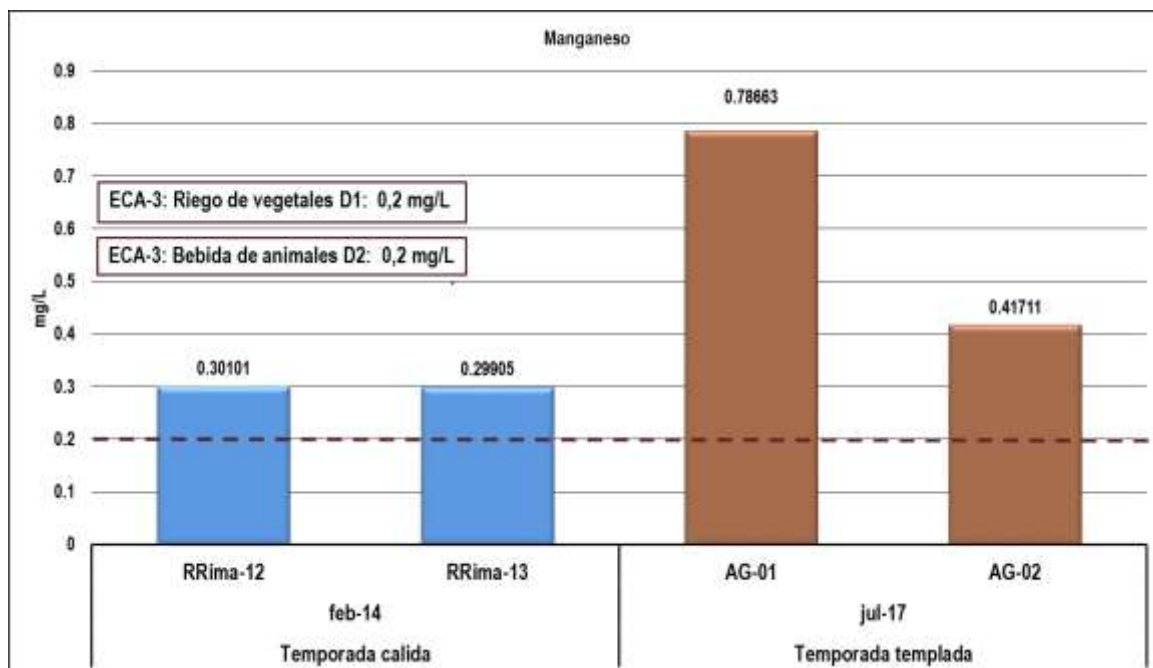
ECA 3 D1: Riego de vegetales y ECA 3 D2: Bebida de animales, D.S. 004-2017-MINAM

(\*) RRima-12 y RRima-13 códigos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

En Manganeseo, los puntos monitoreados por la ANA, en la temporada cálida han registrado concentraciones que sobrepasan el ECA categoría 3 D1 y D2. De hecho, ya de por sí, la cuenca del Rímac tiene problemas de altas concentraciones de manganeseo (además de otros metales) lo cual confirma la influencia de la geología en la calidad del agua. Así mismo en el muestreo realizado en temporada templada, en los puntos AG-01 (aguas abajo del puente proyectado) y AG-02 (aguas arriba del puente proyectado) sobrepasan el ECA categoría 3 D1 y D2. Ver Figura 5.2.11-7.

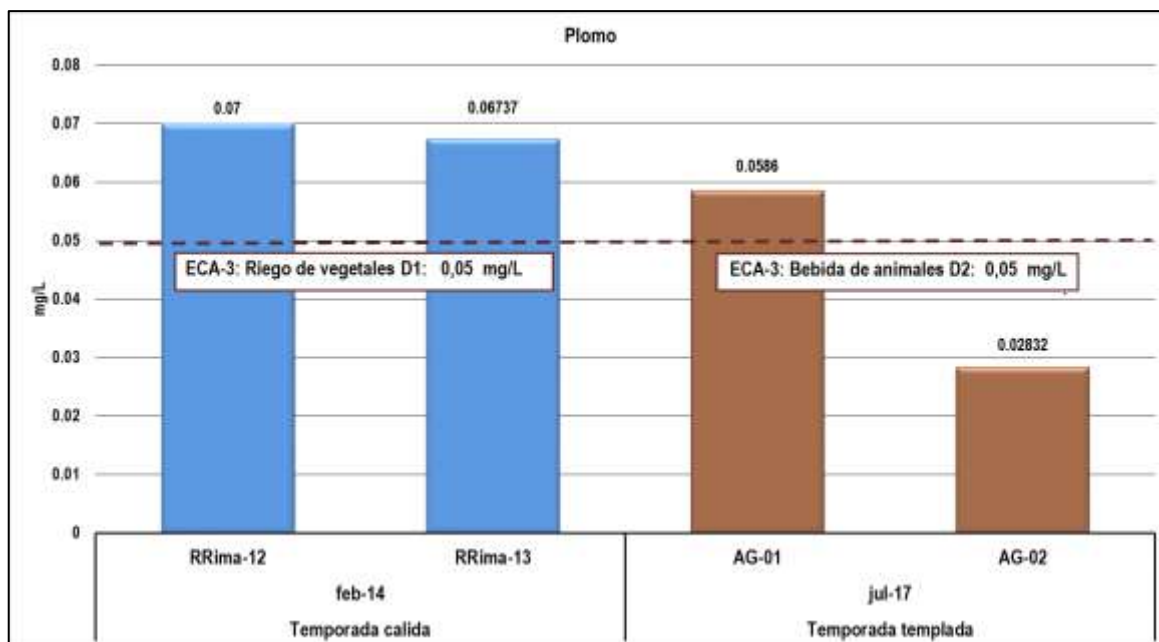
En Plomo, los puntos monitoreados por la ANA, en la temporada cálida han registrado concentraciones elevadas que sobrepasan el ECA categoría 3 D1 y D2. Así mismo, en el muestreo realizado en temporada templada, en el punto AG-01 (aguas abajo del puente proyectado) se sobrepasa el ECA categoría 3 D1 y D2 y en el punto AG-02 (aguas arriba del puente proyectado) el registro no sobrepasó el ECA categoría 3 D1 y D2. Ver Figura 5.2.11-8.

**Figura 5.2.11-7 Resultados de Manganeso**


ECA 3 D1: Riego de vegetales y ECA 3 D2: Bebida de animales, D.S. 004-2017-MINAM

(\*) RRima-12 y RRima-13 códigos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

**Figura 5.2.11-8 Resultados de Plomo**


ECA 3 D1: Riego de vegetales y ECA 3 D2: Bebida de animales, D.S. 004-2017-MINAM

(\*) RRima-12 y RRima-13 códigos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

B) Humedal

La evaluación de los humedales en el área del proyecto se ha llevado a cabo en dos temporadas. La temporada templada (meses de invierno) y temporada cálida (meses de verano).

Cuadro 5.2.11-7 Resultados de calidad de aguas en el Humedal de la Ex zona Industrial

| Parámetros                     | Unidad de medida             | Temporada Templada   |                      | Temporada Cálida     |                      |                      |                      | D. S. N° 004-2017-MINAM<br>Categoría 4 Lagos |                      |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------------------|----------------------|
|                                |                              | Jul-17               |                      | Mar-18               |                      | Abr-18               |                      |                                              |                      |
|                                |                              | AG-03 <sup>(1)</sup> | AG-04 <sup>(2)</sup> | AG-03 <sup>(3)</sup> | AG-04 <sup>(3)</sup> | AG-05 <sup>(4)</sup> | AG-06 <sup>(4)</sup> |                                              | AG-07 <sup>(4)</sup> |
| IN SITU                        |                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                              |                      |
| Conductividad                  | µS/cm a 25°C                 | 3.640                | 3.570                | 3790                 | 4220                 | 3130                 | 3440                 | 3050                                         | 1000                 |
| Oxígeno Disuelto               | mg/L O <sub>2</sub>          | 3.06                 | 5.93                 | 3.08                 | 0.22                 | 3.33                 | 4.73                 | 5.37                                         | ≥5                   |
| pH                             | Unidades de pH               | 8.71                 | 7.48                 | 7.33                 | 7.15                 | 7.43                 | 7.34                 | 7.13                                         | 6.5 - 9              |
| Temperatura                    | °C                           | 20.6                 | 23.3                 | 27                   | 25                   | 24.8                 | 25.3                 | 28                                           | △3                   |
| FÍSICO-QUÍMICOS                |                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                              |                      |
| Aceites y Grasas               | mg/L                         | < 0.25               | < 1.0                | < 0.005              | < 0.005              | < 0.025              | < 0.025              | < 0.025                                      | 5                    |
| Cianuro Libre                  | mg/L                         | < 0.002              | < 0.0008             | < 0.002              | < 0.002              | < 0.002              | < 0.002              | < 0.002                                      | 0.0052               |
| Color                          | Color verdadero escala Pt/Co | 46                   | 20                   | 29                   | 24                   | 29                   | 31                   | 25                                           | 20                   |
| Clorofila A                    | mg/L                         | < 0.005              | < 0.005              | < 0.005              | < 0.005              | < 0.005              | < 0.005              | < 0.005                                      | 0.008                |
| DBO <sub>5</sub>               | mg/L                         | < 1.1                | < 1.1                | < 1.1                | < 1.1                | 1.8                  | 1.8                  | 1.2                                          | 5                    |
| Fenoles                        | mg/L                         | < 0.001              | < 0.001              | < 0.001              | < 0.001              | < 0.001              | < 0.001              | < 0.001                                      | 2.56                 |
| Fósforo total                  | mg/L                         | 0.142                | 0.145                | 0.111                | 0.188                | 0.307                | 0.335                | 0.041                                        | 0.035                |
| Nitratos                       | mg/L N-NO <sub>3</sub>       | 1.1                  | < 0.11               | 0.46                 | 0.46                 | 0.41                 | 0.41                 | 0.43                                         | 13                   |
| Amoniaco                       | mg/L                         | 0.14                 | 0.09                 | 1.3                  | 0.82                 | 0.1                  | 0.08                 | 0.15                                         | 1                    |
| Nitrógeno Total                | mg/L                         | 1.97                 | < 0.11               | 1.7                  | 1.3                  | 0.6                  | 0.55                 | 0.66                                         | 0.315                |
| Sólidos Suspendedos Totales    | mg/L                         | 6                    | 9.33                 | 13                   | 16                   | 9.5                  | 8.5                  | 6                                            | ≤25                  |
| Sulfuros                       | mg/L                         | < 0.0018             | < 0.03               | 2.48                 | < 0.03               | < 0.03               | < 0.03               | < 0.03                                       | 0.002                |
| INORGÁNICOS                    |                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                              |                      |
| Antimonio                      | mg/L                         | 0.00133              | 0.00055              | 0.00044              | 0.00063              | 0.00014              | 0.00013              | 0.0003                                       | 0.64                 |
| Arsénico                       | mg/L                         | 0.00406              | 0.00329              | 0.01                 | 0.01115              | 0.0077               | 0.00741              | 0.0027                                       | 0.15                 |
| Bario                          | mg/L                         | 0.0332               | 0.0133               | 0.0417               | 0.0311               | 0.0304               | 0.0301               | 0.0247                                       | 0.7                  |
| Cadmio Disuelto                | mg/L                         | < 0.00001            | < 0.00001            | < 0.00001            | < 0.00001            | 0.00002              | 0.00002              | 0.00001                                      | 0.00025              |
| Cobre                          | mg/L                         | 0.0019               | 0.0007               | 0.0008               | < 0.0003             | 0.0003               | 0.0004               | 0.0015                                       | 0.1                  |
| Cromo VI                       | mg/L                         | < 0.008              | < 0.008              | < 0.008              | < 0.008              | < 0.008              | < 0.008              | < 0.008                                      | 0.011                |
| Mercurio                       | mg/L                         | < 0.00007            | < 0.00007            | < 0.00007            | < 0.00007            | < 0.00007            | < 0.00007            | < 0.00007                                    | 0.0001               |
| Níquel                         | mg/L                         | 0.0019               | 0.0015               | 0.0017               | 0.0017               | 0.0013               | 0.001                | < 0.0009                                     | 0.052                |
| Plomo                          | mg/L                         | 0.00096              | 0.00062              | 0.00106              | 0.00036              | 0.0003               | 0.00028              | 0.00229                                      | 0.0025               |
| Selenio                        | mg/L                         | 0.00249              | 0.00111              | 0.00109              | 0.00067              | 0.00085              | 0.00064              | 0.00174                                      | 0.005                |
| Talio                          | mg/L                         | < 0.00001            | < 0.00001            | < 0.00001            | < 0.00001            | < 0.00001            | < 0.00001            | < 0.00001                                    | 0.0008               |
| Zinc                           | mg/L                         | 0.014                | 0.002                | 0.061                | 0.322                | 0.003                | 0.003                | 0.009                                        | 0.12                 |
| ORGÁNICOS                      |                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                              |                      |
| COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES |                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                              |                      |
| HTP                            | mg/L                         | < 0.05               | < 0.1                | < 0.0005             | < 0.0005             | < 0.05               | < 0.05               | < 0.05                                       | 0.5                  |
| Hexaclorobutadieno             | mg/L                         | < 0.0005             | < 0.0005             | < 0.0005             | < 0.0005             | < 0.0005             | < 0.0005             | < 0.0005                                     | 0.0006               |
| BTEx                           |                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                              |                      |
| Benceno                        | mg/L                         | < 0.007              | < 0.007              | < 0.007              | < 0.007              | < 0.007              | < 0.007              | < 0.007                                      | 0.05                 |
| HIDROCARBUROA AROMATICOS       |                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                              |                      |
| Benzo(a)pireno                 | ng/l                         | < 2.50               | < 0.00008            | < 0.00008            | < 0.00008            | < 0.00008            | < 0.00008            | < 0.00008                                    | 0.0001               |
| Antraceno                      | ng/l                         | < 2.50               | < 0.00008            | < 0.00008            | < 0.00008            | < 0.00008            | < 0.00008            | < 0.00008                                    | 0.0004               |
| Fluoranteno                    | ng/l                         | < 0.500              | < 0.00008            | < 0.00008            | < 0.00008            | < 0.00008            | < 0.00008            | < 0.00008                                    | 0.001                |
| BIFENILOS POLICLORADOS         |                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                              |                      |
| PCB                            | ng/l                         | < 2.50               | < 0.00008            | < 12.5               | < 12.5               | < 0.0125             | < 0.0875             | < 0.0025                                     | 0.000014             |
| PLAGUICIDAS                    |                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                              |                      |
| Malation                       | ng/l                         | < 2.50               | < 2.50               | < 12.5               | < 12.5               | < 0.0125             | < 0.0875             | < 0.0025                                     | 0.0001               |
| Parathion                      | ng/l                         | < 2.50               | < 2.50               | < 12.5               | < 12.5               | < 0.0125             | < 0.0875             | < 0.0025                                     | 0.000013             |
| Aldrin                         | ng/l                         | < 0.400              | < 0.400              | < 2.0                | < 2.0                | < 0.0020             | < 0.0140             | < 0.0004                                     | 0.000004             |
| Clordano                       | ng/l                         | < 2.50               | < 2.50               | < 12.5               | < 12.5               | < 0.0125             | < 0.0875             | < 0.0025                                     | 0.0000043            |
| DDT                            | ng/l                         | < 0.400              | < 0.400              | < 2.0                | < 2.0                | < 0.0020             | < 0.0140             | < 0.0004                                     | 0.000001             |
| Dieldrin                       | ng/l                         | < 0.400              | < 0.400              | < 2.0                | < 2.0                | < 0.0020             | < 0.0140             | < 0.0004                                     | 0.000056             |
| Endosulfan                     | ng/l                         | < 0.400              | < 0.400              | < 2.0                | < 2.0                | < 0.0020             | < 0.0140             | < 0.0004                                     | 0.000056             |
| Endrin                         | ng/l                         | < 0.400              | < 0.400              | < 2.0                | < 2.0                | < 0.0020             | < 0.0140             | < 0.0004                                     | 0.000036             |
| Heptacloro                     | ng/l                         | < 2.50               | < 2.50               | < 12.5               | < 12.5               | < 0.0125             | < 0.0875             | < 0.0025                                     | 0.0000038            |
| Heptacloro Epóxido             | ng/l                         | < 2.50               | < 2.50               | < 12.5               | < 12.5               | < 0.0125             | < 0.0875             | < 0.0025                                     | 0.0000038            |
| Lindano                        | ng/l                         | < 0.400              | < 0.400              | < 2.0                | < 2.0                | < 0.0020             | < 0.0140             | < 0.0004                                     | 0.000095             |
| Pentaclorofenol                | ng/l                         | < 0.50               | < 0.50               | < 0.50               | < 0.50               | < 0.50               | < 0.50               | < 0.50                                       | 0.001                |
| CARBAMATO                      |                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                              |                      |
| Aldicarb                       | ng/l                         | < 10.0               | < 10.0               | < 10.0               | < 10.0               | -----                | -----                | -----                                        | 0.001                |
| MICROBIOLÓGICOS                |                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                                              |                      |
| Coliformes Termotolerantes     | NMP/100 mL                   | 79                   | 2                    | 540                  | 350                  | 49                   | 110                  | 79                                           | 1000                 |

(1) Informe de ensayo N° MIT-17/00392 Julio 2017 Laboratorio AGQ Perú S.A.C.  
(2) Informe de ensayo N° MIT-17/00638 Octubre 2017 Laboratorio AGQ Perú S.A.C. (3) Informe de ensayo N° MIT-18/00291 Marzo 2018 Laboratorio AGQ Perú S.A.C.  
(4) Informe de ensayo N° MIT-18/00309 Abril 2018 Laboratorio AGQ Perú S.A.C. (5) Informe de Monitoreo Ambiental Tramo III-B Proyecto de Mejoramiento de la AV. Néstor Gambetta – CALLAO-2016.  
Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

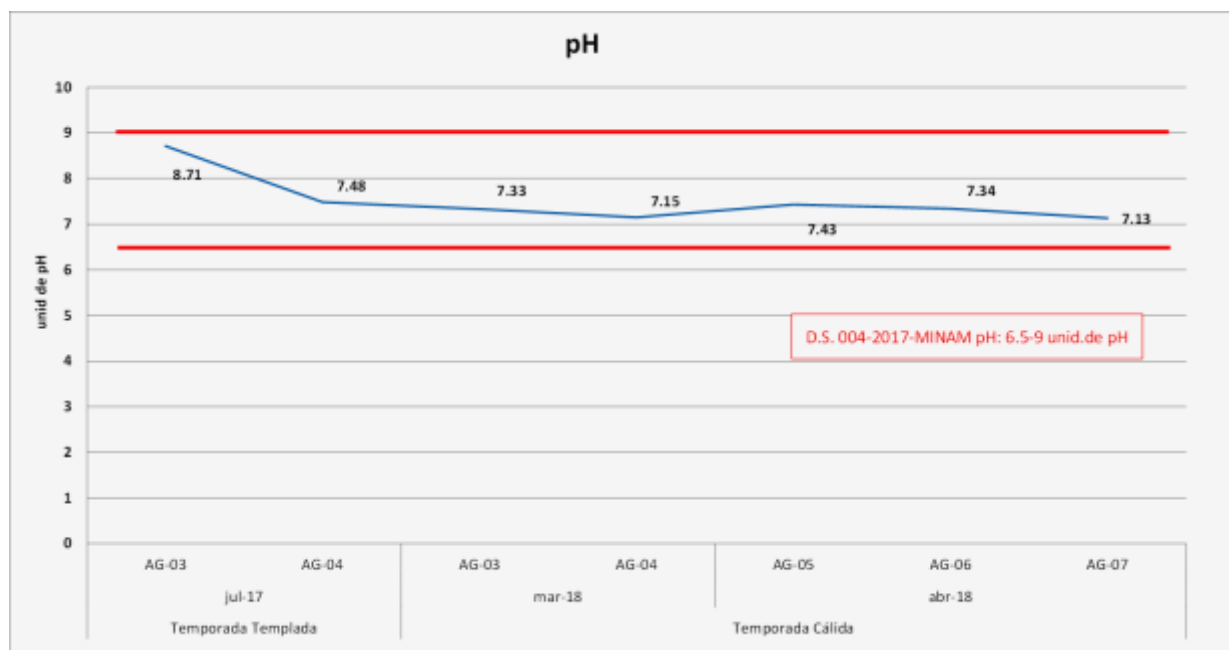
- **Temperatura**

Los valores de temperatura reportados del agua son determinados por la temporalidad, característica de la zona donde se origina, normalmente en la temporada cálida es un poco mayor que en la temporada templada, aunque también depende de la hora de muestreo.

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**

En general, se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina existente en un cuerpo de agua. Habitualmente, el pH en medios hidrosféricos varía entre 6,5 y 8,5 debido a la presencia de especies químicas que amortiguan el pH; sin embargo, en situaciones extremas, el pH puede sobrepasar dichos límites. Los valores de pH obtenidos en el punto de muestreo AG-03 (temporada templada) y en el punto de monitoreo CA-01 (temporada cálida), se encontraron dentro del rango establecido en los ECA-Categoría 4: "Lagunas y lagos" (pH de 6,5-9), con los valores 8,71 y 7,84, respectivamente. Ver Figura 5.2.11-9.

**Figura 5.2.11-9** Resultados de pH



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

- **Oxígeno disuelto (O.D.)**

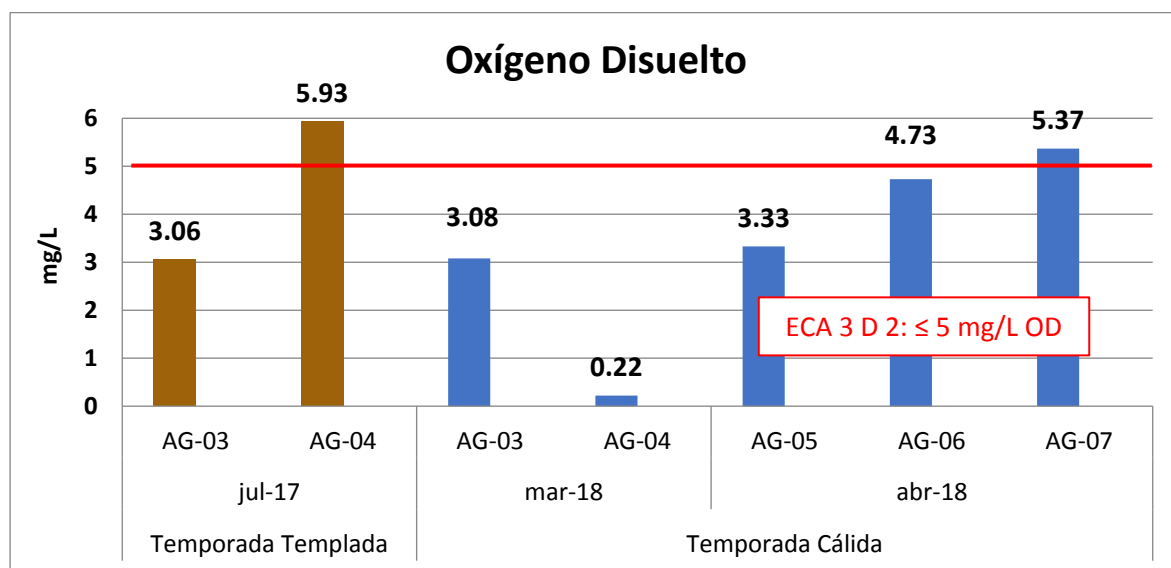
El reporte de oxígeno disuelto es variable, entre ellos la movilidad en el cuerpo de agua, en temporada templada se concentran más todos los componentes incluyendo la materia orgánica que debe estar consumiendo el oxígeno disuelto disponible.

En la temporada templada el punto de monitoreo AG-03 ha reportado 3.06 mg/L OD y en la temporada cálida registra el valor de 3.33 mg/L, no ha habido mucha variación. En la temporada templada el

punto de monitoreo AG-04 ha reportado 5.93 mg/L OD y en la temporada cálida registra el valor de 0.22 mg/L, habiendo mucha variación por la presencia de materia orgánica que ha consumido el oxígeno disuelto en el agua superficial.

En la temporada cálida los registros en los puntos AG-05 y AG-06 no cumplen con el nivel establecido por el ECA-Categoría 4 E1: “Lagunas y lagos” ( $\geq 5$  mg/L) ya que ha reportado un valor de 3.33 mg/L y 4.73 mg/L respectivamente, mientras que en el punto AG-07 ha obtenido un resultado óptimo de 5.37 mg/L OD.

**Figura 5.2.11-10** Resultados de Oxígeno Disuelto



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

## PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

### • Aceites y Grasas

Los valores registrados de Aceites y Grasas en los puntos evaluados de ambas temporadas fueron menores al límite de detección del método de análisis empleado por el laboratorio acreditado, por tanto se cumple con las características establecidas en el ECA-Categoría 4 E1 “Lagunas y lagos” en este parámetros (5 mg/L).

### • Cianuro Libre

El cianuro es un producto químico ampliamente utilizado por la industria minera para la disolución o lixiviación de metales preciosos. Su alto grado de toxicidad lo convierten en un compuesto de gran peligrosidad si no es manipulado de manera adecuada. Su toxicidad depende de que el cianuro se encuentre en forma libre (gas o líquido) o compleja (acuoso o sólido).

Los valores registrados de Cianuro libre en los puntos evaluados de ambas temporadas fueron menores al límite de detección del método de análisis empleado por el laboratorio acreditado, por

tanto se cumple con las características establecidas en el ECA-Categoría 4 E1 “Lagunas y lagos” en este parámetros (0,0052 mg/L).

- **Color**

Son una familia de pigmentos de color verde que se encuentran en las cianobacterias y en todos aquellos organismos que contienen plastos en sus células, lo que incluye a las plantas y a las diversas algas eucarióticas. La clorofila es una biomolécula extremadamente importante, crítica en la fotosíntesis, proceso que permite a las plantas y algas absorber energía a partir de la luz solar.

Los valores registrados de clorofila, en los puntos evaluados en ambas temporadas fueron menores al límite de detección del método de análisis empleado por el laboratorio acreditado, cumpliendo por lo tanto con el valor establecido en los ECA-Categoría 4 E1: “Lagunas y lagos” para este parámetro (0,008 mg/L).

- **Clorofila A**

Son una familia de pigmentos de color verde que se encuentran en las cianobacterias y en todos aquellos organismos que contienen plastos en sus células, lo que incluye a las plantas y a las diversas algas eucarióticas. La clorofila es una biomolécula extremadamente importante, crítica en la fotosíntesis, proceso que permite a las plantas y algas absorber energía a partir de la luz solar.

Los valores registrados de clorofila, en los puntos de la temporada templada fueron menores al límite de detección del método de análisis empleado por el laboratorio acreditado, cumpliendo por lo tanto con el valor establecido en los ECA-Categoría 4 E1: “Lagunas y lagos” para este parámetro (0,008 mg/L).

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

La demanda bioquímica de oxígeno es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos durante la estabilización de la materia orgánica biodegradable. Los valores de la DBO<sub>5</sub>, en los puntos evaluados, reportaron menor al límite de detección del método empleado por el laboratorio acreditado, cumpliendo por lo tanto con el valor establecido en los ECA-Categoría 4: “Lagunas y lagos”: (<5 mg/L).

- **Fenoles**

Los fenoles pueden estar en el agua como resultado de contaminación industrial y cuando reaccionan con el cloro que se añade como desinfectante, estos forman cloro fenoles que son un serio problema, al caracterizar el agua, porque dan al agua muy mal olor y sabor. Los valores de concentración registrados de fenoles en los puntos evaluados de ambas temporadas fueron menores al límite de detección del método de análisis empleado por el laboratorio acreditado, cumpliendo por lo tanto con el valor establecido en los ECA-Categoría 4 E1: “Lagunas y lagos” (2,56 mg/L).

- **Nitratos**

El nitrógeno, es el segundo en importancia para la vida acuática, y para que exista continuidad en la vida acuática y es necesario un intercambio continuo y balanceado de los organismos residentes y su medio ambiente. Los nitratos son la forma de nitrógeno que se encuentran en mayores

concentraciones. Los nitratos actualmente constituyen la principal fuente de contaminación difusa de las aguas, debido a que a altas concentraciones se convierten en un problema que representa un riesgo para la salud.

Los registros obtenidos en ambas temporadas en todos los puntos evaluados cumplen con el ECA establecido para este parámetro Categoría 4 E1: "Lagunas y lagos" (13 mg/L).

- **Nitrógeno Total**

El nitrógeno total refleja la cantidad total de nitrógeno en el agua analizada, siendo la suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, urea, aminos, etc.) y el ion amonio  $\text{NH}_4^+$ .

El valor de nitrógeno total obtenido en los puntos de muestreo AG-03 y AG-04 en la temporada templada, fueron de 1.97 mg/L y <0.11 mg/L respectivamente, el primero de ellos no cumple con el nivel establecido por el ECA-Categoría 4 E1: "Lagunas y lagos" (0.315 mg/L). Así mismo, en la temporada cálida ambos puntos AG-03 y AG-04 obtuvieron 1.7 mg/L y 1.3 mg/L respectivamente, y no cumplen con el ECA.

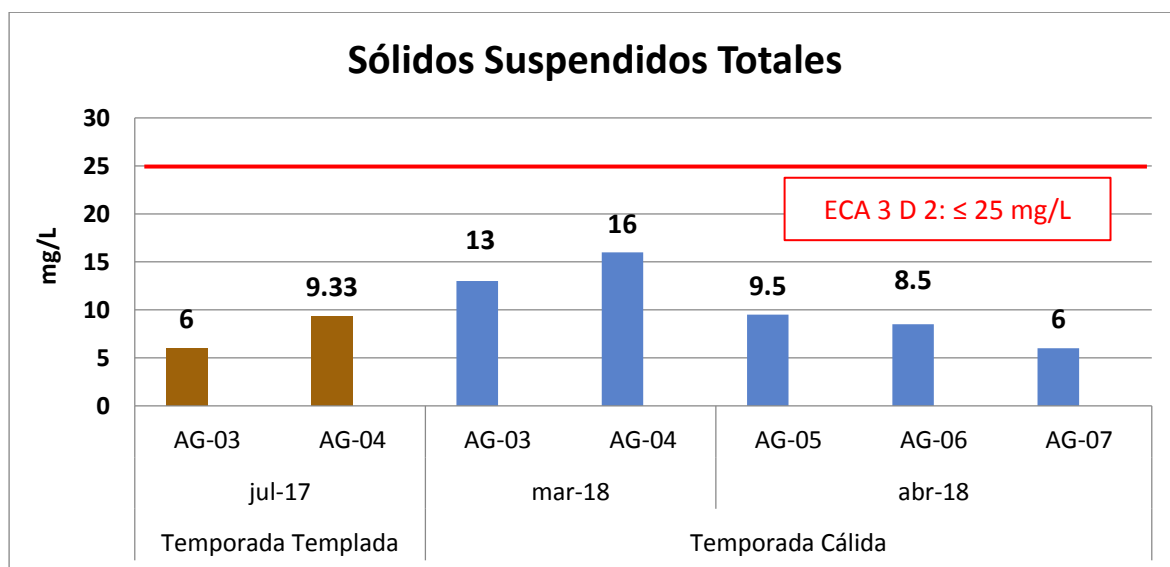
Por otro lado los puntos AG-05, AG-06 y AG-07 obtuvieron 0.6, 0.55 y 0.66 mg/L respectivamente sobrepasando el valor establecido para este parámetro (0.315 mg/L), esto puede deberse a la descomposición de materia orgánica presente en el agua.

- **Sólidos Suspendidos Totales (TSS)**

Los sólidos suspendidos se refieren a la presencia de partículas orgánicas e inorgánicas que se encuentran en suspensión en la columna de agua, proveniente de restos de animales, plantas marinas y material doméstico e industrial. La reducción de la claridad del agua se le atribuye a la presencia de sólidos suspendidos.

Los valores TSS registrados en los puntos evaluados de ambas temporadas, cumplieron con el valor establecido en los ECA-Categoría 4: "Lagunas y lagos" ( $\leq 25$  mg/L). Este resultado es de esperarse debido a que este cuerpo de agua, no experimenta movimientos de oleaje o escorrentía.

**Figura 5.2.11-11** Resultados de Sólidos Suspendidos Totales



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

- **Sulfuro**

Este compuesto es un gas con olor a huevos podridos y es altamente tóxico. Pertenece, también a la categoría de los ácidos por lo que, en disolución acuosa, se le denomina ácido sulfhídrico. En la Naturaleza, se forma en las zonas pantanosas y en el tratamiento de lodos de aguas residuales, mediante transformaciones anaeróbicas del azufre contenido en las proteínas o bien por reducción bacteriana de sulfatos. Se desprende también en las emisiones gaseosas de algunos volcanes y es asimismo un subproducto de algunos procesos industriales.

## **PARÁMETROS INORGÁNICOS**

Los resultados de Metales Totales para los puntos de muestreo en la temporada cálida y templada se presentan en el Cuadro 5.2.11-7.

- **Metales**

En referencia a los 12 metales que se evalúan en la categoría 4, en ambas temporadas, se puede indicar que en ningún caso se sobrepasa el ECA, Todos los demás metales registran por debajo del ECA o menor a límite de detección, en ambas temporadas.

## **PARÁMETROS ORGÁNICOS**

- **Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs)**

Los VOCs son sustancias químicas que contienen carbono y que se encuentran en todos los elementos vivos, y son liberados por quema de combustibles o disolventes. Dichos compuestos, son de importancia, debido a que son peligrosos contaminantes del aire, y se le considera uno de los principales compuestos destructores del ozono estratosférico.

Los Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) se usan para describir a una gran familia de varios cientos de compuestos químicos originados de petróleo crudo, siendo una mezcla principalmente de hidrógeno y carbono. Los TPH se han dividido en grupos o fracciones para identificar su estudio, dentro de ellos, se tiene las fracciones C<sub>10</sub> – C<sub>40</sub>, en los que contienen muchos productos químicos principales que son agentes contaminantes, y que son materia de estudio en el presente informe. La concentración de hidrocarburos totales de petróleo (C<sub>10</sub> – C<sub>40</sub>), medido en la temporada cálida, y templada fueron menores al límite de detección del método de análisis empleado por el laboratorio acreditado (0.05 mg/L), cumpliendo con el ECA-Categoría 4 E1: Lagunas y Lagos (0.5 mg/L). Esto descarta la contaminación de los cuerpos de agua de la zona con hidrocarburos.

- **BTEX**

Los BTEX, son siglas que incluyen compuestos orgánicos volátiles derivados del petróleo, como el benceno. Dicho compuesto, normalmente se encuentra en sitios de producción de petróleo y gas natural, y sus efectos es altamente nocivo para el sistema nervioso central, de allí la importancia de su estudio en el presente informe. Los valores obtenidos en el 100% de parámetros medidos fueron menores al límite de detección del método de análisis empleado por el laboratorio acreditado, por lo tanto no supera al ECA-Categoría 4 E1: Lagunas y lagos.

- **Bifenilos Policlorados (PCBs)**

Los PCBs son una serie de compuestos organoclorados, y se forman mediante la cloración de diferentes posiciones de bifenilos. Los PCBs, en especial los coplanares tienen importancia medioambiental y analítica debido a su toxicidad. En general, se encuentran formando parte de intercambiadores eléctricos, como transformadores o estaciones rectificadoras.

No se encontró concentración de PCB, en las muestras estas fueron menores al límite de detección del método de análisis empleado por el laboratorio acreditado por lo tanto no supera al ECA Categoría 4 E1: Lagunas y lagos (0,000014 mg/L).

- **Pesticidas Organofosforados y Organoclorados**

Ambos pesticidas son un grupo de químicos usados como plaguicidas artificiales para controlar las poblaciones plagas de insectos. La importancia de su estudio es por ser extremadamente peligrosas para el ambiente y tóxicas para los seres vivos (de acuerdo al nivel de dosis), de allí la importancia de su estudio en el presente informe. Todos los parámetros en esta clasificación considerados en la evaluación (Cuadro 4), fueron menores al límite de detección del método de análisis empleado por el laboratorio acreditado, y por lo tanto cumplen con lo establecido en los ECA Categoría 4: Lagunas y lagos.

- **Carbamatos**

Los Carbamatos son compuestos inorgánicos derivados del ácido araquidónico. Tanto los carbamatos como los ésteres de carbamato, y los ácidos carbámicos son grupos funcionales que se encuentran interrelacionados y pueden ser interconvertidos químicamente. Dentro de ellos, el presente estudio, analizó a Aldicarb, no encontrando rastros de este componente en los puntos evaluados, según se indica en los informes de ensayo.

## **PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS.**

- **Coliformes Termotolerantes**

Los coliformes Termotolerantes se encuentran exclusivamente en las heces de los humanos y de animales de sangre caliente. Su presencia en el agua es considerada como un índice evidente de la ocurrencia de contaminación fecal. Las muestras si reportan lecturas de este parámetro, la presencia de Coliformes es inminente, sin embargo no sobrepasan el ECA Categoría 4: Lagos y lagunas (1 000 NMP/100 ml).

### **5.2.11.2.5. Conclusiones**

#### **A) Río Rímac**

La calidad de agua del río Rímac en el tramo que corresponde a la zona de estudio, se ha comparado con el ECA-Agua (D.S.003-2017-MINAM) que corresponde a la categoría 3 subcategoría D1 (riego de vegetales) y D2 (bebida de animales), categoría que le otorga la Autoridad Nacional del Agua, a la zona baja de la cuenca del río Rímac. Según los resultados obtenidos se ha encontrado que no es un agua de muy buena calidad porque incumple con rangos de estándares de calidad vitales. Su uso no

podrá prescindir de tratamiento previo tanto en riego de vegetales y bebida de animales, ya que tiene contenido de metales pesados como arsénico, cobre, Hierro, Manganeso y Plomo en concentraciones que hay que tomar en cuenta. Así mismo desde el punto de vista microbiológico y parasitológico también está afectado por los vertidos domésticos y de residuos sólidos de manera directa, sin tratamiento previo, que pululan en la zona.

## **B) Humedal**

El cuerpo de agua existente en la ex zona industrial de LAP tiene regulares condiciones fisicoquímicas, el pH está dentro de los límites del ECA, los valores de conductividad indican características salobres muy comunes en cuerpos de agua con cercanía al mar. No tiene contenido de metales, en su mayoría son menores al LD o menores al ECA. No tiene contenido significativo de compuestos orgánicos volátiles; HTP, Hidrocarburos aromáticos, PCB, Plaguicidas y Carbamatos.

Los macronutrientes como nitrógeno y fósforo son una preocupación ambiental por sus roles como factores limitantes en el crecimiento de plantas acuáticas que pueden causar la degradación de la calidad del agua y la aceleración del proceso de eutrofización. En ese sentido se ha detectado en varios puntos valores que sobrepasan en ECA de fósforo total y nitrógeno total, así como la presencia de amoníaco, no así de sulfuro. Se encontró gran cantidad de plantas acuáticas y olor característico de agua estancada en ciertas partes del cuerpo de agua.

En términos generales el cuerpo de agua existente es salobre, en vías de eutrofización, no muy oxigenada, no adecuada para uso directo.

### 5.2.11.3. CALIDAD DE SEDIMENTOS

Los sedimentos se originan por la acumulación de sustancias sólidas producto de arrastre o disolución de compuestos en el fondo de los cuerpos de agua. Los sedimentos pueden permanecer estables durante largos períodos, millones de años, hasta consolidarse en rocas. También pueden ser movidos por fuerzas naturales como el viento o escurrimiento de agua, ya sea en superficie, inmediatamente después de las lluvias, o por curso de agua, ríos y arroyos, esta movimentación de los sedimentos es conocida como erosión, erosión eólica, en el primer caso, o degradación del suelo y erosión fluvial en el segundo caso. Usualmente evaluar la calidad de los sedimentos aporta en el análisis de la calidad de agua superficial.

Para este estudio, la ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos corresponde a la ubicación de los puntos de agua en el río Rímac y en el humedal de la ex zona industrial. Por otro lado la temporalidad será sustentada con información secundaria proveniente de los monitoreos que realiza el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en la cuenca del río Rímac.

#### 5.2.11.3.1. Estándares de Comparación

En el Perú, aún no existen estándares nacionales para calidad de sedimentos, por lo cual con fines de comparación se tendrá en cuenta los valores ISQG (valor estándar interino de la calidad de sedimento: concentración por debajo el cual no se presenta efecto biológico adverso) y PEL (concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia), establecidos por la Canadian Environmental Quality Guidelines, 2003 (valores Estándares de Calidad Ambiental Canadiense – sedimentos de cuerpos de agua marinos). En base a lo indicado los sedimentos para efecto de evaluación, los resultados de los análisis realizados se comparan con la Canadian Environmental Quality Guidelines, los que se presentan a continuación:

**Cuadro 5.2.11-8** Estándares de comparación de La “Canadian Environmental Quality Guidelines”

| PARÁMETROS      | UNIDAD   | Calidad de los sedimentos para la Protección de la Vida Acuática-Agua Fresca |                     |
|-----------------|----------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                 |          | Concentración (ISQG)                                                         | Concentración (PEL) |
| <b>Arsénico</b> | mg/kg PS | 5.9                                                                          | 17.0                |
| <b>Cadmio</b>   | mg/kg PS | 0.6                                                                          | 3.5                 |
| <b>Cobre</b>    | mg/kg PS | 35.7                                                                         | 197.0               |
| <b>Cromo</b>    | mg/kg PS | 37.3                                                                         | 90.0                |
| <b>Mercurio</b> | mg/kg PS | 0.17                                                                         | 0.486               |
| <b>Plomo</b>    | mg/kg PS | 35.0                                                                         | 91.3                |
| <b>Zinc</b>     | mg/kg PS | 123.0                                                                        | 315.0               |

CEQG: Canadian Environmental Quality Guidelines, Valores guía para la protección de la vida acuática (sedimentos).

ISQG: Interim Sediment Quality Guidelines, Estándar interino de la calidad de sedimento: concentración por debajo el cual no se presenta efecto biológico adverso.

PEL: Probable Effect Level, Nivel de efecto probable: concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

#### 5.2.11.3.2. Metodología

Como ya se ha mencionado, realizar análisis de la calidad del sedimento aporta en la evaluación de la calidad de agua, ya que están estrechamente relacionadas. Para tal efecto, las muestras de

sedimento se han colectado en los mismos puntos de evaluación de calidad de agua, con el propósito de obtener un valor promedio representativo de las concentraciones de los parámetros evaluados. La toma de muestras se realizó siguiendo los procedimientos normados. Las muestras (de 2 kg aproximadamente) fueron colectadas en bolsas plásticas herméticas, rotuladas para su identificación y almacenamiento; y enviadas al laboratorio AGQ Perú S.A.C. (laboratorio acreditado ante INACAL acuerdo a la Norma Técnico Peruana (NTP) - ISO/IEC 17025: 2006.) con su respectiva cadena de custodia.

**Cuadro 5.2.11-9** Métodos de Análisis de laboratorio AGQ Perú S.A.C.

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO DE REFERENCIA    | LIMITES DE DETECCIÓN     |
|------------|----------|-------------------------|--------------------------|
| Arsénico   | mg/kg PS | EPA 3050 B / EPA 6020 B | 0.010 - 2 000 mg/kg PS   |
| Cadmio     | mg/kg PS | EPA 3050 B / EPA 6020 B | 0.00080 - 1 000 mg/kg PS |
| Cobre      | mg/kg PS | EPA 3050 B / EPA 6020 B | 0.03 - 1 000 mg/kg PS    |
| Cromo      | mg/kg PS | EPA 3050 B / EPA 6020 B | 0.008 - 1 000 mg/kg PS   |
| Mercurio   | mg/kg PS | EPA 3050 B / EPA 6020 B | 0.010 - 1 000 mg/kg PS   |
| Plomo      | mg/kg PS | EPA 3050 B / EPA 6020 B | 0.002 - 5 000 mg/kg PS   |
| Zinc       | mg/kg PS | EPA 3050 B / EPA 6020 B | 0.14 - 10 000 mg/kg PS   |

Fuente: Informe MIT-17/00392 de AGQ Perú S.A.  
 Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

El muestreo en la temporada templada se realizó durante el mes de julio del año 2017, para tal fin se colectaron muestras en tres (03) puntos, de los cuales dos (02) puntos corresponden al río Rímac; y un (01) punto ubicado en el Humedal de la ex zona industrial.

#### 5.2.11.3.3. Puntos de muestreo

Como se puede apreciar en el Cuadro 5.2.11-10 se ha tenido acceso a la información secundaria sobre el sedimento fluvial del río Rímac en el punto ubicado a la altura del puente Gambetta, esta evaluación es realizada periódicamente por la OEFA (2015). A continuación la ubicación de los puntos de muestreo de esta evaluación en temporada templada (julio y octubre 2017), así como de la temporada cálida (marzo 2015).

En referencia a la información primaria se presenta el Anexo 5.2.11.2-1 con las fichas de campo correspondiente a los puntos de muestreo evaluados en la temporada templada, esta evaluación reciente ha sido llevada a cabo en el río Rímac y en el humedal de la ex zona industrial.

**Cuadro 5.2.11-10** Puntos de muestreo de sedimentos

| Puntos                                                                              | Descripción                                                                      | Coordenadas  |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|
|                                                                                     |                                                                                  | (UTM-WGS 84) |           |
|                                                                                     |                                                                                  | Este         | Norte     |
| RÍO RÍMAC                                                                           |                                                                                  |              |           |
| Información Primaria                                                                |                                                                                  |              |           |
| Modificación del Estudio de Impacto Ambiental LAP – Julio 2017 – Temporada Templada |                                                                                  |              |           |
| SED-01                                                                              | Río Rímac, altura del puente Néstor Gambetta y aguas abajo del puente proyectado | 268510       | 8 668 434 |

| Puntos                                                                                           | Descripción                                                  | Coordenadas  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------|-----------|
|                                                                                                  |                                                              | (UTM-WGS 84) |           |
|                                                                                                  |                                                              | Este         | Norte     |
| SED-02                                                                                           | Río Rímac, aguas arriba del puente proyectado                | 270699       | 8 667 974 |
| <b>Información Secundaria</b>                                                                    |                                                              |              |           |
| <b>Evaluación Ambiental de la Cuenca del Río Rímac – OEFA(*) – Marzo 2015 – Temporada Cálida</b> |                                                              |              |           |
| CR-MIN-09                                                                                        | Río Rímac, altura del puente Néstor Gambetta                 | 268 517      | 8 668 437 |
| <b>HUMEDAL</b>                                                                                   |                                                              |              |           |
| <b>Modificación del Estudio de Impacto Ambiental LAP –Temporada Templada</b>                     |                                                              |              |           |
| SED-03 <sup>(1)</sup>                                                                            | Humedal – ex Zona Industrial. A 500 m de Av. Néstor Gambetta | 267676       | 8 671 099 |
| SED-04 <sup>(2)</sup>                                                                            | Humedal – ex Zona Industrial. A 400 m de Av. Néstor Gambetta | 267 745      | 8 671 014 |

(1) Muestreo realizado en Julio 2017

(2) Muestreo realizado en Octubre 2017

(\*)Información extraída de Evaluación de cuencas del río Rímac, realizado por el OEFA.  
Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

#### 5.2.11.3.4. Evaluación de resultados

Los resultados de metales en los sedimentos se presentan en el Cuadro 5.2.11-11. Los informes de ensayo se adjuntan en el Anexo 5.2.11.2-2.

**Cuadro 5.2.11-11** Resultados de análisis de sedimentos en río Rímac

| Parámetro | Unidad | Temporada cálida         | Temporada templada    |                       | CEQG |       |
|-----------|--------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|------|-------|
|           |        | Información Secundaria   | Información Primaria  |                       |      |       |
|           |        | CR-RIM-09 <sup>(1)</sup> | SED-01 <sup>(2)</sup> | SED-02 <sup>(2)</sup> | ISQG | PEL   |
| Arsénico  | mg/kg  | < 0.8                    | 0.955                 | 1,58                  | 5,9  | 17,0  |
| Cadmio    | mg/kg  | 0.8                      | 0.07896               | 0,47082               | 0,6  | 3,5   |
| Cobre     | mg/kg  | 0.96                     | 14                    | 59                    | 35,7 | 197   |
| Cromo     | mg/kg  | ---                      | 18.6                  | 27,1                  | 37,3 | 90    |
| Mercurio  | mg/kg  | ---                      | < 0.010               | < 0,010               | 0,17 | 0,486 |
| Plomo     | mg/kg  | 8.52                     | 3.596                 | 10,1                  | 35   | 91,3  |
| Zinc      | mg/kg  | < 0.2                    | 44                    | 54                    | 123  | 315   |

<sup>(1)</sup> Informe de ensayo N° MIT-17/00392 –AGQ Perú S.A.C.

<sup>(2)</sup> Informe de ensayo N° 150487 – Laboratorio Environmental Testing Laboratory S.A.C.

CEQG: Canadian Environmental Quality Guidelines, Valores guía para la protección de la vida acuática (sedimentos).

ISQG: Interim Sediment Quality Guidelines, Estándar interino de la calidad de sedimento: concentración por debajo el cual no se presenta efecto biológico adverso.

PEL: Probable Effect Level, Nivel de efecto probable: concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

**Cuadro 5.2.11-12** Resultados de análisis de sedimentos en el Humedal

| PARAMETRO | UNIDAD       | Temporada Templada<br>Julio 2017 |                       | CEQG |       |
|-----------|--------------|----------------------------------|-----------------------|------|-------|
|           |              | Información Primaria             |                       |      |       |
|           |              | SED-03 <sup>(1)</sup>            | SED-04 <sup>(2)</sup> | ISQG | PEL   |
| pH        | unidad de pH | 8.33                             | 8.19                  | ---- | ----  |
| C.I.C     | Meq /100 g   | 11                               | 11.1                  | ---- | ----  |
| Arsénico  | mg/kg        | 2.87                             | 35                    | 5.9  | 17.0  |
| Cadmio    | mg/kg        | 0.17654                          | 4                     | 0.6  | 3.5   |
| Cobre     | mg/kg        | 56                               | 69                    | 35.7 | 197   |
| Cromo     | mg/kg        | 31.4                             | 15                    | 37.3 | 90    |
| Mercurio  | mg/kg        | < 0.010                          | 0.009                 | 0.17 | 0.486 |
| Plomo     | mg/kg        | 9.315                            | 125                   | 35   | 91.3  |
| Zinc      | mg/kg        | 65                               | 230                   | 123  | 315   |

(1) Informe de ensayo N° MIT-17/00392 –AGQ Perú S.A.C. Julio 2017

(2) Informe de ensayo N° MIT-17/00639–AGQ Perú S.A.C. octubre 2017

CEQG: Canadian Environmental Quality Guidelines, Valores guía para la protección de la vida acuática (sedimentos).

ISQG: Interim Sediment Quality Guidelines, Estándar interino de la calidad de sedimento: concentración por debajo el cual no se presenta efecto biológico adverso.

PEL: Probable Effect Level, Nivel de efecto probable: concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

## pH

Los cambios de pH no son inusuales en un sistema acuático ya que pueden producirse por reacciones de respiración, fotosíntesis, descomposición de materia orgánica y reacciones de oxidación de hierro y azufre contenidos en los sedimentos. Generalmente la evaluación de la calidad del agua está estrechamente relacionada a la composición los sedimentos. Si el pH resulta ser ácido hay muchas probabilidades que se lixivie metales, pues hay una química oxidante que influye. Los resultados obtenidos en los puntos de muestreo SED-03 y SED-04 en temporada templada en el humedal, indican un sedimento en el rango alcalino, lo que asegura la no liberación de metales ocluidos en el sedimento del humedal.

## Capacidad de Intercambio Catiónico

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberaciones positivos, gracias a su contenido en arcillas y materia orgánica. Los sedimentos de agua dulce tienen típicamente valores de CIC de entre 20 a 30 mili equivalentes/100 g: Los sedimentos son importantes reservorios de iones metálicos que pueden intercambiarse con aguas circundantes. Además debido a su capacidad de sorber y liberar iones hidrógeno, los sedimentos tienen un importante efecto amortiguador del pH y algunas aguas. A mayor contenido de materia orgánica en un suelo aumenta su CIC.

Los resultados obtenidos en los puntos de muestreo SED-03 y SED-04 en temporada templada en el humedal, indican un sedimento con CIC de 11 y 11.1 Meq /100 g.

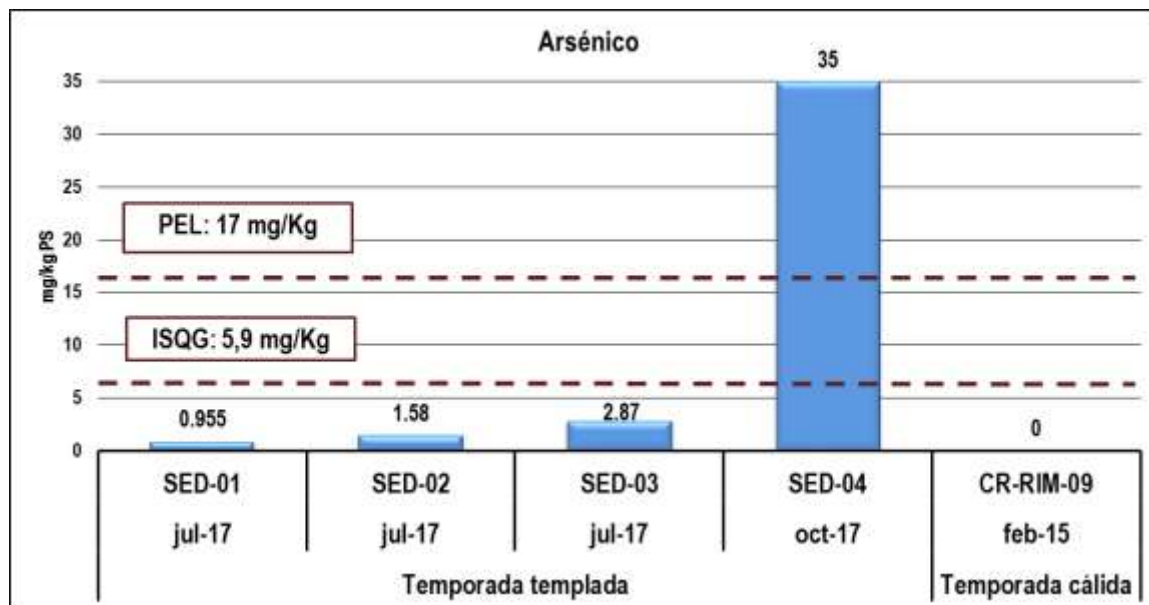
## Arsénico

La concentración de arsénico en sedimentos está relacionada principalmente con la geología de la zona, la erosión eólica que trae material particulado que se deposita y al lavado involuntario de las superficies por las lluvias, estando algunas formas químicas de arsénico fuertemente adheridas a los materiales limo arcilloso, limo arenoso, y materia orgánica, manteniendo bajos los niveles de arsénico natural en el agua.

Las concentraciones de arsénico obtenidas en río, en temporada templada; SED-01 (aguas abajo del puente proyectado) y SED-02 (aguas arriba del puente proyectado) fueron 0.955 mg/kg y 1.58 mg/kg respectivamente, valores que no representan peligrosidad de que se produzcan efectos biológicos adversos, ya que se encuentra por debajo de lo que se indica el ISQG (5,9 mg/kg) y el PEL (17 mg/kg). En temporada cálida el punto de monitoreo CR-RIM-09 registró en arsénico, menor al límite de detección del método estandarizado aplicado por el laboratorio acreditado.

Las concentraciones de arsénico obtenidas en Humedal; SED-03 (Humedal en ex zona industrial, muestreado en julio 2017) y SED-04 (Humedal en ex zona industrial, muestreado en octubre 2017) no son similares a pesar de que están ubicadas a una distancia de 100 metros, es decir, que son variables en el contenido metálico de arsénico. SED-03 en julio reportó 2.87 mg/kg, mientras que en SED-04 se reportó 35 mg/kg en el mes de octubre, este último sobrepasa los índices ISQG (5.9 mg/kg) y el PEL (17 mg/kg), es decir que si representa el peligro inminente de que se produzcan efectos biológicos adversos

**Figura 5.2.11-12 Resultados de Arsénico**



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

## Cadmio

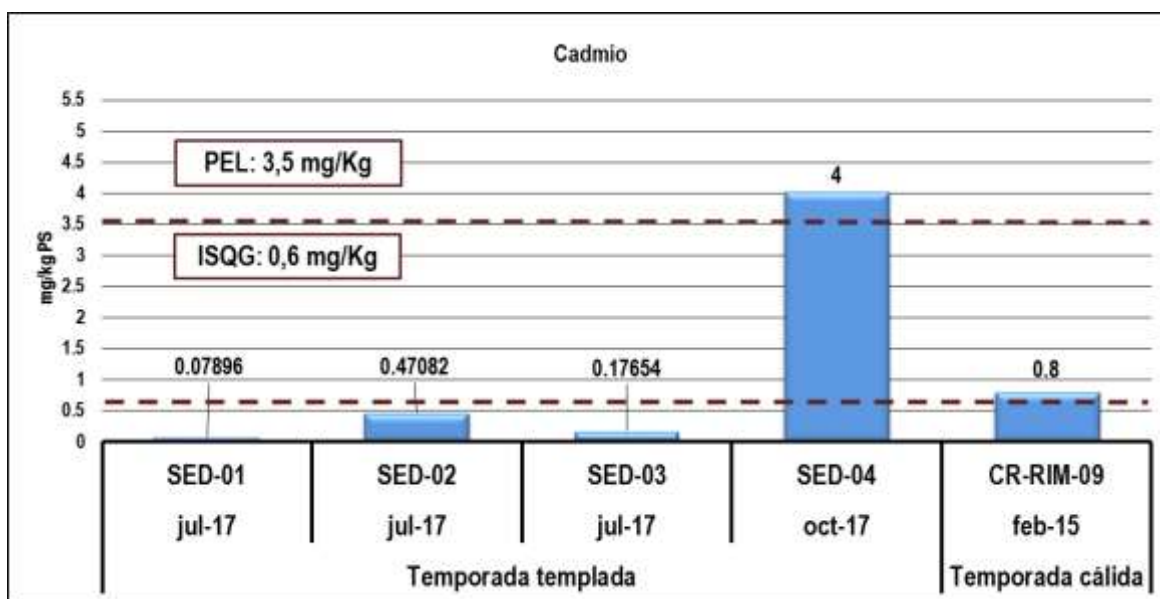
Este metal es considerado el más móvil en el ambiente acuático y una de sus principales características es que es bioacumulativo y persistente en el ambiente. El cadmio es probablemente

el elemento más biotóxico y considerado uno de los contaminantes más importantes por los efectos que produce sobre la biota marina.

Las concentraciones de cadmio obtenidas en río, en temporada templada; SED-01 (aguas abajo del puente proyectado) y SED-02 (aguas arriba del puente proyectado) fueron 0.07896 mg/kg y 0.47082 mg/kg respectivamente, valores que no representan peligrosidad de que se produzcan efectos biológicos adversos, ya que se encuentra por debajo de lo que se indica el ISQG (0.6 mg/kg) y el PEL (3.5 mg/kg). En temporada cálida el punto de monitoreo CR-RIM-09 registró en cadmio 0.8 mg/kg, es decir cumple solo con el índice PEL (3.5 mg/kg).

Las concentraciones de cadmio obtenidas en Humedal; SED-03 (Humedal en la ex zona industrial, muestreado en julio 2017) y SED-04 (Humedal en la ex zona industrial, muestreado en octubre 2017) no son similares a pesar de que están ubicadas a una distancia de 100 metros, es decir, que son variables en el contenido metálico de cadmio. SED-03 en julio reportó 0.17654 mg/kg de cadmio, mientras que en SED-04 se reportó 4 mg/kg de cadmio. El valor de octubre sobrepasa los índices ISQG (0.6 mg/kg) y el PEL (3.5 mg/kg) es decir, que si representa el peligro inminente de que se produzcan efectos biológicos adversos.

**Figura 5.2.11-13 Resultados de Cadmio**



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

## Cobre

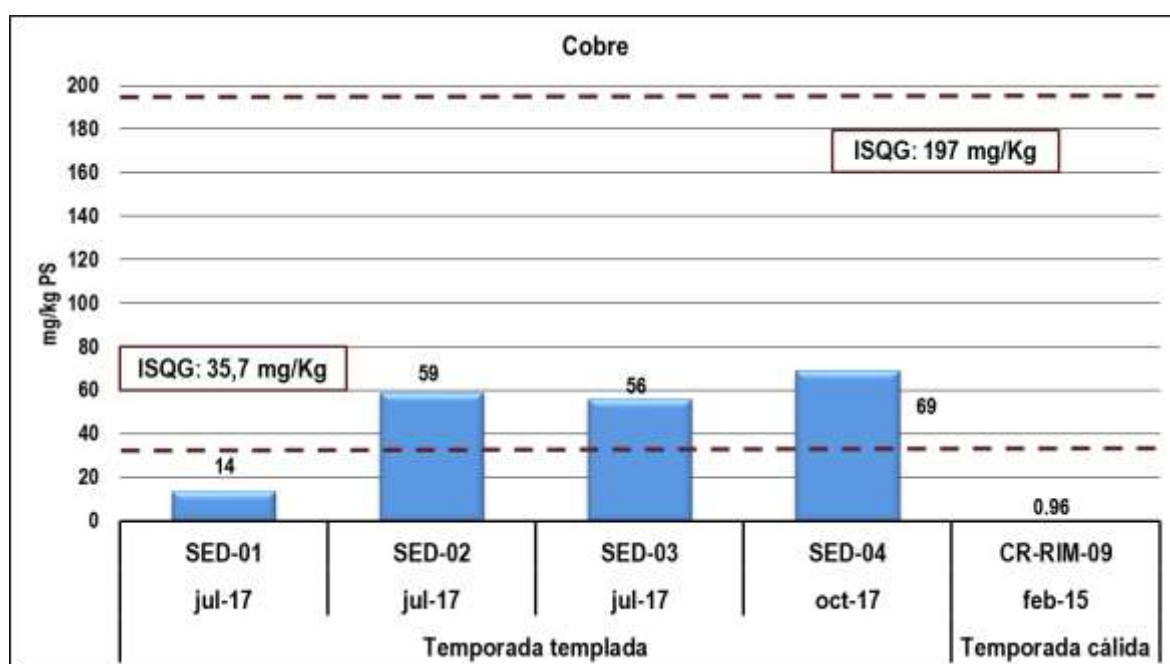
La química del cobre está influenciada por los cambios de pH y salinidad. Los procesos de disolución y precipitación del cobre son controlados por procesos de adsorción y disolución llevando desplazamiento del cobre entre el agua y el sedimento.

Las concentraciones de cobre obtenidas en río, en temporada templada; SED-01 (aguas abajo del puente proyectado) y SED-02 (aguas arriba del puente proyectado) fueron 14 mg/kg y 59 mg/kg respectivamente. El valor de SED-02 sobrepasa lo indicado por el ISQG (35.7 mg/kg), lo cual representa la posibilidad de que se produzcan efectos biológicos adversos. Mientras que el SED-01

cumple con ambos índices PEL (197 mg/kg) y con el ISQG (35.7 mg/kg). En temporada cálida el punto de monitoreo CR-RIM-09 registró en cobre 0,96 mg/kg de cobre, es decir cumple con ambos índices. SED-01 y CR-RIM-09 tiene la misma ubicación, pero evaluadas en diferentes temporadas.

Las concentraciones de cobre obtenidas en Humedal; SED-03 (Humedal en la ex zona industrial, muestreado en julio 2017) y SED-04 (Humedal en la ex zona industrial, muestreado en octubre 2017) no son similares a pesar de que están ubicadas a una distancia de 100 metros, es decir, que son variables en el contenido metálico de cobre. (El SED-02, aguas arriba del puente proyectado, el SED-03 y SED-04 en el Humedal, sobrepasaron los estándares recomendados por el ISQG (35.7 mg/kg. El SED-03 en julio reportó 56 mg/kg de cobre, mientras que en el SED-04 se reportó 69 mg/kg de cobre, en ambos casos no se sobrepasa el PEL (197 mg/kg)

**Figura 5.2.11-14** Resultados de Cobre



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

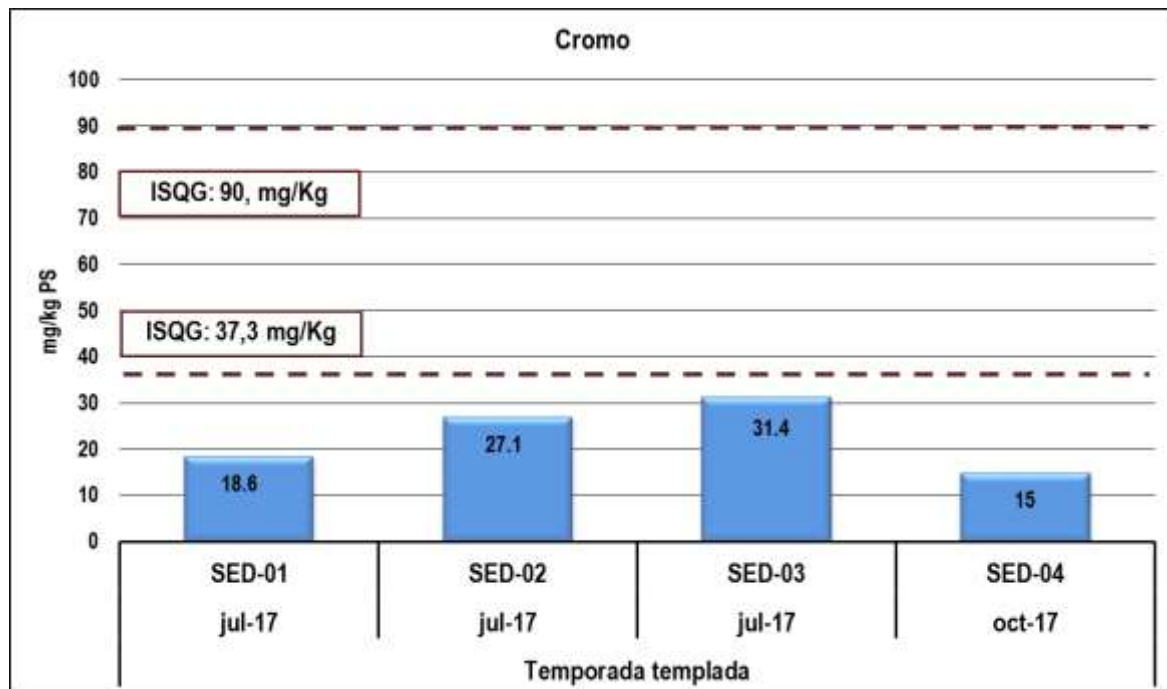
## Cromo

Las concentraciones de cromo obtenidas en río, en temporada templada; SED-01 (aguas abajo del puente proyectado) y SED-02 (aguas arriba del puente proyectado) fueron 18.6 mg/kg y 27.1 mg/kg respectivamente, valores que no representan peligrosidad de que se produzcan efectos biológicos adversos, ya que se encuentra por debajo de lo que se indica el ISQG (37.3 mg/kg) y el PEL (90 mg/kg). En temporada cálida no hubo lectura de cromo por parte del OEFA.

Las concentraciones de cromo obtenidas en Humedal; SED-03 (Humedal en la ex zona industrial, muestreado en julio 2017) y SED-04 (Humedal en la ex zona industrial, muestreado en octubre 2017) no son similares a pesar de que están ubicadas a una distancia de 100 metros, es decir, que son variables en el contenido metálico de cromo. SED-03 en julio reportó 31.4 mg/kg de cromo, mientras que en SED-04 se reportó 15 mg/kg de cromo, en ambos casos no se sobrepasa el PEL (90 mg/kg)

ni el índice ISQG (37.3 mg/kg). Es decir, que no representa el peligro de que se produzcan efectos biológicos adversos.

**Figura 5.2.11-15** Resultados de Cromo



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

### Mercurio

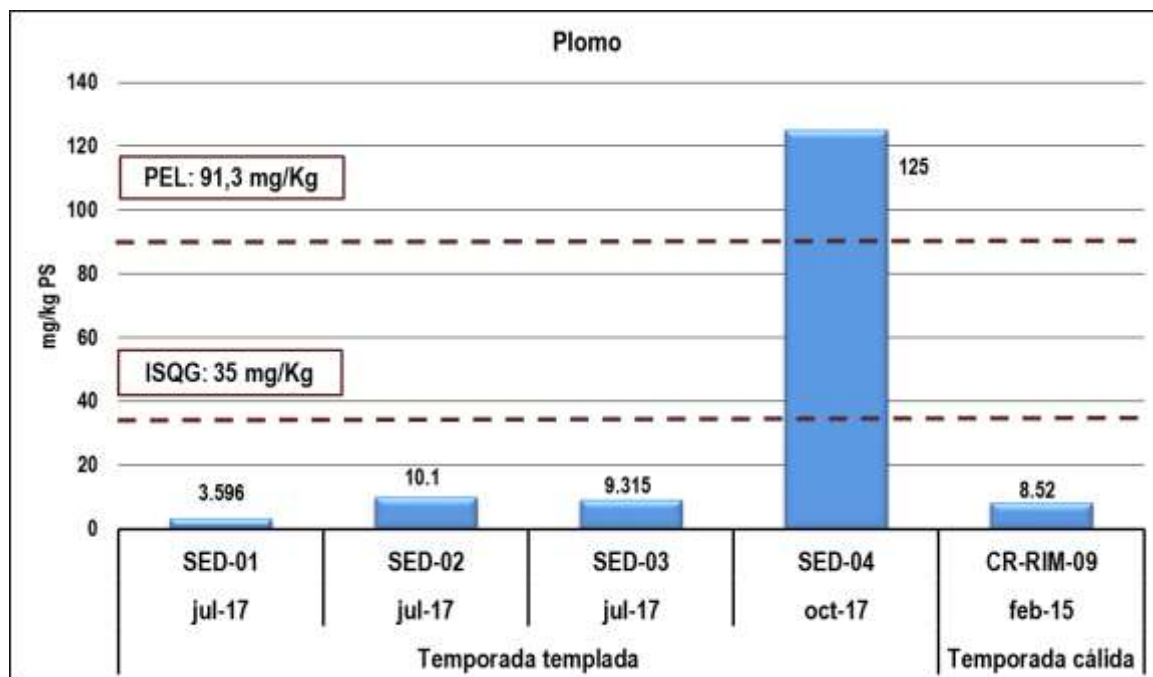
La movilización natural del mercurio es generada por la actividad volcánica o por erosión de las rocas. Las concentraciones de mercurio halladas en los sedimentos oscilaron de valores por debajo del límite de detección del método de análisis del laboratorio.

### Plomo

El transporte y movilidad del plomo en sedimentos dependen no solamente de su concentración, sino también de la especiación y solubilidad de sus compuestos. La concentración de los iones de metales pesados como el Pb transferido de la columna de agua al sedimento está determinada por procesos en los que intervienen la precipitación, la adsorción, el intercambio catiónico, la formación de complejos, la actividad microbiana y la absorción por las plantas.

Los resultados no sobrepasan el índice ISQG (35 mg/kg) concentración por debajo el cual no se presenta efecto biológico adverso.

Las concentraciones de plomo obtenidas en río, en temporada templada; SED-01 (aguas abajo del puente proyectado) y SED-02 (aguas arriba del puente proyectado) fueron 3.596 mg/kg y 10,1 mg/kg respectivamente, valores que no representan peligrosidad de que se produzcan efectos biológicos adversos, ya que se encuentra por debajo de lo que se indica el ISQG (5.9 mg/kg) y el PEL (17 mg/kg). En temporada cálida el punto de monitoreo CR-RIM-09 registró en plomo 8.52 mg/kg, valor que no sobrepasa el ambos índices, por tanto tampoco produce efectos biológicos adversos.

**Figura 5.2.11-16** Resultados de Plomo

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

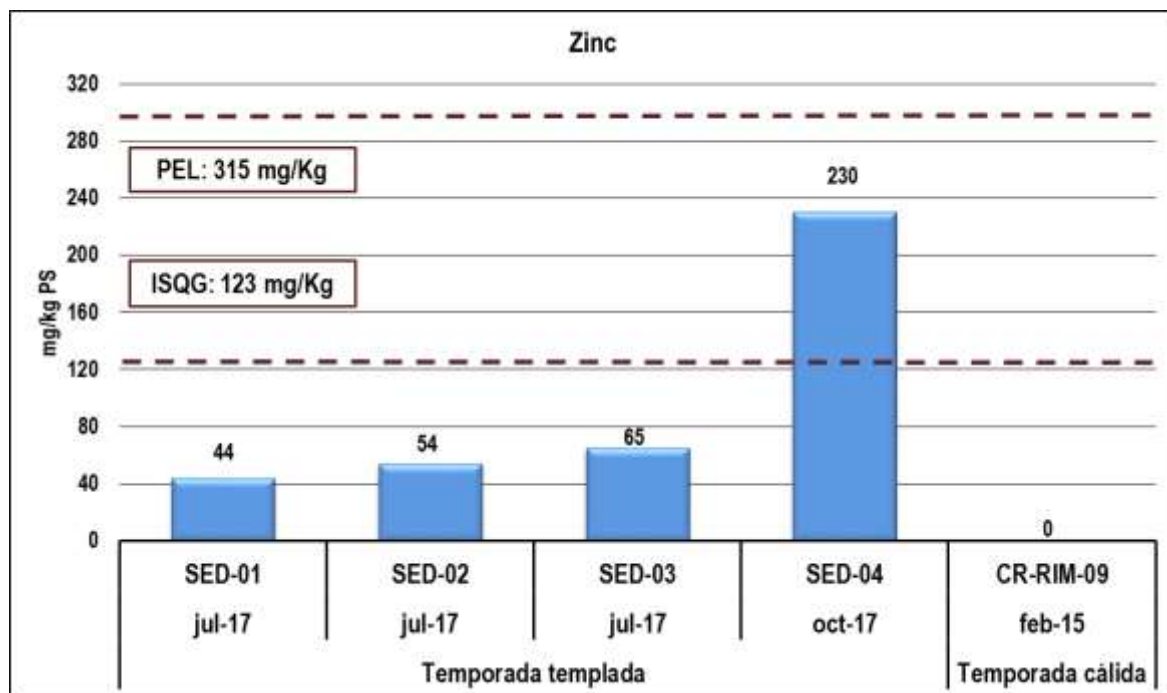
Las concentraciones de plomo obtenidas en Humedal; SED-03 (Humedal en la ex zona industrial, muestreado en julio 2017) y SED-04 (Humedal en la ex zona industrial, muestreado en octubre 2017) no son similares a pesar de que están ubicadas a una distancia de 100 metros, es decir, que son variables en el contenido metálico de plomo. SED-03 en julio reportó 9.315 mg/kg, mientras que en SED-04 se reportó 125 mg/kg en el mes de octubre, este último sobrepasa los índices ISQG (5.9 mg/kg) y el PEL (17 mg/kg), es decir que si representa el peligro inminente de que se produzcan efectos biológicos adversos.

## Zinc

El zinc es un elemento relativamente abundante en la naturaleza y que resulta esencial para los seres vivos. Los resultados no sobrepasan el índice ISQG (123 mg/kg) concentración por debajo el cual no se presenta efecto biológico adverso.

Las concentraciones de zinc obtenidas en río, en temporada templada; SED-01 (aguas abajo del puente proyectado) y SED-02 (aguas arriba del puente proyectado) fueron 44 mg/kg y 54 mg/kg respectivamente, valores que no representan peligrosidad de que se produzcan efectos biológicos adversos, ya que se encuentra por debajo de lo que se indica el ISQG (123 mg/kg) y el PEL (315 mg/kg). En temporada cálida el punto de monitoreo CR-RIM-09 registró en zinc, menor al límite de detección (<0.2 mg/kg) del método estandarizado aplicado por el laboratorio acreditado.

Figura 5.2.11-17 Resultados de Zinc



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

Las concentraciones de zinc obtenidas en Humedal; SED-03 (Humedal en la ex zona industrial, muestreado en julio 2017) y SED-04 (Humedal en la ex zona industrial, muestreado en octubre 2017) no son similares a pesar de que están ubicadas a una distancia de 100 metros, es decir, que son variables en el contenido metálico de zinc. SED-03 en julio reportó 65 mg/kg, mientras que en SED-04 se reportó 230 mg/kg en el mes de octubre, este último sobrepasa el índice ISQG (123 mg/kg), es decir que si representa el peligro de que se produzcan efectos biológicos adversos.

#### 5.2.11.3.5. Conclusiones

El sedimento tiende a registrar la evolución química del cuerpo receptor que lo contiene. Los sedimentos obtenidos en el río Rímac evidencian altas concentraciones de cromo, cobre, plomo, y arsénico y aunque no sobrepasan el estándar canadiense se presentan en altas concentraciones, confirmando el contenido de metales elevado que se ha hallado en el agua superficial. Los sedimentos son importantes reservorios de iones metálicos que pueden intercambiarse con aguas circundantes. Además debido a su capacidad de sorber y liberar iones hidrógeno, los sedimentos tienen un importante efecto amortiguador del pH y algunas aguas. A mayor contenido de materia orgánica en un suelo aumenta su CIC.

#### 5.2.11.4. CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA

La presente sección tiene como objetivo describir las condiciones actuales de la calidad de los cuerpos de agua subterránea, caracterizados por estar en una zona de afloramientos naturales identificados dentro del área de influencia. El nivel freático en el área es bastante superficial, encontrándose en sectores a profundidades incluso inferiores a 1.0 m, lo que constituye una característica particular de la zona en que se encuentra, puesto que en el resto de la planicie aluvial, tanto del Rímac como del Chillón, los niveles freáticos son significativamente más profundos.

La información que se utilizó en este capítulo es de procedencia primaria y secundaria, y se complementan en referencia a la temporalidad. La información primaria corresponde a la temporada templada (julio 2017), realizado por Walsh y la información secundaria corresponde a la temporada cálida que procede de dos fuentes; la primera fuente es el programa de monitoreo ambiental del Túnel Gambetta y la segunda fuente son los monitoreos de control que ejecuta periódicamente el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (Sedapal S.A.) en los pozos en reserva que tiene en la zona. Los análisis que ejecuta Sedapal son regulados, supervisados y fiscalizados por la Superintendencia Nacional de Servicios de saneamiento (SUNASS), lo cual asegura su validez.

##### 5.2.11.4.1. Estándares de Referencia

En base a lo indicado por el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338), que establece en el Título IX, Capítulo I, Artículo N° 226, que “los pozos como puntos o áreas aflorantes de las aguas subterráneas serán considerados como aguas superficiales para efectos de evaluación”. Los resultados de los análisis realizados a las muestras de agua subterránea (piezómetros y pozos), fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3 – Riego de vegetales y bebida de animales (D.S. N° 004-2017-MINAM), que es la categoría que corresponde al a cuenca baja del río Rímac, acorde a lo señalado la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA para uso asignado a los cuerpos de agua del país.

##### 5.2.11.4.2. Metodología

Los procedimientos de muestreo y equipos empleados para la caracterización de las aguas subterráneas siguieron los lineamientos Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial aprobado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, el Protocolo de monitoreo para calidad de agua de la DGAA-MEM, así como, los protocolos establecidos por la Agencia para la Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA, 1992) y el “*Standard Methods of Water and Wastewater 21th Edition 2005*”. Estos documentos proporcionan pautas para la preservación de muestras, procedimientos y recomendaciones sobre los materiales y recipientes para el muestreo de los parámetros que posteriormente serán analizados.

Las muestras recogidas para cada parámetro fueron recolectadas y preservadas según el procedimiento del laboratorio acreditado ante el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), AGQ Perú S.A.C. encargado del análisis químico de las muestras. Ver Anexo 5.2.11.3-1 donde se presentan los certificados de calibración de los equipos utilizados por AGQ Perú S.A.C.

**Cuadro 5.2.11-13** Metodología de análisis y límites de detección empleados por el Laboratorio AGQ.

| Parámetro                                                     | Unidades | Método de referencia                      | Límites de detección             |
|---------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|----------------------------------|
| pH (Campo)                                                    | mg/l     | SMEWW 4500-H+ B. 22nd Ed. 2012            | 2.01 - 12.0 Unidades de pH       |
| Temperatura de la Muestra (Campo)                             | mg/l     | SM 2550 B Ed 22.                          | 4.00 - 50.0 °C                   |
| Conductividad (Campo)                                         | µS/cm    | SMEWW 2510B. 22nd Ed. 2012.               | 0.100 - 400 000 µS/cm a 25°C     |
| Oxígeno Disuelto (Campo)                                      | mg/l     | EPA Method 360.1                          | 0.030 - 20.0 mg/L O <sub>2</sub> |
| Aceites y Grasas                                              | mg/l     | PP-226 (BASED ASTM D7066-04).             | 0.25                             |
| Color                                                         | mg/l     | SMEWW 2120 C. 22nd. Ed. 2012              | 3                                |
| DBO <sub>5</sub>                                              | µg/l     | EPA METHOD 8270 D, Rev. 5 2017 (Validado) | 1.1                              |
| Detergentes Aniónicos                                         | mg/l     | SMEWW 5540 C. 22nd Ed. 2012               | 0.02                             |
| DQO                                                           | mg/l     | SMEWW 5220D. 22nd Ed. 2012                | 8.00                             |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N) | mg/l     | PE-2090                                   | 0.11                             |
| Bicarbonatos                                                  | mg/l     | SMEWW 2320B. 22nd Ed. 2012                | 0.0008                           |
| Cianuros (WAD)                                                | mg/L     | SMEWW 4500-CN- F, I. 22nd Ed. 2012        | 5.00                             |
| Fenoles                                                       | mg/L     | SMEWW 5530 B,C. 22nd Ed. 2012             | 0.001                            |
| Cloruros                                                      | mg/l     | PE-2090                                   | 0.15                             |
| Fluoruros                                                     | mg/l     |                                           | 0.10                             |
| Sulfatos                                                      | mg/l     |                                           | 0.75                             |
| Nitratos                                                      | mg/l     |                                           | 0.11                             |
| Nitritos (como N)                                             | mg/L     |                                           | 0.15                             |
| Aluminio                                                      | mg/l     | EPA Method 200.8 Rev.5.4 (1994)           | 0.002                            |
| Arsénico                                                      | mg/l     |                                           | 0.00003                          |
| Bario                                                         | mg/l     |                                           | 0.0001                           |
| Berilio                                                       | mg/l     |                                           | 0.00002                          |
| Bismuto                                                       | mg/l     |                                           | 0.00002                          |
| Boro                                                          | mg/l     |                                           | 0.002                            |
| Cadmio                                                        | mg/l     |                                           | 0.00001                          |
| Calcio                                                        | mg/l     |                                           | 0.10                             |
| Cobalto                                                       | mg/l     |                                           | 0.00001                          |
| Cobre                                                         | mg/l     |                                           | 0.00003                          |
| Cromo                                                         | mg/l     |                                           | 0.0001                           |
| Estaño                                                        | mg/l     |                                           | 0.0001                           |
| Estroncio                                                     | mg/l     |                                           | 0.0001                           |
| Fósforo                                                       | mg/l     |                                           | 0.015                            |
| Hierro                                                        | mg/l     |                                           | 0.0004                           |
| Litio                                                         | mg/l     |                                           | 0.0001                           |
| Magnesio                                                      | mg/l     |                                           | 0.003                            |
| Manganeso                                                     | mg/l     |                                           | 0.00003                          |
| Mercurio                                                      | mg/l     |                                           | 0.00003                          |
| Molibdeno                                                     | mg/l     |                                           | 0.00002                          |
| Níquel                                                        | mg/l     |                                           | 0.00020                          |
| Plata                                                         | mg/l     |                                           | 0.00001                          |
| Plomo                                                         | mg/l     |                                           | 0.00020                          |

| Parámetro           | Unidades   | Método de referencia                             | Límites de detección |
|---------------------|------------|--------------------------------------------------|----------------------|
| Potasio             | mg/l       |                                                  | 0.04                 |
| Selenio             | mg/l       |                                                  | 0.0004               |
| Silicio             | mg/l       |                                                  | 0.2                  |
| Sodio               | mg/l       |                                                  | 0.006                |
| Talio               | mg/l       |                                                  | 0.00002              |
| Titanio             | mg/l       |                                                  | 0.001                |
| Uranio              | mg/l       |                                                  | 0.000003             |
| Vanadio             | mg/l       |                                                  | 0.0001               |
| Zinc                | mg/l       |                                                  | 0.01                 |
| Coliformes Fecales  | NMP/100 ml | SMEWW 9221 E.1. 22nd. Ed. 2012                   | 1.8                  |
| Coliformes Totales  | NMP/100 ml | SMEWW 9221B 2, 3,4a (1, 3, 4), 4b. 22nd Ed. 2012 | 1.8                  |
| Escherichia Coli    | NMP/100 ml | SMEWW 9221 F. 22nd Ed. 2012.                     | 1.8                  |
| Huevos de Helmintos | Huevos/l   | PP-301                                           | 1.0                  |
| Enterococos Fecales | NMP/100 ml | SM 9230B Ed.22                                   | 1.8                  |

Fuente: Informes de Ensayo MIT-17/00392  
 Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

#### 5.2.11.4.3. Puntos de muestreo

El Cuadro 5.2.11-14 presenta la ubicación de los puntos de muestreo y en el Volumen III Mapa LBF-11 se muestra la distribución espacial de los puntos de muestreo realizados en el área de influencia. Así mismo las fichas de campo se encuentran en el Anexo 5.2.11.3-2.

**Cuadro 5.2.11-14** Ubicación de los puntos de muestreo de agua subterránea

| Puntos de Muestreo                                            | Fechas | Descripción                                                                  | Coordenadas UTM |           |
|---------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|
|                                                               |        |                                                                              | DATUM WGS 84    |           |
|                                                               |        |                                                                              | Este            | Norte     |
| INFORMACIÓN PRIMARIA                                          |        |                                                                              |                 |           |
| Línea Base MEIA AIJCH – 2017 – Temporada Templada             |        |                                                                              |                 |           |
| Cabecera 33                                                   | Jul-17 | Zona cabecera 33, lado Sur del Aeropuerto.                                   | 270 933         | 8 668 348 |
| Pozo 90                                                       | Sep-17 | Pozo ubicado en la zona agrícola                                             | 269 712         | 8 668 814 |
| INFORMACIÓN SECUNDARIA                                        |        |                                                                              |                 |           |
| PMA del EVAP Túnel Gambetta – 2016 – Temporada Templada       |        |                                                                              |                 |           |
| CA-03                                                         | Jul-16 | Ubicado en el Pozo 58, en la Ex zona Sur dentro de Obra                      | 268 211         | 8 670 343 |
| CA-04                                                         | Jul-16 | Ubicado en el Pozo 35, en la Ex zona Norte dentro de Obra                    | 268 314         | 8 670 927 |
| Pozos Muestreados por Sedapal. 2014 y 2016 – Temporada Cálida |        |                                                                              |                 |           |
| P-537                                                         | Mar-14 | Pozo en reserva de Sedapal, ubicado a 35 m de la Av. Vicente Morales Duarez  | 271 582         | 8 668 141 |
| P-550                                                         | Dic-16 | Pozo en reserva de Sedapal, ubicado a 500 m de la Av. Elmer Faucett          | 271 653         | 8 669 196 |
| P-568                                                         | Ene-16 | Pozo en reserva de Sedapal, ubicado a 150 m de la Av. Vicente Morales Duarez | 270 545         | 8 667 781 |

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

#### 5.2.11.4.4. Evaluación de resultados

El Cuadro 5.2.11-15 presenta los resultados obtenidos en las fuentes de agua subterránea que han sido evaluadas para la realización de este capítulo. Como se puede apreciar se ha realizado la toma de muestra en temporada templada y para la temporada cálida se ha tomado información secundaria. La evaluación de los resultados de la calidad de aguas subterráneas, se realizó comparando referencialmente los resultados obtenidos con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA) Categoría 3, aprobados por el D.S. N° 004-2017-MINAM. Los informes de ensayo se encuentran en el Anexo 5.2.11.3-3.

#### PARÁMETROS IN SITU

##### pH

El pH es la medición cuantitativa de la acidez o la basicidad (alcalinidad). La medición de este parámetro en aguas es importante debido a que gran parte de la vida sólo es posible dentro de los estrechos límites de variación de ese parámetro.

En la temporada templada, recientemente evaluada los valores de pH registraron un valor mínimo de 6,86 en el punto CA-04 y un máximo de 9,08 en el punto Cabecera 33 (sobrepasa ECA, agua de tendencia alcalina). Todos los demás valores están dentro del rango indicado en el ECA para la Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales y D2: Bebida de animales.

Cuadro 5.2.11-15 Resultados de análisis de agua subterránea

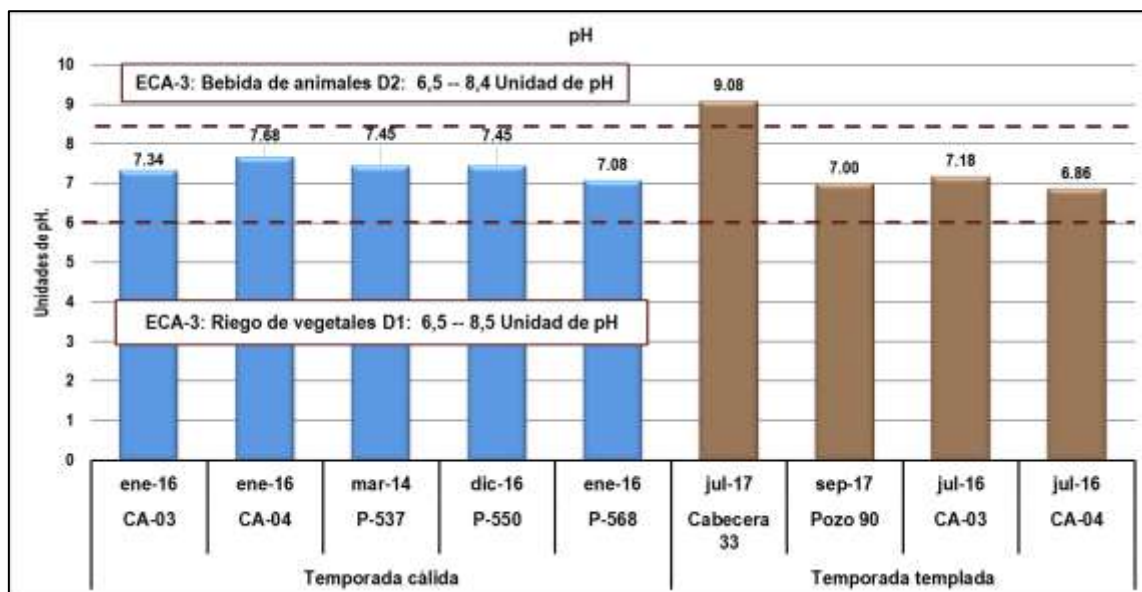
| PARAMETRO                            | UNIDAD                 | TEMPORADA CALIDA       |                      |                      |                      |                      |                            | TEMPORADA TEMPLADA     |                      |                        |           | D1: Riego de vegetales         |                             |  | D2: Bebida de animales |  |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-----------|--------------------------------|-----------------------------|--|------------------------|--|
|                                      |                        | INFORMACIÓN SECUNDARIA |                      |                      |                      |                      |                            | INFORMACIÓN PRIMARIA   |                      | INFORMACIÓN SECUNDARIA |           | Agua para riego no restringido | Agua para riego restringido |  |                        |  |
|                                      |                        | CA-03 <sup>(1)</sup>   | CA-04 <sup>(1)</sup> | P-537 <sup>(2)</sup> | P-550 <sup>(2)</sup> | P-568 <sup>(2)</sup> | Cabecera 33 <sup>(3)</sup> | Pozo 90 <sup>(3)</sup> | CA-03 <sup>(4)</sup> | CA-04 <sup>(4)</sup>   |           |                                |                             |  |                        |  |
|                                      |                        | Ene-16                 | Ene-16               | Mar-14               | Dic-16               | Ene-16               |                            | Jul-17                 | Sep-17               | Jul-16                 | Jul-16    |                                |                             |  |                        |  |
| FISICOS-QUIMICO                      |                        |                        |                      |                      |                      |                      |                            |                        |                      |                        |           |                                |                             |  |                        |  |
| Conductividad Eléctrica              | µS/cm                  | 1286                   | 1160                 | 629                  | 644                  | 570                  | 586                        | 657                    | 1287                 | 1588                   | 2 500     | 5 000                          |                             |  |                        |  |
| Oxígeno Disuelto                     | mg/L O <sub>2</sub>    | 8.67                   | 8.59                 | ---                  | ---                  | ---                  | 4.9                        | 5.59                   | 4.5                  | 4                      | ≥ 4       | ≥ 5                            |                             |  |                        |  |
| pH                                   | Unidades de pH.        | 7.34                   | 7.68                 | 7.45                 | 7.45                 | 7.08                 | 9.08                       | 7.00                   | 7.18                 | 6.86                   | 6.5 - 8.5 | 6.5 - 8.4                      |                             |  |                        |  |
| Temperatura                          | °C                     | 21.53                  | 21.48                | ---                  | ---                  | ---                  | 22.6                       | 22.3                   | 22                   | 22.2                   | Δ 3       | Δ 3                            |                             |  |                        |  |
| Aceites y Grasas                     | mg/L                   | < 0.5                  | < 0.5                | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.25                     | < 0.25                 | < 0.4                | < 0.4                  | 5         | 10                             |                             |  |                        |  |
| Color                                | CU                     | --                     | --                   | ---                  | ---                  | ---                  | < 3                        | < 3                    | ---                  | ---                    | 100       | 100                            |                             |  |                        |  |
| DBO5                                 | mg/L                   | < 2.00                 | < 2.00               | ---                  | ---                  | ---                  | < 1.1                      | < 1.1                  | < 2.00               | < 2.00                 | 15        | 15                             |                             |  |                        |  |
| Detergentes (SAAM)                   | mg/L                   | < 0.025                | < 0.025              | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.02                     | < 0.02                 | < 0.020              | < 0.020                | 0.2       | 0.5                            |                             |  |                        |  |
| Fenoles                              | mg/L                   | < 0.001                | < 0.001              | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.001                    | < 0.001                | < 0.001              | < 0.001                | 0.002     | 0.01                           |                             |  |                        |  |
| DQO                                  | mg/L                   | < 10.0                 | < 10.0               | ---                  | ---                  | ---                  | < 8.00                     | < 8.00                 | < 10.0               | < 10.0                 | 40        | 40                             |                             |  |                        |  |
| Nitratos (NO3-N) + Nitritos (NO2-N). | mg/L                   | --                     | --                   | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.11                     | 1.59                   | --                   | --                     | 100       | 100                            |                             |  |                        |  |
| Bicarbonatos                         | mg/L CaCO <sub>3</sub> | --                     | --                   | ---                  | ---                  | ---                  | 176                        | 145                    | ---                  | ---                    | 518       | NA                             |                             |  |                        |  |
| Cianuros (WAD)                       | mg/L                   | < 0.005                | < 0.005              | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.016                    | < 0.016                | < 0.005              | < 0.005                | 0.1       | 0.1                            |                             |  |                        |  |
| Cloruros                             | mg/L                   | 130.4                  | 186.4                | ---                  | ---                  | ---                  | 25.4                       | 29.6                   | 55                   | 60                     | 500       | NA                             |                             |  |                        |  |
| Fluoruros                            | mg/L                   | ---                    | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.10                     | < 0.10                 | ---                  | ---                    | 1         | NA                             |                             |  |                        |  |
| Nitratos                             | mg/L                   | 14.231                 | 17.571               | 17                   | 12                   | 14                   | < 0.11                     | 1.59                   | 12.448               | 4.162                  | NA        | NA                             |                             |  |                        |  |
| Nitritos                             | mg/L N-NO <sub>2</sub> | < 0.003                | < 0.003              | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.15                     | < 0.15                 | < 0.02               | < 0.02                 | 10        | 10                             |                             |  |                        |  |
| Sulfatos                             | mg/L                   | 411.67                 | 568.33               | 136                  | 120                  | 162                  | 123                        | 141                    | 800                  | 1000                   | 1 000     | 1 000                          |                             |  |                        |  |
| INORGANICOS                          |                        |                        |                      |                      |                      |                      |                            |                        |                      |                        |           |                                |                             |  |                        |  |
| METALES TOTALES                      |                        |                        |                      |                      |                      |                      |                            |                        |                      |                        |           |                                |                             |  |                        |  |
| Aluminio                             | mg/L                   | ---                    | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | 0.035                      | 0.121                  | ---                  | ---                    | 5         | 5                              |                             |  |                        |  |
| Arsénico                             | mg/L                   | < 0.001                | < 0.001              | 0.0003               | 0.0024               | 0.0045               | 0.0035                     | 0.00309                | < 0.001              | < 0.001                | 0.1       | 0.2                            |                             |  |                        |  |
| Bario                                | mg/L                   | 0.038                  | 0.031                | ---                  | ---                  | ---                  | 0.0717                     | 0.0397                 | 0.035                | 0.032                  | 0.7       | NA                             |                             |  |                        |  |
| Berilio                              | mg/L                   | ---                    | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.00001                  | < 0.00001              | ---                  | ---                    | 0.1       | 0.1                            |                             |  |                        |  |
| Boro                                 | mg/L                   | --                     | --                   | ---                  | ---                  | ---                  | 0.235                      | 0.362                  | ---                  | ---                    | 1         | 5                              |                             |  |                        |  |
| Cadmio                               | mg/L                   | < 0.0004               | < 0.0004             | 0.0001               | ---                  | ---                  | < 0.00001                  | < 0.00001              | < 0.0004             | < 0.0004               | 0.01      | 0.05                           |                             |  |                        |  |
| Cobre                                | mg/L                   | < 0.0004               | 0.0008               | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.0003                   | 0.0013                 | < 0.0007             | < 0.0007               | 0.2       | 0.5                            |                             |  |                        |  |
| Cobalto                              | mg/L                   | --                     | --                   | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.00003                  | < 0.00003              | ---                  | ---                    | 0.05      | 1                              |                             |  |                        |  |
| Cromo Total                          | mg/L                   | --                     | --                   | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.001                    | < 0.001                | < 0.0004             | < 0.0004               | 0.1       | 1                              |                             |  |                        |  |
| Hierro                               | mg/L                   | --                     | --                   | 0.016                | 0.022                | 0.016                | 0.14                       | 0.15                   | ---                  | ---                    | 5         | NA                             |                             |  |                        |  |
| Litio                                | mg/L                   | --                     | --                   | ---                  | ---                  | ---                  | 0.0819                     | 0.0773                 | ---                  | ---                    | 2.5       | 2.5                            |                             |  |                        |  |
| Magnesio                             | mg/L                   | --                     | --                   | ---                  | ---                  | ---                  | 11.7                       | 8.93                   | ---                  | ---                    | NA        | 250                            |                             |  |                        |  |
| Manganeso                            | mg/L                   | --                     | --                   | ---                  | 0.003                | 0.005                | 0.00983                    | 0.01074                | ---                  | ---                    | 0.2       | 0.2                            |                             |  |                        |  |
| Mercurio                             | mg/L                   | --                     | --                   | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.00007                  | < 0.00007              | ---                  | ---                    | 0.001     | 0.01                           |                             |  |                        |  |
| Niquel                               | mg/L                   | < 0.0005               | < 0.0005             | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.0009                   | < 0.0009               | < 0.0006             | < 0.0006               | 0.2       | 1                              |                             |  |                        |  |
| Plomo                                | mg/L                   | < 0.0004               | < 0.0004             | ---                  | 0.0001               | ---                  | < 0.00006                  | 0.00143                | < 0.0004             | < 0.0004               | 0.05      | 0.05                           |                             |  |                        |  |
| Selenio                              | mg/L                   | --                     | --                   | ---                  | ---                  | ---                  | < 0.00004                  | 0.00037                | ---                  | ---                    | 0.05      | 0.05                           |                             |  |                        |  |
| Zinc                                 | mg/L                   | 0.004                  | 0.05                 | ---                  | 0.013                | 0.028                | < 0.002                    | 0.010                  | 0.004                | 0.035                  | 2         | 24                             |                             |  |                        |  |

(1) (4) Informe de Monitoreo Ambiental Tramo II B-Proyecto de Mejoramiento de la Av. Néstor Gambetta – Callao.

(2) Resultados extraídos del Informe de ensayo incluido en el Memorando N° 722-2017-EGLA-SEDAPAL.

(3) Fuente: Informe MIT-17/00392, A-17/054065 de AGQ Perú S.A.

Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

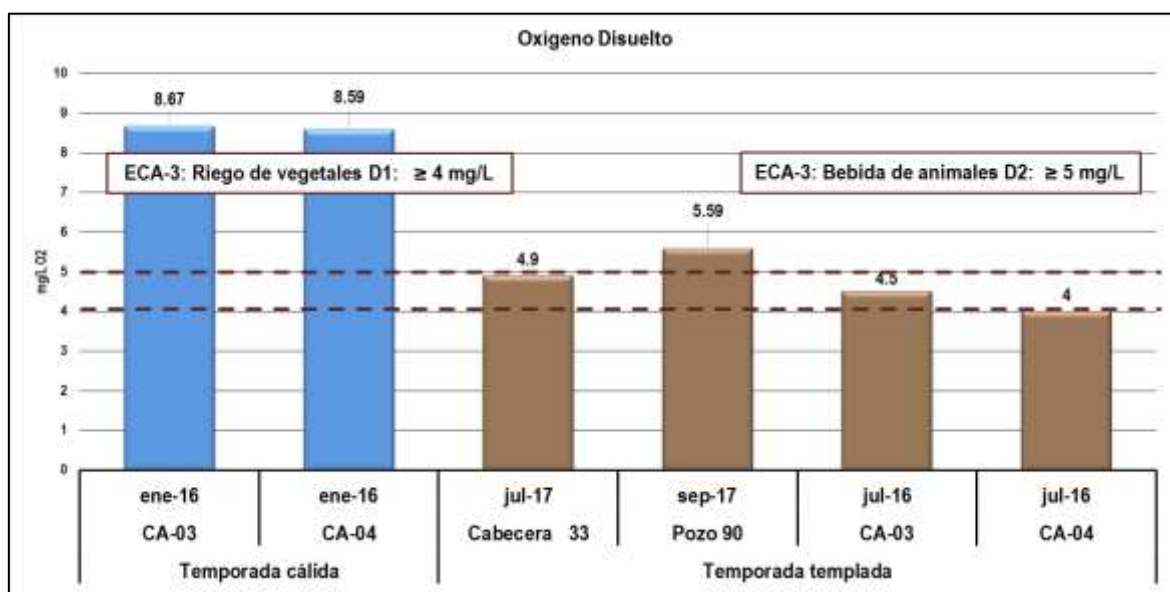
**Figura 5.2.11-18** Resultados de pH


Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

### Oxígeno Disuelto

Los organismos acuáticos requieren de oxígeno para sobrevivir al igual que los animales terrestres. El oxígeno disuelto es considerado el factor ambiental más importante para la sobrevivencia, crecimiento y reproducción de los organismos acuáticos. Un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad.

Todas las concentraciones de oxígeno disuelto cumplen con el ECA para la Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales. D2: Bebida de animales, si cumplen.

**Figura 5.2.11-19** Resultados de Oxígeno Disuelto


Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

## Temperatura

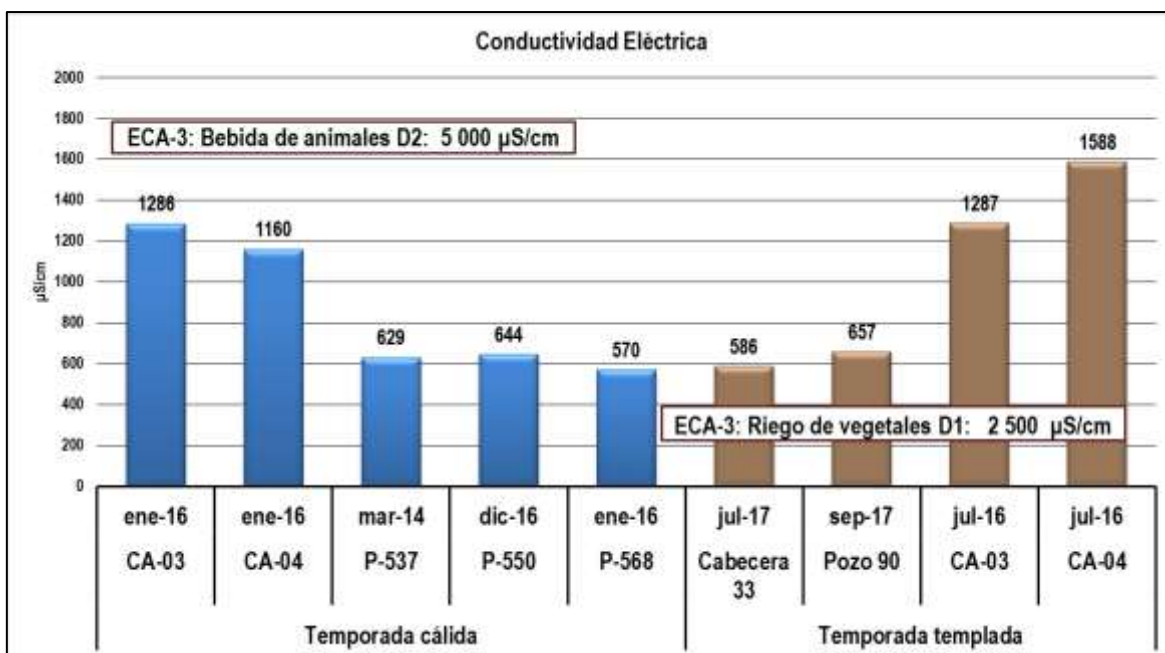
Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, y a pesar de no contar con valores de comparación para este parámetro en los estándares de calidad ambiental para agua, su medición es importante porque indirectamente está relacionada con la vida acuática ya que influye en la disolución del oxígeno disuelto, así como la solubilidad de las sales en los cuerpos de agua.

## Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica está directamente relacionada con la concentración de sales disueltas en el agua, las cuales indican la presencia de materia ionizable en el cuerpo de agua. El agua pura prácticamente no conduce la electricidad; por lo que los valores de conductividad que se obtiene en las mediciones realizadas son consecuencia de las impurezas presentes en el agua.

Los resultados de conductividad mostraron niveles que cumplen con el ECA-Agua para la Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales. D2: Bebida de animales.

**Figura 5.2.11-20** Resultados de Conductividad



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

## PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

### Aceites y Grasas

Las sustancias aceitosas pueden generarse como resultado de causas naturales o antropogénicas. La vegetación en descomposición (terrestre o acuática) en estado avanzado liberará grasa y subproductos aceitosos que producirán un brillo aceitoso en el agua.

Las concentraciones de aceites y grasas en todos los puntos de muestreo, presentaron concentraciones por debajo del límite de detección establecido por el laboratorio de ensayo

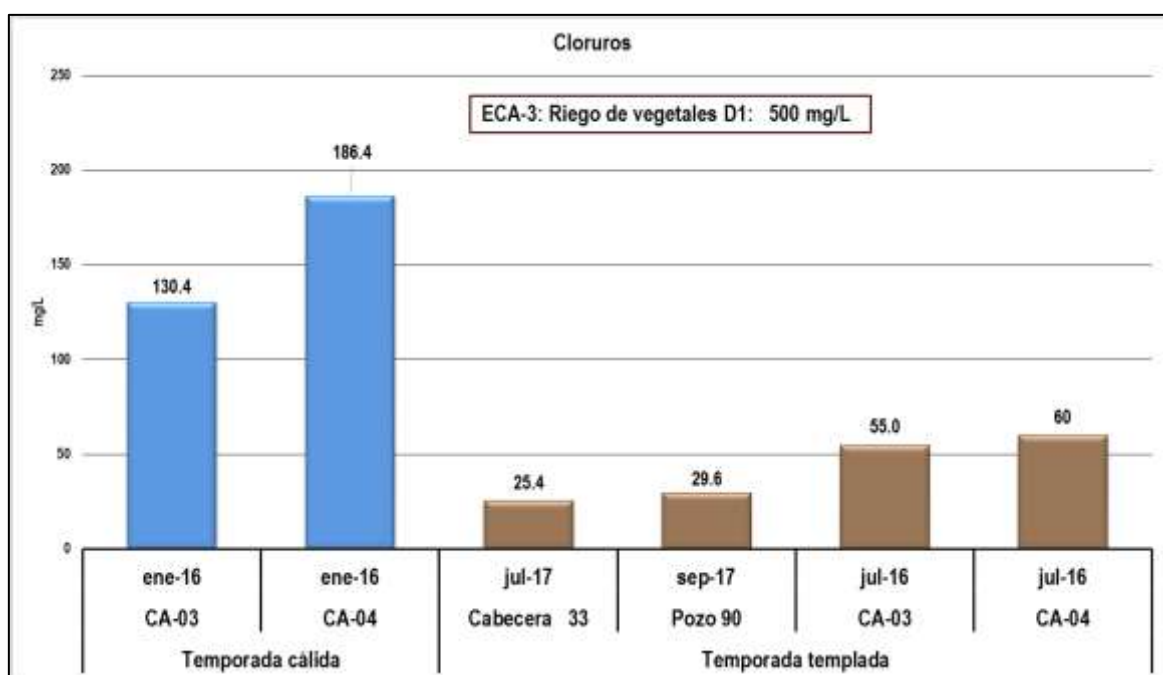
(0.5 mg/L). En ese sentido, al ser el límite del laboratorio menor a los ECA-Agua para la Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales. D2: Bebida de animales.

### Cloruros

El ion cloruro se encuentra con frecuencia en algunas aguas naturales, en concentraciones que varían desde unos pocos ppm hasta varios gramos por litro. Este ion ingresa al agua en forma natural mediante el lavado que las aguas de lluvia realizan sobre el suelo.

Los valores reportados de cloruros en cada uno de los puntos de muestreo, cumplen con el ECA-Agua para la Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales. D2: Bebida de animales.

**Figura 5.2.11-21** Resultados de Cloruros



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

### Cianuro Wad

Los complejos débiles de cianuro, con frecuencia denominados cianuros “disociables en ácidos débiles” o cianuros (WAD), pueden disociarse en solución y producir concentraciones ambientalmente significativas de cianuro libre. Los complejos débiles incluyen complejos de cianuro de cadmio, cobre, níquel, plata y zinc. El grado al cual se disocian estos complejos depende en gran medida del pH de la solución.

Por otra parte, los complejos fuertes de cianuro se degradan mucho más lentamente que el cianuro WAD en condiciones químicas y físicas normales. Se utilizan en minería porque reaccionan con el oro y facilitan su separación y también reaccionan con otros metales.

Las concentraciones de cianuro wad en todos los puntos, presentaron concentraciones por debajo del límite de detección establecido por el laboratorio de ensayo (0.001 mg/L). En ese sentido, al ser el límite del laboratorio menor a los ECA-Agua para la ECA-Agua para la Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales. D2: Bebida de animales.

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

La DBO<sub>5</sub> es una prueba que mide la cantidad de oxígeno consumido en la degradación bioquímica de la materia orgánica mediante procesos biológicos aerobios. El aumento de la DBO<sub>5</sub> ocasiona disminución del oxígeno disuelto afectando la vida acuática.

Los niveles de DBO<sub>5</sub> obtenidos en todos los puntos de muestreo realizados están por debajo del límite de detección establecido por el laboratorio de ensayo (2.0 mg/L), por lo que cumple con el ECA-Agua para la Categoría 3, subcategoría D1: Riego de vegetales y D2: Bebida de animales.

### **Fenoles**

Las concentraciones naturales de compuestos fenólicos son usualmente inferiores a 1 µg/L y los más frecuentemente identificados son fenol, cresol y los ácidos siríngico, vainílico y hidroxibenzoico. En aguas contaminadas es posible detectar otros tipos, como los clorofenoles, fenilfenol y alquilfenol. En rellenos sanitarios, su concentración total puede llegar a los 20 mg/l.

Las concentraciones de fenoles en todos los puntos, presentaron concentraciones por debajo del límite de detección del método de análisis empleado por laboratorio (0.001mg/l). Estas concentraciones se encuentran por debajo de los niveles permisibles establecidos para este parámetro por el D.S. N° 004-2017-MINAM.

### **Nitratos**

El nitrógeno puede aparecer en forma de NH<sub>3</sub> y NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; por oxidación estas formas reducidas pueden transformarse en N (gas) y finalmente en NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; que es la forma más usual y estable en que el nitrógeno se presenta en las aguas subterráneas. Los procesos de oxidación-reducción de las especies nitrogenadas en el agua están influenciados por fenómenos biológicos y en consecuencia los productos finales dependerán del número y tipo de organismos que intervengan en ellos.

Las concentraciones de nitratos obtenidas en los puntos de muestreo no excedieron el valor establecido por el ECA para la Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales. D2: Bebida de animales.

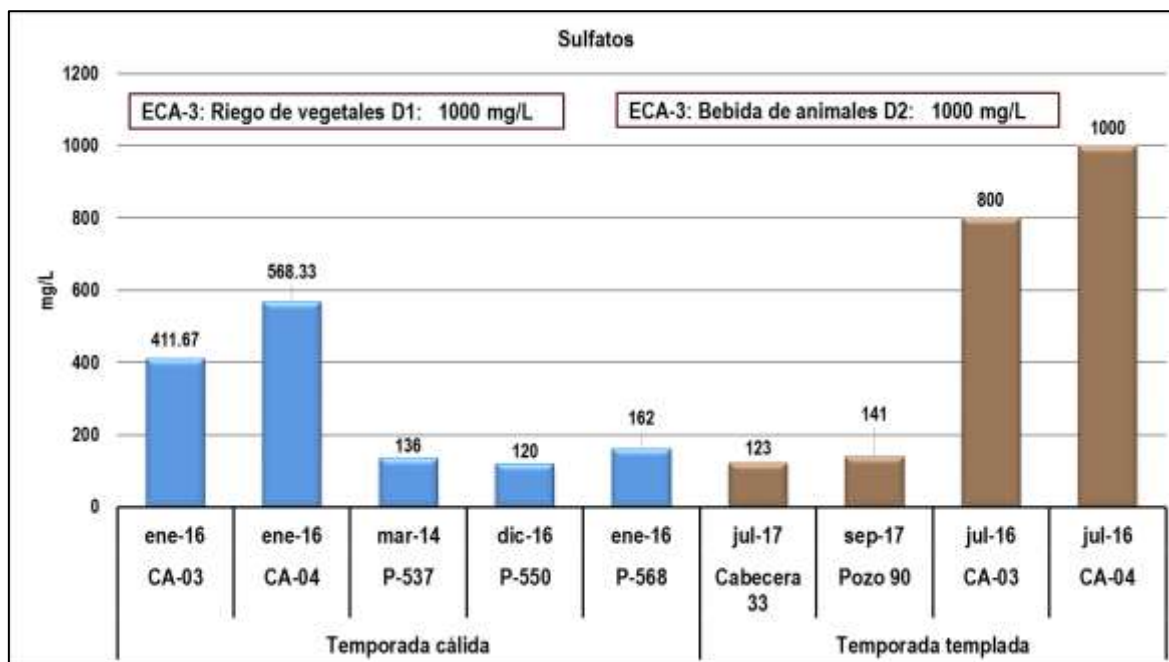
El NO<sub>3</sub><sup>-</sup> que se forma de restos orgánicos por los procesos de mineralización y nitrificación del N orgánico puede contaminar el agua subterránea al lavarse con las lluvias, especialmente cuando estos restos se acumulan a la intemperie. Estas aguas pueden infiltrarse rápidamente por las averías de las paredes de los pozos o lentamente cuando en su movimiento descendente alcanzan la napa. Debido a que el movimiento lateral del agua subterránea generalmente es lento, la contaminación por fuentes localizadas provoca picos con valores altos de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> solamente en los puntos cercanos a la fuente de contaminación, y la polución no se extiende a toda la napa.

### **Sulfatos**

Los sulfatos están presentes en casi todas las aguas naturales, y con mucha más razón estando el acuífero en la costa. La mayor parte de los compuestos sulfatados se originan a partir de la oxidación de las menas de sulfato, la presencia de esquistos y la existencia de residuos industriales.

Los niveles reportados de contenido de sulfato están por debajo del ECA categoría 3, salvo en la temporada templada en el punto CA-04 (Av. Néstor Gambetta) indica valores al límite.

**Figura 5.2.11-22** Resultados de Sulfatos



Elaborado por Walsh Perú S.A. 2018

## METALES

Los resultados analíticos de metales son presentados en el Cuadro 5.2.11-15. Estos resultados fueron determinados por el método de espectrometría de emisión óptica, ICP Óptico. Las concentraciones de los once (11) metales evaluados en los puntos donde se ha registrado, presentaron lecturas por debajo del límite de detección del método de análisis empleado por laboratorio, o menor al valor de estándar de calidad que corresponde, por tanto desde el punto de vista de contenido metálico cumple con el ECA-Agua para la Categoría 3, subcategoría D1: Riego de vegetales y D2: Bebida de animales que nos ha servido de manera referencial.

## 5.2.12. RIESGOS NATURALES

Este capítulo identifica y evalúa los peligros naturales (físicos) significativos y el riesgo que representan para el proyecto y el área de influencia directa e indirecta (en adelante área de estudio). Se entiende como peligro natural a todo proceso o fenómeno de origen natural que puede afectar a la población e infraestructura, en términos de afectación a la salud y bienestar, pérdida de vidas humanas y daños materiales. Se excluyen en este capítulo los procesos o fenómenos de origen biológico. Se entiende como riesgo al daño o afectación que ocurriría, para el peligro de que se trate, si se produjese el evento más intenso previsible, al estado de conocimiento actual.

El riesgo es dependiente también de la vulnerabilidad, es decir, de la exposición y sensibilidad a ser afectados por el peligro que presente cualquier elemento que sea de interés evaluar. En este caso, a nivel de línea base del área de influencia, interesa evaluar la vulnerabilidad de la población que vive en esta área.

Los procesos o fenómenos que se han identificado como significativamente peligrosos en el área de influencia son: la sismicidad regional, los tsunamis y las crecidas extraordinarias del río Rímac. La evaluación de estos peligros, así como de la vulnerabilidad y los riesgos que enfrenta, en relación con ellos, la población e infraestructura existente en el área de influencia, ha sido tomada de fuentes secundarias, principalmente informes del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Gobierno Regional del Callao y de los estudios de ingeniería del proyecto.

### 5.2.12.1. PELIGRO SÍSMICO

#### A. Sismicidad Regional

Es bien conocido que la costa peruana presenta una elevada actividad sísmica. La historia reporta una sucesión de terremotos catastróficos y los monitoreos continuos que se efectúan desde la segunda mitad del siglo pasado evidencian esta intensa actividad. Factores de naturaleza tectónica y, en menor medida, relacionadas con la geología estructural regional la explican.

- **Proceso de Subducción.** - Es originado por la convergencia o colisión de las placas de Nazca (oceánica) y Sudamericana (continental). Consiste en el hundimiento de la primera placa bajo la segunda, hasta la fusión de aquella con el manto. La convergencia tiene su expresión topográfica en la denominada “fosa peruano-chilena”, profunda depresión situada frente al litoral peruano y que señala el contacto entre las dos placas. Este proceso tectónico viene produciéndose desde tiempos paleozoicos y ha sido responsable de la formación de la cordillera de los Andes desde finales del Mesozoico. Sin embargo, no se manifiesta de modo uniforme: a lo largo de la costa peruana, desde el extremo norte hasta la prolongación de la dorsal de Nazca frente a las costas de Ica, ocurre un tipo de subducción sub-horizontal, es decir, de poco ángulo, mientras que más hacia el sur, la subducción es de tipo normal o de gran ángulo. Tal diferenciación, que viene desarrollándose por lo menos desde hace unos 10 millones de años, es la responsable de que el vulcanismo moderno solo ocurra en el sur del territorio peruano. En cambio, no se conocen bien todavía sus efectos en el modo de distribución de la intensidad sísmica regional, aunque es claro que esta es menor en la costa norte. A los eventos sísmicos asociados con el proceso de subducción se les denomina sismos de subducción y son en su mayor parte sismos profundos.

- **Fallas Activas Regionales.** – Las fallas regionales son el resultado del continuo proceso de deformación de las placas, en este caso de la placa Sudamericana, como resultado del proceso de subducción. Muchas de estas fallas se encuentran actualmente inactivas, en el sentido de que no se ha identificado ninguna actividad sísmica reciente, o efecto de esta actividad, asociada a ellas. En cambio, otras sí han estado asociadas con actividad sísmica reciente, en la forma de sismos continentales, por lo general superficiales. Con respecto al área de influencia, se ha identificado un sistema de fallas activas en la provincia de Huarochirí, el cual ha provocado frecuentes sismos de magnitud menor en los últimos años, muchos de ellos sentidos en la ciudad de Lima, incluyendo un “enjambre sísmico”, o sucesión en corto tiempo de pequeños sismos, ocurrido en setiembre pasado.

## B. Sismicidad Histórica e Instrumental

De acuerdo con los datos históricos, en los últimos 500 años se han producido grandes sismos de intensidades entre VIII y IX en la escala de Mercalli Modificada (MM), que provocaron severos daños en el área de la ciudad de Lima y el Callao. Se estima que por lo menos dos de estos sismos, el de 1586 y 1746, superaron el grado 8.5 de magnitud en la escala de Richter (Ms).

Se tienen registros instrumentales de sismos en el área de Lima Metropolitana y el Callao desde 1940. A continuación, en el Cuadro 5.2.12-1, se presenta información sobre los sismos más importantes registrados instrumentalmente que afectaron el área de influencia.

**Cuadro 5.2.12-1** Mayores sismos registrados instrumentalmente que afectaron el área de estudio

| Fecha      | Hora GMT | Latitud Sur | Longitud Oeste | Profundidad (km) | Magnitud (Ms) | Intensidad Máxima (MM) |
|------------|----------|-------------|----------------|------------------|---------------|------------------------|
| 24/05/1940 | 16:33    | -10.5       | -77.6          | 60               | 8.0           | VII – VIII             |
| 17/10/1966 | 21:41    | -10.7       | -78.6          | 38               | 7.8           | VII                    |
| 31/05/1970 | 20:23    | -9.2        | -78.8          | 43               | 7.7           | VI                     |
| 03/10/1974 | 14:21    | -12.2       | -77.8          | 27               | 7.5           | VII – VIII             |

Fuente: RS&H-Cosapi – Lima Airport Partners (2017)  
Elaboración: Walsh Perú S.A, 2017.

## C. Peligro Sísmico en el Área de Estudio

De acuerdo con los mapas de isoaceleraciones espectrales generados por Gamarra y Aguilar (2009), en el área de influencia, para un período de retorno de 475 años y para suelo firme (roca), se proyectan las aceleraciones sísmicas mostradas en el Cuadro 5.2.12-2.

**Cuadro 5.2.12-2** Aceleraciones sísmicas previstas en el área de estudio

| Período estructural | Aceleración sísmica (g) |
|---------------------|-------------------------|
| 0.00 s (PGA)        | 0.52                    |
| 0.20 s              | 1.20                    |
| 1.00 s              | 0.48                    |

PGA: aceleración sísmica máxima  
 g: aceleración de la gravedad  
 Elaboración: Walsh Perú S.A, 2017.

En el cuadro mostrado, PGA se refiere a la aceleración máxima que experimentará el suelo rocoso o firme; el período estructural 0.20 s se refiere a construcciones bajas (casas); el período estructural 1.00 s se refiere a construcciones altas (edificios).

Los valores de aceleración señalados para los tres períodos estructurales se encuentran entre los más altos del país, correspondiendo, por tanto, en términos cualitativos, a un peligro sísmico elevado.

#### D. Microzonificación Sísmica del Área de influencia

Los suelos existentes en el área de influencia se describen en el Cuadro 5.2.12-3.

**Cuadro 5.2.12-3** Características geotécnicas y sísmicas de los suelos del área de estudio

| Estrato de suelo         | Descripción                                                                                           | SUCS                     | Profundidad Distribución Espesor      | Comportamiento sísmico |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| <b>Relleno antrópico</b> | Mezcla de suelos con restos de demolición, residuos de materiales de construcción y basura doméstica. | -                        | Superficial<br>Discontinua<br>0 – 1 m | Suelo blando           |
| <b>Suelo de cultivo</b>  | Suelos de granulometría fina con raíces.                                                              | CL, ML                   | Superficial<br>Continua<br>0 – 1 m    | Suelo blando           |
| <b>Limo y arena</b>      | Limos inorgánicos no plásticos y arena.                                                               | ML, SM, SC-SM, SP-SM     | > 0.2 m<br>Continua<br>1 – 4 m        | Suelo blando           |
| <b>Arcilla</b>           | Arcilla de mediana plasticidad.                                                                       | CH, CL, CL-ML            | > 0.2 m<br>Discontinua<br>1 – 5 m     | Suelo blando           |
| <b>Grava</b>             | Grava pobremente gradada con arena y bolonería, con finos de baja a nula plasticidad.                 | GW, GP, GP-GM, GP-GC, GM | > 0.2 m<br>Continua<br>> 10 m         | Suelo firme            |

Adaptado de: RS&H-Cosapi – Lima Airport Partners (2017)

Elaboración: Walsh Perú S.A, 2017.

Elaboración: WALSH PERÚ

Los perfiles geotécnicos generados para el proyecto (RS&H-Cosapi – Lima Airport Partners, 2017) muestran que la estratificación del suelo es bastante irregular, como se evidencia en los datos de profundidad y espesor señalados en el cuadro. El nivel freático se encuentra a menos de 1.0 m de profundidad en algunos sectores al oeste de la Av. Gambetta, profundizándose en dirección al este. En casi todos los casos este nivel freático se encuentra dentro del estrato gravoso, por lo que no existen condiciones para la ocurrencia de licuefacción de suelos.

De acuerdo a lo que señala la zonificación sísmico-geotécnica del distrito del Callao (INDECI, 2011), el área de influencia se encuentra sobre dos zonas:

- **Zona II.** – Corresponde a las planicies aluvionales situadas al interior de la faja litoral, al este de la Av. Gambetta, cuyos suelos presentan una estratigrafía bastante similar a la descrita en el Cuadro 3. Los períodos predominantes del terreno, determinados por las mediciones de vibración ambiental, varían entre 0.3 y 0.5 s.
- **Zona IV.** – Corresponde a la faja litoral, al oeste de la Av. Gambetta. Si bien los perfiles geotécnicos generados para el proyecto no muestran una mayor diferenciación estratigráfica entre los suelos de esta zona y los de la zona II, es claro que en este caso los suelos son más complejos, como resultado de la interacción de depósitos aluviales con marinos, la presencia de un nivel freático alto y de depósitos de relleno. Los períodos predominantes del terreno presentan valores  $\geq 0.8$  s, que pueden ser amplificados hasta 6 veces más.

#### 5.2.12.2. PELIGRO DE TSUNAMIS

Un tsunami consiste en una serie de olas de extremadamente larga longitud de onda y período, generadas por un súbito desplazamiento del fondo marino u oceánico casi siempre provocado por terremotos de gran magnitud. En alta mar, las perturbaciones provocadas en superficie por estos eventos son casi imperceptibles, debido a las elevadas longitudes y pequeñas alturas de onda que presentan. No obstante, dado que la velocidad de estas olas es inicialmente elevada, generalmente por encima de los 900 km/h, cuando ingresan a aguas costeras poco profundas, su ralentización provoca el acortamiento de sus longitudes de onda y el incremento de sus alturas, al punto que, en el momento en que arriban al litoral pueden alcanzar varios metros de alto.

El peligro de tsunami se evalúa mediante la delimitación de áreas de afectación o inundación en la zona costera, considerando el mayor evento sísmico marino posible. Para evaluar este peligro debe conocerse no solamente la física de propagación del tren de olas provocado por el sismo, que dependerá básicamente de su magnitud, profundidad y distancia a la costa, sino también de las condiciones físicas de la costa local: configuración de la línea costera, presencia de islas, batimetría del mar somero adyacente y topografía de la zona litoral. Todo ello configura un fenómeno complejo que en la actualidad solo puede ser modelizado mediante métodos numéricos procesados computacionalmente.

Para la evaluación del peligro de tsunamis en el área de influencia, el estudio más reciente que aplicó modelización numérica (Jiménez et al, 2010) consideró dos escenarios, con base en los eventos históricos o regionales de mayor intensidad que han ocurrido:

- **Primer escenario.** – Corresponde a la ocurrencia de un sismo de magnitud 8.5 Mw con una longitud de ruptura máxima paralela a la costa de 350 km, similar a las dimensiones del sismo de Arequipa del 2001, que produjo un tsunami con olas de 8 m de altura e inundó hasta 200 m de playa y de 1.5 km del cauce del río Camaná.

- **Segundo escenario.** – Corresponde a la ocurrencia de un sismo de magnitud 9.0 Mw, similar al ocurrido en Chile en 2010, y posiblemente parecido al ocurrido en Lima en 1746. Se considera una longitud de ruptura máxima paralela a la costa de 500 km que se extendería a lo largo de las costas de los departamentos de Ica, Lima y Ancash.

En base a estos dos escenarios, se han elaborado cartas de inundación por tsunamis para Lima y Callao. En el Mapa LBF-15 (Ver Anexo III Mapas) se reproducen estas cartas para el área de influencia. En términos de peligrosidad, INDECI ha considerado únicamente en peligro significativo al área de inundación correspondiente al primer escenario.

### 5.2.12.3. PELIGRO DE INUNDACIÓN FLUVIAL

El 3 de marzo de 1994 se produjo un desborde y consiguiente inundación del río Rímac en el área de influencia, afectando principalmente los asentamientos humanos situados al sur del río (Gambetta Baja, Ramón Castilla, Cáceres, Dulanto). El balance de daños fue: 10 754 personas damnificadas y 427 viviendas colapsadas. Si bien el evento ocurrió en un año particularmente lluvioso en la vertiente andina occidental, el hecho de que solo se haya afectado el tramo final, donde no existe ningún afluente ni recarga natural del río, ha permitido concluir que tanto la ocurrencia del evento como la magnitud del daño causado fueron el resultado de las condiciones de elevada vulnerabilidad en que se encontraba el área en ese momento: cauce ocupado con abundantes desmontes, ausencia de defensas ribereñas, predominio de construcciones ilegales o que no cumplían con normas técnicas y falta de preparación de la población para afrontar un desastre de este tipo (Ferradas, 1994).

En la actualidad, todas estas condiciones que determinaban una elevada vulnerabilidad han mejorado significativamente. De hecho, se han producido importantes crecidas del río en los años 1998 y 2017, con caudales superiores a los de 1994, y tal evento no ha vuelto a repetirse.

### 5.2.12.4. ESTIMACIÓN DEL PELIGRO DE DESASTRES NATURALES

De acuerdo al mapa de peligros naturales del distrito del Callao (INDECI, 2011), en el área de influencia se presentan zonas de peligro muy alto, alto y medio. De estas tres zonas, predomina ampliamente la zona de peligro medio, como se puede visualizar en el Mapa LBF-16 (ver Anexo III Mapas). Hay que tomar en cuenta que este mapa de peligros naturales no incluye el peligro de inundación fluvial, que, como se señaló, no es significativo en la actualidad, ni tampoco el escenario de tsunami para un sismo de magnitud 9.0 Mw, que INDECI no considera actualmente en sus planes operativos.

Los criterios para establecer la zonificación señalada son las siguientes:

- **Zona de Peligro Muy Alto.** – Corresponde al área de inundación prevista para un sismo de magnitud 8.5 Mw y terrenos susceptibles a la licuefacción de suelos.
- **Zona de Peligro Alto.** – Corresponde a áreas con suelos de mayor susceptibilidad (presencia de un nivel freático alto y de depósitos de relleno).
- **Zona de Peligro Medio.** – Corresponde a áreas con suelos aluviales de baja susceptibilidad.

### 5.2.12.5. ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN E INFRAESTRUCTURA

De acuerdo al mapa de vulnerabilidad total del distrito del Callao (INDECI, 2011), que se generó al superponer los mapas de vulnerabilidad físico-estructural y socio-económica, en el entorno del proyecto se presentan tres condiciones:

- En los asentamientos humanos situados al oeste del proyecto (Juan Pablo II, Sarita Colonia, Acapulco, Tiwinza, Francisco Bolognesi y Daniel Alcides Carrión), los niveles de vulnerabilidad son altos a muy altos, siendo los tres últimos asentamientos señalados los más vulnerables.
- En los asentamientos humanos situados al sur del proyecto (José Olaya, Todos Unidos, Dulanto, Santa Rosa, Gambetta Baja, Ramón Castilla), el nivel de vulnerabilidad predominante es el moderado y solo en unos pocos predios se presentan niveles altos.
- En los asentamientos humanos situados al este del proyecto (Bocanegra, Aeropuerto, Las Fresas y otros menores), el nivel de vulnerabilidad predominante también es el moderado, con unos pocos predios presentando niveles altos.

### 5.2.12.6. ESTIMACIÓN DEL RIESGO ANTE DESASTRES NATURALES

De acuerdo a los escenarios de riesgo del distrito del Callao (INDECI, 2011), en el área de influencia se presentan los siguientes niveles de riesgo: muy alto, alto y medio. De estos niveles, predomina el riesgo medio, como se puede visualizar en el Mapa LBF-17 (Ver Anexo III Mapas). Debe considerarse que la estimación del riesgo se realiza para la población y la infraestructura expuesta a los peligros naturales, por lo que existen espacios en blanco que representan la ausencia de población e infraestructura.

Los niveles de riesgo estimados representan las siguientes magnitudes de daños materiales y pérdidas en vidas humanas:

- **Riesgo Muy Alto.** - Un elevado porcentaje de edificaciones colapsan, casi la totalidad de inmuebles se vuelven inhabitables, las pérdidas de vidas humanas podrían alcanzar el 75% de la población.
- **Riesgo Alto.** - Un porcentaje significativo de edificaciones colapsan, la mayor parte de los inmuebles se vuelven inhabitables, las pérdidas de vidas humanas podrían alcanzar el 50% de la población.
- **Riesgo Medio.** - Un pequeño porcentaje de edificaciones colapsan, un porcentaje significativo de inmuebles se vuelven inhabitables, las pérdidas de vidas humanas podrían alcanzar el 25% de la población.

### 5.2.12.7. RIESGOS EN EL ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Para establecer el escenario de cambio climático que enfrenta el área de influencia en las próximas décadas, y poder evaluar los riesgos que dicho escenario implica, se ha revisado la documentación oficial y técnica disponible, la que se lista a continuación:

1. **Escenarios Climáticos en el Perú para el Año 2030.** Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático. Resumen Técnico. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).
2. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections.** Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

3. **Estrategia de Adaptación y Acciones de Mitigación de la Provincia de Lima al Cambio Climático.** Municipalidad Metropolitana de Lima. Gerencia del Ambiente.
4. **Climatología Urbana y el Cambio Climático en Lima Metropolitana.** Presentación de Wilmer Pulache y Lourdes Menis. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

De acuerdo a esta documentación, en relación a los escenarios futuros de cambio climático tanto a nivel nacional como de Lima Metropolitana, se puede establecer como conclusión principal que aun domina la incertidumbre, es decir, que no se tiene suficiente claridad acerca de la manera en que se modificará el clima los próximos años, tanto en términos de magnitud de los principales parámetros (temperatura y precipitación), como en relación a la frecuencia y recurrencia de los eventos o anomalías climáticas (ENSO, años muy lluviosos, sequías). En este marco de incertidumbre, se pueden establecer algunas bases del escenario climático futuro en Lima Metropolitana y, particularmente, en el área de influencia:

- En cuanto a la temperatura, tanto los valores mínimos como los máximos anuales se incrementarán en las próximas décadas, en una magnitud que no superaría 0.8°C. Estos incrementos también se producirían en las cuencas húmedas de los ríos Rímac, Chillón y Lurín, lo que elevaría la tasa de evapotranspiración potencial en estas cuencas.
- El incremento de la temperatura provocará una mayor extensión y frecuencia de las islas de calor urbanas, la más extensa de las cuales, que abarca las partes céntricas de la ciudad y distritos adyacentes incluyendo el Callao, alcanza al área de influencia, aunque eso es discutible.
- Para la precipitación, los valores se mantendrán similares o ligeramente inferiores a los actuales, lo cual no es significativo, considerado que la precipitación media anual no supera los 10 mm. En cambio, para las cuencas húmedas de los ríos Rímac, Chillón y Lurín, se mantiene la incertidumbre, pues hay modelos que señalan un leve incremento y otros un leve decremento de los volúmenes anuales.
- En relación a los caudales, dado que lo único que parece seguro es que aumentará la tasa de evapotranspiración potencial, es posible que los volúmenes anuales experimenten una pequeña reducción, lo que afectará la oferta hídrica e incrementará el estrés hídrico en la ciudad.

La información revisada no presenta ningún tipo de predicción en relación a la frecuencia y recurrencia de eventos climáticos o hidroclimáticos extremos (inundaciones, deslaves, sequías, olas de calor). Tampoco analiza modificaciones en la periodicidad del fenómeno El Niño / La Niña (ENSO). Sin embargo, el IPCC considera que el incremento sostenido de la temperatura provocaría que estos eventos se vuelvan más frecuentes. Por ejemplo, favorecería una concentración de las precipitaciones anuales en un menor número de tormentas, cuya duración también sería menor, haciendo que sean más intensas y, por consiguiente, tengan una mayor capacidad de producir avenidas.

Las consecuencias plausibles de estas condiciones serían, para el área de influencia, las siguientes:

- Un incremento leve o moderado de la temperatura media, diurna (máxima) y nocturna (mínima). Sin embargo, este incremento, en relación a las temperaturas medias actuales, sería menos significativo en relación al entorno, debido a la proximidad del mar, la menor densidad poblacional y de edificaciones, y la presencia de un nivel freático alto. No se prevé la ocurrencia de olas de calor.

- Una leve reducción en los caudales anuales del río Rímac. Esta reducción estaría relacionada principalmente con el incremento del consumo hídrico a nivel de cuenca, como consecuencia de un mayor estrés hídrico, consumo que, sin embargo, no sería de gran magnitud, por la disponibilidad de otras fuentes (como las obras de trasvase).
- Un descenso del nivel freático, de magnitud leve o moderada, como respuesta a una reducción del caudal de los ríos Rímac y Chillón, pero también debido a la reducción de la superficie irrigada en los valles de estos ríos, así como a las mejoras tecnológicas en los sistemas de riego. Este descenso podría ser más acusado si, por efecto del estrés hídrico mal administrado, se reinicie la explotación sistemática del agua subterránea local.

No se puede establecer, en base al conocimiento actual, si las avenidas del río Rímac se incrementarán en intensidad y frecuencia, al punto de provocar desbordes en el área de influencia. Se asume que es poco probable que eso ocurra, en el horizonte de las siguientes décadas, debido a que este río tiene bastante regulación y obras de derivación. Además, las fuentes históricas no señalan la ocurrencia de un evento de esta naturaleza en mucho tiempo; el único caso conocido, la inundación de la zona de Gambetta, en 1994, se debió más que todo a deficiencias en la limpieza y canalización del cauce, aspectos que se han superado.

#### **5.2.12.8. VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN A LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

Tomando en cuenta el escenario de cambio climático descrito, se puede establecer que la población del área de influencia, distribuida en más de veinte asentamientos humanos, asociaciones y agrupaciones de vivienda situados alrededor del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez y su área de expansión, por sus condiciones socioeconómicas, será vulnerable principalmente al incremento de la temperatura media, diurna y nocturna. Este incremento térmico puede estar asociado a una mayor ocurrencia de enfermedades de la piel, enfermedades oftálmicas, enfermedades transmitidas por vectores e infecciones diversas.

Si no se gestiona bien el estrés hídrico que se generaría en caso se reduzcan los volúmenes de precipitación actuales en las cuencas húmedas de los ríos, podría provocarse un desabastecimiento de agua potable, que afectaría sobre todo a las poblaciones de menos recursos y asentadas en las periferias de la ciudad, como es el caso de las que viven en el área de influencia. En este escenario, se incrementaría la presión sobre el acuífero local, que podría quedar afectado en caso no se asegure su sostenibilidad.

### 5.2.13. SÍNTESIS DE LA LÍNEA BASE FÍSICA

El área de influencia se encuentra en la parte más baja de la planicie aluvial del Rímac-Chillón, conformada por la yuxtaposición de las planicies aluviales de los ríos Rímac y Chillón. El litoral marítimo se encuentra a pocos metros del borde occidental de esta área. Este litoral es bajo, originalmente conformado por amplias playas que se continuaban al interior por terrenos de poca elevación, a diferencia del litoral situado al sur del río Rímac, que se eleva rápidamente en los acantilados de la Costa Verde. Actualmente, buena parte de estas playas y terrenos bajos contiguos han desaparecido sepultados por grandes desmontes.

El área de influencia se eleva entre 4 y 52 m s.n.m.; más específicamente, el área del proyecto se eleva entre 5 y 30 m s.n.m. Si bien de aspecto llano, el terreno presenta leves inclinaciones en dos direcciones principales: E – O y SE – NO; en el primer caso, la pendiente media es de 0,72 %, en el segundo caso, de 0,75 %. De esta manera, se presentan en el extremo occidental terrenos más bajos que corresponden a una franja paralela al litoral, de 1 a 1,5 km de ancho, que se prolonga hacia el norte más allá del área de influencia, la cual no se eleva más de 10 msnm y se caracteriza por su propensión a anegarse, debido a la elevada napa freática existente.

La planicie aluvial es la expresión superficial de un potente paquete de materiales aluviales que depositaron los ríos Rímac y Chillón desde fines del Terciario. De acuerdo a las exploraciones geofísicas realizadas en el área de influencia, el depósito aluvial tiene una profundidad de 100 m como máximo, pudiéndose distinguir tres estratos principales, el superior, conformado por conglomerados envueltos en una matriz predominantemente arenosa, el intermedio, que se diferencia del anterior por una matriz más fina, y el inferior, de granulometría predominantemente fina (limo-arcillosa), que se asienta sobre una superficie rocosa irregular (basamento mesozoico).

Los estratos aluviales superior e intermedio, de naturaleza conglomerádica, albergan un acuífero que constituye la parte más distal del acuífero de Lima, el cual se extiende por los valles costeros de los ríos Rímac y Chillón. A causa de la topografía baja del área de influencia y la franja litoral adyacente, el nivel freático alcanza allí los valores más superficiales, situándose a profundidades inferiores a los 10 m. Estos valores han experimentado cierto incremento en los últimos años, debido a que muchos pozos dejaron de operar desde el año 2003. Las aguas subterráneas presentan características hidroquímicas que la hacen inapta para el consumo humano directo, presentando valores de conductividad eléctrica que hacen inferir una mínima influencia marina.

El río Rímac, en su tramo final, atraviesa el extremo sur del área de influencia. En este tramo, su cauce se encuentra canalizado, presentando anchos de entre 30 y 70 m. En ambos márgenes se han construido defensas ribereñas, las que son más elevadas en el lado sur, para proteger de un eventual desborde a los asentamientos humanos situados allí (Gambetta Baja, Ramón Castilla, etc.). Si bien este río está bastante regulado en su cuenca alta y presenta numerosas obras de derivación en su curso medio e inferior, no deja de representar una amenaza para las poblaciones de las zonas más bajas del valle durante la época de lluvias, en que suele desarrollar grandes avenidas. Debe recordarse el desborde de 1994, que inundó una franja de 200 m en cada margen, el cual, sin embargo, se produjo más por obstrucción del cauce generado por el vertido incontrolado de desmontes.

Por otro lado la calidad fisicoquímica del agua del río Rímac indica afectación por los residuos sólidos colindantes, tanto en agua superficial como en los sedimentos fluviales, además de compuestos inorgánicos, sales, ciertos metales y coliformes. No presenta presencia de plaguicidas.

Acerca del humedal ubicado en la ex zona industrial, la calidad fisicoquímica presencia de aniones diversos y nutrientes como el fosforo y los nitrógeno total y alta conductividad (indicador de sales disueltas). No tiene presencia de metales disueltos, compuestos orgánicos volátiles, plaguicidas e hidrocarburos.

El clima del área de influencia es el de la costa central del Perú, definido como hiper-árido por lo reducido de las precipitaciones (inferior a los 10 mm anuales), y como templado-cálido por los valores medios de temperatura y su comportamiento estacional (16 °C en el mes más frío del invierno y 23 °C en el más cálido del verano). Otros rasgos característicos de este clima son una humedad relativa bastante alta (entre 79 y 83 % de media mensual) y la presencia de una cubierta continua de nubes bajas estratiformes, más frecuente entre mayo y noviembre, asociado a neblinas y finas precipitaciones (garúa). Estas características del clima costero son particularmente acusadas en las proximidades del litoral, incluyendo al área de influencia. En referencia a la calidad de aire, no se sobrepasa el estándar de calidad vigente en material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>), gases y benceno. Por otro lado otro aspecto importante de mencionar son los niveles de ruido ambiental que se registra y que están sobrepasando el estándar vigente en zona residencial tanto en horario diurno y nocturno.

Hasta hace poco más de 5 años gran parte del área de influencia era un área agrícola (El Ayllu), rezago de la amplia zona agrícola que pre-existió a la construcción del aeropuerto Jorge Chávez, a mediados del siglo XX. Esta área agrícola se encontraba al momento de su abandono, en 2011, casi completamente rodeada de infraestructura urbana, incluyendo el aeropuerto. En la actualidad, los terrenos han pasado a ser eriazos, en espera de una nueva ocupación. La pérdida de la cobertura agrícola ha permitido distinguir dos tipos de suelos, uno afectado por hidromorfismo y el otro libre de este. Los suelos hidromórficos evidencian la elevada napa freática presente, que constituye un problema geotécnico significativo para futuras construcciones. Al oeste de la avenida Gambetta, en la franja litoral, los suelos hidromórficos ceden su lugar a verdaderos pantanos o áreas anegadas, los cuales, sin embargo, llegan a secarse por temporadas debido a que la napa freática presenta un comportamiento fluctuante. Parte de estos pantanos están cubiertos de desmontes.

En referencia a la calidad del suelo, han existido dos zonas de evaluación que serán utilizadas para el proyecto y se refiere al área agrícola y la ex zona industrial, en ambos sitios hemos realizado la evaluación de metales y de hidrocarburos. En la zona agrícola no se ha encontrado indicios de estas especies químicas, a diferencia de la ex zona industrial (zona de pasivos) donde se han encontrado altas concentraciones de metales pesados e hidrocarburos.

Además del peligro de desborde del río Rímac, ya señalado, el área de influencia está afectada por un elevado peligro sísmico y por el peligro de tsunamis. De acuerdo al Atlas de Peligros del Perú (INDECI, 2010), se presentan dos zonas con diferente peligrosidad sísmica: una zona de peligro sísmico “relativamente bajo”, conformada por los terrenos donde la napa freática es suficientemente profunda, situados predominantemente en el lado este, y una zona de peligro “muy alto”, conformada por terrenos con napa freática elevada, o anegados, situados en el lado oeste del área de influencia. El sector situado al oeste de la avenida Gambetta también está afectado por el peligro que representa un tsunami de 8 metros de alto.