

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE DETALLE  
I-2775-RSBL-ET-01-Rev4**

**RELLENO SANITARIO BLUE LIZARD DEL ARCHIPIÉLAGO DE  
PROVIDENCIA - EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE  
PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA  
P&K S.A.S. E.S.P.**

## TABLA DE CONTENIDO

Página

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1</b>   | <b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>             | <b>5</b>  |
| <b>1.1</b> | <b>LOCALIZACIÓN .....</b>                         | <b>5</b>  |
| <b>1.2</b> | <b>JUSTIFICACIÓN .....</b>                        | <b>6</b>  |
| <b>1.3</b> | <b>PRINCIPALES OBRAS .....</b>                    | <b>7</b>  |
| 1.3.1      | Dique de contención.....                          | 7         |
| 1.3.2      | Nueva configuración de los residuos sólidos.....  | 10        |
| 1.3.3      | Obras de drenaje.....                             | 11        |
| 1.3.4      | Sistema de extracción de gases y lixiviados ..... | 13        |
| 1.3.5      | Piscina de lixiviados proyectada.....             | 15        |
| 1.3.6      | Sistema de bombeo de lixiviados .....             | 16        |
| 1.3.7      | Obras complementarias .....                       | 17        |
| <b>2</b>   | <b>OBJETIVO .....</b>                             | <b>19</b> |
| <b>2.1</b> | <b>OBJETIVOS GENERAL .....</b>                    | <b>19</b> |
| <b>2.2</b> | <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>                | <b>19</b> |
| <b>3</b>   | <b>PERFILES PROFESIONALES REQUERIDOS .....</b>    | <b>20</b> |
| <b>3.1</b> | <b>CONSULTOR.....</b>                             | <b>20</b> |
| <b>3.2</b> | <b>PERSONAL PROFESIONAL.....</b>                  | <b>20</b> |
| <b>4</b>   | <b>DURACIÓN Y PRODUCTOS A ENTREGAR .....</b>      | <b>25</b> |
| <b>4.1</b> | <b>DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS.....</b>              | <b>25</b> |
| <b>4.2</b> | <b>PRODUCTOS A ENTREGAR.....</b>                  | <b>25</b> |
| <b>4.3</b> | <b>REUNIONES DE SEGUIMIENTO .....</b>             | <b>26</b> |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>4.4</b> | <b>FORMATO DE ENTREGA DE LOS ESTUDIOS .....</b>               | <b>26</b> |
| <b>5</b>   | <b>LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN BÁSICA .....</b>              | <b>27</b> |
| <b>6</b>   | <b>COMPONENTE TOPOGRÁFICO .....</b>                           | <b>30</b> |
| <b>7</b>   | <b>COMPONENTE GEOLÓGICO.....</b>                              | <b>32</b> |
| <b>7.1</b> | <b>ACTIVIDADES DE CAMPO.....</b>                              | <b>32</b> |
| 7.1.1      | Levantamientos geológicos detallados.....                     | 32        |
| 7.1.2      | Exploración geológico-geotécnica del subsuelo.....            | 32        |
| <b>7.2</b> | <b>ELABORACIÓN DE INFORMES Y PLANOS.....</b>                  | <b>33</b> |
| 7.2.1      | Aspectos geológicos locales .....                             | 34        |
| 7.2.2      | Aspectos geológico–estructurales .....                        | 34        |
| 7.2.3      | Aspectos geomorfológicos regionales y locales .....           | 35        |
| 7.2.4      | Aspectos morfodinámicos regionales y locales .....            | 35        |
| <b>7.3</b> | <b>ASPECTOS ADICIONALES A TENER EN CUENTA.....</b>            | <b>35</b> |
| <b>8</b>   | <b>COMPONENTE GEOTÉCNICO.....</b>                             | <b>36</b> |
| <b>8.1</b> | <b>EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO .....</b>                         | <b>36</b> |
| <b>8.2</b> | <b>ENSAYOS DE LABORATORIO .....</b>                           | <b>36</b> |
| <b>8.3</b> | <b>CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES .....</b>                | <b>37</b> |
| <b>8.4</b> | <b>ELABORACIÓN DE DISEÑOS.....</b>                            | <b>38</b> |
| <b>9</b>   | <b>COMPONENTE HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO .....</b>              | <b>40</b> |
| <b>9.1</b> | <b>HIDROLOGÍA.....</b>  | <b>40</b> |
| <b>9.2</b> | <b>CALIDAD DEL AGUA Y USOS DEL AGUA .....</b>                 | <b>41</b> |
| <b>9.3</b> | <b>HIDROGEOLOGÍA.....</b>                                     | <b>41</b> |
| <b>9.4</b> | <b>METEOROLOGÍA.....</b>                                      | <b>42</b> |
| <b>9.5</b> | <b>ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LIXIVIADOS Y GASES.....</b> | <b>43</b> |

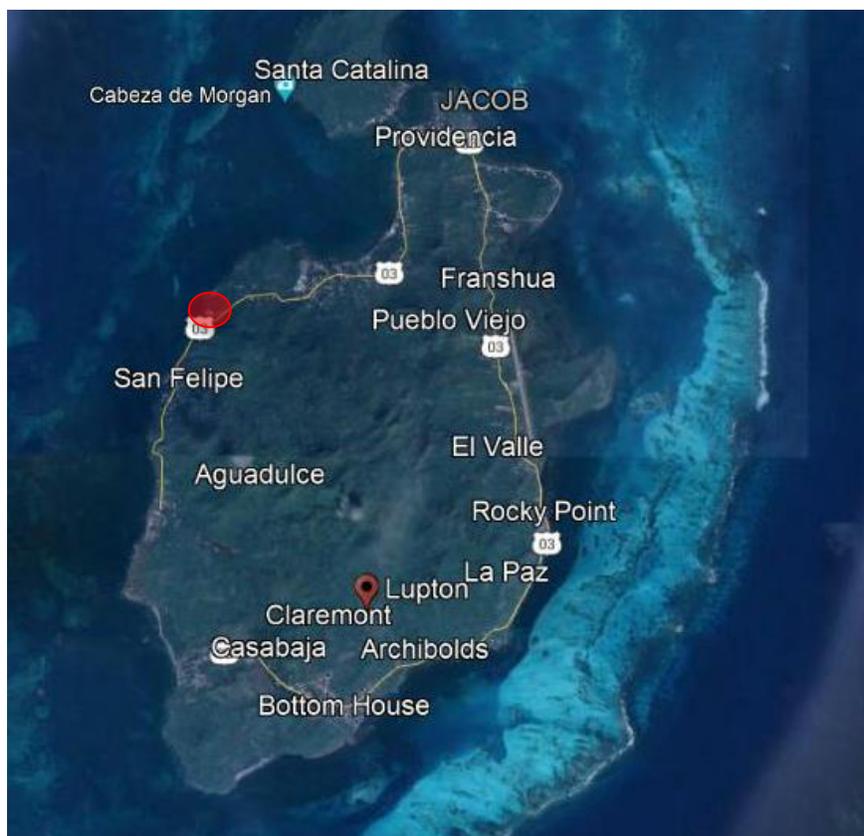
|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>9.6</b>  | <b>DISEÑOS HIDRÁULICOS .....</b>                                      | <b>43</b> |
| <b>10</b>   | <b>COMPONENTE AMBIENTAL.....</b>                                      | <b>44</b> |
| <b>10.1</b> | <b>ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL .....</b>                     | <b>44</b> |
| <b>10.2</b> | <b>GENERALIDADES .....</b>  | <b>45</b> |
| 10.2.1      | Localización y descripción general.....                               | 45        |
| 10.2.2      | Caracterización del área de influencia.....                           | 45        |
| 10.2.3      | Demanda, uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales .... | 47        |
| 10.2.4      | Evaluación ambiental .....  | 48        |
| 10.2.5      | Medidas de manejo ambiental.....                                      | 48        |
| 10.2.6      | Seguimiento y monitoreo.....  | 48        |
| 10.2.7      | Plan de contingencia .....  | 48        |
| 10.2.8      | Plan de cierre y uso final del sitio .....                            | 49        |
| 10.2.9      | Anexos y bibliografía .....   | 49        |
| <b>10.3</b> | <b>TRAMITE DE PERMISOS AMBIENTALES.....</b>                           | <b>49</b> |

# 1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## 1.1 LOCALIZACIÓN

Las islas de Providencia y Santa Catalina, están localizadas al Occidente del Mar Caribe, a unos 240 km de la costa de Centro América y a 72 km hacia el norte de San Andrés. Providencia tiene una extensión de 21 km<sup>2</sup>, mientras que Santa Catalina de 1 km<sup>2</sup>. Están separadas por un canal artificial de 100 m de longitud, construido por los piratas durante el siglo XVII para defensa de ambas islas.

Específicamente el Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL), objeto de estas especificaciones, es el sitio en el que actualmente se disponen los residuos sólidos de ambas islas. Cuenta con una extensión aproximada de 1.5 ha y se ubica sobre la margen noroccidental de Providencia, como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1. Localización general del Relleno Sanitario Blue Lizard en Providencia (Colombia)**

Al Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL), mediante Auto 585 del 26 de octubre de 1999, expedido por CORALINA, se le otorgó una vida útil de diez años, contados a partir del año 2001, fecha de inicio de las operaciones.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Actualmente, el Relleno Sanitario Blue Lizard no cuenta con viabilidad ambiental para operarlo, toda vez que su vida útil fue de diez años contados a partir del año 2001. Por otro lado, recientemente, Superservicios tomó posesión de la Empresa de Servicios Públicos de Providencia y Santa Catalina (P&K S.A.S. E.S.P.) y designó como agente especial jurídico a Empresas Públicas de Medellín (EPM). En el marco de esta situación, se vislumbró la necesidad de que se acometieran las siguientes acciones:

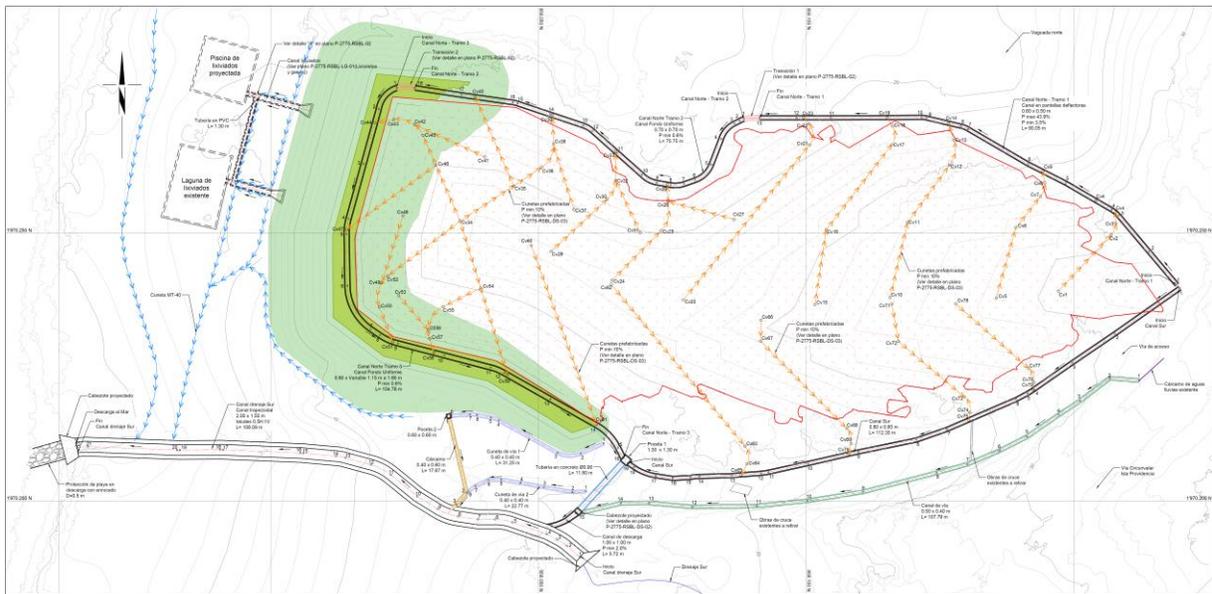
- Obtener una prórroga de la licencia ambiental o una nueva licencia, que permita realizar la disposición final de los residuos sólidos generados en las islas de Providencia y Santa Catalina.
- Realizar los estudios técnicos necesarios para determinar la capacidad remanente que tiene el Relleno Sanitario Blue Lizard. Dicho estudio, deberá permitir el definir las obras que se deben construir para la optimización del vaso, dando cumplimiento a la normativa ambiental vigente y, además, continuando con la disposición final en el mismo sitio de disposición actual. De esto modo, se estaría brindando una solución a la disposición final de los residuos sólidos generados tanto en Providencia como en Santa Catalina.
- Realizar los estudios, diseños y adecuaciones necesarias que permitan el cierre del vaso de disposición final actual, bajo condiciones técnicas y ambientales adecuadas, de modo que se mitiguen los impactos ambientales que se han presentado hasta la fecha.

Se evidenció, entonces, la necesidad de ejecutar los estudios y diseños para cumplir con las condiciones mínimas requeridas tanto para la optimización del vaso de disposición final como para el plan de cierre y clausura del relleno.

Así las cosas, INTEINSA, como empresa especializada en la consultoría de rellenos sanitarios de pequeña y gran escala, fue contratada por P&K S.A.S. E.S.P. para ejecutar los estudios y diseños básicos de soporte para la ejecución de estudios de detalle. Estos últimos serán los destinados a la solicitud de prórroga de la licencia ambiental o de una nueva licencia, que permita seguir operando el Relleno Sanitario Blue Lizard.

Los estudios básicos de ingeniería ya fueron efectuados, habiéndose considerado tanto componentes técnicas (geología, geotecnia, hidrología e hidráulica y estructuras), como ambiental y social. En el informe I-2775-RSBL-IF-01 de octubre de 2021, entre otros, se presentaron los resultados de dichos estudios. Se planteó la ampliación del relleno logrando habilitar una capacidad de aproximadamente 14445 m<sup>3</sup>. Para lograr este volumen, sin comprometer la estabilidad del sitio, se propuso una configuración de ampliación, optimizando el espacio para la disposición, debiéndose implantar un dique de contención tipo pedraplén, a ser construido con material del sitio.

La Figura 2, a continuación, presenta el esquema en planta de la optimización planteada, dónde se resaltan las principales obras que conlleva la misma, basados en los estudios básicos de ingeniería mencionados.



**Figura 2. Esquema en planta con la optimización del Relleno Sanitario Blue Lizard**

Se mencionó que lo efectuado por INTEINSA corresponde a estudios básicos de ingeniería, de manera que se requieren estudios detallados, los cuales deberán ser efectuados siguiendo los lineamientos presentados en este documento, procurando que haya completa articulación entre lo nuevo a efectuar en el sitio y lo ya existente. Por ejemplo, los nuevos residuos sólidos se dispondrán sobre los ya depositados, pero buscando una geometría que dé lugar a la optimización del sitio y a unas condiciones de estabilidad adecuadas.

Los estudios técnicos de detalle, permitirán la actualización del Plan de manejo ambiental (PMA) con el que actualmente cuenta el Relleno Sanitario Blue Lizard. Este documento debe estar enmarcado en lo establecido en la normatividad ambiental vigente, que aplica para este tipo de estudio, como lo es la Resolución 1402 de 2018, por medio de la cual se adopta la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales, y la Resolución 0799 del 09 de diciembre del 2021, que modifica la Resolución 0330 de 2017. En estas especificaciones, se hacen aclaraciones sobre partes de la normativa que no aplican, toda vez que el sitio ya está impactado con residuos sólidos.

### **1.3 PRINCIPALES OBRAS**

Las principales características de las obras que fueron definidas dentro de los estudios básicos de ingeniería efectuados por INTEINSA, sobre las que el estudio técnico de detalle del Relleno Sanitario Blue Lizard deberá concentrarse, se presentan a continuación.

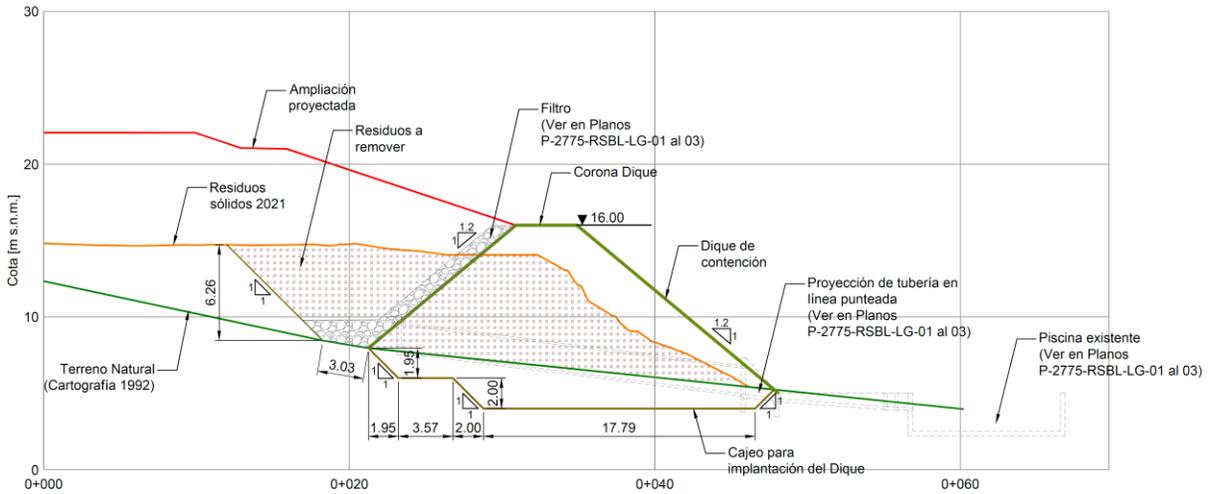
#### **1.3.1 Dique de contención**

Esta estructura es fundamental para ganar altura con nuevos residuos sólidos, de manera que se pueda habilitar un volumen adicional, que a su vez lleve a la

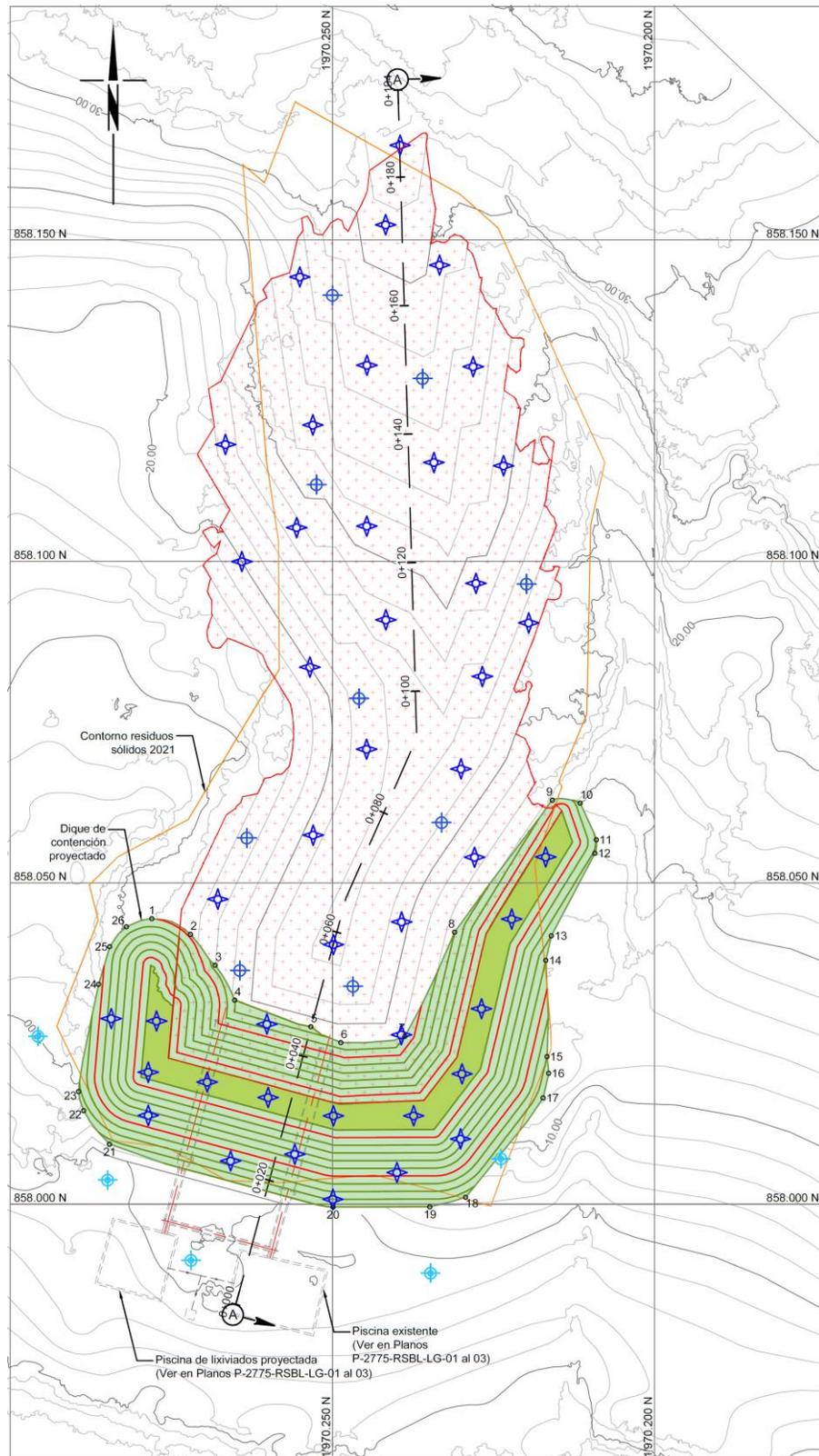
optimización del relleno. Además, con él se logra dar cierre a la conformación de residuos sólidos en la parte baja. Se proyecta en el costado sur del predio del RSBL, tratándose de un lleno con altura máxima de 10 m, taludes de 1.2H:1.0V, una corona de 4 m de ancho y una longitud aproximada de 100 m. La Figura 3 y la Figura 4, a continuación, presentan la sección típica del dique de contención y la localización en planta del mismo, respectivamente.

Nótese en la Figura 3 como se logra realzar los residuos sólidos en la parte baja, de manera que puede considerarse, así, una optimización del relleno. El volumen aproximado estimado para el dique con esta geometría es de 10.000 m<sup>3</sup>.

Lograr esta geometría, implica articulación de los nuevos residuos sólidos con los ya existentes, incluyendo reacomodamiento de parte de los residuos sólidos actuales. En el informe I-2775-RSBL-IF-01, de octubre de 2021, se explica que los derrames de residuos sólidos que se tienen en la actualidad, por fuera del predio que corresponde al RSBL, tanto al Oriente y Occidente como al Norte, deben ser retirados y colocados respetando esta nueva geometría. Con ella, se mantiene la disposición dentro del área asignada al relleno, además de una optimización del vaso con condiciones de estabilidad satisfactorias.



**Figura 3. Sección típica del dique de contención**



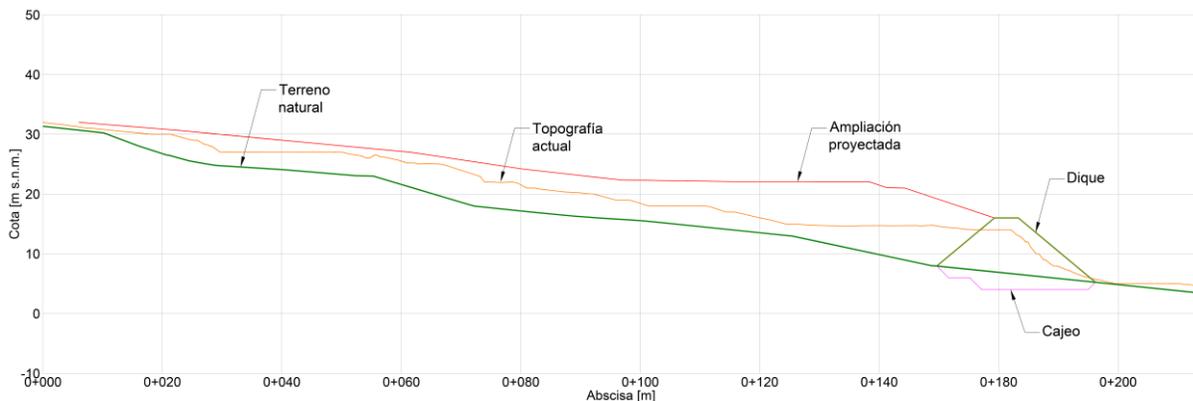
**Figura 4. Distribución en planta dique contención y del contorno final de los residuos sólidos**

### 1.3.2 Nueva configuración de los residuos sólidos

La configuración final propuesta, buscó maximizar el volumen de residuos sólidos adicionales a disponer en la zona actual del relleno, además de obedecer a las restricciones o limitaciones a continuación listadas:

- En primer lugar, se tienen restricciones prediales, pues se debía permanecer dentro de los predios del relleno sanitario. Realmente el sitio tiene potencial ampliándolo hacia el costado Norte, pero se limitó la nueva propuesta de ampliación a la zona actualmente ocupada por residuos sólidos.
- En segundo lugar, se tiene la vía de acceso, pues se debía garantizar no intervenir la actual al relleno sanitario, debido a que ésta es la única vía de acceso y operación del mismo.
- Por otro lado, se tiene la vía nacional, la cual se encuentra en la parte alta del relleno, ubicada en su costado oriental, la cual no puede ser invadida por los residuos sólidos ni la operación.
- En cuarto y último lugar, se tiene el drenaje sur. Este drenaje debe ser recuperado y no se puede permitir en el futuro que se invada con residuos sólidos.

Teniendo en cuenta las limitaciones descritas, se diseñó la configuración que se presentó en la Figura 4. El perfil longitudinal representativo se muestra en la Figura 5. Nótese el hecho de que, para lograr la ampliación, dadas las restricciones con las que se cuenta en la zona, es necesaria la construcción de la estructura de cierre (dique de contención) en la parte baja del predio. Esta estructura, dará apoyo a los residuos sólidos, además de generar la geometría necesaria para la conformación de los mismos. La configuración que se dará a los residuos sólidos, considera pendientes de 3.0H:1.0V en taludes de hasta 5 m de altura. Con esta ampliación se alcanzan aproximadamente 14.445 m<sup>3</sup> adicionales de residuos sólidos. Es decir, se logra la optimización del RSBL dentro de la misma área que desde el principio se consideró para su desarrollo.



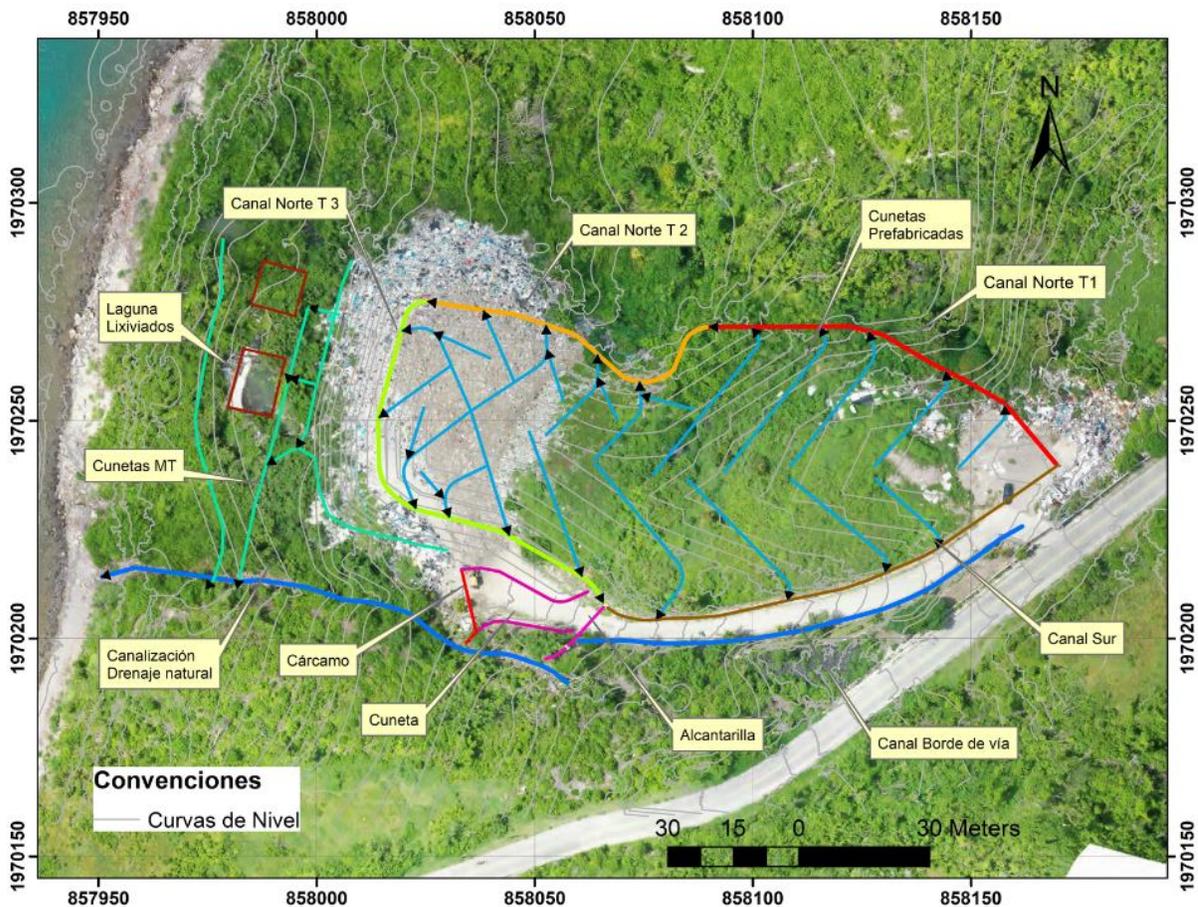
**Figura 5. Propuesta para ampliación mostrando configuración en perfil**

La implantación, secciones y detalles de esta configuración se presentan en el plano P-2775-RSBL-DC-01 de INTEINSA. Es importante resaltar el hecho de que esta

configuración va acompañada de un sistema robusto de obras de drenaje subsuperficial y superficial, el cual se explica a continuación.

### 1.3.3 Obras de drenaje

Con la finalidad de otorgar un sistema de drenaje superficial adecuado al Relleno Sanitario Blue Lizard, según las condiciones existentes y proyectadas del sitio, que permitan capturar y evacuar las aguas superficiales, las aguas lluvias que caen directamente sobre el relleno y controlar los procesos erosivos en la zona, se plantean las obras que se muestran en la Figura 6, a continuación.

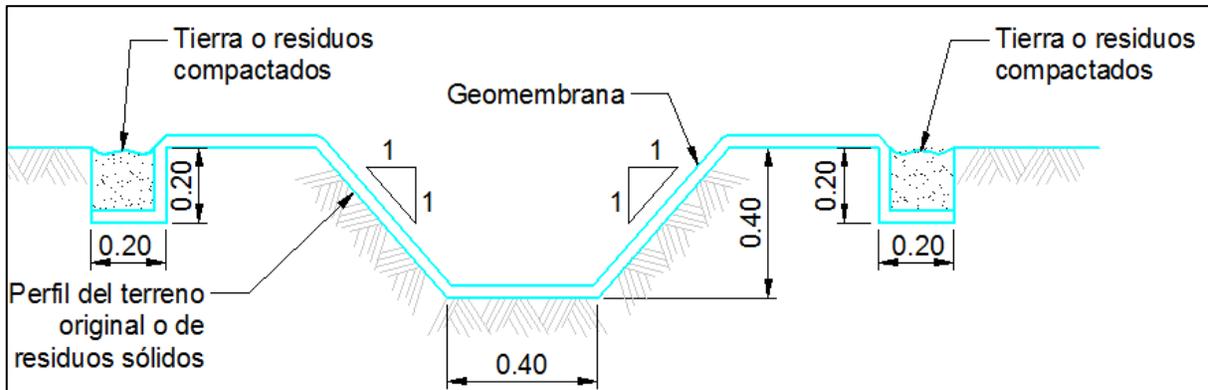


**Figura 6. Sistema de drenaje superficial  
(Sistema de coordenadas Magna Sirgas Origen Oeste Oeste)**

Como elementos importantes del sistema, se plantean dos canales perimetrales, uno en el costado norte (Canal Norte) y otro en el costado sur del relleno (Canal Sur). Su finalidad es captar y conducir todas las aguas de escorrentía superficial (aguas lluvias) que se generan en la superficie del mismo en áreas adyacentes que drenen hacia ellos. Ambos canales confluyen en una obra de cruce proyectada en la vía de acceso, la cual finalmente hace su descarga en la canalización planteada sobre el drenaje Sur.

Se plantea un sistema de cunetas definitivas sobre el lleno de residuos sólidos, las cuales se instalarán en la etapa de clausura del relleno, una vez que los asentamientos

en la masa de residuos sean menores a 1 cm/año. La función de estas cunetas será interceptar las líneas de flujo en la superficie del vaso y conducir el flujo hasta los canales perimetrales Norte y Sur. En el periodo de operación del vaso, mientras los asentamientos sean superiores al indicado, se recomienda hacer el manejo de aguas sobre el relleno con cunetas temporales en geomembrana, como la que se muestra en la Figura 7, con su descarga a los canales perimetrales Norte y Sur del relleno, tratando de conservar el mismo alineamiento y/o densidad de cunetas de las condiciones proyectadas.



**Figura 7. Cunetas temporales para la operación del vaso**

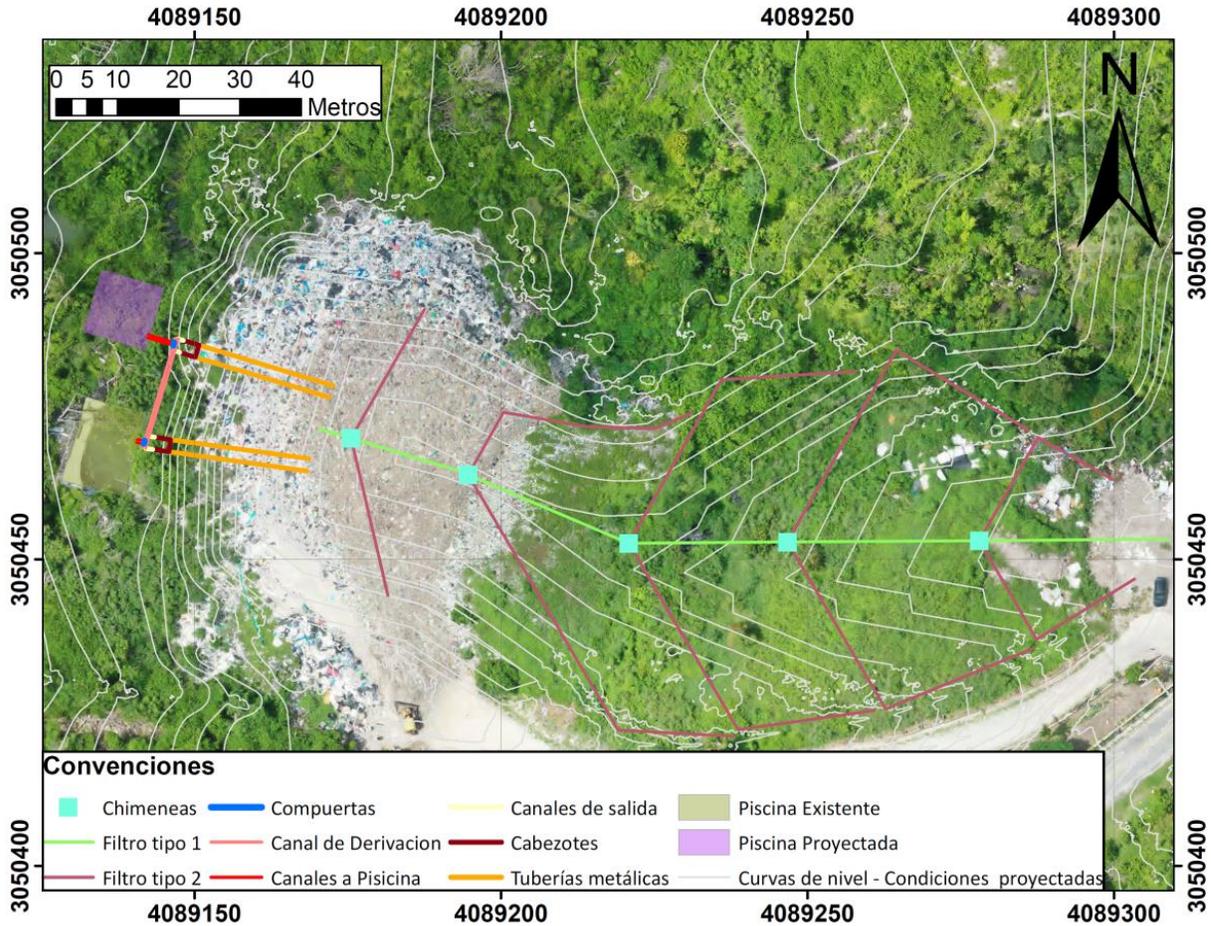
Los Canales Norte y Sur serán de sección rectangular variable, dependiendo de la capacidad hidráulica requerida en cada uno de sus tramos. Se proyectan de fondo uniforme, con pantallas deflectoras, según las pendientes que se presenten en su perfil longitudinal. Estos canales se diseñaron cumpliendo unas velocidades mínimas, que permitan un funcionamiento autolimpiante y unas velocidades máximas para evitar el deterioro prematuro del concreto.

A partir de la primera descarga del sistema de drenaje superficial, se plantea la canalización del drenaje Sur por medio de un canal trapezoidal que se adapte a la forma del terreno, esto con la finalidad de evitar de incrementar la incisión o erosión dentro de su cauce natural.

Adicionalmente a todas las obras mencionadas, se plantean canales rectangulares a borde de vía para manejar las aguas lluvias que caigan directamente a la vía de acceso, esto con el fin de reemplazar las obras existentes sobre la vía que se encuentran afectadas por desgaste y por fracturas. También se plantea un cárcamo en la parte baja de la vía interna, de manera que no permita el paso del agua más allá del mismo sobre el costado occidental del relleno, dicho cárcamo hará su descarga en la canalización planteada del drenaje Sur. Se recomienda una serie de cunetas de tipo medio tubo para la zona ubicada entre el dique de contención y el talud del litoral costero, en inmediaciones del sistema de conducción de lixiviados, con la finalidad de evitar erosión en el talud costero y evitar la entrada de agua a los canales de lixiviados.

### 1.3.4 Sistema de extracción de gases y lixiviados

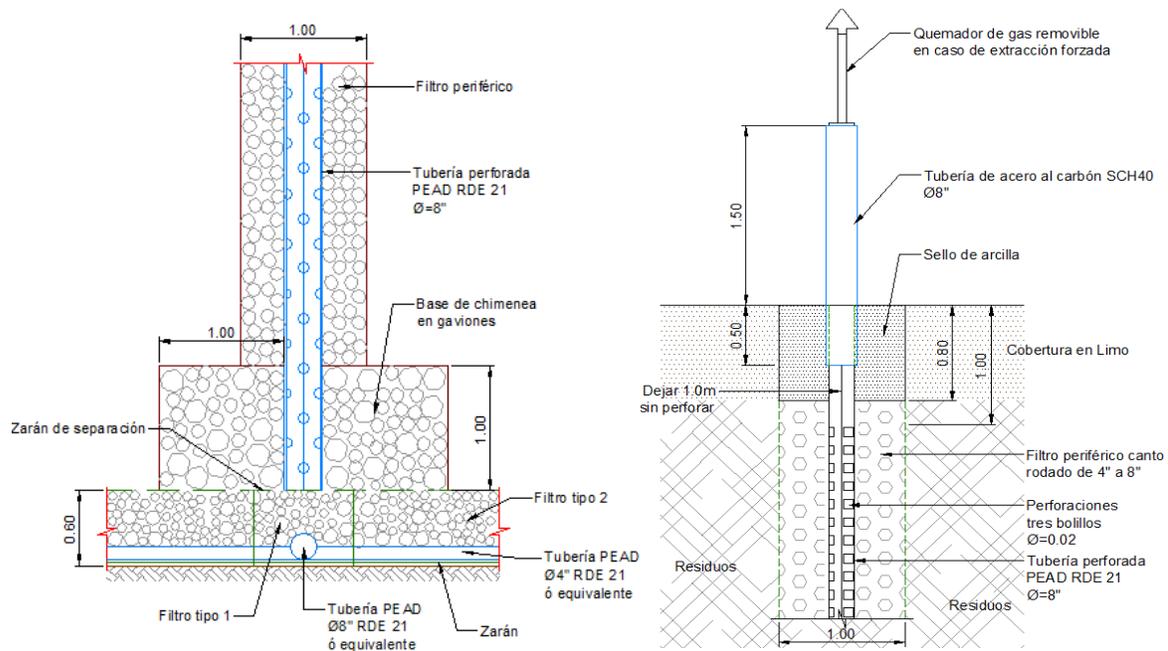
Para la extracción de lixiviados y gases, se diseñó un sistema en espina de pescado, tratando toda el área de residuos sólidos tanto ya dispuestos como futuros. En la Figura 8 se presenta la distribución en planta del sistema.



**Figura 8. Localización en planta del sistema de extracción de lixiviados (Sistema de coordenadas Origen Nacional)**

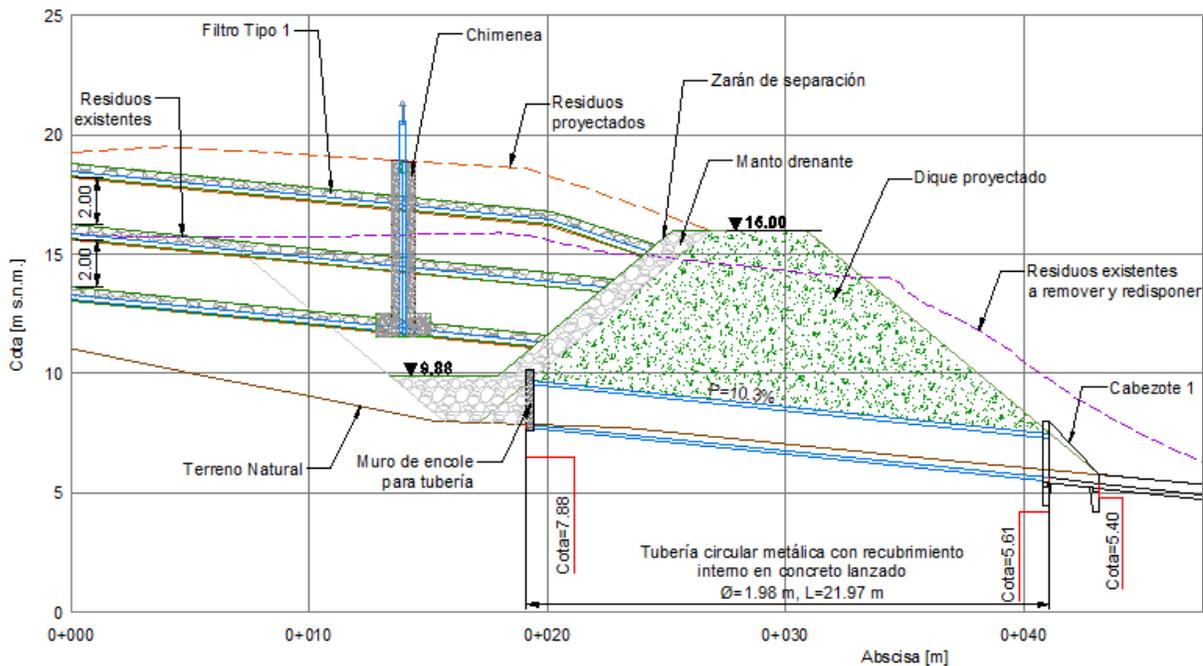
Se plantea que se realice un primer nivel de filtros a unos 2 m en profundidad debajo de la superficie actual de residuos sólidos y otro nivel de filtros en la superficie, antes de disponer los residuos sólidos futuros de la ampliación. A partir de ahí, irían varios niveles de filtros con réplicas en vertical cada 2 m de altura, hasta terminar la disposición de los residuos futuros.

En cada intersección entre los filtros tipo 1 y tipo 2, se dispondrá una chimenea para la extracción de gases, las cuales serán continuas desde los filtros de lixiviados del fondo y se irán prolongando en la medida en que se vaya disponiendo hasta alcanzar la cobertura definitiva superior del terreno. La configuración de las chimeneas se muestra en la Figura 9.



**Figura 9. Chimeneas para desfogue de gases sobre filtros de lixiviados**

En la parte baja del lleno, en el trasdós del dique, se contempla la construcción de una cuña drenante de 2 m de espesor, cómo también la construcción de un manto drenante de 1 m de espesor en la cara interior del dique en contacto con los residuos, todo esto adicionalmente al sistema de filtros de evacuación de lixiviados, como se muestra en la Figura 10.



**Figura 10. Manto de drenaje en el trasdós del dique**

Para evacuar los lixiviados por fuera del dique, se proponen dos tuberías metálicas corrugadas que conecten la cuña drenante en el trasdós con dos canales de salida en la cara posterior del dique, los cuales llevarán los lixiviados hacia otro canal de derivación, en el cual, por medio de compuertas, se tendrá la posibilidad de derivar los lixiviados a cada una de las piscinas de lixiviados, esto como se muestra en la Figura 11.

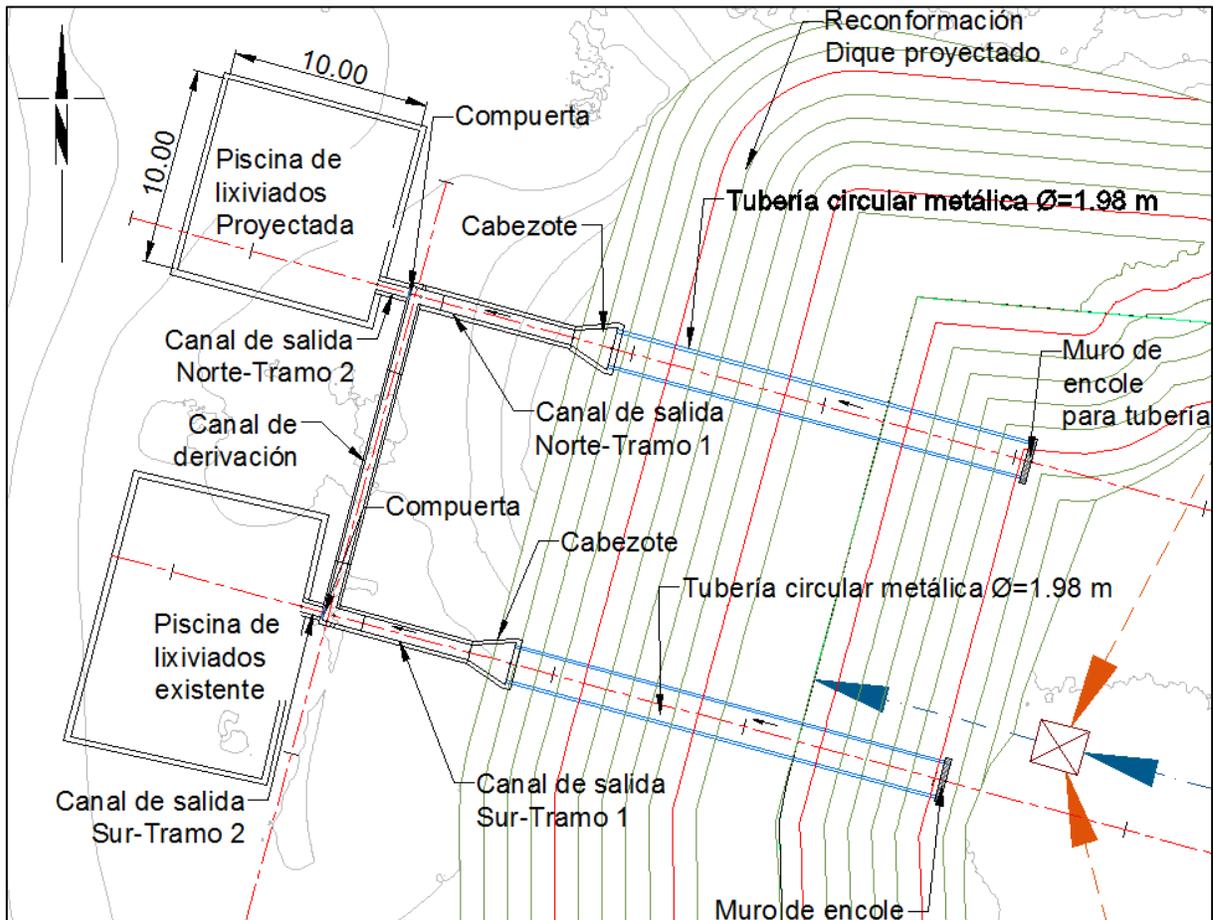
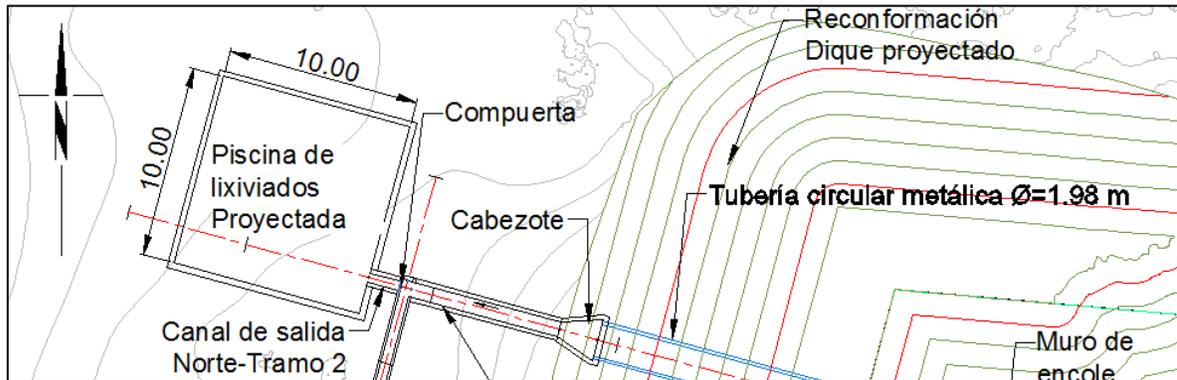


Figura 11. Sistema de descarga a través del dique

### 1.3.5 Piscina de lixiviados proyectada

El tratamiento de lixiviados en el Relleno Sanitario Blue Lizard consiste en la recirculación de los mismos en la masa de residuos sólidos ya dispuesta, esto con la finalidad de que los lixiviados se evaporen al estar nuevamente expuestos a las altas temperaturas que se presentan en el sitio. Es por esto que para la realización de este tratamiento de lixiviados, es necesario contar con estructuras de almacenamiento de los mismos, para su posterior recirculación. Actualmente, el relleno cuenta con una piscina de lixiviados de aproximadamente 14 m de largo por 10 m de ancho, de la cual se desconoce su profundidad y su estado, puesto que usualmente esta permanece llena de lixiviados.

Se proyecta una piscina adicional de lixiviados de 10 m de ancho por 10 m de largo y 2.5 m, otorgando un volumen adicional de almacenamiento de 250 m<sup>3</sup>, ubicada al norte de la existente, con la finalidad de darle una estructura de almacenamiento de respaldo al relleno en el caso en que se deba hacer un mantenimiento de las piscinas en el futuro. En la Figura 12, se muestra la localización de la piscina y la geometría de la misma.



**Figura 12. Localización de la piscina de lixiviados proyectada**

### 1.3.6 Sistema de bombeo de lixiviados

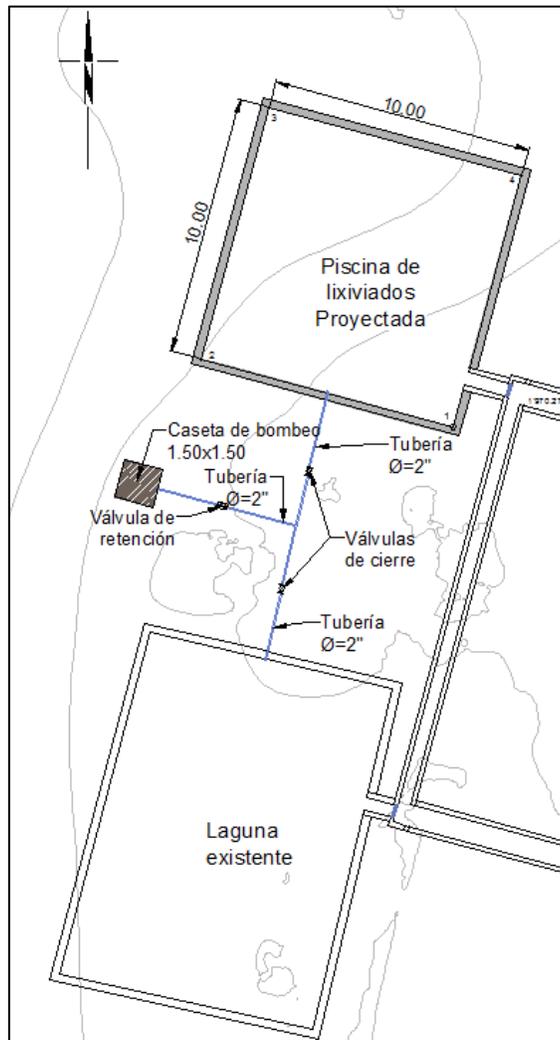
Dado que el tratamiento de lixiviados será por recirculación, es necesario contar con un sistema de bombeo que permita extraer los lixiviados desde las piscinas ubicadas en la parte baja del relleno, para llevarlos hasta los residuos dispuestos en cualquier punto del relleno en un nivel superior al de las piscinas.

Se propone la instalación de bombas en el sitio para el manejo de lixiviados y que estas funcionen con corriente eléctrica una vez se restituya la energía en el sitio. También, se recomienda que se mantenga una bomba de combustión interna para su eventual uso en casos en los que ocurran cortes temporales del fluido eléctrico.

La localización y configuración del sistema de bombeo propuesto se muestran en la Figura 13, a continuación.

Se recomienda una electrobomba centrífuga de succión de extremo, la cual, teniendo en cuenta la disponibilidad en el mercado, puede ser una bomba tipo GOULDS modelo 01SH08, la cual tiene las siguientes características:

- Material de la carcasa y del impulsor: de acero inoxidable
- Diámetro máximo del impulsor de 8"
- Sello mecánico en Carbón/Silicio/Viton
- Acople monobloque
- Conexión de succión de 2" y conexión de descarga de 1"
- Potencia de 7.5 HP y 3500 RPM
- Tensión nominal de 220/440 V, frecuencia de 60 Hz y tres fases

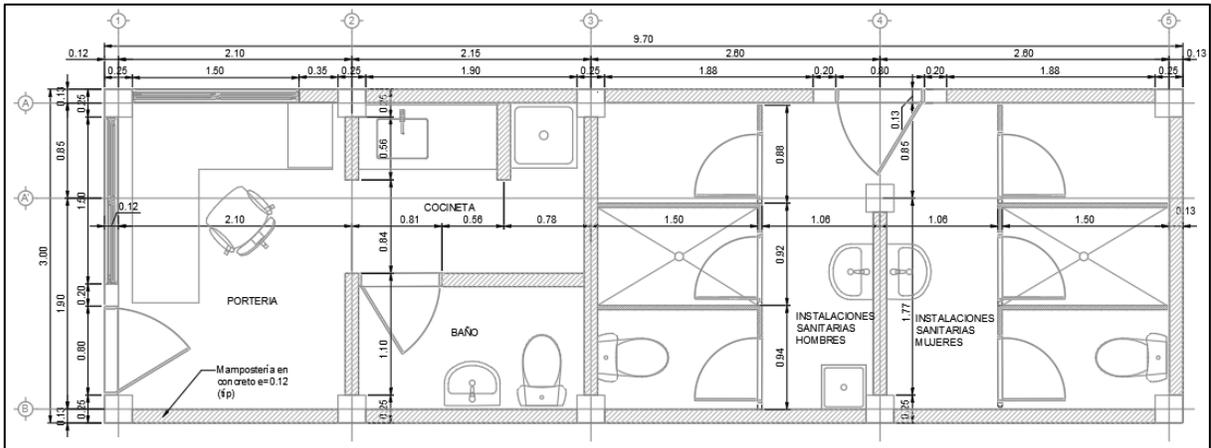


**Figura 13. Localización y configuración del sistema de bombeo de lixiviados**

### **1.3.7 Obras complementarias**

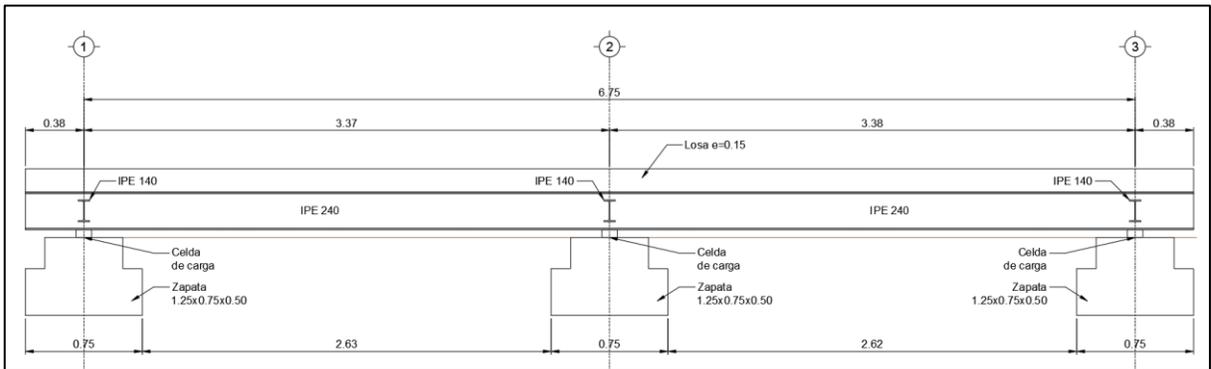
Las obras complementarias hacen parte de la infraestructura proyectada en el Relleno Sanitario Blue Lizard. Consisten en: una estructura de portería con instalaciones sanitarias y una báscula de pesaje. La necesidad de estas estructuras se debe a que actualmente el relleno no cuenta con unidad de portería e instalaciones sanitarias, a causa de que fueron destruidas por el paso del huracán Iota, y tampoco se cuenta con báscula de pesaje.

La portería con instalaciones sanitarias corresponde a una obra complementaria, donde se hará la vigilancia del relleno sanitario, se guardarán las herramientas y ropa del personal operativo, y donde también se ubicarán las instalaciones mínimas que aseguran la comodidad y el bienestar de los empleados. Esta tiene una geometría en planta rectangular, con un área total de 29.10 m<sup>2</sup>. Al interior de ella se ubica una zona de portería, la cual cuenta con cocineta y baño y una zona de instalaciones sanitarias (Figura 14).

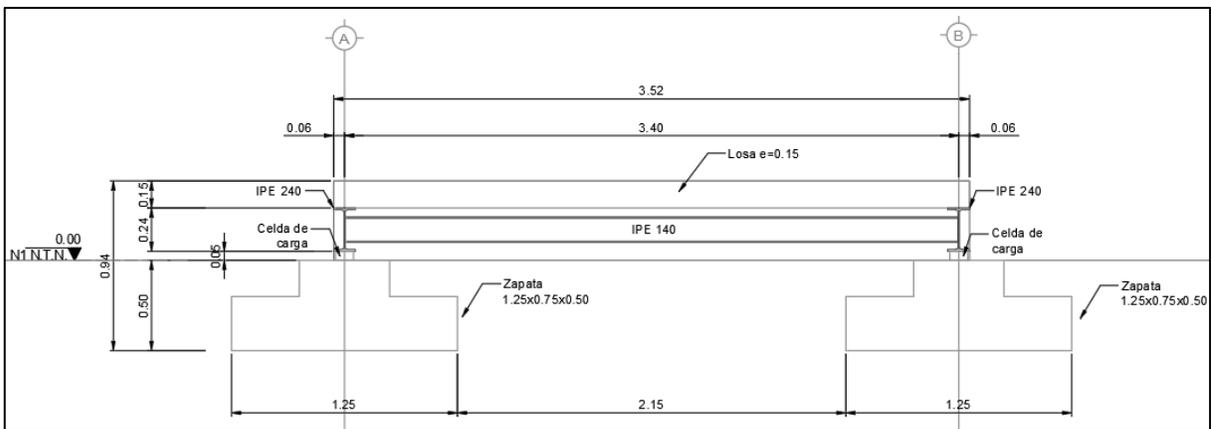


**Figura 14. Planta de portería e instalaciones sanitarias**

La báscula de pesaje es una obra complementaria en la cual se realizará el pesaje de los vehículos que ingresen al relleno, con el objetivo de realizar el control de la cantidad de residuos dispuestos en el relleno. La báscula vehicular está compuesta por dos rampas de acceso y una estructura tipo puente vehicular, la cual se apoya sobre celdas de carga, que a su vez descansan sobre dados de cimentación, como se muestra en la Figura 15 y Figura 16.



**Figura 15. Sección longitudinal de la estructura tipo puente**



**Figura 16. Sección transversal de la estructura tipo puente**

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVOS GENERAL**

Los estudios de detalle que se especifican en este documento, tienen como objetivo general el diseño de las obras que finalmente conformarán el Relleno Sanitario Blue Lizard con un volumen optimizado, de manera que pueda seguirse haciendo uso del mismo, para la disposición de los residuos sólidos de las islas de Providencia y Santa Catalina, por unos años más. Se trata de los estudios técnicos de detalle requeridos para actualizar el Plan de manejo ambiental con el que actualmente cuenta el relleno, partiendo de los estudios básicos de ingeniería efectuados por INTEINSA y presentados en el informe I-2775-RSBL-IF-01 (Estudios Básicos Relleno Sanitario Blue Lizard RSBL), teniendo en cuenta, además, lo establecido en la normatividad ambiental vigente que aplica para este tipo de estudio, como lo es la Resolución 1402 de 2018, por medio de la cual se adopta la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales, y la Resolución 0799 del 09 de diciembre del 2021, que modifica la Resolución 0330 de 2017.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Revisar y ajustar el área de influencia del Relleno Sanitario Blue Lizard, con base en los resultados de la caracterización y la definición de los impactos ambientales asociados al proyecto de optimización.

Caracterizar el área de influencia del proyecto a partir del levantamiento de información primaria y secundaria con la que se cuente, considerando los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

Determinar y valorar los impactos ambientales que pueden llegar a presentarse durante las etapas relacionadas con la puesta en marcha, operación y cierre del proyecto.

Definir los programas de manejo ambiental y las medidas de seguimiento y control encaminados a prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales generados en el escenario que contempla la puesta en marcha, operación y cierre del relleno sanitario.

Elaboración del Plan de gestión del riesgo de desastres conforme con la Resolución 2157 de 2017.

Elaboración del Plan de cierre conforme con lo señalado en la normatividad para el caso del fin de la operación del relleno sanitario, según se disponga en la propuesta de optimización.

Ejecutar los estudios técnicos de detalle requeridos para solicitar ante la Autoridad ambiental los permisos para el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales en el área del Relleno Sanitario Blue Lizard.

### 3 PERFILES PROFESIONALES REQUERIDOS

#### 3.1 CONSULTOR

Para el desarrollo de los estudios, se requiere de un consultor que cuente con experiencia previa en la elaboración de estudios y diseños para rellenos sanitarios, tanto de pequeña como de gran escala. La Tabla 1, a continuación, presenta el detalle de la experiencia que se exigen para El Consultor.

**Tabla 1. Experiencia general y específica para El Consultor**

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>General</b>    | Firma consultora especializada en ingeniería civil y/o ambiental, con experiencia en estudios y diseños en el área de geología, geomorfología, hidrología, hidráulica, geotecnia, instrumentación, ambiental y estructuras. |
| <b>Específica</b> | Experiencia en el desarrollo de estudios y diseños para al menos tres rellenos sanitarios.  |

#### 3.2 PERSONAL PROFESIONAL

Los trabajos se desarrollarán en las islas de Providencia y Santa Catalina, específicamente en el sitio que actualmente ocupa el Relleno Sanitario Blue Lizard.

Se requieren actividades de recopilación y análisis de la información básica existente, levantamientos topográficos de detalle, recorridos de campo de las diferentes especialidades involucradas en los estudios, labores de exploración del subsuelo de forma directa e indirecta, ejecución de ensayos de laboratorio y de campo y trabajo de oficina.

Considerando que se trata de estudios de detalle, para actualización del Plan de manejo ambiental, según la normativa vigente, se requieren ingenieros geólogos, civiles expertos en geotecnia, hidráulica y estructuras, además de todo el personal necesario para los estudios de tipo ambiental. El personal para los estudios en lo que tiene que ver con la componente ambiental, incluye ingeniero ambiental, ingeniero sanitario, ingeniero forestal, biólogo, especialista en ecosistemas marinos, profesional social y profesional SIG.

El detalle de la experiencia para todo el personal profesional, tanto técnico como ambiental, se presenta a continuación, en la Tabla 2. Se incluye la dedicación que se requiere de cada uno durante el tiempo de ejecución de los estudios, el cual se proyecta que tome diecinueve semanas.

**Tabla 2. Perfil profesional del personal para consultoría**

| <b>DIRECCIÓN DEL PROYECTO</b>          |  |
|--|--|
| Director proyecto                      | <p>Ingeniero civil, ambiental o sanitario con maestría en ingeniería en el área de la ingeniería, geotecnia, ambiental o sanitaria, con experiencia de quince años en el ejercicio de su profesión. Experiencia específica de al menos diez años en el desarrollo de estudios y diseños geotécnicos, considerando al menos tres proyectos de estudios y diseños para rellenos sanitarios.</p> <p>Dedicación: 50%</p> |
| <b>ESTUDIOS Y DISEÑOS EN GEOTECNIA</b> |  |
| Coordinador                            | <p>Ingeniero civil con especialización o maestría en ingeniería geotécnica, con experiencia general de al menos ocho años en el ejercicio de su profesión. Experiencia específica de al menos cinco años en el desarrollo de estudios y diseños geotécnicos incluyendo por lo menos un estudio y diseño geotécnico para rellenos sanitarios.</p> <p>Dedicación: 50%</p>  |
| Profesional                            | <p>Ingeniero civil con experiencia general de cinco años en el ejercicio de su profesión. Experiencia específica de al menos dos años en estudios geotécnicos y afín con temas de modelación geotécnica.</p> <p>Dedicación: 100%</p>   |
| <b>ESTUDIOS Y DISEÑOS EN GEOLOGÍA</b>  |  |
| Coordinador                            | <p>Geólogo o Ingeniero geólogo con posgrado en geología/geotecnia con experiencia general de diez años en el ejercicio de su profesión. Experiencia específica de al menos cinco años en el desarrollo de estudios y diseños de geología para ingeniería.</p> <p>Dedicación: 50%</p>   |
| Profesional                            | <p>Geólogo o Ingeniero geólogo con experiencia general de cinco años en el ejercicio de su profesión. Experiencia específica de al menos dos años en el desarrollo de estudios y diseños de geología para ingeniería.</p> <p>Dedicación: 100%</p>  |

**Tabla 2. Perfil profesional del personal para consultoría**

| <b>ESTUDIOS Y DISEÑOS DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA</b> |  |
|--|--|
| Coordinador  | <p>Ingeniero civil o sanitario con especialización o maestría en recursos hidráulicos o en hidráulica con experiencia general de trece años en el ejercicio de su profesión. Experiencia específica de al menos siete años en el desarrollo de estudios y diseños hidrológicos e hidráulicos considerando al menos dos estudios y diseños hidráulicos para rellenos sanitarios.</p> <p>Dedicación: 50%</p> |
| Profesional  | <p>Ingeniero civil con experiencia general de al menos seis años en el ejercicio de su profesión. Experiencia específica de dos años en el desarrollo de estudios y diseños hidrológicos e hidráulicos, considerando, por lo menos, un estudio y diseños hidráulicos para rellenos sanitarios.</p> <p>Dedicación: 100%</p>   |
| <b>ESTUDIOS Y DISEÑOS ESTRUCTURALES</b>              |  |
| Coordinador  | <p>Ingeniero civil con posgrado en recursos estructuras con experiencia general de trece años en el ejercicio de su profesión. Experiencia específica de al menos siete años en el desarrollo de estudios y diseños estructurales considerando al menos dos estudios y diseños hidráulicos para rellenos sanitarios.</p> <p>Dedicación: 30%</p>  |
| Profesional  | <p>Ingeniero civil con experiencia general de cinco años en el ejercicio de su profesión. Experiencia específica de al menos dos años en el desarrollo de estudios y diseños estructurales, considerando, al menos, un estudio y diseño para rellenos sanitarios.</p> <p>Dedicación: 100%</p>  |
| <b>PROGRAMA DE DISPOSICIÓN</b>                       |  |
| Especialista   | <p>Ingeniero civil o ingeniero sanitario con posgrado. Experiencia general de diez años en el ejercicio de su profesión. Experiencia general de al menos cinco años en el desarrollo de estudios y diseños geotécnicos. Experiencia específica de al menos tres estudios y diseños del programa de disposición para rellenos sanitarios.</p> <p>Dedicación: 30%</p>  |

**Tabla 2. Perfil profesional del personal para consultoría**

| <b>ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b> |  |
|---|--|
| Coordinador                                       | <p>Ingeniero ambiental o afín con especialización en gestión ambiental, evaluación ambiental, o consultoría ambiental. Experiencia general de ocho años en el ejercicio de su profesión. Experiencia específica de al menos cinco años en el trámite de licencias ambientales, formulación o actualización de planes de manejo ambiental y permisos para el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales. Experiencia específica en el trámite de al menos una licencia ambiental o actualización de un plan de manejo ambiental para un relleno sanitario.</p> <p>Dedicación: 100%</p> |
| Profesional                                       | <p>Ingeniero ambiental con experiencia general de cinco años en el ejercicio de su profesión. Experiencia de al menos tres años en el desarrollo de estudios técnicos y trámite de licencias ambientales, formulación o actualización de planes de manejo ambiental y permisos para el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales.</p> <p>Dedicación: 200%</p>  |
| Profesional                                       | <p>Ingeniero forestal con experiencia general de cinco años en el ejercicio de su profesión. Experiencia de al menos tres años en el desarrollo de estudios técnicos y trámite de licencias ambientales, formulación o actualización de planes de manejo ambiental y permisos para el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales.</p> <p>Dedicación: 20%</p>  |
| Profesional                                       | <p>Biólogo con experiencia general de cinco años en el ejercicio de su profesión. Experiencia de al menos tres años en el desarrollo de estudios técnicos y trámite de licencias ambientales, formulación o actualización de planes de manejo ambiental y permisos para el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales.</p> <p>Dedicación: 180%</p>  |
| Profesional                                       | <p>Especialista en ecosistemas marinos con experiencia general de cinco años en el ejercicio de su profesión. Experiencia de al menos tres años en el desarrollo de estudios técnicos y trámite de licencias ambientales, formulación o actualización de planes de manejo ambiental y permisos para el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales. Experiencia en la caracterización de ecosistemas costeros y marinos.</p> <p>Dedicación: 20%</p>  |
| Profesional                                       | <p>Profesional social con experiencia general de cinco años en el ejercicio de su profesión. Experiencia de al menos tres años en el desarrollo de estudios técnicos y trámite de licencias ambientales, formulación o actualización de planes de manejo ambiental y permisos para el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales.</p> <p>Dedicación: 60%</p>  |

**Tabla 2. Perfil profesional del personal para consultoría**

|  |   |
|--|---|
| Profesional  | <p>Profesional SIG con experiencia general de cinco años en el ejercicio de su profesión. Experiencia de al menos tres años en el desarrollo de estudios técnicos y trámite de licencias ambientales y la correspondiente consolidación del modelo de almacenamiento de información cartográfica tipo Geodatabase.</p> <p>Dedicación: 100%</p>                                      |
| <b>TRÁMITE DE PERMISOS PARA EL USO, AFECTACIÓN O APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES</b> |   |
| Profesional  | <p>Ingeniero forestal con experiencia general de cinco años en el ejercicio de su profesión. Experiencia de al menos tres años en el desarrollo de estudios técnicos y trámite de licencias ambientales y permisos para el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales.</p> <p>Dedicación: 160%</p>   |
| Profesional  | <p>Ingeniero sanitario o civil con especialización en aprovechamiento de recursos hidráulicos. Experiencia general de cinco años en el ejercicio de su profesión. Experiencia de al menos tres años en el desarrollo de estudios técnicos y trámite de licencias ambientales y permisos para el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales.</p> <p>Dedicación: 40%</p> |
| <b>EJECUCIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL Y PERMISOS AMBIENTALES</b>                    |   |
| Residente  | <p>Ingeniero ambiental con experiencia general de cinco años en el ejercicio de su profesión. Experiencia de al menos tres años en la ejecución de medidas contenidas en un plan de manejo ambiental o licencia ambiental. Experiencia en el relacionamiento con la comunidad autoridades ambientales, elaboración y presentación de informes.</p> <p>Dedicación: 80%</p>           |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO</b>   |   |
| Especialista   | <p>Ingeniero civil con experiencia general de diez años en el ejercicio de su profesión.</p> <p>Dedicación: 30%</p>   |

Téngase en cuenta que el contratista del proyecto deberá disponer de manera permanente de un profesional ambiental que lidere la ejecución de las actividades contenidas en las medidas del Plan de manejo ambiental y de control y seguimiento. Así mismo, será el encargado de atender las obligaciones asociadas a los permisos para el uso de recursos naturales con los que el proyecto debe contar para su adecuada operación.

## **4 DURACIÓN Y PRODUCTOS A ENTREGAR**

### **4.1 DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS**

Para la elaboración de los estudios técnicos de detalle, requeridos para actualizar el Plan de manejo ambiental del Relleno Sanitario Blue Lizard, se estima un tiempo de ejecución de diecinueve semanas. Este tiempo incluye tanto el trabajo de campo, incluyendo levantamiento topográfico y exploración del subsuelo como el de oficina para análisis y diseños.

### **4.2 PRODUCTOS A ENTREGAR**

Los estudios de detalle a efectuar, son los requeridos para actualizar el Plan de manejo ambiental con el que cuenta el Relleno Sanitario Blue Lizard, partiendo de los estudios básicos de ingeniería efectuados por INTEINSA, teniendo en cuenta, además, lo establecido en la normatividad ambiental vigente que aplica para este tipo de estudio, como lo es la Resolución 1402 de 2018, por medio de la cual se adopta la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales, y la Resolución 0799 del 09 de diciembre del 2021, que modifica la Resolución 0330 de 2017.

Con base en lo anterior, es necesario, entonces, el desarrollo de estudios técnicos que partan del levantamiento de una línea base a partir de información primaria que involucre los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Los entregables y contenidos serán el resultado del desarrollo de los estudios y diseños técnicos de cada especialidad, esperándose recibir como mínimo los siguientes productos:

- Informes y memorias de cálculo de las especialidades de geología, geotecnia, hidrología e hidráulica y estructuras, con sus respectivos anexos.
- Geodatabase cumpliendo con lo establecido en la Resolución 2182 de 2016 y considerando los requerimientos de la entidad ambiental.
- Programa de disposición de residuos sólidos que esté en perfecto acuerdo con los diseños que finalmente se planteen para optimización del Relleno Sanitario Blue Lizard.
- Documento técnico con la actualización del Plan de manejo ambiental con al menos cada uno de los capítulos que se describen más adelante en estas mismas especificaciones.
- Estudio técnico independiente por cada uno de los tipos de permiso para el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales requeridos para el desarrollo del proyecto.
- Informes de gestión ambiental y social propios de la fase de operación del proyecto con la ejecución de las medidas para el control de los posibles impactos ambientales y sociales asociados a la operación del proyecto.

- Análisis de precios unitarios y presupuesto considerando los componentes técnicos y los necesarios para implementación del PMA.

Durante la fase de residencia ambiental/social, en la cual se ejecutarán las medidas contenidas en los capítulos de planes de manejo ambiental y monitoreo y seguimiento y las obligaciones asociadas a las autorizaciones para el uso de recursos naturales, se deberán generar los reportes correspondientes a estas obligaciones y los que sean requeridos por la Autoridad ambiental o Ente de control correspondiente.

### **4.3 REUNIONES DE SEGUIMIENTO**

El consultor presentará avances periódicos de los adelantos en los estudios técnicos y ambientales, por medio de informes generales de avance, los cuales serán socializados en reuniones de seguimiento a acordar con La Interventoría. En caso de ser requeridos espacios adicionales, para efectos de tratar un tema o requerimiento particular, el consultor será informado oportunamente. En las reuniones deberán participar el equipo técnico que tenga amplio conocimiento de las actividades desarrolladas y del estado de avance de las mismas.

### **4.4 FORMATO DE ENTREGA DE LOS ESTUDIOS**

Los informes técnicos deberán ser entregados de forma digital, en archivos en formato editable y también en pdf, con los correspondientes anexos y memorias de cálculo que los soporten. Específicamente la geodatabase, deberá ser presentada conforme lo estipula la Resolución 2182 de 2016 y el artículo 30 del Decreto 2609 de 2012 o las normas que la actualicen o modifiquen.

## 5 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN BÁSICA

Antes de realizar los estudios y diseños detallados de todas las obras necesarias para el correcto funcionamiento del Relleno Sanitario Blue Lizard, considerando una optimización del mismo, es necesario contar con información primaria.

Como se dijo antes, los estudios básicos de ingeniería del Relleno Sanitario Blue Lizard ya fueron efectuados, habiéndose considerado tanto componentes técnicas (geología, geotecnia, hidrología e hidráulica y estructuras), como ambiental y social. En el informe I-2775-RSBL-IF-01, de octubre de 2021, se presentaron los resultados de dichos estudios. A continuación, se hace un listado de los documentos correspondiente a los estudios y diseños de ingeniería básica realizados por INTEINSA en el año 2021, los cuales deberán ser el punto de partida en los estudios de detalle a efectuar. Se trata, entonces, de refinar los diseños de las obras a fin de que se tengan menos imprevistos durante la construcción.

**Tabla 3. Listado de documentos elaborados por INTEINSA como parte de los estudios básicos de ingeniería del RSBL en el año 2021**

| Documento          | Tipo    | Descripción  |
|--------------------|---------|--|
| I-2775-RSBL-IF-01  | Informe | Estudios básicos de ingeniería del Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL) considerando componentes técnica y ambiental.    |
| I-2775-RSBL-GG-01  | Informe | Geología regional y local del Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL).  |
| I-2775-RSBL-GT-01  | Informe | Geotecnia del Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL) considerando optimización del mismo.                                  |
| I-2775-RSBL-HH-01  | Informe | Hidrología e hidráulica del Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL) considerando optimización del mismo.                    |
| I-2775-RSBL-DE-01  | Informe | Diseños estructurales de obras diseñadas para el Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL) considerando ampliación del mismo. |
| I-2775-RSBL-CS-01  | Informe | Caracterización social del Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL).   |
| I-2775-RSBL-DA-01  | Informe | Diagnóstico ambiental del Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL).  |
| I-2775-RSBL-PDB-01 | Informe | Presupuesto de obras diseñadas para el Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL).   |
| Anexo 1            | Anexo   | Planos   |
| Anexo 2            | Anexo   | Memorias de exploración indirecta (Geofísica)  |

**Tabla 3. Listado de documentos elaborados por INTEINSA como parte de los estudios básicos de ingeniería del RSBL en el año 2021**

| <b>Documento</b>         | <b>Tipo</b> | <b>Descripción</b>   |
|--------------------------|-------------|--|
| Anexo 3                  | Anexo       | Memorias de diseño del dique de contención.  |
| Anexo 4                  | Anexo       | Memorias de cuantificación del sistema de extracción de lixiviados.                                |
| Anexo 5                  | Anexo       | Memorias de diseño de la piscina de lixiviados.  |
| Anexo 6                  | Anexo       | Memorias de cálculo del sistema de drenaje superficial.  |
| Anexo 7                  | Anexo       | Memorias de diseño de la nueva báscula.  |
| Anexo 8                  | Anexo       | Memorias de diseño de la nueva portería y de las instalaciones sanitarias.                         |
| Anexo 9                  | Anexo       | Especificaciones de la instrumentación a ser instalada en el Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL). |
| P-2775-RSBL- DC-01       | Plano       | Dique de contención.   |
| P-2775-RSBL-BP-01 al 02  | Plano       | Báscula de pesaje.   |
| P-2775-RSBL-DS-01 al 03  | Plano       | Sistema de drenaje superficial.  |
| P-2775-RSBL-DS-04 al 05  | Plano       | Refuerzo de las obras de drenaje superficial.  |
| P-2775-RSBL-ELL-01 al 04 | Plano       | Etapas de llenado.   |
| P-2775-RSBL-GG-01 al 05  | Plano       | Geología.  |
| P-2775-RSBL-LG-01 al 03  | Plano       | Sistema de manejo de lixiviados y gases.   |
| P-2775-RSBL-LG-04 al 05  | Plano       | Refuerzo de las estructuras de manejo de lixiviados y gases.                                       |
| P-2775-RSBL-PS-01 al 04  | Plano       | Portería e instalaciones sanitarias a ser instalada en el Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL).    |
| P-2775-RSBL-SBL-01       | Plano       | Sistema de bombeo de lixiviados.   |
| P-2775-RSBL-SBL-02 al 04 | Plano       | Refuerzo de la estructura del sistema de bombeo de lixiviados                                      |
| P-2775-RSBL-TG-01        | Plano       | Topografía del Relleno Sanitario Blue Lizard (RSBL).   |

Además del listado presentado, se debe recopilar, como mínimo, la siguiente información relacionada con la operación del Relleno Sanitario Blue Lizard.

- Estudios regionales elaborados por las distintas entidades estatales y territoriales, sobre el entorno geológico y geomorfológico correspondiente al relleno.
- Exploración geológico-geotécnica con sus respectivos ensayos de laboratorio ejecutados en el sitio durante la etapa de diseño.
- Caracterización física de los residuos sólidos que ingresan al relleno, esto con el fin de conocer su humedad, el porcentaje de orgánicos, cartones, plásticos, y demás componentes que integran a los residuos sólidos que se disponen en el relleno.
- Mediciones de producción de lixiviados en el relleno, así como también de los caudales bombeados para su recirculación.
- Realizar mediciones de caudal sobre los drenajes a los costados norte y sur del relleno.
- Caracterización fisicoquímica del agua presente en los drenajes norte y sur a los costados del relleno.
- Mediciones mensuales (o estimadas) del ingreso de residuos sólidos en el relleno.
- Proyección de producción mensual de residuos sólidos en la isla para los años futuros a considerar en la optimización del relleno.

Se debe tener en cuenta que es necesario realizar un vaciado controlado de la piscina de lixiviados existente, para realizar una correcta inspección del estado de la misma. Para ello, es necesario contar con un sistema de almacenamiento temporal de los lixiviados evitando el derrame de los mismos y garantizando la continuidad de la recirculación de los lixiviados en el relleno.

Para los estudios de detalle, se requiere levantamiento topográfico del estado actual del relleno con curvas de nivel al menos cada 50 cm, sobre el cual se presentan las debidas especificaciones en el capítulo 6 de estas especificaciones.

## 6 COMPONENTE TOPOGRÁFICO

Se deberá realizar un levantamiento topográfico con metodología convencional, en un área aproximada de 5 hectáreas. Deberá incluir levantamiento de los cauces o corrientes naturales y artificiales que se encuentren al interior del área, todas las obras existentes, rasgos topográficos como vaguadas, lomos, líneas de cambio de pendiente, localización del área cubierta de residuos sólidos. Deberá incluir su amarre a la red geodésica nacional y adoptando el sistema de coordenadas Magna Sirgas Oeste y el nuevo sistema unificado nacional. En la Figura 17 se presenta el polígono de levantamiento proyectado.



**Figura 17. Esquema del polígono para levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico será a escala 1:1000 o más detallado, con curvas de nivel cada 50 cm.

Se deberá construir un documento de topografía que incluya memorias y planos. El informe contendrá, como mínimo, los capítulos de introducción, objetivo, metodología, información primaria, información secundaria, resumen de levantamientos topográficos, resultados obtenidos, fotografías del trabajo de campo y anexos. Se deben presentar los certificados de placas IGAC y si no existen las placas IGAC, se

deberá entregar el procesamiento y ajuste de los puntos del sistema de posicionamiento global (GPS). También deben incluirse cartillas con descripción, accesos, coordenadas y cotas de mojones, referencias y placas auxiliares, así como los documentos que considere pertinentes y que soporten los resultados obtenidos. Se debe anexar la información base que haya utilizado el topógrafo, como planos, planchas, fotografías aéreas, e imágenes satelitales, entre otros.

## **7 COMPONENTE GEOLÓGICO**

### **7.1 ACTIVIDADES DE CAMPO**

#### **7.1.1 Levantamientos geológicos detallados**

Comprende la descripción directa de porciones del terreno, mediante recorridos en los que se realice un levantamiento sistemático de puntos de control o estaciones, en donde se identifiquen aflorando los materiales del subsuelo, tanto suelo como roca. Se debe identificar el origen de los geomateriales, indicándose si son in situ, transportados o antrópicos. De las materiales in situ, se deben incluir los correspondientes perfiles de meteorización a que corresponden con todas las particularidades que apliquen.

Se deben describir, además, los rasgos del relieve y hacer una subdivisión en componentes o subunidades geomorfológicas. También se debe incluir una delimitación de los procesos morfodinámicos presentes, mediante un registro fotográfico y descripción de los mismos, en donde se indique su categoría (activo, inactivo o latente) y se especifique el nivel de afectación sobre la zona de interés, enfocada en obras presentes o proyectadas a implementar.

Toda esta etapa se debe realizar de manera detallada en el sitio de interés, así como en las áreas aledañas que conformen el entorno general de la zona, incluyendo drenajes, vaguadas, taludes, pequeñas zonas montañosas u otras, que puedan brindar información para la caracterización del sitio. La descripción de los materiales debe hacer con base en las indicaciones de la norma ASTM D2488 en su última versión. En cuanto a los perfiles de meteorización se pueden usar Deere & Patton, 1971 o Dearman, 1975.

#### **7.1.2 Exploración geológica-geotécnica del subsuelo**

Se trata de sondeos directos mediante perforación con taladro rotopercutor, usando tubería de diámetro HQ (63.5 mm aproximadamente) o NQ (47.6 mm aproximadamente), realizando un muestreo continuo y sistemático. Donde sea posible, se debe ejecutar el ensayo de resistencia a la penetración estándar, según las especificaciones técnicas de la norma ASTM D1586 en su más reciente versión. Así las cosas, se deben obtener muestras alteradas de cuchara partida, muestras inalteradas en tubo de pared delgada (Shelby) y/o muestras de corona o barrena, todo esto según el tipo de material.

Durante la ejecución de cada perforación, se debe medir la profundidad del nivel freático, en horas de la mañana antes de iniciar la labor y en horas de la tarde luego de terminarlas, haciendo además observaciones con respecto a factores que puedan alterar el nivel del agua en el sondeo (inyección de agua, presencia y profundidad de revestimientos y ocurrencia de lluvias, entre otros).

El número de sondeos debe ser como mínimo de cinco. Dos se harán en la parte alta del relleno, de 10 m a 12 m de profundidad. Otro sondeo se hará en la parte media del relleno, de 12 m a 15 m de profundidad. Finalmente, dos sondeos más se harán

en la zona baja, a la altura del dique y de la piscina de lixiviados, siendo estos de 15 m de profundidad. La profundidad final estará sujeta a sobrepasar el basamento rocoso unos 5 m, por lo que no se descarta que puedan ser mayores a los 15 m. Se habla de dique de contención y de la piscina de lixiviados, aspectos que se trataron de forma detallada en la parte inicial de estas especificaciones.

Se debe considerar la descripción geológica – geotécnica detallada de las muestras de perforación obtenidas. Esta se haría con base en lo establecido en la ASTM D2488 en su más reciente versión, describiendo para el suelo propiedades como tamaño de partículas, angularidad, forma, color, olor, contenido de humedad, reacción al ácido clorhídrico (si presenta), consistencia, cementación y/o compacidad, estructura, dureza y tenacidad. Para el material rocoso, se deben describir propiedades como textura, estructura, fábrica, matriz, resistencia e índice de calidad de la roca o RQD (para macizos rocosos in-situ). En el caso de presentar discontinuidades, se especificará tipo de discontinuidad, buzamiento de discontinuidades, espaciamiento entre discontinuidades, relleno de la discontinuidad, grado de alteración de las paredes y rugosidad. Dependiendo de la relación entre la cantidad de material fino o suelo y la cantidad de material rocoso, así como basados en las características de los mismos, se establecería si las muestras descritas hacen parte de un suelo o estrato transportado (depósitos aluviales, de vertiente, antrópicos, entre otros) o corresponden a un perfil de meteorización, definiendo para este caso el horizonte respectivo según la nomenclatura usada (Deere & Patton, 1971 o Dearman, 1975). Con base en esto, se debe elaborar el registro de la perforación, donde se plantee el perfil estratigráfico del subsuelo según las características de las muestras observadas.

Además de la exploración por medio de perforaciones, se recomienda la ejecución de ensayos geofísicos, tanto sísmicos (MASW y/o ReMi) como geoeléctricos, que permitan conocer con mayor detalle las propiedades de los materiales. Para facilitar la ejecución de estos ensayos, se recomienda mantener los residuos sólidos con cobertura de material terreo durante el momento de la exploración.

## **7.2 ELABORACIÓN DE INFORMES Y PLANOS**

Con base en los resultados de las etapas anteriores, se presentará un informe técnico en donde se presenten las condiciones geológicas del sitio de interés, complementada, además, con el procesamiento de información secundaria existente. El informe a entregar debe incluir, sin limitarse necesariamente a ellos, los siguientes contenidos:

### **Introducción**

En la cual se describe general el objetivo del estudio, las actividades realizadas y el alcance de lo que se planteará en base a los análisis realizados.

### **Localización del sitio de estudio**

Se debe incluir tanto una localización general en Colombia como detallada de la zona de estudio en las islas de Providencia y Santa Catalina.

## **Información recopilada**

Se debe hacer una recopilación y breve descripción de estudios técnicos realizados previamente, donde se hayan realizado actividades similares a las aquí planteadas y cuyos análisis permitan complementar y/o validar los resultados del presente informe. Se considera de especial relevancia los estudios y diseños básicos de ingeniería efectuado por INTEINSA presentados en el informe I-2775-RSBL-IF-01 (Estudios Básicos Relleno Sanitario Blue Lizard RSBL).

## **Usos del suelo del sitio de estudio**

Con base en la información de planes o esquemas de ordenamiento territorial vigentes, observaciones de campo o datos de otras fuentes (por ejemplo, corporaciones autónomas regionales).

## **Condiciones sísmicas**

Identificación y descripción de las condiciones sísmicas del área de estudio, incluyendo la clasificación del grado de amenaza en función de los valores de aceleración máxima (en superficie o en profundidad), esto a partir de la información del título A de la Norma sismorresistente colombiana (NSR-10), o a los datos sísmicos disponibles en el repositorio digital del Servicio Geológico Colombiano (SGC).

## **Aspectos geológicos regionales**

Partiendo de los estudios regionales elaborados por las distintas entidades estatales y territoriales, se hará la descripción del entorno geológico y geomorfológico del proyecto.

### **7.2.1 Aspectos geológicos locales**

Con base en el trabajo de campo y la exploración ejecutada, se presentará la descripción de las unidades geológicas en superficie, indicando si corresponden a perfiles de meteorización o secuencias de materiales depositados, con el debido registro fotográfico de cada uno. Dentro de este capítulo, se deben presentar, además, los modelos geológicos, con la cartografía en planta de las unidades superficiales y estructuras geológicas presentes, en escala 1:2000 o mayor, dependiendo del detalle de la topografía que se tenga. Además, se presentarán perfiles geológicos interpretativos de la zona de estudio, donde se muestren las relaciones geológicas entre los materiales identificados y la posición identificada del nivel freático. Estas secciones serán insumos para la modelación o análisis de estabilidad en los sectores donde se requiera. Los modelos geológicos en planta y perfil se presentarán como figuras dentro del informe, y dentro de los planos correspondientes.

### **7.2.2 Aspectos geológico-estructurales**

Con base en la cartografía geológica consultada, se deben identificar las fallas que a nivel regional puedan tener influencia sobre el área de estudio. A nivel local, se describirán y se cartografiarán las fallas y estructuras identificadas tanto en macizos rocosos como heredadas en el suelo (si las hay), especificando si corresponden a fallas y/o zonas de cizalla, diaclasas, foliaciones o estratificaciones.

### **7.2.3 Aspectos geomorfológicos regionales y locales**

A partir de los estudios regionales elaborados por las distintas entidades estatales y territoriales, se deberá hacer la descripción del entorno geológico y geomorfológico del proyecto.

También se requiere una descripción de las características morfométricas del sitio de estudio, en función de los rangos de pendiente. Se debe presentar, además, una delimitación de los componentes o subunidades geomorfológicas identificadas durante los trabajos de campo, así como la descripción de las mismas.

### **7.2.4 Aspectos morfodinámicos regionales y locales**

Se deben mostrar las condiciones de amenaza de origen geológico como movimientos en masa, inundaciones o avenidas torrenciales, con base en la información disponible que se tenga al respecto.

Los aspectos morfodinámicos locales, deben contener la Identificación, levantamiento, inventario y descripción de procesos morfodinámicos activos, inactivos y erosivos (recientes y antiguos). La cartografía de procesos se debe presentar como uno de los planos asociados al informe, en escala 1:2000 o mayor; incluyendo también la figura correspondiente.

## **7.3 ASPECTOS ADICIONALES A TENER EN CUENTA**

Igualmente, se deben describir, de manera general, las condiciones hidrogeológicas observadas en el sitio de estudio, haciendo mención a los cuerpos de agua cercanos, además de otros rasgos como afloramientos de agua, posibles zonas de recarga o infiltración, zonas de empozamiento y líneas de concentración de flujo de escorrentía, entre otros, aspectos que se logren identificar y que puedan ser considerados.

Se debe hacer análisis multitemporal, a partir de fotografías aéreas, imágenes satelitales y ortofotos disponibles; de diferentes épocas sobre el área de estudio y sus alrededores, para identificar las formaciones geológicas superficiales, los sistemas de drenajes, procesos morfodinámicos a nivel regional y local, así como la descripción de los rasgos morfológicos y morfoestructurales observados. Se hará también un análisis multitemporal mediante el comparativo de bases topográficas de diferentes épocas (si se tienen), que permitan observar la evolución de la zona en relación con la topografía actual que se tenga.

Se deben definir zonas homogéneas, en función de todas las observaciones realizadas, y las características propias del sitio, en función de los aspectos geológicos, geomorfológicos y morfodinámicos, delimitando polígonos dentro del área de estudio que presenten condiciones propias dentro de los ítems mencionados. Asociado a esta etapa, se presentaría un mapa de zonas homogénea, en escala 1:2000 o mayor, mostrado también como una figura dentro del informe a presentar.

## **8 COMPONENTE GEOTÉCNICO**

Para la ejecución y realización de los estudios y diseños geotécnicos del Relleno Sanitario Blue Lizard, se partirá de la información previa que pueda ser recolectada y analizada. Además, se usará la información levantada en campo producto de recorridos detallados, en los que se haga un levantamiento sistemático de puntos de control o estaciones, donde se encuentren aflorando los materiales del subsuelo, tanto suelo como roca. Es necesario que el estudio en la componente geotécnica se enmarque dentro de los estudios geológicos.

### **8.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO**

En la zona, para los estudios de detalle, se deben ejecutar sondeos directos mediante perforación con taladro rotopercutor, usando tubería de diámetro HQ (63.5 mm aproximadamente) o NQ (47.6 mm aproximadamente), realizando un muestreo continuo y sistemático. Siempre que sea posible, se debe ejecutar el ensayo de resistencia a la penetración estándar según la norma ASTM D1586 en su más reciente versión.

Durante la ejecución de cada perforación, se debe medir la profundidad del nivel freático del pozo, en horas de la mañana antes de iniciar la labor y en horas de la tarde luego de terminarlas, haciendo además observaciones con respecto a factores que puedan alterar el nivel del agua en el sondeo (inyección de agua, presencia y profundidad de revestimientos y ocurrencia de lluvias, entre otros. Sobre los niveles freáticos, como se indica en el numeral 9.3 de estas especificaciones, se debe proyectar la toma de muestras de agua tendientes a determinar si hay contaminación con lixiviados.

El número de sondeos debe ser como mínimo de cinco. Dos se harán en la parte alta del relleno, de 10 m a 12 m de profundidad. Otro sondeo se hará en la parte media del relleno, de 12 m a 15 m de profundidad. Finalmente, dos sondeos más se harán en la zona baja, a la altura del dique y de la piscina de lixiviados, siendo estos de 15 m de profundidad. La profundidad final estará sujeta a sobrepasar el basamento rocoso unos 5 m, por lo que no se descarta que puedan ser mayores a los 15 m. Se habla de dique de contención y de la piscina de lixiviados, aspectos que se trataron de forma detallada en la parte inicial de estas especificaciones.

Además de la exploración por medio de perforaciones, se recomienda la ejecución de ensayos geofísicos, tanto sísmicos (MASW y/o ReMi) como geoeléctricos, que permitan conocer con mayor detalle las propiedades de los materiales. Para facilitar la ejecución de estos ensayos, se recomienda mantener los residuos sólidos con cobertura de material terreo durante el momento de la exploración.

### **8.2 ENSAYOS DE LABORATORIO**

Durante la ejecución de los sondeos exploratorios, se deben obtener muestras alteradas de cuchara partida, muestras inalteradas en tubo tipo Shelby y/o muestras de corona o barrena (según el tipo de material) para los correspondientes ensayos de

laboratorio. Se proyectan principalmente los siguientes ensayos, aunque el programa definitivo a efectuar dependerá de la cantidad y calidad de las muestras, debiendo asegurarse que se hacen los requeridos para tener suficiente confianza sobre la caracterización de los geomateriales:

- Ensayo de humedad natural (ASTM D2216) para que en comparación con los límites de Atterberg pueda ser usada para determinar la consistencia de los suelos.
- Ensayo de granulometría por tamizado con lavado sobre la malla 200 (ASTM D0422) y de límites de Atterberg (ASTM D4318), especialmente el límite líquido y el límite plástico, para la clasificación del suelo según el Sistema de clasificación unificado de suelos (ASTM D2487).
- Ensayo de gravedad específica (ASTM D0854) para obtención de variables de estado de los materiales presentes en el subsuelo.
- Ensayo de corte directo de tipo consolidado drenado (ASTM D3080) para determinación de parámetros de resistencia al corte en términos de esfuerzos efectivos.
- Ensayo de consolidación unidimensional (ASTM D2435) para determinación de parámetros de deformabilidad.
- Ensayo triaxial de tipo consolidado no drenado (ASTM D4767) para determinación de parámetros de resistencia al corte en términos de esfuerzos totales y efectivos además de los módulos de elasticidad.
- Ensayo de granulometría por hidrómetro (ASTM D4221) para determinación indirecta de la permeabilidad de los geomateriales.

Sobre los materiales rocosos, los ensayos anteriormente mencionados no aplican, debiéndose considerar en este caso la ejecución de ensayos de compresión simple y/o de carga puntual.

### **8.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES**

La ejecución de los ensayos de laboratorio mencionados, debe llevar a la mejor caracterización posible de los geomateriales, de manera que de ellos puedan definirse tanto parámetros de resistencia al corte como de deformabilidad, e incluso de permeabilidad.

La caracterización de los residuos sólidos se considera una labor compleja, debido a diversos factores, como lo son la heterogeneidad de los residuos mismos, la imposibilidad de hacer ensayos de laboratorio sobre ellos y la dificultad de hacer pruebas de campo la resistencia a la penetración estándar que sean suficiente en número como para ser realmente representativas. En este punto, se deberán considerar los valores reportados para Colombia en otros rellenos sanitarios, como Doña Juana, en Bogotá, y La Pradera, en Medellín. Obviamente, se deben hacer los debidos ajustes, de acuerdo con la tipificación que se tenga de cada uno de los residuos sólidos de estas ciudades vs. los residuos sólidos del Relleno Sanitario Blue

Lizard. Téngase en cuenta que en el RSBL los residuos tienen mucho menor contenido de humedad y mucho menor contenido de orgánicos que los de las ciudades mencionadas.

Tanto para la caracterización de los residuos sólidos como de su fundación, se deberá tener en cuenta la exploración indirecta por medio de la ejecución de ensayos geofísicos, tanto sísmicos (MASW y/o ReMi) como geoelectrónicos. Estos últimos serán especialmente importantes para determinar la posición más probable del nivel de las aguas subterráneas.

#### **8.4 ELABORACIÓN DE DISEÑOS**

Luego de la debida caracterización geotécnica de los materiales, tanto del lleno de residuos sólidos como de su fundación, se debe proceder al diseño geométrico de la ampliación del relleno sanitario incluyendo el diseño geotécnico del dique de contención. Se debe tener en cuenta que la conformación que se de finalmente a los residuos sólidos debe considerar de todas maneras pendiente de 3.0H:1.0V, ocupando solamente los terrenos del relleno.

Se deben hacer los correspondientes análisis de estabilidad en condiciones actuales y proyectadas, teniendo en cuenta métodos de equilibrio límite de suficiente validez internacional, como lo es el método de Spencer, teniendo como referencia los criterios de aceptación presentados en el título H del Reglamento colombiano de diseños sísmo resistente del 2010 (NSR-10).

Los diseños desde el punto de vista geotécnico, deben llevar al diseño del programa de disposición del RSBL y a la proyección de la vida útil del mismo, tanto en condiciones actuales como con la ampliación.

La componente geotécnica incluye la elaboración de recomendaciones geotécnicas para los movimientos de tierras y/o residuos sólidos, incluyendo protección superficial de taludes. Para lograr que el RSBL se enmarque dentro de los predios que le corresponden, es necesario hacer remoción de los residuos sólidos volcados por sus costados, tanto al Oriente y Occidente como al Norte, de manera que el diseño debe asegurar que se hace la debida reacomodación de residuos sólidos en zonas y con disposiciones adecuadas, logrando así la debida articulación de lo existente con lo nuevo.

También debe incluir el diseño de vías de acceso, el diseño del sistema de instrumentación geotécnica y la elaboración de recomendaciones constructivas. En todo caso, téngase en cuenta que se trata de hacer estudios de detalles para optimización del Relleno Sanitario Blue Lizard, partiendo de los estudios básicos de ingeniería efectuados por INTEINSA y presentados, entre otros, en el informe I-2775-RSBL-IF-01 (Estudios Básicos Relleno Sanitario Blue Lizard RSBL).

Para que el Relleno Sanitario Blue Lizard se adapte a la normativa vigente, se requieren obras complementarias, como lo son las instalaciones sanitarias a la entrada al relleno y la estación de pesaje, sobre las cuales se habló antes en estas mismas especificaciones. La componente geotécnica requiere, entonces, el diseño y las

recomendaciones necesarias para cimentación de dichas obras, teniendo en cuenta la normativa que aplique en el momento de hacer los diseños.

## 9 COMPONENTE HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO

### 9.1 HIDROLOGÍA

Se trata del desarrollo del estudio hidrológico, donde se deben identificar los sistemas lentos y loticos, así como las cuencas hidrográficas existentes dentro de área de estudio con base en información secundaria.

Se deben establecer patrones de drenaje regional, identificar el régimen hidrológico y determinar los caudales característicos de las fuentes susceptibles de ser impactadas.

Para el área de influencia del proyecto, se establecen como mínimo las actividades que se listan a continuación:

- Ubicar y cartografiar cuerpos de agua lentos y loticos, de carácter temporal y permanente. Para esto se podrán utilizar fotografías aéreas, satelitales o planos.
- Describir y cartografiar la red hidrográfica de la fuente o fuentes intervenidas o que pueden ser afectadas e identificar las posibles alteraciones de su régimen natural, localizando los sitios de captación, conducción, vertimiento de residuos, cruce de vías, y otros.
- Realizar el inventario de las principales fuentes contaminantes, identificando el generador y tipo de vertimiento.
- Localizar el área de estudio dentro de la zonificación hidrográfica que tiene el IDEAM.
- Identificar y recolectar los datos hidroclimáticos disponibles. La escala temporal de los datos debe ser al menos mensual y la longitud mínima de la serie de datos debe ser de diez años. En los estudios se debe indicar la longitud de datos obtenidos, la cantidad de datos faltantes y realizar un tratamiento de los datos cuando aplique haciendo estudios de homogeneidad, consistencia, detección de datos anómalos o llenado de datos.
- Determinar el régimen hidrológico de las fuentes intervenidas en caso de que la información hidrológica de los mismos lo permita, considerando en el análisis los valores normales (anuales, mensuales y diarios), así como los extremos (máximos y mínimos).
- Realizar el análisis temporal y espacial de las variables climáticas referidas a: precipitación media anual y mensual, temperatura media, máxima y mínima mensual. Estimar a partir de las variables anteriores la evapotranspiración potencial y real anual y mensual y por medio de un balance hídrico a largo plazo estimar los caudales medios mensuales multianuales.
- Presentar las características morfométricas de las unidades hidrográficas asociadas a los puntos de intervención del proyecto, bien sea por vertimiento, captación u ocupación de cauce.

- En los cauces que sean susceptibles de intervención por el proyecto que tengan ausencia de información de caudales, se deben generar series sintéticas a escala mensual a partir de metodologías de lluvia – escorrentía utilizando la información disponible (precipitación, geología, suelos, coberturas y usos del suelo), métodos de regionalización u otros métodos para cuencas no instrumentadas.
- Describir las actividades y tipo de vertimientos (líquidos, sólidos y gaseosos) que afecten la calidad del agua, tales como los aportes municipales y aquellos provenientes del uso agrícola, pecuario, minero e industrial.
- Describir la calidad del agua de los cuerpos de agua en los que se prevea la intervención de los mismos, por captación, vertimiento u ocupación de cauce. Es posible utilizar información secundaria siempre y cuando esta tenga una antigüedad inferior a dos años. La caracterización se debe realizar de forma cualitativa y cuantitativa, incluyendo registro fotográfico o fílmico y mediciones de parámetros in situ (conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros), esto con el fin de identificar posibles problemas de calidad, manejo de residuos y usos del agua.

Se deben presentar como mínimo los siguientes mapas a escala adecuada: red de drenaje, localización de estaciones hidrométricas, localización de los sitios de construcción de obras civiles, vertimientos, cruces de vías y otros que sean importantes en el desarrollo del estudio.

## **9.2 CALIDAD DEL AGUA Y USOS DEL AGUA**

Se deben desarrollar estudios de calidad del agua y sus usos, haciendo inventario general de las fuentes abastecedoras, usos y usuarios actuales de las principales corrientes y cuencas de probable intervención por el proyecto, incluyendo la infraestructura asociada. Se deben contemplar los diferentes sectores (doméstico, agrícola, pecuario, industrial y de servicios).

Para las fuentes de agua (lenticas como loticas) de probable afectación por el proyecto, se debe presentar el aforo y la caracterización fisicoquímica y bacteriológica y biológica. Los sitios en muestreo deben georreferenciarse, ubicarse en un plano e indicar la época climática en que se realizaron los muestreos. Los sitios de muestreo y/o estaciones deben mantenerse durante todo el desarrollo del proyecto a fin de ir evaluando el comportamiento del ecosistema hídrico.

## **9.3 HIDROGEOLOGÍA**

Para un nuevo sitio a ser utilizado para la disposición de residuos sólidos, este aspecto se refiere al desarrollo de estudios hidrogeológicos, incluyendo la identificación de acuíferos existentes y tipos de acuífero, direcciones de flujo, zonas de recarga y descarga. Incluye inventario de los puntos de agua como pozos, aljibes y manantiales, llegando hasta la elaboración de mapa hidrogeológico.

No obstante, entendiendo que ya está desarrollada la totalidad del área que en el Relleno Sanitario Blue Lizard estaba destinada para la ocupación con residuos sólidos, no se considera viable que ahora se adelanten estos estudios.

Los estudios básicos de ingeniería efectuados por INTEINSA, permitieron determinar que en la zona se tienen superficialmente los residuos sólidos y por debajo de estos los flujos piroclásticos. Dentro de estos últimos se ubica el nivel freático a más de 10 m de profundidad, lo cual implica que hay una menor vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por lixiviados y otras sustancias que la que habría si el nivel freático fuera más superficial.

Por lo anotado, aunque no se considera que se deban adelantar los estudios hidrogeológicos como los regula la normativa, se recomienda que las perforaciones se aprovechen para hacer ensayos de la calidad del agua freática. Si se comprueba contaminación con lixiviados, se debe analizar la viabilidad de ejecutar algunas medidas de remediación de la situación.

#### **9.4 METEOROLOGÍA**

Se deben describir y analizar las condiciones meteorológicas mensuales y multianuales representativas para el área de estudio por un periodo mínimo de entre tres y cinco años, con base en información de las estaciones meteorológicas existentes en la zona analizando los siguientes parámetros básicos:

- Temperatura media, máxima y mínima diaria registrada, como también la temperatura media mensual y anual.
- Presión atmosférica promedio mensual
- Precipitación media diaria mensual y anual y su distribución en el área de estudio.
- Humedad relativa promedio, mínima y máxima diaria registrada, como también la temperatura media mensual y anual.
- Dirección y velocidad del viento (Rosas de viento diurna y nocturna, variaciones mensuales de las rosas de vientos). Indicar adicionalmente el comportamiento de los vientos en una jornada de 24 horas para un periodo específico (mensual o anual).
- Radiación solar media diaria, mensual y anual.

Cuando no exista información de estaciones meteorológicas avaladas por el IDEAM, se pueden tomar los datos de re-análisis global obtenidos directamente de internet, de fuentes de idoneidad científica y que puedan ser validadas en modelos climáticos o de tiempo (CFRS, ERA 40, CAM, WRF, MM5, entre otros). Para validar la información de la fuente de los datos se debe realizar un análisis estadístico del error obtenido mediante el proceso de re-análisis comparando los resultados obtenidos de algunas estaciones localizadas en la zona de estudio.

## **9.5 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LIXIVIADOS Y GASES**

Se debe estimar la cantidad de lixiviados y gases generados por el relleno desde la puesta en marcha del mismo hasta la clausura proyectada en la ampliación y para un periodo adicional de 20 años posterior al cierre del relleno, esto siguiendo las especificaciones técnicas definidas en el Título F del RAS; para el caso de los lixiviados se debe determinar la carga contaminante de los mismos.

## **9.6 DISEÑOS HIDRÁULICOS**

Los diseños partirán de la información levantada relacionada con estudios hidrológicos e hidrogeológicos desarrollados, así como los análisis de variables atmosféricas. Se debe hacer el diseño de sistemas de subdrenaje y coberturas, en caso que aplique. Se debe incluir, también, el cálculo de la producción de lixiviados y gases, para lo cual es necesario contar con información histórica de la disposición de residuos sólidos a nivel mensual en el relleno, así como también la caracterización físico-química de los residuos sólidos que entran al relleno.

El diseño del sistema de recolección, extracción de gases y lixiviados, canal de transporte de lixiviados es parte integral de esta componente. En este sentido, se debe aclarar que los diseños tendrán en cuenta la integración al sistema existente, y es necesario realizar aforos de los caudales máximos instantáneos que se presentan actualmente.

Se requiere el diseño del drenaje superficial del relleno y el diseño del sistema de drenaje de las vías de acceso y de zonas provistas como bahías o parqueaderos dentro del proyecto.

Igualmente, se debe hacer el diseño del sistema instrumentación hidrológica e hidráulica.

Es muy importante incluir el análisis de como las intervenciones a efectuar afectan la red de drenaje y se diseñarán las obras necesarias para que las intervenciones a efectuar cumplan con la normativa vigente.

Para todas las obras hidráulicas y complementarias proyectadas se debe incluir las especificaciones técnicas de construcción y los procedimientos constructivos para las mismas.

## **10 COMPONENTE AMBIENTAL**

### **10.1 ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL**

Considerando que el Relleno Sanitario Blue Lizard cuenta con un Plan de manejo ambiental aprobado por la CORALINA para el desarrollo sostenible del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, a través del Auto 585 de 1999, teniendo en cuenta la propuesta para reconformarlo a partir de un ajuste en el planteamiento técnico asociado la optimización del área disponible para la disposición de residuos sólidos y siendo evidentes las consecuencias del paso del huracán Iota por la isla y en particular la afectación que generó en el área del relleno, se considera relevante el planteamiento de una estrategia de gestión ambiental encaminada a la actualización de su Plan de manejo ambiental.

Sumado a lo anterior, es importante tener en cuenta que las actividades de control y seguimiento ejercidas por la autoridad ambiental muestran constantes incumplimientos en la aplicación de las medidas propuestas para el control de impactos ambientales propios de la operación del relleno sanitario. Por esto, su actualización, también pretende ajustar la definición de medidas tendientes a mitigar las condiciones actuales y prevenir posibles efectos adicionales a los ya registrados.

Es importante tener en cuenta que los estudios asociados a la actualización del Plan de manejo ambiental deben estar alineados con el marco normativo para el levantamiento y procesamiento de información primaria y secundaria a partir de la aplicación de la Resolución 1402 de 2018, por la cual se adopta la Metodología general para la elaboración y presentación de Estudios ambientales y la Resolución 0799 del 09 de diciembre del 2021 del Ministerio de vivienda, ciudad y territorio que modifica la Resolución 0330 de 2017.

En este punto, se aclara que aunque la Resolución 1402 de 2018, por la cual se adopta la Metodología general para la elaboración y presentación de Estudios ambientales, especifica como estudio requerido el desarrollo del Programa de arqueología preventiva, dadas las condiciones de operación actuales del Relleno Sanitario Blue Lizard y que sobre el suelo natural ya se encuentra depositada una amplia capa de residuos sólidos, no es posible la ejecución de este programa ya que el posible impacto sobre este componente debe determinarse, previa prospección arqueológica, antes de cualquier intervención.

Es así como a partir de Resolución 1402 de 2018, se propone, a continuación, la actualización de la línea base que permita conocer las características vigentes de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, ajustadas a las características reales de Providencia y Santa Catalina. Así, en concordancia con el modelo de optimización propuesto, se podrán definir los posibles impactos ambientales a generarse para estructurar las medidas de manejo y seguimiento correspondientes.

Para la actualización del PMA, se ha definido un grupo de profesionales y auxiliares con las correspondientes dedicaciones para el desarrollo de los estudios técnicos requeridos y la elaboración del documento que contendrá la actualización mencionada.

También se propone la presencia de un profesional ambiental de manera permanente encargado de la ejecución de las medidas de tipo ambiental y social que quedarán contempladas en el Plan de Manejo Ambiental. Esto con el fin de ejecutar adecuadamente los controles sobre los posibles impactos ambientales asociados a las distintas etapas del proyecto una vez la Autoridad Ambiental apruebe el Plan de Manejo Ambiental; además, de ejecutar las obligaciones que se desprenden de las autorizaciones para el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales.

A continuación, se presenta la estructura general del documento técnico para la actualización del actual Plan de manejo ambiental.

## **10.2 GENERALIDADES**

Indicar la justificación técnica para la modificación del planteamiento inicialmente propuesto y sus antecedentes, los objetivos y alcances del PMA, así como la metodología utilizada para la actualización del mismo.

### **10.2.1 Localización y descripción general**

Presentar la ubicación espacial del relleno con plano georreferenciado en donde se visualice el perímetro y área del sitio de disposición final, el sistema hídrico y las vías a escala adecuada.

Así mismo, describir las características técnicas de todos los componentes del relleno, incluyendo las actividades de adecuación, operación y desmantelamiento, con su correspondiente cronograma y presupuesto. Se deben detallar las obras a construir o adecuar, las características técnicas de operación, así como las labores de abandono y restauración final de las áreas intervenidas teniendo en cuenta las especificaciones técnicas establecidas en el Título F del RAS.

Se deberán incluir igualmente las proyecciones de población y el análisis de producción de residuos sólidos, así como determinar la cantidad de lixiviados y gases a generar tanto en operación como en la etapa posterior al cierre, siguiendo las especificaciones técnicas definidas en el Título F del RAS.

Se debe identificar el tipo de residuos, realizar su caracterización, calcular el volumen diario, mensual y anual de producción. También es necesario hacer la descripción de la infraestructura para la recolección, el tipo de vehículos, cantidad y frecuencia de recolección.

### **10.2.2 Caracterización del área de influencia**

Teniendo en cuenta las actuales condiciones de la zona y los cambios que ha sufrido, marcados por el paso del huracán Iota en noviembre de 2020, se considera relevante realizar una actualización de la línea base del PMA que incluya:

- **Definición del área de influencia para el análisis**

A partir de la identificación de impactos que puedan generarse durante la adecuación y operación del relleno sanitario, se debe definir un área de influencia que considere las zonas que se pueden ver impactadas en los medios físico,

biótico y social por las actividades a desarrollar en las etapas de adecuación, operación y desmantelamiento. La caracterización se centrará en el contexto local y puntual (AID), sin desconocer las condiciones del entorno (AII).

- **Medio abiótico**

Presentar estudios de topografía, geotecnia, geología, geomorfología, suelos, hidrología, hidrogeología, climatología, descripción de características de calidad de aire y ruido, acompañados de los correspondientes planos a escala adecuada. Así mismo, hacer el análisis de paisaje del área de estudio. Para las fuentes hídricas superficiales susceptibles de intervención, que para el caso será la destinada a la ocupación de cauce se debe presentar caracterización, un punto aguas arriba y un punto aguas debajo de la intervención, físico-química, bacteriológica e hidrobiológica, georreferenciando y justificando la representatividad de los sitios de muestreo, estos sitios servirán de base para establecer la red de monitoreo que permita el seguimiento a la corrientes durante las etapas de adecuación, operación y cierre. Por lo menos se deben medir los siguientes parámetros:

Caracterización física: temperatura, sólidos suspendidos, disueltos, sedimentables y totales, conductividad eléctrica, pH, turbidez y organolépticos.

Caracterización química: oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), carbono orgánico, bicarbonatos, cloruros (Cl<sup>-</sup>), sulfatos (SO<sub>4</sub>), nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, hierro, calcio, magnesio, sodio, fósforo orgánico e inorgánico, fosfatos, potasio, metales pesados, sustancias activas al azul de metileno (SAAM), organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, fenoles, hidrocarburos totales, alcalinidad y acidez.

Caracterización bacteriológica: coliformes totales y fecales.

Caracterización hidrobiológica: perifiton, plancton, bentos, macrófitas y fauna íctica.

Los lixiviados que actualmente se generan por la operación del relleno, deberán ser caracterizados a la luz de la Resolución 0631 de 2015, por la cual se establecen los parámetros y los valores límites permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. Adicionalmente se deberá con el análisis CRETIB del residuo líquido.

Esta caracterización del cauce ocupado y de los lixiviados se levantará la definición de la línea base y posteriormente dos veces al año y quedará estipulado en el Plan de Manejo Ambiental y Seguimiento y Monitoreo.

- **Medio biótico**

Realizar la caracterización de flora del AID, con base en el levantamiento de información primaria, identificar y definir las unidades de cobertura vegetal y uso actual del suelo. Identificar las especies endémicas, amenazadas o en peligro

crítico o de importancia ecológica, económica y cultural. Igualmente, estimar la biomasa que será afectada por las obras de adecuación del relleno.

Con base en información primaria y secundaria, caracterizar la composición de los principales grupos faunísticos, haciendo énfasis en aquellos que son vulnerables por pérdida de hábitat, en peligro crítico, de valor comercial, entre otros. La caracterización debe involucrar los grupos faunístico: aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

Así mismo, teniendo en cuenta la localización del relleno sanitario, se hace necesario caracterizar el ecosistema marino, cercano al sitio de intervención, para lo cual se debe caracterizar la columna de agua de mar y los ecosistemas acuáticos marinos que se puedan ver impactados por las adecuaciones y operación del relleno en un punto de muestreo el cual debe ser justificado desde el punto de vista de su representatividad.

El monitoreo a la calidad del agua de mar y a los ecosistemas asociados se ejecutará una vez al año.

- **Medio socioeconómico**

Para actualizar la caracterización socioeconómica del área de influencia del relleno, se debe hacer un acercamiento y divulgación sobre las adecuaciones del relleno y sus implicaciones a las autoridades regionales, formalizando mediante correspondencia, agendas de trabajo y actas de reuniones anexando el material de soporte al PMA.

Así mismo, se debe tener en cuenta en el AID informar y comunicar a los ciudadanos y comunidades organizadas las diferentes actividades a desarrollar, reuniendo las evidencias de los encuentros que se lleven a cabo.

Se debe, igualmente, actualizar la información sobre las dimensiones demográfica, caracterización de grupos poblacionales, dinámica poblacional; espacial, con análisis de cobertura, calidad e infraestructura para la prestación de servicios públicos, sociales, medios de comunicación e infraestructura vial de transporte; económica, determinando la estructura de la propiedad, procesos productivos y mercado laboral actual; cultural; así mismo, se deben analizar la presencia institucional y la organización comunitaria.

El relacionamiento con la comunidad, se estima de manera permanente durante la gestión ambiental/social en la operación del relleno. Sin embargo, se proyecta la ejecución de dos reuniones al año con los grupos de interés, con el fin de generar espacios de participación y encuentros entre los interesados. Así deberá quedar consignado en el Plan de manejo ambiental y Plan de monitoreo y seguimiento.

### **10.2.3 Demanda, uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales**

Presentar una descripción de los recursos naturales que demandará la adecuación y operación del relleno sanitario: concesiones de agua, vertimientos, ocupación de cauces, materiales de construcción, aprovechamiento forestal o emisiones

atmosféricas. Aclarando que esta será información indicativa en el PMA, pero que los permisos de aprovechamiento de recursos naturales deberán ser solicitados en la medida en que se requieran para las actividades de adecuación y operación del relleno ya que el instrumento de control ambiental no incluye su trámite ante la autoridad ambiental.

#### **10.2.4 Evaluación ambiental**

Con base en la actualización de la caracterización ambiental, se debe realizar también la actualización del análisis de impactos ambientales, aplicando una metodología ampliamente conocida en el medio, que permita evaluar las afectaciones abióticas, en componentes como: geología; geomorfología; suelos; paisaje; calidad de aire e hidrología; bióticas, relacionadas con efectos sobre la flora y fauna; y socioeconómicas, asociadas con efectos sobre las comunidades y organizaciones vecinas.

#### **10.2.5 Medidas de manejo ambiental**

A partir de la caracterización ambiental, la identificación de la demanda de recursos naturales y la evaluación de impactos ambientales, actualizar y definir el conjunto de medidas necesarias para prevenir, controlar, mitigar, compensar y corregir los impactos generados durante las labores de adecuación, operación y cierre del relleno sanitario.

Estructurar las medidas de manejo a manera de fichas con programas para los medios abiótico, biótico y socioeconómico que contengan: objetivos, impactos a controlar, población beneficiada, descripción de actividades a implementar, instrumentos e indicadores de seguimiento, cronograma de ejecución y presupuesto.

Algunas de las medidas deben contemplar, entre otros, protección de aguas superficiales y marinas; control de calidad del aire; protección del suelo; protección del medio biótico; compensación biótica por intervenciones al recurso flora, manejo de fauna silvestre; mitigación y compensación social.

#### **10.2.6 Seguimiento y monitoreo**

Se debe formular el programa de seguimiento y monitoreo con el fin de verificar el cumplimiento de los compromisos y obligaciones durante la implementación de las medidas de manejo ambiental y verificar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos en las normas vigentes.

#### **10.2.7 Plan de contingencia**

Se debe contemplar una identificación de las amenazas, vulnerabilidad y riesgos asociados a las actividades de adecuación, operación y cierre del relleno sanitario. El análisis debe considerar factores como: víctimas, daño ambiental, pérdidas materiales y definir las medidas a aplicar para la atención de una contingencia. Presentar la metodología empleada para el análisis.

### **10.2.8 Plan de cierre y uso final del sitio**

Para las áreas e infraestructura intervenidas de manera directa, se debe presentar lo siguiente:

- Etapas, procedimientos y materiales requeridos para la clausura del relleno.
- Manejo, tratamiento y disposición final de los residuos que se generen durante el desmantelamiento.
- Propuesta de uso final del suelo.
- Medidas de manejo y reconfiguración morfológica que garanticen la estabilidad y restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconfiguración paisajística.
- Estrategia de información a la comunidad y autoridades del área de influencia sobre la finalización de la operación e inicio de la etapa de cierre definitivo y la gestión social.

### **10.2.9 Anexos y bibliografía**

Presentar como anexo la correspondiente geodatabase asociada al Plan de Manejo Ambiental, teniendo en cuenta la estructura del modelo de almacenamiento de datos de la Autoridad nacional de licencias ambientales (ANLA). Así mismo, incluir todas las memorias de cálculo y demás anexos que se consideren necesarios como soporte del plan.

## **10.3 TRAMITE DE PERMISOS AMBIENTALES**

Considerando que el PMA no contempla dentro de su estructura la solicitud de permisos ambientales para aprovechamiento de recursos naturales, estos serán tramitados de manera independiente ante la autoridad ambiental.

De acuerdo con la proyección de la reconfiguración propuesta, la cual se presentó con detalle en el informe correspondiente a la componente de geotecnia, se estima necesario el trámite de:

- Un permiso de aprovechamiento forestal para la construcción del muro en el costado occidental del relleno y el trámite de levantamiento de veda de especies forestales y epífitas en caso de requerirse. Solo será posible identificar su requerimiento mediante el inventario forestal que indique sobre su presencia en la zona.

Para el levantamiento de información primaria, necesaria para el trámite de permiso de aprovechamiento forestal, se deberá contar con el correspondiente permiso de recolección de especímenes de la diversidad biológica y el material colectado debe ser entregado a las entidades competentes como el Instituto Alexander Von Humbolt, el Instituto de ciencias naturales de la Universidad Nacional o el Instituto amazónico de investigaciones científicas SINCHI.

Dentro de este estudio es necesario tener en cuenta lo relacionado con el desarrollo del estudio técnico, incluyendo la obtención del permiso de

recolección, inventario forestal y de especies en veda, depósito de materiales en herbario, el aprovechamiento forestal y la implementación de medidas de compensación por aprovechamiento forestal y por intervención de especies en veda en caso de ser necesario.

Previo a las labores de aprovechamiento forestal será necesario contemplar la ejecución de medidas de ahuyentamiento de fauna en las zonas objeto del aprovechamiento y alledañas con el fin de evitar la afectación a algún individuo establecido o de paso en la zona.

- Un permiso de ocupación de cauce asociado a la conducción de aguas de escorrentía y adecuaciones necesarias en el drenaje sur.

Incluirá el muestreo de agua de calidad de agua un punto aguas arriba y un punto aguas abajo del sitio de la ocupación esto como parte del estudio técnico para la solicitud del permiso.

Adicional a lo anterior, se contempla la permanencia en el proyecto de un Residente Ambiental/Social el cual será el responsable de la ejecución y evaluación de las medidas contenidas en los capítulos de Plan de Manejo Ambiental y de Seguimiento y Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental como instrumento de control ambiental para el Relleno Sanitario.