

# **ESTUDIO Y PROPUESTA DE RECUPERACIÓN Y USOS DEL TERRENO “ISLA DE GASPAR”**

## **Entregable N°1: Informe preliminar**

El presente informe corresponde al entregable N°1 “Informe de Diagnóstico Preliminar que incluye los resultados de estudios geofísicos, hidrológicos, planialtimétricos y análisis de contaminantes presentes”.



**Julio de 2017**

## CONTENIDO DEL INFORME PRELIMINAR

|   |    |
|---|----|
| 1. ALCANCE DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR .....   | 2  |
| 2. OBJETIVOS DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR .....   | 2  |
| 3. PREPARACIÓN DEL EQUIPO TÉCNICO .....   | 3  |
| 4. RESUMEN DE TAREAS REALIZADAS .....   | 4  |
| 5. DESARROLLO DE ACTIVIDADES PREVISTAS .....  | 6  |
| - Actividad 1.1.1: Recopilación, organización y análisis de estudios previos, evaluaciones, mediciones y registros de la situación de área de estudio. .... | 6  |
| - Actividad 1.1.2: Realización de consultas y entrevistas en la zona y su área de influencia .....  | 9  |
| - Actividad 1.1.3: Inspección y descripción del suelo superficial .....   | 22 |
| - Actividad 1.2.1: Estudios geofísicos para definición de las canteras originales .....   | 32 |
| - Actividad 1.2.3: altimetrías y planialtimetrías del predio .....  | 34 |
| - Actividad 1.3.1: Relevamiento y graficación del sistema hídrico del predio .....  | 36 |
| - Actividad 1.3.2: Viabilidad de conectar estas aguas al saneamiento ....   | 37 |
| - Actividad 2.1.1: Diseño de muestreo y análisis del suelo .....  | 38 |
| 6. CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR .....  | 40 |
| 7. TRABAJOS PLANIFICADOS PARA LA SEGUNDA ETAPA .....  | 41 |
| ANEXOS .....  | 42 |
| - Anexo I: Formulario de consulta para entrevistas en la zona y área de influencia.....   |    |
| - Anexo II: Síntesis de los datos recabados en las entrevistas .....  |    |
| - Anexo III: Informe de estudios geofísicos .....   |    |
| - Anexo IV: Plano de relevamiento planialtimétrico.....   |    |
| - Anexo V: Planos de análisis de hidrología superficial .....   |    |
| - Anexo VI: Plano y perfiles altimétricos .....   |    |
| - Anexo VII: Plano de muestreo y resultados de análisis de laboratorio  |    |

## 1. ALCANCE DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

Este primer informe de resultados presenta la información obtenida en los estudios planialtimétricos, geofísicos, hidrológicos y análisis de contaminantes presentes en el terreno "Isla de Gaspar", correspondientes a los trabajos de campo realizados en el terreno que se ubica entre la calle Isla de Gaspar al Este, las canchas de los clubes Huracán Buceo y Albión al Norte, la calle Larravide al Sur, y la calle Azara al Oeste.

El predio está emplazado sobre canteras inactiva de granito, conocidas como "Cantera de los Presos", las cuales fueron rellenándose al menos desde mediados de la década de 1950 hasta mediados de la década de 1960.

El área de estudio comprende los padrones N° 870, 66.821, 123.957, 123.958, 123.959, 123.960, 123.961, 123.962, 123.963, 123.964, 123.965, 150.186, 150.187, 195.222, un padrón sin datos que se encuentra entre el 150.186 y el 870 y los espacios libres N° 745, 1493 y 1.494 de la ciudad de Montevideo.

El área, con una superficie total aproximada de 123.200 m<sup>2</sup> (un poco más de 12 há), incluye el asentamiento Isla de Gaspar, las canchas de los clubes Huracán Buceo y Albión y su área inmediata.

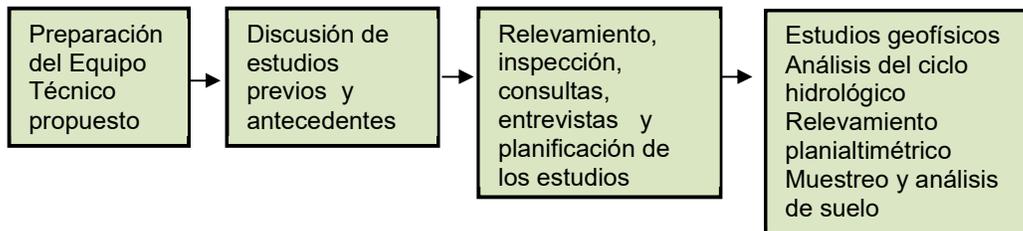
## 2. OBJETIVOS DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

El Diagnóstico Preliminar incluye la preparación del equipo técnico, el estudio de antecedentes, relevamiento previo, coordinación y realización de los estudios geofísicos, hidrológicos, planialtimétricos y análisis del suelo:

*"1- Diagnóstico Preliminar (a los 60 días): Resultados de estudios geofísicos, hidrológicos, planialtimétricos y análisis de contaminantes presentes"*

El Equipo Técnico de GEA Consultores Ambientales organizó información existente de estudios realizados en la zona, a los efectos de socializar la información previamente entre los demás integrantes del equipo.

Se analizó en forma interdisciplinaria los puntos en común y las posibles dificultades que puedan encontrarse en el trabajo de recopilación de la información.



Los trabajos de campo para la elaboración del diagnóstico preliminar se realizaron entre el 1° de junio y el 28 de julio de 2017.

### 3. PREPARACIÓN DEL EQUIPO TÉCNICO

En las reuniones de planificación operativa se confirmó la participación de la totalidad del equipo técnico propuesto en la oferta de GEA Consultores Ambientales.

Se listan los (14) responsables de cada una de las áreas críticas del trabajo. Cada responsable cuenta con un equipo operativo variable en su integración según las necesidades del trabajo:

- a) Coordinador del Equipo, especialista en evaluación de pasivos ambientales (contaminación del suelo) y evaluaciones de impacto ambiental: Arq. Rafael Perolo.
- b) Responsable de estudios de perfiles de suelos y subsuelo; Ingeniero especialista en geotecnia: Ing. Ruggiero Curcio.
- c) Responsable de estudios geofísicos; especialista en estudios geofísicos: Ing. Oreste Cittadini.
- d) Especialista responsable de relevamiento planialtimétrico: Ing. Agrim. Enrique Arzuaga.
- e) Ingeniera hidráulica y ambiental, responsable de la determinación de ciclo hidrológico del predio: Ing. Dahiana Dávila.
- f) Químico especialista en contaminación de suelos, responsable de muestreo y análisis del predio: MSc. Gualberto Trelles.
- g) Responsable de análisis edafológico del suelo: Ing. Agr. Aníbal Cuchman.
- h) Responsable de caracterización de contaminantes; Dr. especialista en toxicología clínica: Dr. Javier Mallet.
- i) Responsable de gestión de riesgos, biólogo MSc en Ciencias ambientales: MSc. Aramís Latchinian.
- j) Responsable de biorremediación del predio, Dra en ciencias biológicas: Ph.D María Morel
- k) Responsable de fitorremediación, Dra. En Ciencias Biológicas: Ph.D. Rosanna Ginocchio.
- l) Responsable de medidas de remediación biológica del predio, Dra. en Ciencias Biológicas: Ph.D María Liz Yanez.
- m) Responsable de identificación, verificación de disponibilidad local y viabilidad de especies vegetales adecuadas para medidas de fitorremediación, especialista en viveros: Ing. Agr. Keiko Hikichi.
- n) Responsable de zonificación y parquización del área, especialista en paisaje: Lic. Carla Benítez.

Se realizaron reuniones quincenales con todos los integrantes del proyecto, aumentando la frecuencia en el período de realización de los trabajos de campo.

Al finalizar cada etapa se realiza una reunión semi-presencial de todo el equipo a fin de analizar los resultados y potenciar el uso de la información por parte de cada componente.

---

#### 4. RESUMEN DE TAREAS REALIZADAS

En las primeras reuniones de coordinación se establecieron las condiciones existentes para acceder al predio y las mejores opciones de seguridad para realizar los estudios.

Estos estudios correspondieron a una primera etapa en el proceso de determinación de las condiciones de resistencia, deformabilidad y compresibilidad del suelo en el terreno a los efectos de establecer zonas de estabilidad, zonas recuperables y zonas no aptas para fundaciones y/o construcciones.

Se recopiló información existente y se realizó un informe completando esos estudios con información actualizada, y basado en antecedentes y consultas.

También se recopilaron, organizaron y analizaron los estudios previos de evaluaciones, mediciones y registros de la situación del terreno Isla de Gaspar.

Se realizaron consultas directas a los habitantes y vecinos de la zona y en su área de influencia.

Simultáneamente se realizó un reconocimiento exhaustivo y descripción del suelo superficial para determinar las posibilidades de acceso y conocer la situación de la superficie (principalmente por las áreas anegadas).

Se realizaron estudios geofísicos a cargo de la consultora argentina PROINGEO con apoyo local del Lic. Daniel Abelenda para determinar la conformación de las canteras. Luego de varias pruebas sismográficas, se eligió utilizar la metodología de tomografía eléctrica para definición de las canteras originales.

Posteriormente, para la determinación del ciclo hidrológico del predio, se realizaron altimetrías y planialtimetrías detalladas, que permitió un relevamiento y graficación de todo el sistema de pluviales y de esta manera establecer las viabilidades y posibilidades de conectar desagües al saneamiento.

Por último se identificaron y caracterizaron los contaminantes presentes (metales pesados, hidrocarburos y orgánicos) a partir del diseño de un muestreo exhaustivo y el análisis de las muestras de suelo obtenidas. Se identificaron los contaminantes problemas que podrán ser distribuidos espacialmente en un mapa de dispersión.

En la siguiente tabla se presentan sombradas en verde las tareas ya realizadas de la propuesta original:

| OBJETIVOS ESPECIFICOS (3)  | RESULTADOS (9)  | ACTIVIDADES (20)   |   |
|--|---|--|---|
| <p><b>Objetivo 1:</b></p> <p>Determinación de condiciones de resistencia, deformabilidad y compresibilidad del suelo a los efectos de establecer zonas de estabilidad seguras, zonas recuperables y zonas no aptas para fundaciones y construcciones</p> | <p>1.1 Plan de estudios actualizado y basado en antecedentes y consultas</p>                                    | <p>1.1.1 Recopilar, organizar y analizar estudios previos, evaluaciones, mediciones y registros de la situación</p> <p>1.1.2 Realizar consultas en la zona y su área de influencia.</p> <p>1.1.3 Realizar inspección y descripción del suelo superficial</p>               |   |
|  | <p>1.2 Definición de los perfiles del suelo y subsuelo del área</p>   | <p>1.2.1 Realizar estudios geofísicos para definición de las canteras originales</p> <p>1.2.2 Caracterizar los perfiles, la situación del suelo superficial, la ubicación del firme y la napa freática</p> <p>1.2.3 Realizar altimetrías y planialtimetrías</p>            |   |
|  | <p>1.3 Determinación del ciclo hidrológico del predio</p>   | <p>1.3.1 Realizar un relevamiento y graficación de todo el sistema hídrico del predio</p> <p>1.3.2 Estudiar las viabilidades de conectar desagües al saneamiento</p>   |   |
|  | <p>1.4 Zonificación de las aptitudes para construcciones y uso recreativo</p>                                   | <p>1.4.1 Identificar los lugares estables</p>  |   |
|  |   | <p>1.4.2 Identificar los lugares inestables o de baja estabilidad</p>  |   |
|  | <p><b>Objetivo 2:</b></p> <p>Evaluación del riesgo toxicológico de exposición a la contaminación del suelo.</p> | <p>2.1 Identificación y caracterización de contaminantes</p>   | <p>2.1.1 Diseñar un muestreo y realizar el análisis de suelos</p> <p>2.1.2 Identificar y describir los contaminantes problema</p> <p>2.1.3 Realizar un mapa de dispersión de los contaminantes problema</p> |
|  |   | <p>2.2 Evaluación del riesgo de exposición a los contaminantes problema</p>  | <p>2.2.1 Realizar una caracterización toxicológica de los contaminantes problema</p>  |
|  |   |  | <p>2.2.2 Realizar un mapa de riesgos de exposición a los contaminantes problema</p>   |
|  |   | <p><b>Objetivo 3:</b></p> <p>Identificación, desarrollo y propuesta de medidas preventivas y/o correctivas (remediación) del área para definir aptitudes futuras de uso como espacio público abierto de uso recreativo seguro, teniendo en cuenta los objetivos 1 y 2.</p> | <p>3.1 Plan de mejora de las aptitudes de uso y mejora de estabilidad del predio</p>  |
|  | <p>3.2 Plan de remediación integrado del predio</p>   |  | <p>3.2.1 Desarrollar alternativas de sustitución, aislación y/o confinamiento</p>   |
| <p>3.2.2 Desarrollar propuestas de fitorremediación</p> <p>3.2.3 Desarrollar propuestas de biorremediación microbológica</p>   |   |  |   |
| <p>3.3 Definición de las condiciones de aptitud para usos recreativos</p>  | <p>3.2.4 Desarrollar propuestas de zonificación</p>   |  |   |
|  | <p>3.2.5 Desarrollar indicadores y plan de seguimiento</p>  |  |   |

## 5. DESARROLLO DE ACTIVIDADES PREVISTAS

- **Actividad 1.1.1: Recopilación, organización y análisis de estudios previos, evaluaciones, mediciones y registros de la situación de área de estudio.**

Se revisó la información existente y estudios realizados sobre el predio, a los efectos de profundizar el conocimiento de su estado socio ambiental.

Se realizaron estudios de campo y análisis de los informes de fotointerpretación del área (en primer lugar para verificar que el desarrollo del asentamiento se realizó sobre la antigua cantera).

La revisión de la información se realizó con dos objetivos principales:

1. Identificar el origen de los contaminantes para orientar el proceso de recuperación.
2. Elaborar una propuesta preliminar de zonificación (parque, instalaciones deportivas, áreas de conservación).

Se relevó y sistematizó la información disponible, que pueda resultar importante para el estudio ambiental y para el desarrollo de propuestas de recuperación del terreno de Isla de Gaspar.

La información analizada se ordenó según los siguientes criterios:

1. Bibliografía científica y técnica, aplicable directamente a la problemática de estudio.
2. Proyectos (sociales, ambientales, urbanísticos) y estudios realizados en Isla de Gaspar.
3. Noticias y artículos de prensa relativos al asentamiento de Isla de Gaspar
4. Entrevistas con informantes calificados (institucionales y sociales).
5. Planos, fotografías aéreas y satelitales entre otras piezas gráficas de interés.

Isla de Gaspar fue una cantera y después vertedero municipal. Entre 1920 y 1939 fue una cantera de granito en la que trabajaban presos. En la década de 1940 se transformó en vertedero municipal por lo que fue rellenado con basura de variado origen.<sup>1</sup>

### Descripción general del asentamiento y su entorno

La descripción del asentamiento realizada en agosto de 2015 refleja la actual situación<sup>2</sup>: un olor levemente agrío, basura diseminada por todo el predio, personas que conversan en la calle, poco tránsito de autos y la presencia de la policía.

### Población - Seguridad

En el año 2010 la población de Isla de Gaspar llegaba a las 1.000 personas, de las cuales el 47% tenía menos de 17 años.

<sup>1</sup>Isla de Gaspar: siete de cada 10 habitantes con parásitos. [www.espectador.com](http://www.espectador.com), 8 de abril de 2010

<sup>2</sup>"El cante más antiguo de Montevideo sigue esperando por el traslado". 30 de agosto de 2015. El Observador.

La vecina Shirley, conocida como "Pelusa" continúa liderando el movimiento de vecinos.

En el año 2015, Isla de Gaspar también se describía como una "realidad de las más complicadas de Montevideo".

La escuela N° 317, ubicada a menos de 10 cuadras del asentamiento y donde asisten la mayoría de los niños del asentamiento, es la que tenía el mayor porcentaje de repetición.

La esquina de Hipólito Yrigoyen e Iguá, es "donde ocurrió la mayor cantidad de rapiñas de Montevideo entre enero de 2011 y julio de 2015. Muchos vecinos de la zona tienen perros agresivos para protegerse de los robos".

La ocupación de los residentes de Isla de Gaspar es la realización de actividades informales (principalmente de changas y reciclaje) aunque también hay empleadas domésticas, obreros, cuidacoches, municipales, guardias de seguridad y dos policías. Hay un almacén y hay dos bocas de venta de droga. "Como pasa en todos lados, los vecinos saben pero prefieren no denunciar."<sup>3</sup>

También se identificaron puntos de quema de cables y actividades de recuperación de metales, clasificación, quema y disposición de residuos urbanos.<sup>4</sup>

### Infraestructura

"Cuando llueve mucho el agua baja desde "la montaña" (como le dicen al lugar que ocupa el centro del asentamiento) inunda las casas y convierte los caminos en pequeños ríos"<sup>5</sup>

El 95% de las casi 250 viviendas que hay en el asentamiento no tienen saneamiento y evacuan los vertidos en la superficie, en pozos negros o fosas sépticas. Sólo el 5% tiene conexión al saneamiento. Dos de cada tres cuentan con baños privados y el otro es compartido por más de una vivienda. Muchas viviendas son precarias sin tener baño ni agua potable.<sup>6</sup>

El saneamiento consiste en zanjas o canaletas a cielo abierto por donde circulan aguas cloacales y otros residuos sin ningún tratamiento.

El 99% de los pobladores tiene acceso al agua potable; el 61% dentro de su vivienda, el 33% en el predio y el 6% afuera del predio. El estudio se basó en la Caracterización y Clasificación de Riesgo de la Organización Mundial de la Salud y entre los tres niveles previstos (mínimo riesgo, riesgo ambiental medio y urgencia ambiental). Isla de Gaspar se clasificó como: "riesgo ambiental medio", estado para el que se recomienda "mantener la evaluación e implementar la restauración".

<sup>3</sup>"El cante más antiguo de Montevideo sigue esperando por el traslado". 30 de agosto de 2015. El Observador.

<sup>4</sup>Informe de metales pesados en suelos de Montevideo. Informe de actuaciones 2001-2009 Intendencia de Montevideo. Desarrollo Ambiental. Servicio Laboratorio Calidad Ambiental

<sup>5</sup>"El cante más antiguo de Montevideo sigue esperando por el traslado". 30 de agosto de 2015. El Observador.

<sup>6</sup>Isla de Gaspar: siete de cada 10 habitantes con parásitos. www.espectador.com, 8 de abril de 2010

### Contaminación-Salud

Siete de cada 10 habitantes de Isla de Gaspar tenían parásitos a inicios del año 2010. En el suelo se encontraron niveles altos de materia fecal y colibacilos por falta de saneamiento.

El problema mayor de salud es el alto nivel de parasitosis que está vinculado a la falta de saneamiento y al manejo de los residuos. Hay fecalismo en superficie humano y animal; las personas conviven con caballos, perros, gatos y aves.

En cuanto a los niveles de plomo, el 81% presentó menos de 10 microgramos por cada 100 mililitros de sangre (se considera elevado más de 20 microgramos).

Un 1% tiene niveles altos de plumbemia.

### Niveles de plomo en el suelo

En Isla de Gaspar se realizaron estudios de caracterización de suelos y rellenos en los años 2005 y 2006, respectivamente. Estas tareas fueron realizadas en el marco de la coordinación del Programa de Integración de Asentamientos Irregulares (PIAI) con la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) y la Intendencia de Montevideo (IM) dentro de los procesos de regularización de asentamientos que realiza el PIAI.

Como resultado del estudio de caracterización de suelos y rellenos en el asentamiento Isla de Gaspar, surge:<sup>7</sup>

- La IM y el MVOTMA han determinado no seguir adelante con el proceso de regularización del asentamiento en el marco del PIAI, dado los requerimientos del programa (Resolución Municipal N° 1327/09).
- La conformación de la Mesa Interinstitucional de Salud en la cual participan: MSP, MVOTMA, PIAI, IM (Divisiones Salud, Limpieza, Centro Comunal Zonal N° 6 y Junta Local correspondiente) y Comisión de Vecinos Isla de Gaspar "Por un Mañana Mejor."
- La planificación y realización de una intervención socio-sanitaria conjunta entre el MSP, PIAI, MVOTMA e IM, donde se continúan acciones a través de la Mesa Interinstitucional de Salud de Isla de Gaspar.
- La creación de un Grupo de Trabajo que tendrá como objetivo establecer un modelo sustentable de planificación y gestión realizando una propuesta, en el marco del Plan Especial del Arroyo Malvín, del Plan Estratégico de Desarrollo Zonal del Servicio Centro Comunal Zonal N° 6 y de las políticas de inclusión social que esta Intendencia impulsa para la población más carenciada, considerando la participación de los Organismos del Estado que estime conveniente, de forma de asegurar el éxito social, económico y urbano de la propuesta.

Los criterios empleados para sugerir la reubicación de las familias afectadas en viviendas aportadas por el MVOTMA, corresponden a pautas aprobadas por la Comisión interinstitucional.

---

<sup>7</sup>Informe de metales pesados en suelos de Montevideo. Informe de actuaciones 2001-2009 Intendencia de Montevideo. Desarrollo Ambiental. Servicio Laboratorio Calidad Ambiental

El criterio general que apoya el traslado se basa en la contaminación por plomo en suelo y en los resultados elevados de plumbemia en niños y mujeres gestantes. En ese marco, se acordó un criterio de priorización en función de áreas con situaciones de riesgo de carácter particular y de carácter global:

Situaciones de riesgo de carácter particular:

- Niños con valores de plomo que exijan tratamiento con quelante si no ha sido posible disminuir su riesgo de exposición.
- Niños de dos años y menos con valores de plumbemia, mayores o iguales a 20 µg/dl, en cuya vivienda se hayan encontrado niveles de contaminación con plomo que no puedan ser remediados.
- Mujeres embarazadas, con plumbemias mayores o iguales a 20 µg/dl, en cualquier tiempo de gestación, en las zonas consideradas precedentemente de riesgo o en cuya vivienda se hayan encontrado niveles de contaminación con plomo, y que no sea posible el procedimiento de remediación.

Situaciones de riesgo de carácter global:

- Viviendas asentadas sobre terrenos rellenos o viviendas inundables que presentan contaminación por plomo y que no pueden ser remediadas en forma individual.

De acuerdo a los antecedentes, los posibles contaminantes que serán caracterizados y evaluados, (Contaminantes Problema - CP) son Pb y Cr, prestando atención a posible concentración superficial de Cu y productos orgánicos.

No obstante, el mayor problema es el alto nivel de parasitismo de los actuales pobladores del asentamiento, que está vinculado a la falta de saneamiento y el manejo de los residuos.

### - **Actividad 1.1.2: Realización de consultas y entrevistas en la zona y su área de influencia**

Se consultó a los residentes sobre el tipo de actividad en el sitio y su entorno (recreativa, residencial, comercial, reciclaje de residuos) y se recopiló información acerca de usos pasados del sitio.

El objetivo de las consultas fue:

1. Caracterizar el área en base a las experiencias y el conocimiento de la población residente en el entorno al asentamiento Isla de Gaspar.
2. Relevar las necesidades y expectativas de un espacio público para el barrio.

La metodología de trabajo se centró en realizar una consulta a diversos actores del entorno del asentamiento Isla de Gaspar. La consulta se centró en la población residente en el entorno al asentamiento, por ser las personas que van a permanecer en el tiempo y las que van a estar directamente vinculadas al espacio público a construir.

- 
- a. Se elaboró un cuestionario teniendo en cuenta el objetivo planteado, incluyendo distintos instrumentos (preguntas e imágenes fotográficas a distintas escalas), como se puede ver el en Anexo I. (Las imágenes utilizadas fueron proporcionadas por PIAI-IM, como parte de sus ideas para realizar el proyecto del espacio público.
  - b. Se realizaron un total de 15 relevamientos de campo a distintos actores del entorno del asentamiento Isla de Gaspar.
  - c. Se sistematizó la información relevada en una planilla Excel para facilitar el procesamiento de los datos y su posterior interpretación. En el Anexo II se presenta la síntesis de los datos recabados.



Localización de las consultas

Los lugares donde se realizaron las consultas dependieron de donde se ubicaban las personas en el entorno. En varios puntos no se observó la presencia de personas. Como se indica en las fotos a continuación, se cubrió la mayor parte del perímetro del asentamiento Isla de Gaspar.

Se realizaron consultas a personas residentes en el área, comerciantes (por ejemplo verdulería y quiosco) y a instituciones sociales y educativas (CAIF Juan XXIII Hermana Carmen y Centro Comunitario de educación inicial Valparaíso).



Izq.: Centro Comunitario Valparaíso;



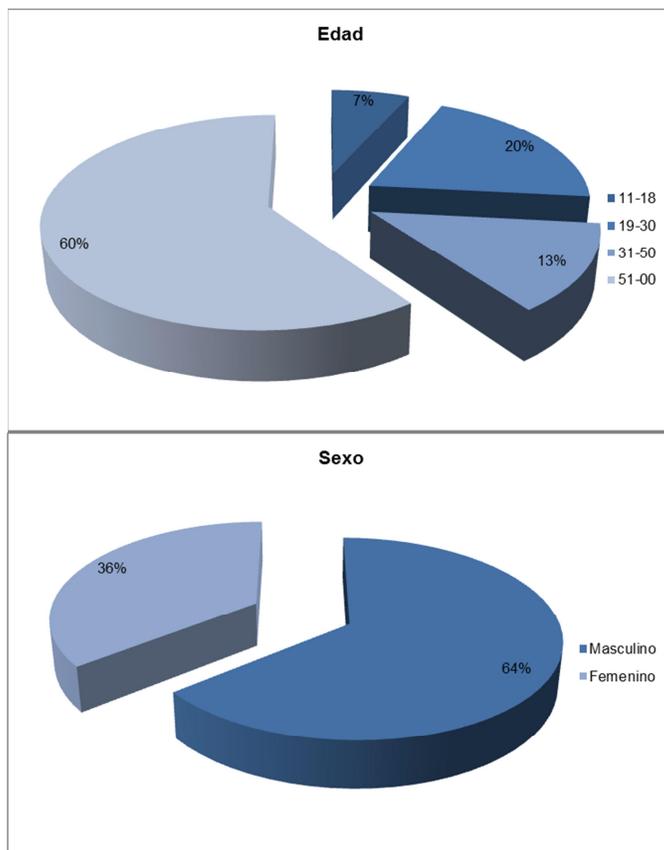
Der.: CAIF Juan XXIII Hermana Carmen

Los resultados de las consultas se presentan en tres partes (al igual que se diseñó la hoja de consulta).

#### *Caracterización de la población consultada*

El 60% de las personas consultadas es mayor de 50 años. Esto se debe corresponder al momento de las consultas, (que se realizaron en la semana) y que son las personas que se encuentran en el barrio.

Aunque se intentó que la consulta se dividiera en partes iguales entre mujeres y hombres, la mayoría de las consultas, el 64%, se realizó a hombres.

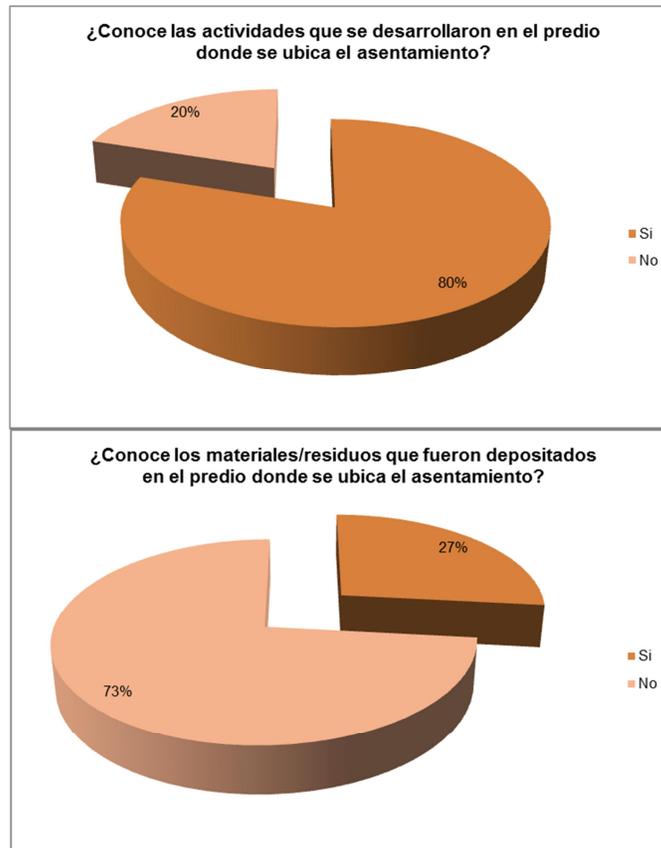


Otro dato importante es que el 60% de las personas consultadas nacieron en el barrio.

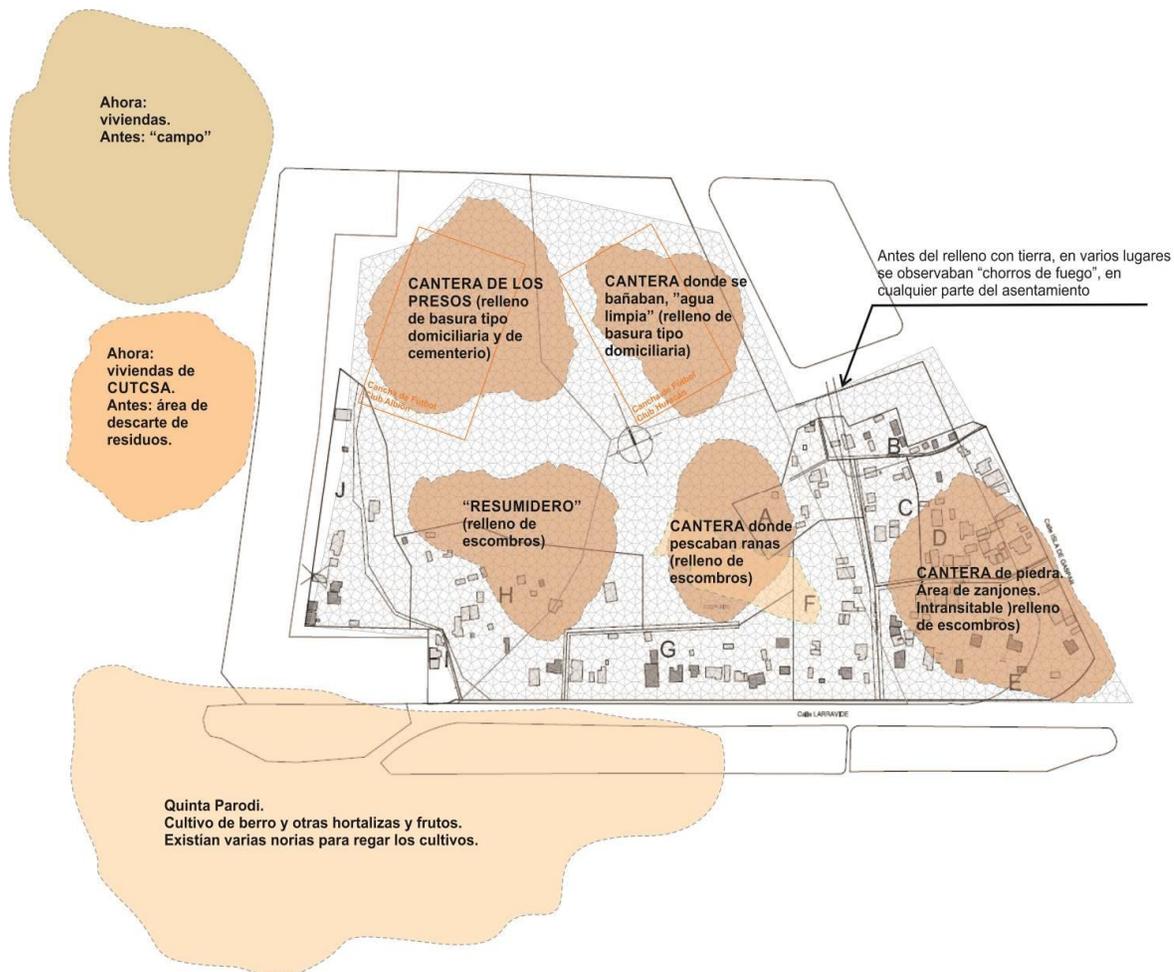
Caracterización del área de estudio

Preguntas 1.1 y 1.2:

El 80% de las personas consultadas conocen las actividades que se desarrollaron previas al asentamiento, porque les contaron o lo vivieron. Pero el 73% dice no conocer cómo se rellenaron las canteras.



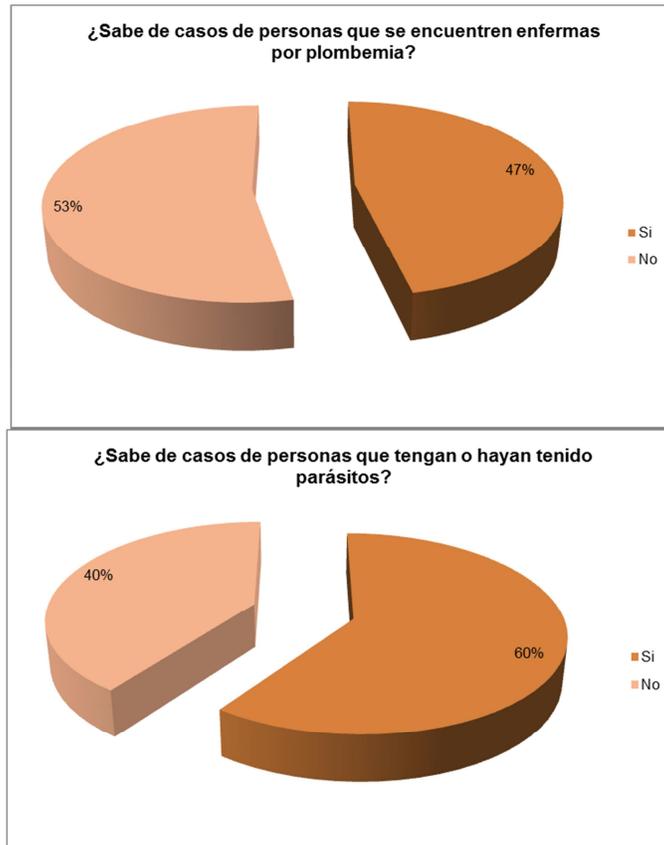
Aunque algunos de los datos no coinciden, a continuación se grafican los principales datos que surgen de las respuestas:



Preguntas 1.3 y 1.4:

Con respecto al conocimiento sobre casos de plumbemia, el 53% dice no conocer casos. La percepción de los casos de plumbemia es que "hay muy pocos casos".

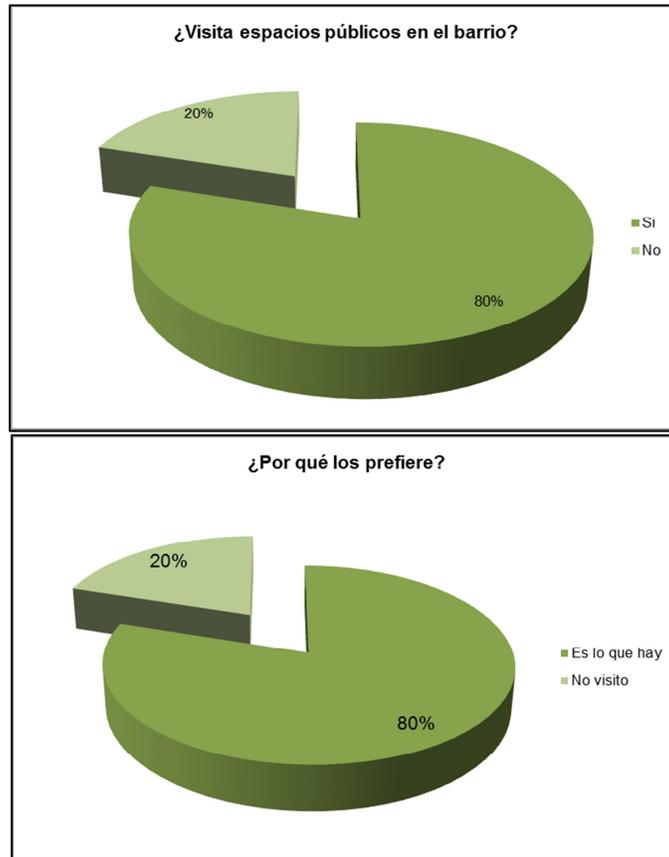
Con respecto al conocimiento sobre casos de parásitos, el 60% dice conocer casos y afirman que "es muy común" y que se da en "todos los niños".



Características del producto final

Preguntas 2.1 y 2.2

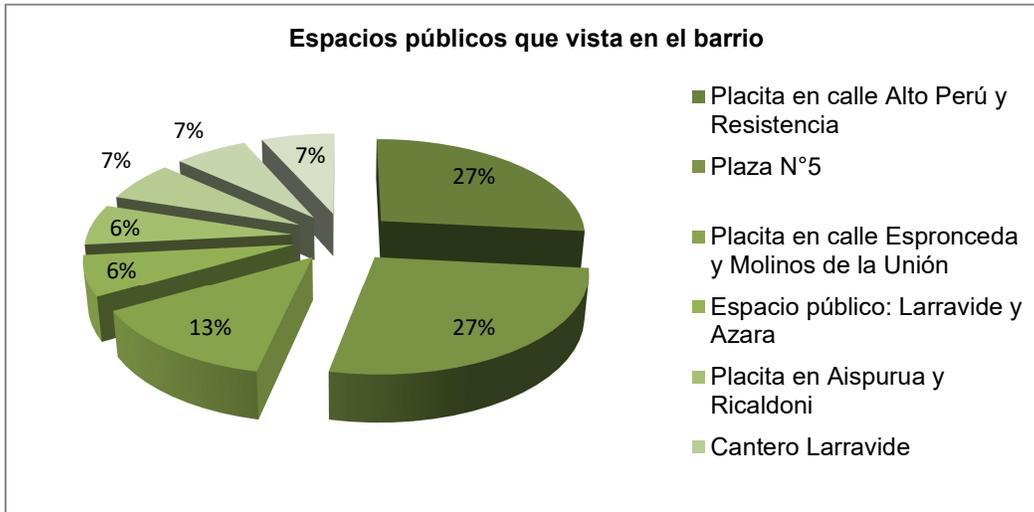
El 80% de las personas consultadas visitan espacios públicos del barrio, aunque los visitan por ser "lo que hay". Los espacios públicos del barrio se encuentran vandalizados. Los bancos y mesas se encuentran rotos, las hamacas fueron robadas y sólo quedan algunas estructuras.



Los principales espacios utilizados (54%) son la placita en la calle Alto Perú y Resistencia y la Plaza N°5. Estos espacios son los que se conservan en mejor estado y son los mas alejados del área de estudio, ubicándose en un radio de 1000m.

El siguiente espacio más utilizado (13%), es la placita en calle Espronceda y Molinos de la Unión, que se ubica en un radio de 300m. Esta plaza se encuentra bastante bien mantenida, aunque ya la han vandalizado, al igual que la placita ubicada en Aispurua y Ricaldoni.

Los espacios menos utilizados son los que se ubican en el entorno inmediato al área de estudio. Son espacios que se encuentran en muy mal estado, que apenas cumplen su función:



En el siguiente gráfico se indican los espacios públicos utilizados en el barrio y su ubicación con respecto al área de estudio.

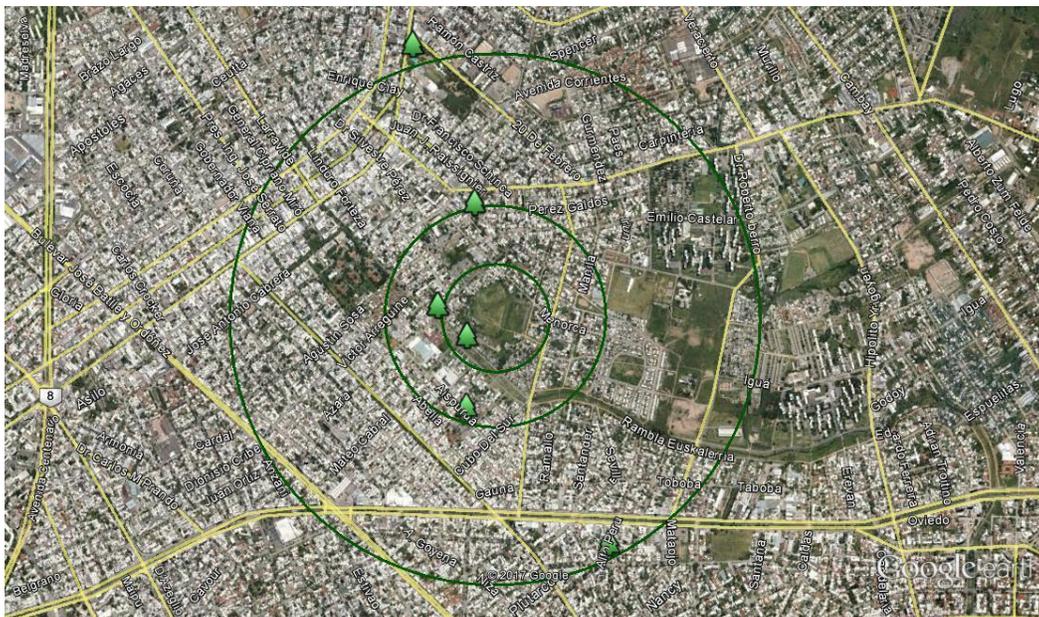


Imagen de Google Earth con la ubicación de los espacios públicos del barrio, con respecto al área de estudio

En las siguientes imágenes se muestran los espacios públicos ubicados en Larravide, entorno inmediato del área de estudio. Se puede observar que sólo se encuentran las estructuras y algún equipamiento. Estas áreas también son utilizadas para el pastoreo de los equinos y para el descarte de residuos.



Izq.: Cantero central Larravide;



Der.: Espacio ubicado en Larravide y Azara

Las siguientes imágenes son de la placita ubicada en Aispurua y Ricaldoni. Este espacio conserva las principales estructuras y el equipamiento que no se ha podido vandalizar, como los bancos de hormigón y caños metálicos. De las canchas deportivas y los juegos infantiles sólo quedan las principales estructuras.



Placita ubicada en Aispurua y Ricaldoni

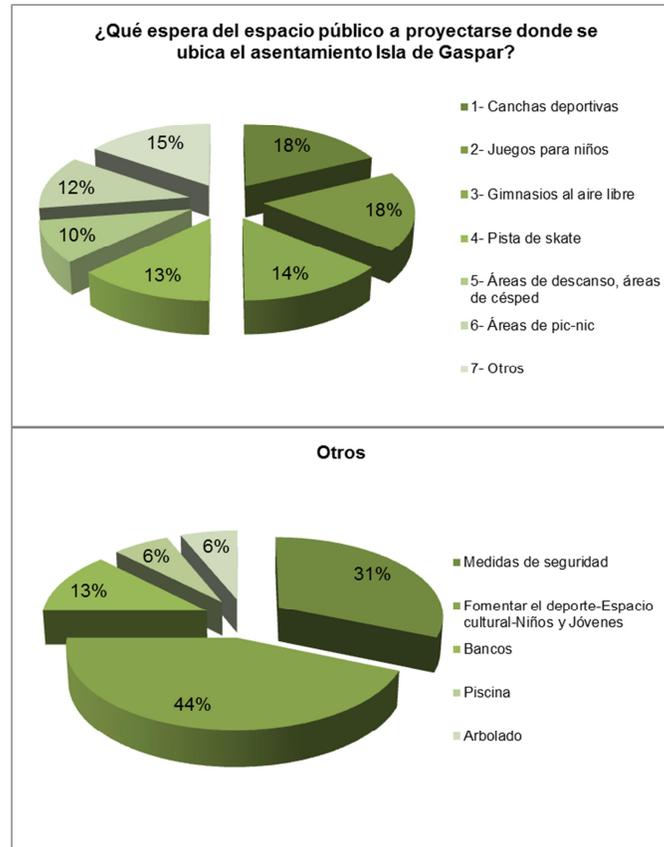
### Pregunta 2.3:

Con respecto a lo que se espera del espacio público a ubicarse en el área de estudio las principales instalaciones y actividades son: canchas deportivas, juegos para niños, gimnasios al aire libre y pistas de skate.

Sin alejarse tanto, también se esperan áreas de pic-nic, así como áreas de descanso, y áreas de césped limpias y cuidadas.

El 44% de los consultados entiende que el espacio a proyectar debe de fomentar el deporte y las actividades culturales. El principal público que tiene que atender es a niños, jóvenes y adolescentes.

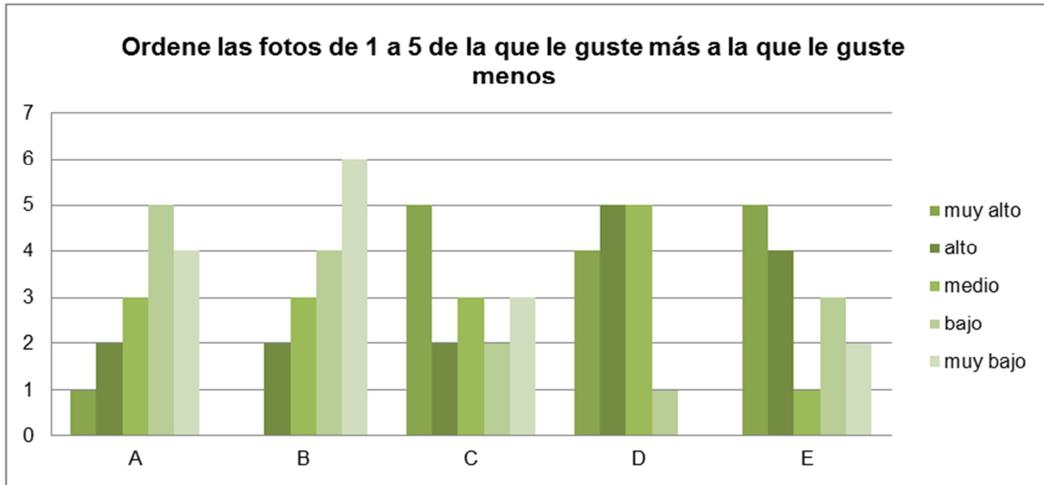
Otro aspecto importante a atender es tomar medidas de seguridad: buena iluminación, participación ciudadana (para que los vecinos sientan el espacio como propio), guarda parques (que puede ser alguien respetado del barrio).



**Pregunta 2.4:**

Con respecto a esta pregunta es importante destacar que las respuestas dependen mucho de la interpretación de cada una de las imágenes pero también es importante porque se tiene una opinión sobre las primeras ideas formales que se están pensando para el espacio público.

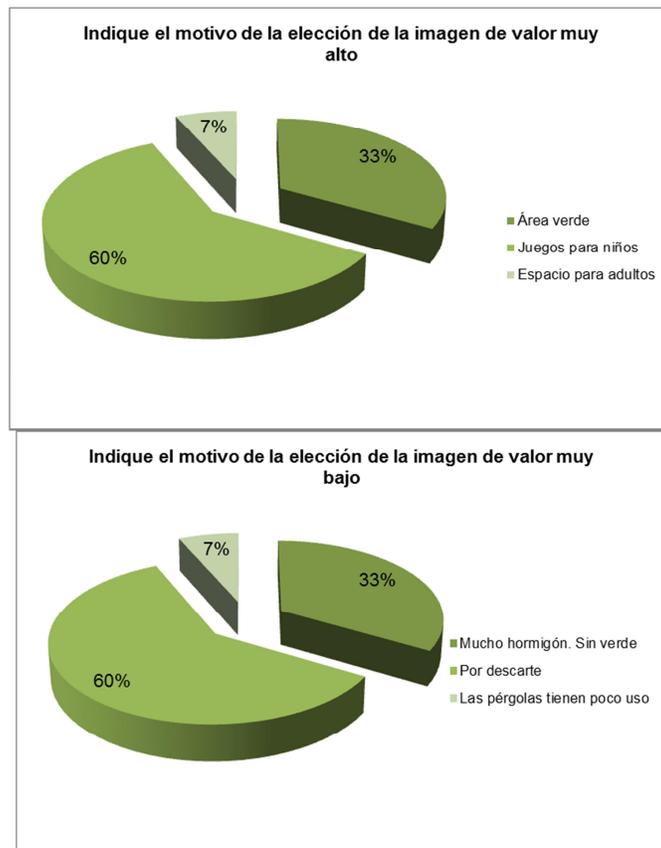
Las imágenes que más le gustaron a las personas consultadas son la C (sendero con vegetación) y la E (juegos para niños). Y la que menos gustó es la imagen B (pista de skate). Estos resultados son acordes a las necesidades manifestadas en la pregunta anterior.



Preguntas 2.5 y 2.6:

El 60% de los consultados dice haber hecho la elección que hizo por ser "juegos para niños", "que es lo que necesita el barrio".

El 60% de los consultados no dejó la última por entender que no le gusta, sino "por descarte", por priorizar las otras.



### Conclusiones parciales

Aunque la consulta abarca una población pequeña del barrio, (no se debe considerar una muestra representativa), creemos que el resultado puede ser útil teniendo en cuenta esto.

El gráfico resultante de las consultas, donde se ubican las diferentes actividades que se realizaron en el área, se completa con el resultado de las muestras de suelos (el gráfico contribuye a la interpretación de los resultados).

Todos los datos relevados sobre las necesidades del espacio público para el barrio son elementos de entrada para la elaboración de los proyectos de parquización. También lo son los resultados de las preferencias de las imágenes y sus razones.

#### **- Actividad 1.1.3: Inspección y descripción del suelo superficial**

Se realizó un relevamiento y una inspección visual de la situación del suelo superficial para actualizar la información, teniendo en cuenta las construcciones existentes, materiales y vegetación en superficie.

Se obtuvo información valiosa para la planificación de la etapa posterior de caracterización.

La metodología de trabajo se centró en visitas al sitio y en consultas a vecinos.

En las visitas se tomaron registros fotográficos, se registraron puntos de interés en un GPS y se tomaron apuntes sobre la cartografía del área.

Se realizó un total de 4 visitas y se ratificaron datos con los vecinos.

Los datos relevados se presentan graficados sobre una imagen de Google Earth, acompañados de fotografías.

### Accesos y seguridad para el trabajo

El área de estudio presenta dificultades en relación a la seguridad. El área más segura es el local de la Intendencia, ubicado en uno de los vértices del asentamiento. Los accesos más seguros son los que se ubican desde la calle Menorca (al norte del asentamiento) y desde la calle Isla de Gaspar (al oeste del asentamiento).

Los accesos más inseguros son los que se encuentran sobre Larravide. Aunque Larravide es de dos vías sólo se recomienda transitar, en los dos sentidos, por la vía al sur.

Dentro del asentamiento también existen senderos que permiten recorrer su interior. Para recorrerlos y no tener inconvenientes, se recomienda estar acompañado de un vecino respetado.



**Accesos y seguridad para el trabajo**



Senderos



Izq. Acceso a Larravide; Der.: Larravide, vía norte



Izq. Sendero; Der.: Larravide, vía norte

### Identificación de árboles notables y otros valores ambientales

El área de estudio presenta árboles de gran porte que son importantes de conservar en el proyecto de espacio público. La especie que se encuentra en mayor abundancia es *Salix humboldtiana* (Sauce criollo) y la especie más destacable por su tamaño es *Ficus sp.*.

También se destacan unos individuos de la especie *Phoenix canariensis* (Palmera), así como *Phytolacca dioica* (Ombú) y *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó).



Identificación de árboles notables



Sauces



Ombú



Timbó



Ficus sp.

**Basurales endémicos y transitorios, sitios de quema de cable y otros pasivos**

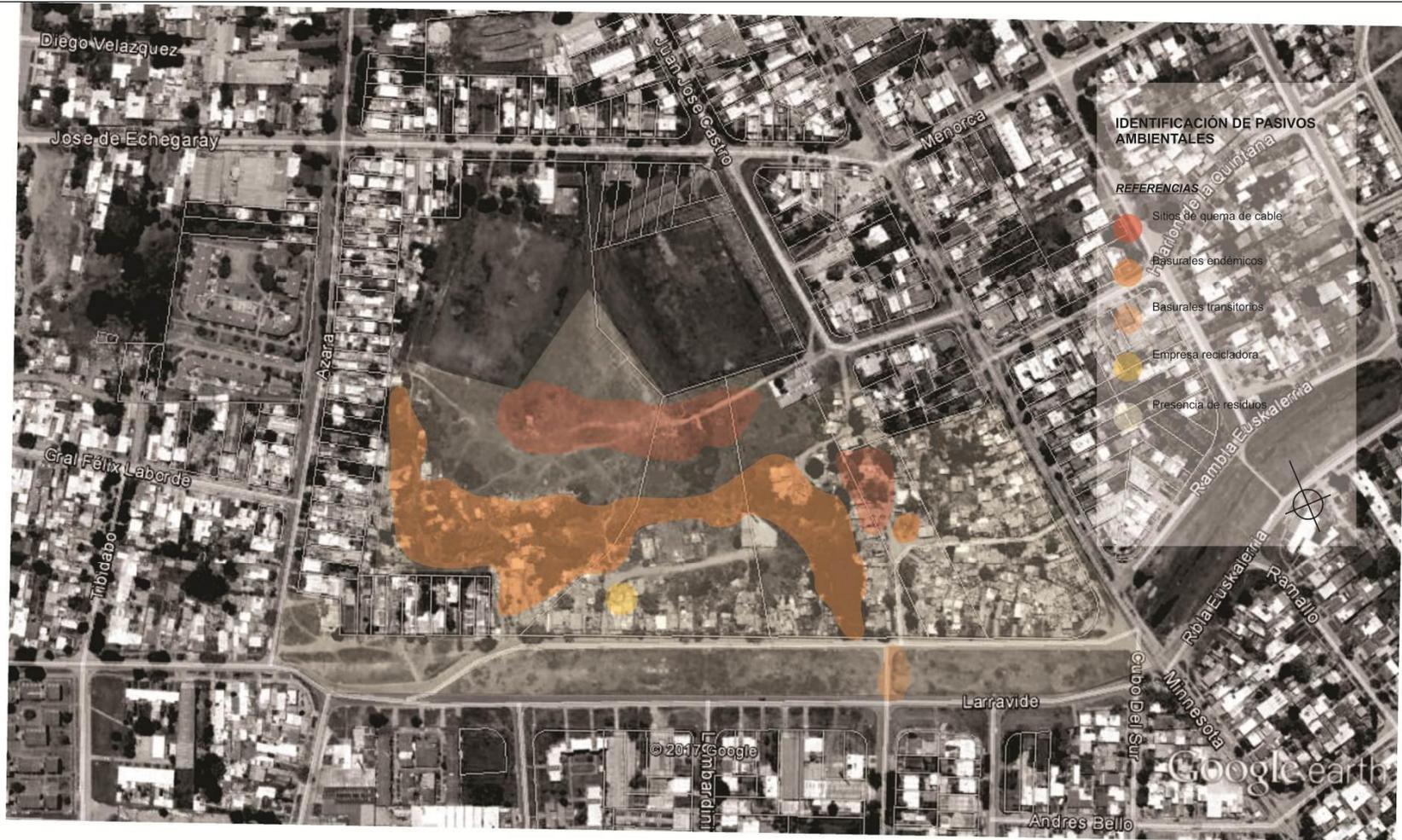
En toda el área baja del asentamiento se observa la presencia de residuos.

Existen áreas, debajo de los arbustos y árboles, donde el acceso es dificultoso y los residuos se fueron acumulando, generando basurales endémicos.

---

También existen áreas de descarte, por ser la principal actividad de la población del asentamiento, la recolección y segregación. De esta forma se generan basurales transitorios, que con frecuencia la Intendencia los limpia.

Con respecto a la quema de cable y de otros elementos, la principal área, es la zona alta, al sur de las canchas deportivas. También se identificó un área de quema de cables sobre el sendero, al sur del local de la IM.



Identificación de pasivos ambientales



Basurales endémicos



Basurales transitorios

### Zonas anegadas, cursos de agua y escurrimiento superficial

En el área existe principalmente una zona anegada de forma permanente y existen áreas que al llover mucho quedan anegadas en forma temporal.

Los principales escurrimientos sigue el sentido de los senderos y en dirección a Larravide. Lo mismo sucede con los efluentes, ya que en el asentamiento no se cuenta con sistema de saneamiento. Los vecinos dicen que la zona alta, llamada "la montaña", continúa escurriendo, pasados varios días sin que llueva.



**Escurreimientos superficiales**



Área anegada



Izq. Pluviales cancha Huracán Buceo y área donde queda anegada en forma temporal; Der.: Cuneta con dirección a Larravide. Conduce pluviales y efluentes doméstico



Izq. Cancha Albion anegada en forma temporal; Der.: Conducción de pluviales y efluentes domésticos

---

### - **Actividad 1.2.1: Estudios geofísicos para definición de las canteras originales**

Se estudiaron las características del subsuelo mediante métodos geofísicos a fin de determinar las propiedades físicas de los distintos estratos y fundamentalmente poder determinar el techo de roca de las antiguas canteras.

Los trabajos fueron realizados por la empresa PROINGEO y dirigidos por los siguientes expertos:

- Ing. Geodesta-Geofísico Orestes Cittadini
- Lic. en Geología Daniel Abelenda
- Ing. Geodesta-Geofísico Ruggiero Curcio

La determinación de los perfiles permitió confirmar y establecer la conformación de las canteras originales fueron rellenadas con el material de descarte y su uso como vertederos de residuos.

En primer lugar se realizaron estudios sísmicos de refracción para evaluar la respuesta que se obtenía y los contrastes de velocidades entre las capas superficiales del basural y la roca.

Se realizó el tendido de una línea sísmica de 24 geófonos espaciados cada 10m, cuyo centro coincidió con la Tomografía Eléctrica IG1. Se efectuaron series de golpes a -10m del geófono 1, entre los geófonos 1-2, 4-5, 8-9, 12-13, 18-19, 23-24 y a 40m del geófono 1.

Si bien se observaba un importante ruido sísmico ambiente, igualmente se completó el estudio de esta línea. Se intentó un filtrado digital de los registros pero no se tuvo buen resultado ya que las señales no eran claras por diversos motivos: mucho ruido ambiente de talleres y fábricas en las cercanías, niños jugando al fútbol en forma permanente en el lugar y fundamentalmente por la mala transmisión de las ondas elásticas en el terreno de relleno de las antiguas canteras. Solamente se recibía señal aceptable en dos o tres geófonos.

Por esta razón se decidió efectuar una prueba mediante Tomografía Eléctrica con diferentes tipos de configuraciones a los efectos de evaluar cual se ajustaba adecuadamente a los objetivos del proyecto.

La prueba constató que la nueva metodología daba buenos resultados, ya que el contraste de resistividad entre el relleno de las canteras y la roca es muy grande y se puede determinar con cierta facilidad el techo de la roca.

Los programas utilizados para la interpretación de las Tomografías Eléctricas trabajan en forma óptima en subsuelos de capas homogéneas y sub horizontales. En este caso el subsuelo es sumamente heterogéneo y los resultados pueden tener algunos desajustes con la realidad. Por tal razón las Tomografías Eléctricas se interpretaron con dos Software de características disímiles: el RESD2INV y el RIMAGER.

El resultado de campo obtenido es un conjunto de datos de resistividad aparente dispuestos en forma de pseudosección, a partir de los cuales se efectúa una interpretación cualitativa, permitiendo inferir la existencia de sectores subterráneos anómalos. Posteriormente y una vez identificados los mismos, se llevó a cabo un post-procesamiento efectuando un modelado 2D introduciendo los datos en el programa que calcula por rutinas de inversión la resistividad verdadera y profundidad del subsuelo (Anexo III)

Luego de realizada la primera Tomografía Sísmica prevista, y de comprobar que el método no daba los resultados esperados, se concentraron los esfuerzos en las Tomografías Eléctricas de Alta Resolución. Se practicaron TE con varias configuraciones electrónicas a los efectos de elegir la que se considerara más adecuada. La configuración Wenner Schlumberger 2 fue la que dio mejores resultados. Por lo tanto fue la que se utilizó en todas las mediciones.

La exploración se programó de manera de poder investigar a la mayor profundidad posible con el mejor detalle, buscando detectar el techo de roca de la cantera. En la siguiente figura se muestra las líneas relevadas, las perforaciones realizadas y las propuestas:



---

En ámbar se muestra la ubicación de las TE, en azul los pozos conocidos y en rojo los pozos propuestos que nos ayudarían a calibrar la interpretación.

### - **Actividad 1.2.3: altimetrías y planialtimetrías del predio**

Puntos de apoyo relevados con GPS (TRIMBLE R8s)

Se realizaron vuelos en la zona, abarcando además las calles perimetrales del área establecida. La planificación del vuelo se realizó de forma que permitió obtener como resultado curvas de nivel cada 0.25 m.

Se realizaron los distintos levantamientos topográficos en campo, se los representó espacialmente en diversos formatos y se los compartió como insumo a los diferentes técnicos que intervienen en el proyecto.

#### Actividades realizadas

1. Visita y reconocimiento del área (relevamiento visual)
2. Materialización de puntos de apoyo georreferenciados mediante equipos GPS.
3. Vinculación del relevamiento a los distintos sistemas planialtimétricos:
  - Sistema de Referencia: SIRGAS-ROU98
  - Proyección Cartográfica: UTM
  - Sistema de Referencia Altimétrico: Cero Oficial
4. Relevamiento con Drone
5. Relevamiento de puntos auxiliares con topografía tradicional
6. Procesamiento de los datos.

En un relevamiento inicial se obtuvieron los primeros datos de campo, los cuales permitieron preparar el trabajo posterior y saber de antemano con que dificultades nos podríamos encontrar para realizar el trabajo.

Para el vuelo con DRONE se colocaron puntos de control sobre el terreno para poder corregir y vincular las imágenes que toma el equipo con el sistema de referencia elegido. Estos puntos fueron correctamente distribuidos en la zona del proyecto.

La vinculación altimétrica se hizo a partir de mediciones diferenciales con una base fija del Servicio Geográfico Militar y aplicando un Modelo Geoidal a toda la zona del proyecto.

La vinculación planimétrica se llevó a cabo haciendo un ajuste de coordenadas de la base GPS utilizada por nosotros con la base GPS del SGM ubicada en la Fortaleza "General Artigas" Cerro de Montevideo.

Las coordenadas oficiales son:

- Latitud: 34°53'17".951S
- Longitud: 56°15'35"576 W
- UTM(X): 567629.27 m
- UTM(y): 6139091.90 m

- 
- Zona: 21
  - Altura elipsoidal: 158.083
  - Altura referida al nivel del mar: 143.175 m

El software utilizado para esta etapa es el Trimble Business Center, el cual permite la realización de las diferentes correcciones a la base para el post-proceso.

#### Relevamiento con Drone

Teniendo en cuenta la resolución de la cámara se definió la altura de vuelo, para obtener un producto con las precisiones exigidas para el trabajo. Fue así que se decidió que la resolución espacial del producto fuera de 3,5 cm, lo cual se logró sin problemas. El vuelo duró aproximadamente 30 minutos y no tuvo inconvenientes.

Con los resultados obtenidos con el Drone, se realizó un relevamiento complementario tradicional en zonas donde el Drone no pudo obtener información. Es así que se utilizó receptores GNSS con método diferencial para extraer información de campo.

#### Equipo topográfico utilizado.

- Receptores GNSS Trimble R8s.
- Dron Trimble UX5

#### Procesamiento de datos

El procesamiento de los datos del Drone se hizo con el software Pix4D, que realiza un proceso automático para unir las imágenes obtenidas del relevamiento y luego se colocan los puntos de control para realizar el último ajuste.

De este software se exporta la imagen georreferenciada de toda el área y una nube de puntos en el sistema de referencia elegido. Este conjunto de datos fue importado al software Terrasolid, que permite trabajar con nubes de puntos y obtener un modelo de terreno de la zona a estudiar.

El MDT fue llevado al CIVIL 3D para realizar los últimos ajustes y fusionar los datos provenientes del relevamiento convencional, el MDT y la ortofoto.

Se adjunta plano del relevamiento realizado (Anexo IV) y archivos cad, archivos Civil Cad con el MDT y archivos xml con la superficie. Todos estos archivos están georreferenciados en el sistema de referencia descripto anteriormente.

---

### - **Actividad 1.3.1: Relevamiento y graficación del sistema hídrico del predio**

El objetivo fue relevar y analizar los escurrimientos pluviales en el marco de la "Propuesta de recuperación y usos del terreno Isla de Gaspar", con especial énfasis en los siguientes aspectos:

- Desagües existentes
- Pendientes y tipos de conexión al sistema de saneamiento
- Puntos de acumulación de agua

El análisis realizado se basa en el estudio de la topografía del terreno para establecer la tendencia general del escurrimiento superficial e identificar zonas de flujo hidráulico con comportamiento singular.

El objetivo final es determinar un sector apropiado para la recepción y el tratamiento de la totalidad de las aguas de escurrimiento superficial del predio.

La zona de estudio comprende una superficie aproximada de 12 há integrada por el asentamiento de Isla de Gaspar, las canchas de los clubes Huracán Buceo y Albión y su área de influencia inmediata.

Por tratarse de un predio de localización de antiguas canteras que fueron rellenadas con residuos (como se explicó previamente), su topografía es resultado de movimientos de tierra y rellenos efectuados sin un ordenamiento planificado.

#### Relevamiento topográfico

La topografía del terreno se caracteriza por tener una zona relativamente alta, separada del resto por un barranco de 6m de altura máxima. En la zona alta se ubican las canchas, donde el terreno presenta terraplenes que conforman barreras hidráulicas y depresiones que contribuyen a la anegación del suelo.

La zona baja presenta pendiente suave y uniforme, con caída hacia el sur y este. El punto más bajo del terreno se sitúa sobre su vértice sur, en la intersección de las calles Larravide e Isla de Gaspar. En esa esquina se cruza con el arroyo Malvín.

La hidrografía del predio no presenta cursos de agua. En la zona baja se identifica una depresión del terreno donde el agua tendería a acumularse por ser un sector relativamente bajo y sin vías de salida, propiciando el confinamiento, que en los estudios antecedentes se identifica como "Bañado".

Se estima que la depresión posee 1.000m<sup>2</sup> de superficie y profundidad máxima de 1,50m. A priori no se percibe como una zona compleja en relación a su drenaje pluvial.

### - **Actividad 1.3.2: Viabilidad de conectar estas aguas al saneamiento**

A partir de la interpretación cromática y de curvas de nivel del modelo de terreno, se zonifica el predio en cuatro regiones diferenciadas por su patrón de escurrimiento.

#### 1. Cancha de Huracán Buceo:

Comprende una superficie aproximada de 2 há abarcando a la cancha y su entorno inmediato. El terreno de la cancha propiamente dicha está deprimido, por lo que el escurrimiento se concentra allí. La cancha posee drenaje perimetral que está en funcionamiento y deriva el agua hacia la zona sur del predio mediante una conducción enterrada.

#### 2. Cancha de Albión:

Comprende la cancha y los alrededores, abarcando una superficie aproximada de 2 há. Esta cancha también se encuentra deprimida pero no posee sistema de drenaje, por lo que el agua queda estancada produciendo una inundación temporal hasta que todo el volumen infiltra en el terreno.

#### 3. Vértice Norte:

Incluye la superficie ubicada al norte de las canchas y un sector al oeste de la cancha Albión, de aproximadamente 2 há. Las pendientes de ese sector conducen los escurrimientos hacia las calles límites del predio, Azara y Menorca.

#### 4. Zona Sur:

Ubicada al sur del predio, comprende una superficie de 6 há que escurre hacia la calle Larravide mediante la cual el agua se conduce hacia el cruce de esta calle con Isla de Gaspar. En esa esquina se sitúa el punto más bajo del predio.

Las zonas se ilustran en los esquemas adjuntos (Anexo V), donde también se indican las tendencias de flujo superficial que presenta el terreno. Adicionalmente se presentan algunos perfiles de terreno que permiten visualizar claramente las diferencias altimétricas (Anexo VI).

A partir del análisis realizado se considera propicia la acumulación de los escurrimientos en el vértice sur del predio por tratarse de la zona más baja del terreno y hacia donde escurren gran parte de las aguas (el 70% del área total). Este sector también posee la ventaja de situarse inmediato al arroyo Malvín, pudiendo ser ese curso el receptor de las aguas, siempre y cuando las mismas fueran de calidad apta para verter a corriente de agua.

Para captar la totalidad del escurrimiento del predio deberán realizarse obras de conexión entre las áreas que no escurren de forma natural hacia el sur del predio: las zonas Cancha Albión y Vértice Norte.

También deberán implementarse vías de drenaje a la zona de "Bañado".

### - **Actividad 2.1.1: Diseño de muestreo y análisis del suelo**

Se buscó determinar la distribución de posibles contaminantes en el sitio de estudio a nivel horizontal y vertical<sup>8</sup>.

Teniendo en cuenta los usos históricos del suelo (vertedero de residuos) y algunas de las actividades presentes (quema de cables), además de los estudios analíticos ya realizados en el predio (antecedentes), se buscaron aquellos contaminantes que pueden estar presentes en la actualidad.

La información histórica recopilada en "Caracterización de suelos y rellenos en el Asentamiento Isla de Gaspar" elaborado para el PIAI (2007) y otras fuentes relevadas en el marco de este estudio, indican presencia en el entorno del predio en diferentes momentos de industrias, vertimientos cloacales no controlados y actividades de reciclaje en el terreno a estudio.



<sup>8</sup>ISO (International Standard Organization). 2002. ISO/TC 190/SC2. 2004. Soil quality. Sampling. Part 5: Guidance on investigation of soil contamination of urban and industrial sites.

---

### Muestreo primario

Se seleccionaron como parámetros de esta etapa exploratoria los siguientes contaminantes:

- Pb, Cd, Cu, Zn, Cr
- Hidrocarburos totales de petróleo (TPH)
- Fracción diesel y gasolina de los hidrocarburos (GRO-DRO)
- Hidrocarburos aromáticos poli cíclicos (PAHs)
- Compuestos fenólicos discriminados (incluyendo pentaclorofenol)
- Compuestos orgánicos clorados.

Se realizó un muestreo aleatorio dividiendo la zona a estudio en 24 unidades de muestreo de 0,5 Has. Tomando muestras superficiales (10cm,) y en profundidad donde se consideró necesario.

Los potenciales contaminantes analizados para discutir una hipótesis conceptual de la contaminación existente, incluyen Pb, Cr, Ni, Zn y Cu como indicadores de contaminación por metales pesados, compuestos orgánicos volátiles clorados, fenoles e hidrocarburos varios de petróleo:

#### Resultados primarios.

Se considera intermedio (amarillo) el valor comprendido entre el menor y el mayor valor de EPA- CANADA (Ej. Pb entre 140 y 400mg/Kg).

Se considera alto (rojo) valor mayor que el mayor valor entre EPA-CANADA (Ej. Pb mayor que 400 mg/Kg)

Todos los valores de compuestos orgánicos se encuentran por debajo de la norma.

- Se encontraron valores intermedios de plomo, cobre, zinc y cromo en el punto A1
- Se encontraron valores altos de plomo, cobre y cromo en el punto E1
- Se encontraron valores intermedios de cadmio en el punto E1
- Se encontraron valores intermedios de plomo en los puntos E3 y E4
- Se encontraron valores intermedios de cobre en el punto E3
- Se encontraron valores intermedios de zinc en los puntos E1 y E3
- Se encontraron valores intermedios de plomo en los puntos J3 y J4
- Se encontraron valores intermedios de cobre en los puntos J1, J3, J4
- Se encontraron valores altos de cobre en el punto J2
- Se encontraron valores intermedios de zinc en J1, J2, J3 y J4

Se anexa plano de muestreo realizado y resumen de los resultados de análisis de laboratorio (Anexo VII).

## 6. CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

Todos los datos relevados sobre las necesidades del espacio público para el barrio y los resultados de las preferencias son elementos de entrada valiosos para la elaboración de los proyectos de parquización.

El área de estudio presenta árboles añosos, nativos y de gran que son importantes de conservar en el proyecto de espacio público. La especie que se encuentra en mayor abundancia es *Salix humboldtiana* (Sauce criollo) y la especie más destacable por su tamaño es *Ficus sp.*.

Existen áreas, debajo de los arbustos y árboles, donde el acceso es dificultoso y los residuos se fueron acumulando, generando basurales endémicos.

El área principal de quema de cables es la zona alta, al sur de las canchas deportivas. También se identificó un área de quema sobre el sendero, al sur del local de la IM.

La exploración de las canteras se programó de manera de poder investigar a la mayor profundidad posible con el mejor detalle, buscando detectar el techo de roca de la cantera. Luego de realizada la primera Tomografía Sísmica prevista, se concluyó que el método no dio los resultados esperados. Por lo tanto se realizaron Tomografías Eléctricas (TE) de Alta Resolución, con varias configuraciones electrónicas a los efectos de elegir la más adecuada. La configuración Wenner Schlumberger 2 fue la que dio mejores resultados, por lo tanto fue la que se utilizó en todas las mediciones. Se identificaron las zonas de las canteras con rellenos y el techo de roca.

En la mayoría de las TE se detectaron capas que evidencian una alta contaminación. La falta de respuesta en el estudio de refracción sísmica, evidencia un subsuelo en estado cercano a la licuefacción, que se comporta casi como un líquido. Hay pozos que describen lodos negros producto de descomposición de materia orgánica. Se encontraron algunas capas de resistividad bajísima que coinciden con esa realidad.

La zona baja presenta pendiente suave y uniforme, con caída hacia el sur y este. El punto más bajo del terreno se sitúa sobre su vértice sur, en la intersección de las calles Larravide e Isla de Gaspar. En esa esquina se cruza con el arroyo Malvín.

La hidrografía del predio no presenta cursos de agua.

A partir del análisis realizado se considera propicia la acumulación de los escurrimientos en el vértice sur del predio por tratarse de la zona más baja del terreno y hacia donde escurren gran parte de las aguas (el 70% del área total). Este sector también posee la ventaja de situarse inmediato al arroyo Malvín, pudiendo ser ese curso el receptor de las aguas, siempre y cuando las mismas fueran de calidad apta para verter a curso de agua.

Para captar la totalidad del escurrimiento del predio deberán realizarse obras de conexión entre las áreas que no escurren de forma natural hacia el sur del predio: principalmente las zonas donde se ubican la Cancha Albión y el Vértice Norte.

También deberán implementarse vías de drenaje a la zona de "Bañado".

La contaminación del suelo presenta valores altos de plomo, cobre y cromo sobre la calle Azara y valores altos de cobre sobre la calle Isla de Gaspar.

## 7. TRABAJOS PLANIFICADOS PARA LA SEGUNDA ETAPA

Se elaborará un mapa con capas SIG a los efectos de establecer las principales áreas a intervenir teniendo en cuenta la topografía, la hidrología, la conformación de las canteras y la contaminación del suelo.

La superficie que presenta valores altos de contaminación (puntos marcados en color rojo y amarillo), se dividirá en aproximadamente 30 alcuotas de 1.000 m<sup>2</sup> para las cuales se analizarán los contaminantes fuera de la especificación normativa (CCME), y obtener un mapa de las zonas contaminadas para evaluar su riesgo de exposición.

Para determinar la conformación y situación actual de las canteras asociadas a la estabilidad del predio, en esta segunda etapa, se proponen los siguientes puntos para efectuar perforaciones de entre 25 y 30 metros. Todas ellos llegarán a la roca.

| <b>Punto :</b> | <b>Este:</b> | <b>Norte:</b> |
|----------------|--------------|---------------|
| Pozo A         | 21H 579579   | 6140062       |
| Pozo B         | 21H 579500   | 6140092       |
| Pozo C         | 21H 579513   | 6140157       |

Estos pozos además de llegar a la roca permitirán una calibración de los resultados y permitirán ajustar la interpretación geofísica.

Simultáneamente se realizará un análisis de permeabilidad del suelo a los efectos de establecer posibles migraciones de contaminantes en forma vertical.

Para determinar con mayor precisión la estabilidad del subsuelo del predio, el estudio se complementará con la realización de Tomografías REMI 2D, que interpretan ondas sísmicas superficiales de Rayleigh, obteniéndose Vs (velocidad de la onda de corte), lo que da como resultado la rigidez del subsuelo en función de la profundidad, dando perfiles bidimensionales.

A partir de los resultados de las tomografías REMI 2D será posible calcular parámetros elásticos dinámicos para tener en cuenta en los trabajos de movimientos de suelos y sobre todo posibilidades de construcción.

## **ANEXOS**

---

- **Anexo I: Formulario de consulta para entrevistas en la zona y área de influencia**

Consulta  
Isla de Gaspar

---

CONSULTA A ACTORES

Lugar de realización de la consulta: \_\_\_\_\_

Datos del consultado:

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

Tiempo que hace que vive aquí: \_\_\_\_\_

**A. CONSULTA CARACTERIZACIÓN**

1.1 ¿Conoce las actividades que se desarrollaron en el predio donde se ubica el asentamiento?

\_\_\_\_\_

1.2 ¿Conoce los materiales/residuos que fueron depositados en el predio donde se ubica el asentamiento?

\_\_\_\_\_

1.3 ¿Sabe de casos de personas que se encuentren enfermas por plumbemia?

\_\_\_\_\_

1.4 ¿Sabe de casos de personas que tengan o hayan tenido parásitos?

\_\_\_\_\_

**B. CONSULTA PRODUCTO FINAL**

2.1-Mencione tres espacios públicos que visite en el barrio:

1  
\_\_\_\_\_

2  
\_\_\_\_\_

3  
\_\_\_\_\_

2.2- ¿Por qué los prefiere?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.3- ¿Qué espera del espacio público a proyectarse donde se ubica el asentamiento Isla de Gaspar?

1- Canchas deportivas

2- Juegos para niños

3- Gimnasios al aire libre

4- Pista de skate

5- Áreas de descanso, áreas de césped

6- Áreas de pic-nic

7- Otros: \_\_\_\_\_

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

2.4- Ordene las fotos de 1 a 5 de la que le guste más a la que le guste menos:

1- Valor muy alto 

|  |
|--|
|  |
|--|

2- Valor alto 

|  |
|--|
|  |
|--|

3- Valor medio 

|  |
|--|
|  |
|--|

4- Valor bajo 

|  |
|--|
|  |
|--|

5- Valor muy bajo 

|  |
|--|
|  |
|--|

2.5- Indique el motivo de la elección de la imagen de valor muy alto.

\_\_\_\_\_

2.6- Indique el motivo de la elección de la imagen de valor muy bajo.

\_\_\_\_\_

2.4- Ordene las fotos de 1 a 5 de la que le guste más a la que le guste menos:



A



B



C



D



E

- **Anexo II: Síntesis de los datos recabados en las entrevistas**

| Número de Entrevistado | Lugar de Entrevista                                    | Edad (X) |       |       |       | Sexo (F-M) | Tiempo que hace que vive aquí | Nacido en el barrio |
|------------------------|--|----------|-------|-------|-------|------------|-------------------------------|---------------------|
|                        |  | 11-18    | 19-30 | 31-50 | 51-00 |            |                               |                     |
| 1                      | Centro Comunitario de educación inicial Valparaíso     |          |       |       | X     | F          | 56                            | Si                  |
| 2                      | Calle Menorca frente a la cancha de Huracán            |          |       |       | X     | M          | 50                            | No                  |
| 3                      | Calle Menorca frente a la cancha de Huracán            |          |       | X     |       | F          | 40                            | Si                  |
| 4                      | CAIF Juan XXII Hermana Carmen                          |          |       |       | X     | F          | 15                            | No                  |
| 5                      | Calle Menorca frente a la cancha de Albion             |          |       |       | X     | M          | 50                            | No                  |
| 6                      | Calle Azara frente a viviendas                         |          |       | X     |       | M          | 43                            | Si                  |
| 7                      | Calle Azara frente a viviendas                         |          | X     |       |       |            | 22                            | Si                  |
| 8                      | Calle Larravide esquina Azara - "Espacio público"      |          |       |       | X     | M          | 58                            | Si                  |
| 9                      | Isla de Gaspar equina Larravide, frente a asentamiento |          |       |       | X     | M          | 60                            | Si                  |
| 10                     | Minnesota entre Larravide y Andrés Bello (Frutería)    |          |       |       | X     | M          | 35                            | No                  |
| 11                     | Minnesota entre Andrés Bello y Larravide (Quiosco)     |          |       |       | X     | F          | 45                            | No                  |
| 12                     | Andrés Bello entre Cubo del Sur y Minnesota            |          |       |       | X     | M          | 83                            | Si                  |
| 13                     | Larravide entre Azara y Mateo Cabral                   |          | X     |       |       | F          | 10                            | No                  |
| 14                     | Larravide entre Azara y Mateo Cabral                   | X        |       |       |       | M          | 12                            | Si                  |
| 15                     | Larravide esquina Mateo Cabral                         |          | X     |       |       | M          | 21                            | Si                  |

| Número de Entrevistado | 1.1 ¿Conoce las actividades que se desarrollaron en el predio donde se ubica el asentamiento?   | 1.2 ¿Conoce los materiales/residuos que fueron depositados en el predio donde se ubica el asentamiento?  | ¿Sabe de casos de personas que se encuentren enfermas por plombemia? |                   | 1.4 ¿Sabe de casos de personas que tengan o hayan tenido parásitos? |                      |
|------------------------|---|--|--|-------------------|---|----------------------|
|                        |   |  | SI/NO  | Observaciones     | SI/NO   | Observaciones        |
| 1                      | Hace 50 años que está el asentamiento.  | No   | Si   | Muchos niños      | Si  | Niños                |
| 2                      | Cantera de los presos y Quinta de Parodi. El agua subterránea afloró. Chorros de fuego salían del suelo.  | Basura tipo domiciliaria   | Si   | Pocos casos       | Si  | Niños + estafilococo |
| 3                      | Asentamiento  | No   | Si   | Pocos casos       | Si  | Niños + estafilococo |
| 4                      | No  | No   | Si   | Adultos y niños   | Si  | Niños                |
| 5                      | Había un merendero. Las canteras estaban donde se ubican las canchas de Huracán y Albion  | No   | Si   | Algún caso        | Si  | Algún caso           |
| 6                      | Donde se ubican las viviendas de Cutcsa se realizaba descarte de residuos.  | No   | No   |                   | No  |                      |
| 7                      | Al norte de donde se ubican las viviendas de Cutcsa era todo campo  | No   | No   |                   | Si  |                      |
| 8                      | 3 canteras: Huracán, Albion y cantera de los presos. Donde se ubica el cantero central de Larravide había un tajamar de donde se bombeaba agua para una quinta de berro. También se plantaban otras verduras y frutas.  | Basura común donde se ubica la cancha y gradas de Huracán. Parte del relleno de la cancha del Albion es de residuos de cementerio.   | Si   | Plomo de talleres | Si  | Siempre              |
| 9                      | Cantera de los presos, cantera donde se bañaba de niño.   | No   | No   |                   | Si  | Niños                |
| 10                     | Cantera, relleno y asentamiento   | Residuos de todos lados  | Si   | Hay casos         | Si  | Todos los niños      |
| 11                     | Cantera, relleno y asentamiento   | No   | No   |                   | No  |                      |
| 12                     | 4 canteras + 1 "resumidero". Una cantera pegada a Isla de Gaspar (de donde se sacaba piedra). Una cantera en el área anegadiza donde pescaba ranas. Otra cantera donde se ubica la cancha de Huracán, donde se bañaba. Otra cantera donde se ubica la cancha de Albion, la llamada "de los presos" y por último una cantera ubicada hacia Azara y Larravide, denominada "resumidero". | Las canteras se rellenaron de escombros. La basura fue a la cantera donde se ubica la cancha de Huracán. La zona de Isla de Gaspara no era transitabile, existian muchos zanjones y un puente para cruzarlos. Sobre Larravide se ubicaba la Quinta parodi, donde se cultivaba berro y que se abastecia de varias norias. | No   |                   | No  |                      |
| 13                     | No  | No   | No   |                   | No  |                      |
| 14                     | No  | No   | No   |                   | No  |                      |
| 15                     | Cantera de los presos   | No   | No   |                   | No  |                      |

| Número de Entrevistado | 2.1-Mencione tres espacios públicos que visite en el barrio: |   |  | 2.2- ¿Por qué los prefiere?                                |
|------------------------|--|---|--|--|
|                        | 1  | 2   | 3  |  |
| 1                      |  |   |  | No aplica. Los espacios públicos están abandonados.        |
| 2                      | Placita en calle Alto Perú y Resistencia                     |   |  | Es la única que hay  |
| 3                      | Placita en calle Alto Perú y Resistencia                     |   |  | Es la única que hay  |
| 4                      | Plaza N°5  |   |  | Es la única que hay pero esta lejos                        |
| 5                      | Placita en calle Espronceda y Molinos de la Unión            |   |  | Es lo que hay  |
| 6                      | Plaza N°5  | Placita en calle Espronceda y Molinos de la Unión |  | Lo más cercano   |
| 7                      | Plaza N°5  |   |  | Juegos y cerrada, aunque se han robado mucho de los juegos |
| 8                      | Espacio público: Larravide y Azara                           |   |  | Es lo que hay. Donde puede sentarse y pastar la yegua.     |
| 9                      |  |   |  | Alumni cuando era chico                                    |
| 10                     | Placita en calle Alto Perú y Resistencia                     |   |  | La única completa  |
| 11                     |  |   |  |  |
| 12                     | Plaza N°5  |   |  | Es la que hay  |
| 13                     | Placita en Aispurua y Ricaldoni                              |   |  | Es la que hay  |
| 14                     | Cantero Larravide  |   |  | Es la que hay  |
| 15                     | Centro Comunal   | Casa de la esperanza                              | Placita en calle Alto Perú y Resistencia |  |

| Número de Entrevistado | 2.3- ¿Qué espera del espacio público a proyectarse donde se ubica el asentamiento Isla de Gaspar? |                      |                            |                   |                                       |                     |          | Observaciones  |
|------------------------|---|----------------------|----------------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------|----------|--|
|                        | 1- Canchas deportivas   | 2- Juegos para niños | 3- Gimnasios al aire libre | 4- Pista de skate | 5- Áreas de descanso, áreas de césped | 6- Áreas de pic-nic | 7- Otros |  |
| 1                      | X   | X                    |                            | X                 |                                       | X                   |          | Canchas deportivas para jóvenes, adolescentes y adultos. Fomentar el deporte para la juventud. Practicar deportes. "Los gimnasios al aire libre se convierte en zona donde los muchachos se drogan". Incorporar un centro comercial, no hay. |
| 2                      | X   | X                    | X                          | X                 |                                       |                     |          | Centro Cultural: clases de danza, de música, biblioteca, un espacio para realizar cumpleaños. Policlínica.   |
| 3                      | X   | X                    | X                          | X                 |                                       |                     |          | Bancos cerca de juegos de niños para que los adultos se puedan sentar cerca de donde juegan los niños.   |
| 4                      | X   | X                    |                            |                   |                                       |                     |          | Club de niños, espacio para adolescentes   |
| 5                      | X   | X                    | X                          |                   |                                       |                     |          | Ejemplo: Parque lineal Arroyo Miguelete y Br. Battle y Ordoñez   |
| 6                      | X   | X                    | X                          |                   | X                                     | X                   |          | Bien iluminado.  |
| 7                      | X   | X                    | X                          | X                 | X                                     | X                   | X        | Piscina  |
| 8                      | X   | X                    | X                          | X                 | X                                     | X                   |          | Promover el deporte en los niños. Incorporar sereno por el vandalismo. Persona del lugar con un teléfono.  |
| 9                      | X   | X                    | X                          | X                 | X                                     | X                   | X        | Juegos para jóvenes  |
| 10                     | X   | X                    | X                          |                   | X                                     | X                   | X        | Bancos para sentarse   |
| 11                     | X   | X                    | X                          | X                 | X                                     | X                   |          |  |
| 12                     | X   | X                    | X                          | X                 |                                       |                     |          | Incentivar el deporte. Tiene que existir "alguien" que organice para incentivar a los jóvenes. No alcanza con crear el espacio. Actividades para adultos mayores. Cuidado del espacio. Buscar la continuidad del uso del espacio.            |
| 13                     | X   | X                    | X                          | X                 | X                                     | X                   | X        | Vigilancia, seguridad, mantenimiento, involucrar a las vecinas   |
| 14                     | X   | X                    | X                          | X                 | X                                     | X                   |          |  |
| 15                     | X   | X                    |                            | X                 |                                       | X                   | X        | Parque arbolado  |

| Número de Entrevistado | 2.4- Ordene las fotos de 1 a 5 de la que le guste más a la que le guste menos: |      |       |      |          | 2.5- Indique el motivo de la elección de la imagen de valor muy alto. | 2.6- Indique el motivo de la elección de la imagen de valor muy bajo.  |
|------------------------|--|------|-------|------|----------|---|--|
|                        | muy alto   | alto | medio | bajo | muy bajo |   |  |
| 1                      | C  | A    | D     | B    | E        | Área verde. Arbolado. Libre.  | Por ser mas hormigón, aunque la pista de skate me gusta y es hormigón. |
| 2                      | A  | D    | E     | C    | B        | Espacio para gente mayor, para recorrer.                              | Por descarte   |
| 3                      | D  | E    | B     | A    | C        | Juegos para niños   | Por descarte   |
| 4                      | D  | A    | C     | E    | B        | Por los juegos y la sombra  | Mucho cemento. Sin árboles.  |
| 5                      | C  | B    | D     | E    | A        | Por espacio verde   | Por descarte   |
| 6                      | C  | D    | A     | E    | B        | Por espacio verde   | La pista de skate último recurso                                       |
| 7                      | E  | D    | A     | B    | C        | Juegos, divertido   | Por descarte   |
| 8                      | D  | E    | B     | C    | A        | Deporte, niños  | Por descarte   |
| 9                      | C  | E    | D     | A    | B        | Por espacio verde   | Por descarte   |
| 10                     | E  | D    | C     | A    | B        | Juegos para niños   | Pista de skate   |
| 11                     | D  | C    | B     | A    | E        | Juegos para niños   | Por descarte   |
| 12                     | E  | D    | C     | B    | A        | Juegos para niños   | Las pérgolas tienen poco uso   |
| 13                     | E  | B    | D     | A    | C        | Juegos para niños   | Por descarte   |
| 14                     | E  | C    | A     | D    | B        | Muchas actividades para niños   | Por descarte   |
| 15                     | C  | E    | D     | B    | A        | Mucho verde   | Mucho cemento  |

- **Anexo III: Informe de estudios geofísicos**

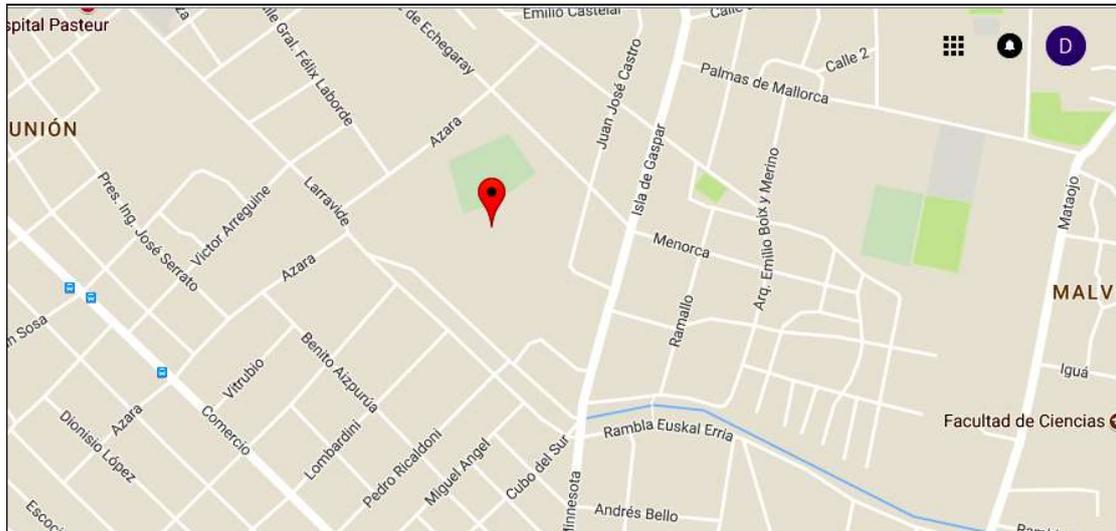


**Proingeo S.A.  
Profesionales Intervinientes**

**Ing. Geodesta-Geofísico Orestes Cittadini  
Lic. en Geología Daniel Abelenda  
Ing. Geodesta-Geofísico Ruggiero Curcio**

## 1.- Objetivo de los trabajos

El objetivo principal fue estudiar las características del subsuelo mediante métodos geofísicos a fin de determinar las propiedades físicas de los distintos estratos y fundamentalmente poder determinar el techo de roca de las antiguas canteras. El predio estudiado se encuentra en la ciudad de Montevideo, entre las calles Azara, José de Etchegaray, Isla de Gaspar y Larravide.



**Figura 1. Ubicación del predio estudiado (fuente Google maps)**

## 2.- Trabajos realizados

En primer lugar se realizaron estudios sísmicos de refracción para evaluar la respuesta que se obtenía y los contrastes de velocidades entre las capas superficiales del basural y la roca.

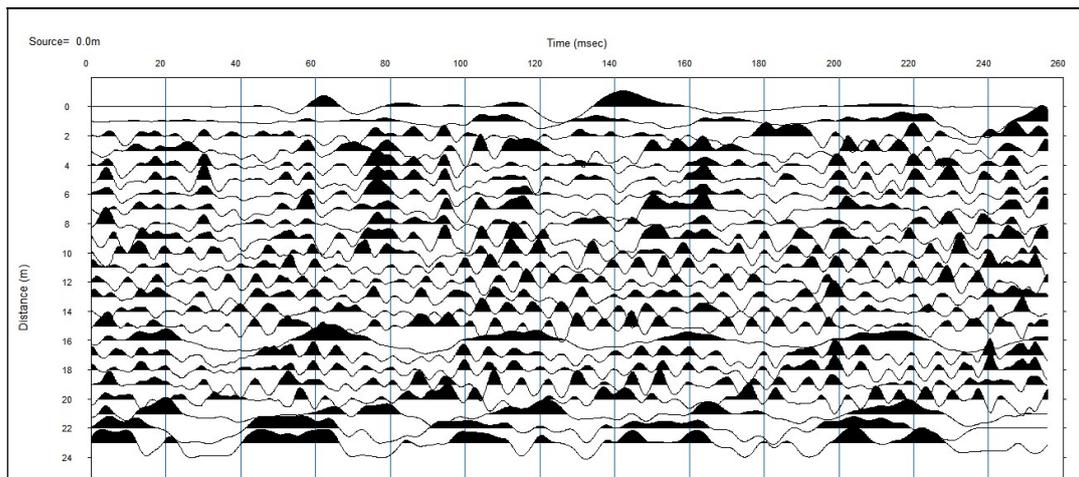
Se realizó el tendido de una línea sísmica de 24 geófonos espaciados cada 10 m, cuyo centro coincidió con la Tomografía Eléctrica IG1. Se efectuaron series de golpes a -10 m del geófono 1, entre los geófonos 1-2, 4-5, 8-9, 12-13, 18-19, 23-24 y a 40 m del geófono 1.



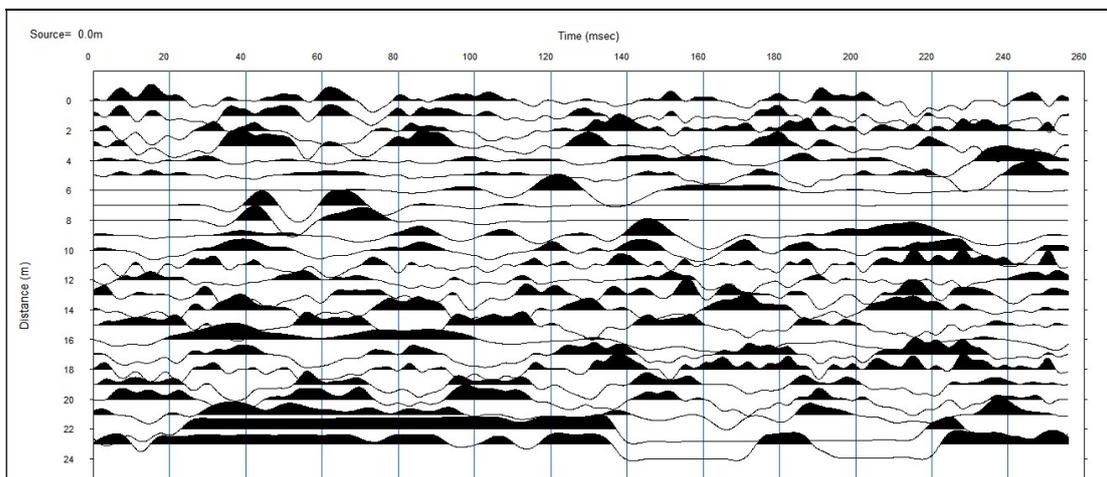
**Figura 2. Realizando la Tomografía Sísmica 1**

Si bien se observaba un importante ruido sísmico ambiente, igualmente se completó el estudio de esta línea. Se intentó un filtrado digital de los registros pero no se tuvo buen resultado ya que las señales no eran claras por diversos motivos: mucho ruido ambiente de talleres y fábricas en las cercanías, niños jugando al futbol en forma permanente en el lugar y fundamentalmente por la mala transmisión de las ondas elásticas en el terreno de relleno de las antiguas canteras. Solamente se recibía señal aceptable en dos o tres geófonos.

A modo de testimonio se incluyen dos registros sísmicos donde se comprueba lo antedicho.



**Figura 3** donde se muestra el registro Sísmico 1 donde se realizaron varias series de golpes a -10 metros del geófono1, que se muestra en la parte superior izquierda del gráfico.



**Figura 4** que muestra otro Registro de la Tomografía Sísmica 1, donde se realizaron varias series de golpes entre los geófonos 6 y 8.

De acuerdo a los estudios geotécnicos previos pudo comprobarse que existen en el subsuelo lodos, producto de descomposición de residuos orgánicos, que hacen que el subsuelo se comporte casi como en estado licuefacción.

Por tal motivo se propuso y se coordinó con el Comitente efectuar una prueba mediante Tomografía Eléctrica y si la misma daba buen resultado cambiar la metodología original. Se efectuó una prueba con diferentes tipos de configuraciones a los efectos de evaluar cual se ajustaba adecuadamente a los objetivos del proyecto.

La prueba constató que la metodología daba buenos resultados ya que el contraste de resistividad entre el relleno de las canteras y la roca es muy grande y se puede determinar con cierta facilidad el techo de la roca. De acuerdo a lo indicado se efectuaron las siguientes 8 líneas de Tomografía Eléctrica con la configuración electrónica Wenner-Schlumberger 2. Cada línea se efectuó con la mayor extensión que permitió el predio, con la limitante de 60 electrodos cada 5 metros (295 metros).

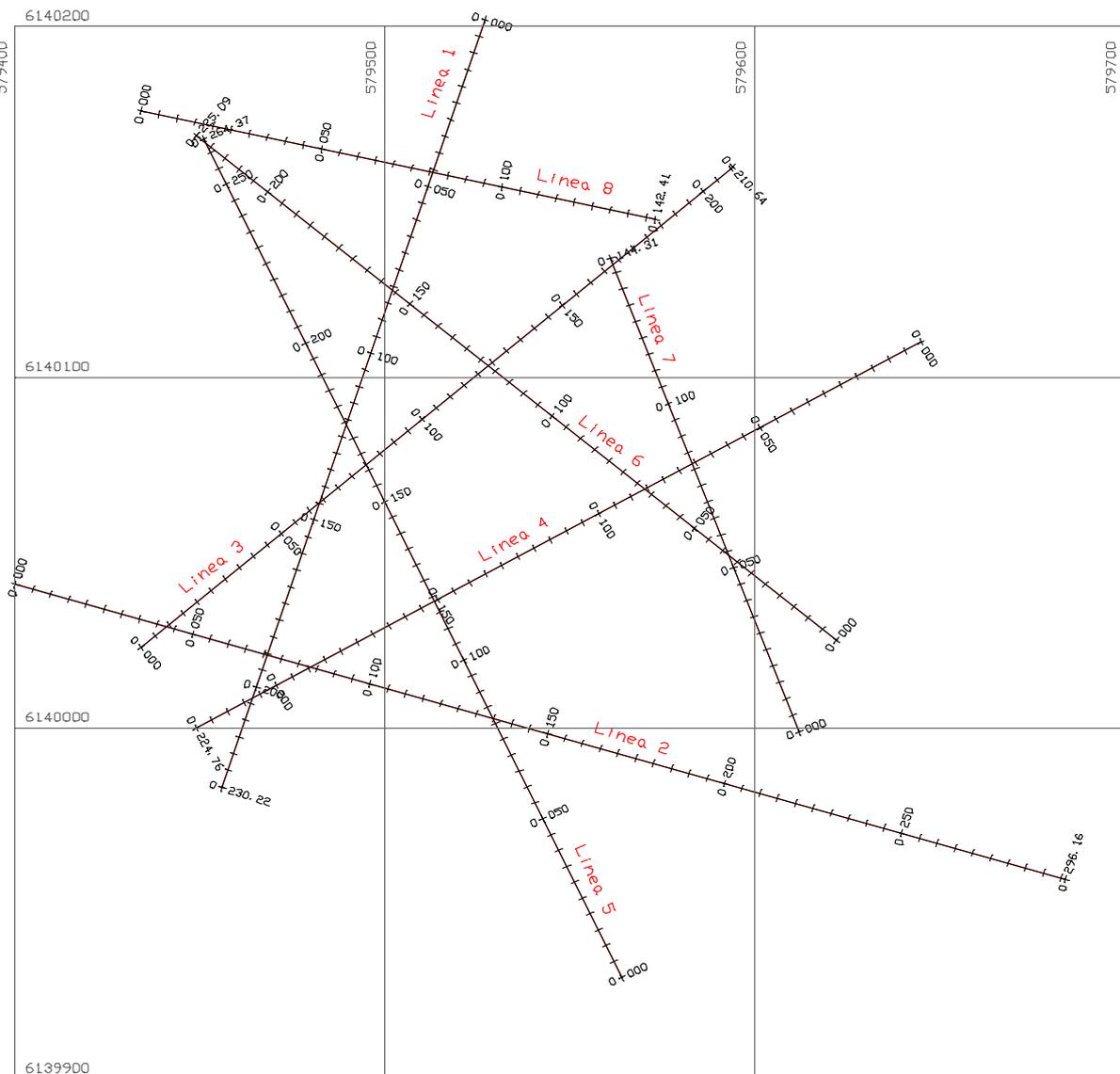
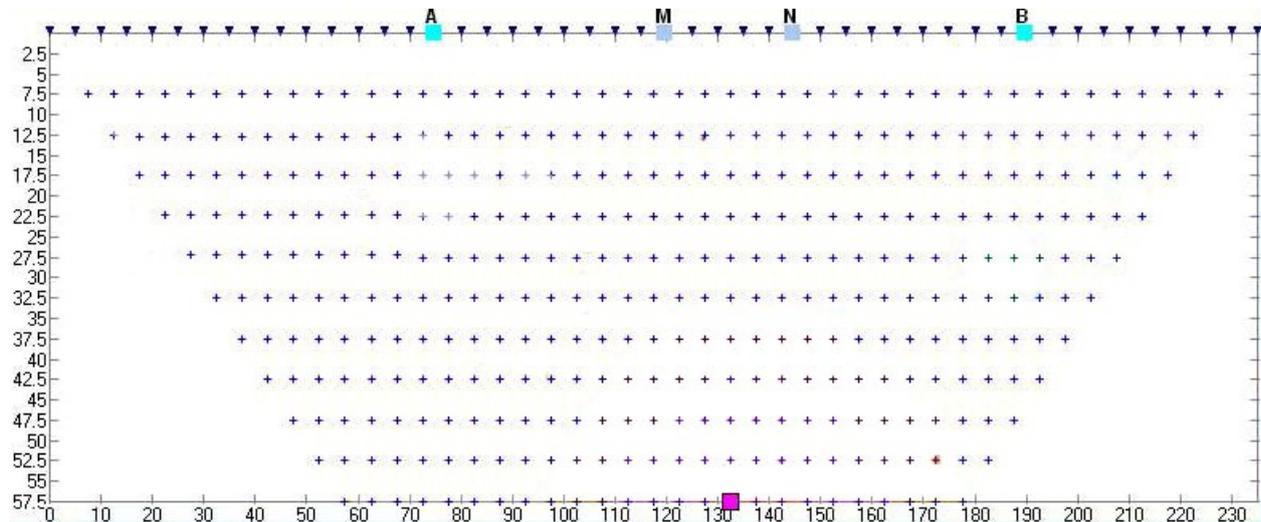


Figura 5, Ubicación de las Tomografías Eléctricas

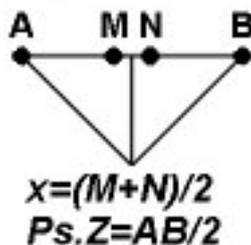
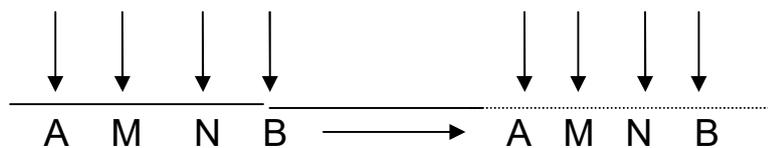
### 3.- Descripción del método geoelectrico utilizado

Se utilizó la configuración Wenner-Schlumberger 2 (WS2). En esta configuración la disposición de los electrodos de envío de corriente eléctrica denominados A y B y los de lectura de la diferencia de potencial eléctrico generado por esa corriente que circula por el subsuelo, denominados M y N, están dispuestos a lo largo de una línea y cuya configuración geométrica es la siguiente, en el grafico vemos:



**Figura 6 Configuración geométrica del dispositivo WS2**

- Los electrodos están dispuestos en la línea horizontal superior separados cada 5 m, en nuestro caso se trata de cantidades diferentes de electrodos para cada dispositivo de medición.
- Los electrodos para el envío de corriente AB para el nivel o capa 11 que corresponden al punto de atribución para ese nivel de investigación, cuadrado rojo en la parte inferior del dibujo, están en color celeste y los de potencial MN en gris azulado.
- Los puntos de atribución del valor medido para los niveles 1 a 11 salen de trazar rectas verticales desde los puntos medios de los electrodos MN, como se aprecia por el símbolo de cruces en el dibujo, se ubican en la vertical del centro del dispositivo electrónico.
- Las medidas se realizan desplazando la configuración de electrodos a lo largo del perfil a medir para las diferentes separaciones de electrodos, Figura 7a, la distancia AM y NB, en este ejemplo va desde 5 m, separación 1, hasta 45 m, para la separación 11.



Figuras 7a y 7b

La figura 7b muestra un detalle del punto de atribución de valores, ubicado en la vertical del punto medio de MN y la profundidad teórica atribuida (Ps.Z) es la distancia entre electrodos de corriente AB dividida por 2.

La cantidad de niveles o capas para el cambio de la distancia MN se ha seleccionado en 5 y el M y N aumenta 2 unidades por cada cinco capas (es decir, aumenta en número de orden de: 1, 3, 5).

El espaciamiento de A - M y N - B se incrementa uniformemente con el factor intervalo de ampliación del mas pequeño al mas grande.

En nuestro caso el factor de intervalo mínimo fue de 1 y el máximo de 11. El valor de los intervalos de la WS2 fue de 5. A continuación se da un detalle por capa de la configuración eléctrica y su desplazamiento:

Para la capa 1 va entre A=#1, M=#2, N=#3, B=#4 hasta A=#57, M=#58, N=#59, B=#60  
 Para la capa 2 va entre A=#1, M=#3, N=#4, B=#6 hasta A=#55, M=#57, N=#58, B=#60  
 Para la capa 3 va entre A=#1, M=#4, N=#5, B=#8 hasta A=#53, M=#56, N=#57, B=#60  
 Para la capa 4 va entre A=#1, M=#5, N=#6, B=#10 hasta A=#51, M=#55, N=#56, B=#60  
 Para la capa 5 va entre A=#1, M=#6, N=#7, B=#12 hasta A=#49, M=#54, N=#55, B=#60  
 Para la capa 6 va entre A=#1, M=#6, N=#9, B=#14 hasta A=#47, M=#52, N=#55, B=#60  
 Para la capa 7 va entre A=#1, M=#7, N=#10, B=#16 hasta A=#45, M=#51, N=#54, B=#60  
 Para la capa 8 va entre A=#1, M=#8, N=#11, B=#18 hasta A=#43, M=#50, N=#53, B=#60  
 Para la capa 9 va entre A=#1, M=#9, N=#12, B=#20 hasta A=#41, M=#49, N=#52, B=#60  
 Para la capa 10 va entre A=#1, M=#10, N=#13, B=#22 hasta A=#39, M=#48, N=#51, B=#60  
 Para la capa 11 va entre A=#1, M=#10, N=#15, B=#24 hasta A=#37, M=#46, N=#51, B=#60

#### Características de este modo:

El resultado es de alta resolución del sondeo eléctrico y tiene fuertes señales de resistencia a la presencia de graves perturbaciones en profundidad. Todo lo que asegura la mejor exactitud de la medición, además de la ventaja de que al ampliarse MN cada 5 capas el campo eléctrico medido en MN tiene mayor precisión con lo que se logra una buena calidad de la medición en profundidad.

#### 4.- Trabajo de campo

La TE consiste en obtener una serie de medidas de resistividad aparente ( $\rho_a$ ) con un micro dispositivo tetraelectródico, en este caso se ha empleado el dispositivo Wenner-Schlumberger 2 (WS2) que crea un campo eléctrico grande y con buena resolución vertical.



**Figura 8 El Ing. Geofísico Oreste Cittadini realizando la Tomografía Eléctrica IG8**

Este dispositivo electródico emplea una separación entre electrodos como se ha explicado mas arriba, en este caso con disposición en la superficie del terreno de un electrodo cada 5 m y se va variando las distancias entre los pares de electrodos emisor-receptor, de tal forma que el resultado final será una sección o corte con investigación a varios niveles de datos o profundidades, denominada pseudosección, en nuestro caso se investigaron 11 niveles.

El procedimiento de campo empleado fue extender el cable con los canales necesarios separados cada 5 m

El instrumento utilizado permite realizar la selección de pares de envío de corriente y de lectura de potencial en forma automática pre-programada, con lo cual, una vez instalado el cable y los electrodos, los envíos de corriente, la compensación de los potenciales naturales del terreno y las lecturas de las diferencias de potencial eléctrico y corriente circulante son realizadas en forma automática, registrándose los valores medidos en forma digital para cada pseudosección medida, con lo cual se evitan errores humanos al realizar un numero grande de mediciones, ya sea por mala elección de los pares electródicos o anotaciones.

## 5.- Ubicación de las Líneas

A continuación se muestran las coordenadas medidas en sistema UTM Zona 21H:

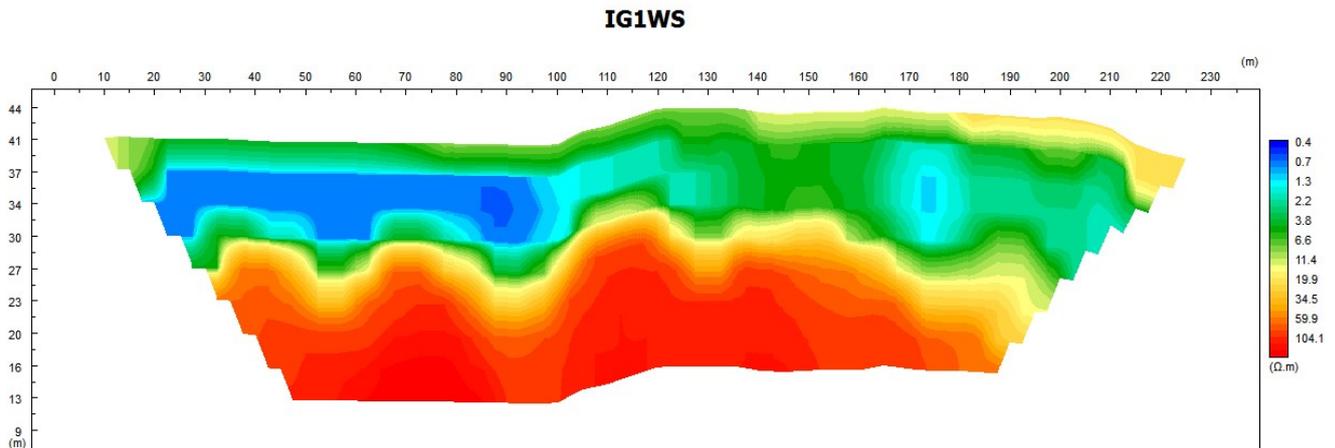
| Numero de Líneas y de electrodos | Norte   | Este   |
|----------------------------------|---------|--------|
| ig1-1                            | 6140202 | 579527 |
| ig1-48                           | 6139983 | 579456 |
| ig2-1                            | 6140041 | 579400 |
| ig2-60                           | 6139957 | 579684 |
| ig3-1                            | 6140023 | 579434 |
| ig3-42                           | 6140160 | 579594 |
| ig4-1                            | 6140110 | 579645 |
| ig4-45                           | 6140000 | 579449 |
| ig5-1                            | 6139929 | 579564 |
| ig5-56                           | 6140168 | 579451 |
| ig6-1                            | 6140025 | 579622 |
| ig6-47                           | 6140169 | 579449 |
| ig7-1                            | 6139999 | 579612 |
| ig7-30                           | 6140134 | 579561 |
| ig8-1                            | 6140176 | 579434 |
| ig8-30                           | 6140145 | 579573 |

## 6.- Procesamiento

Los programas utilizados para la interpretación de las Tomografías Eléctricas trabajan en forma óptima en subsuelos de capas homogéneas y sub horizontales. En este caso el subsuelo es sumamente heterogéneo y los resultados pueden tener algunos desajustes con la realidad. Por tal razón las Tomografías Eléctricas se interpretaron con dos Software de características disímiles el RESD2INV y el RIMAGER.

En este caso los resultados se presentan con el RIMAGER

Los resultados se vuelcan en pseudosecciones de resistividades eléctricas  $\rho$ , como vemos en la figura de abajo, correspondiente al modelo de  $\rho$  y profundidades. Como se aprecia, los valores medidos están conformando de este modo una malla en dos dimensiones con la distribución de la  $\rho$  a lo largo del perfil y con la profundidad.



**Figura 9. Ejemplo de una Tomografía eléctrica**

En la horizontal se muestran las progresivas sobre la superficie del terreno, en la vertical las profundidades, todo en metros.

A la derecha se observa la escala de color usada en la interpretación, en ohm-metro.

*Cabe señalar que el Software RImager no muestra los primeros 5 metros del perfil. El espaciado de electrodos de 5 metros usado en los registros fue diseñado para evaluar el techo de roca en la forma lo mas precisa posible, pero puede no aportar datos confiables de los primeros 5 metros del perfil.*

La pseudosección constituye una sección con curvas de isorresistividad que reflejan cuantitativamente la variación espacial (2D) de la  $\rho$  en el perfil investigado.

La longitud del perfil, profundidad de penetración y la resolución buscada determinan la separación interelectrónica "a", en este caso de 5 m, porque con esta distancia se combinan la investigación del subsuelo a profundidades convenientes, en este caso unos 20 a 30 m de profundidad, en general, con la longitud a investigar.

## **7.- Proceso de interpretación**

El resultado de campo obtenido es un conjunto de datos de resistividad aparente dispuestos en forma de pseudosección, a partir de los cuales se efectúa una interpretación cualitativa, permitiendo inferir la existencia de sectores subterráneos anómalos.

Posteriormente y una vez identificados los mismos, se lleva a cabo un post-procesamiento efectuando un modelado 2D introduciendo los datos en el programa que calcula por rutinas de inversión la resistividad verdadera y profundidad del subsuelo.

En la ejecución del procesamiento intervienen los conocimientos que se tenga del área para conformar un modelo que se adapte a la realidad lo mejor posible.

En este caso el Comitente nos facilitó resultados de las perforaciones realizadas al momento de este relevamiento en el área lo cual facilito la interpretación.

Los capas que muestran los gráficos son capas geoeléctricas y no geológicas

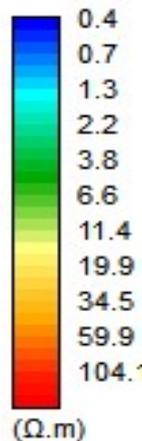
Debe tenerse en cuenta que las superficies de separación del corte geoeléctrico no coinciden siempre con los límites geológicos determinados por caracteres litológicos, genéticos y estructurales en general, de tal modo que puede suceder que un subsuelo homogéneo, desde el punto de vista geológico, se subdivida en varios horizontes geoeléctricos y a la inversa, que varios horizontes geológicos se unan en uno solo geoeléctrico.

Esto se debe a que en el corte geoeléctrico influyen características tales como el contenido de humedad, composición química, granulometría, salinidad, etc.

Se han interpretado los 8 Perfiles de TE ejecutados con la configuración electrónica WS2 cuyo resultado se muestra en las láminas adjuntas para las diferentes profundidades que alcanzo la investigación.

El software de interpretación elige una escala que permite una buena visualización de las diferentes capas para cada TE, esta escala es diferente en cada interpretación.

En este caso hemos elegido una escala de 0 a 150 ohm-m y la hemos utilizado en todos las TE a los efectos de facilitar la visualización y correlación de todos los perfiles geoeléctricos. Por lo tanto el mismo color se corresponderá con el mismo valor de resistividad en todos los gráficos.



**Figura 10 Escala de colores de resistividad utilizada**

## Identificación y delimitación de unidades geoelectricas

De acuerdo a los antecedentes y resultados obtenidos se realizó una tabla de Unidades geoelectricas:

| Unidad | Intervalo promedio de resistividad (ohm/m) | Interpretación probable de la unidad geoelectrica   |
|--------|--|---|
| 1      | <1   | Capas de ultra baja resistividad, lixiviados, materiales arcillosos, con líquidos intersticiales muy mineralizados, lodos con presencia de materia orgánica                             |
| 2      | 1 - 3                                      | Capas de muy baja resistividad, lixiviados, materiales arcillosos, con líquidos intersticiales muy mineralizados, lodos con presencia de materia orgánica                               |
| 3      | 3 - 12                                     | Capas de bajas resistividades, materiales arcillosos, con líquidos intersticiales muy mineralizados, lodos con presencia de materia orgánica. Rocas muy alteradas con agua intersticial |
| 4      | 12 - 60                                    | Capas de resistividades medias bajas. Rocas alteradas y fracturadas   |
| 5      | 60 - 100                                   | Capas de resistividades medias. Roca poco alterada y fracturada   |
| 6      | 100 -150                                   | Capas de resistividades medias altas. Roca en buen estado   |

**Figura 11. Identificación y delimitación de unidades geoelectricas**

Esta tabla busca resumir algunas unidades geoelectricas, pero en esta zona no puede aplicarse estrictamente. La presencia de rellenos heterogéneos con aguas intersticiales con diferentes valores de conductividad, pueden modificar estos valores. La presencia de minerales conductores en la roca también lo hace. En ambos casos los valores obtenidos de una capa son significativamente menores a lo esperado, pudiendo confundirse con capas arcillosas. Los sedimentos superficiales secos elevan el valor de la resistividad de la capa.

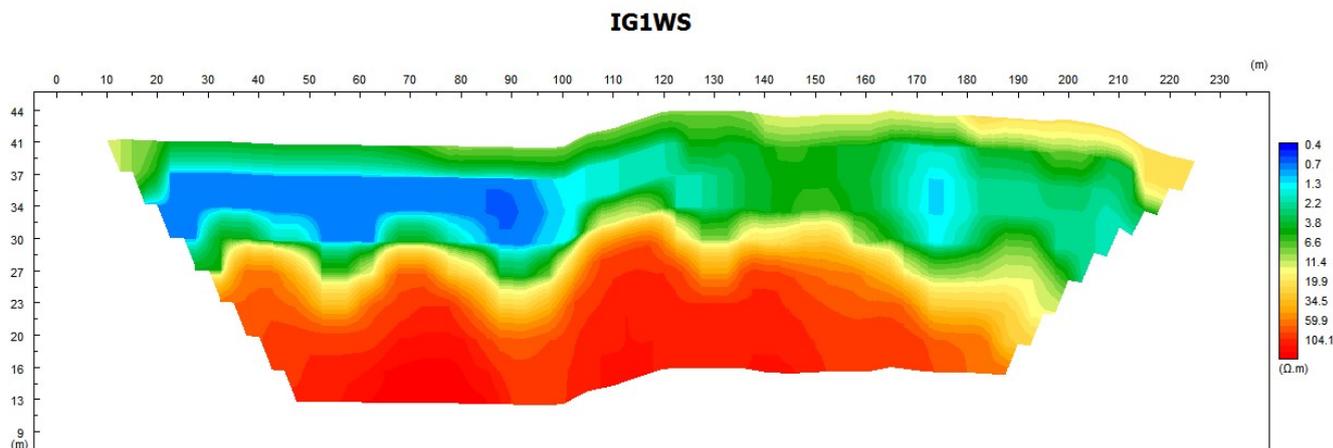
Por lo que cada TE interpretada en el presente trabajo ha sido correlacionada considerando estos hechos y apoyándose en perfiles geológicos de pozos conocidos.

Igualmente entendemos que la escala propuesta será válida en la mayoría de las situaciones.

Cuando tengamos nuevos pozos de muestreo esta interpretación se podrá ajustar con mayor precisión.

## 8.- Resultados obtenidos

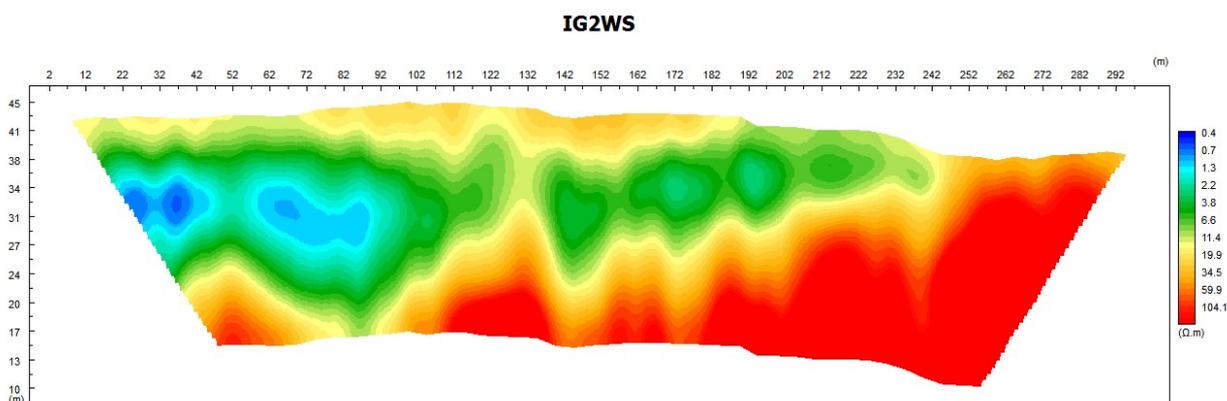
A continuación se muestran las láminas con los resultados de las mediciones



**Figura 12**

De acuerdo a lo que se observa en esta Línea el techo de la cantera se encontraría a unos 12 a 15 m de profundidad (H=30) y se muestra en la gama de colores amarillos a rojos.

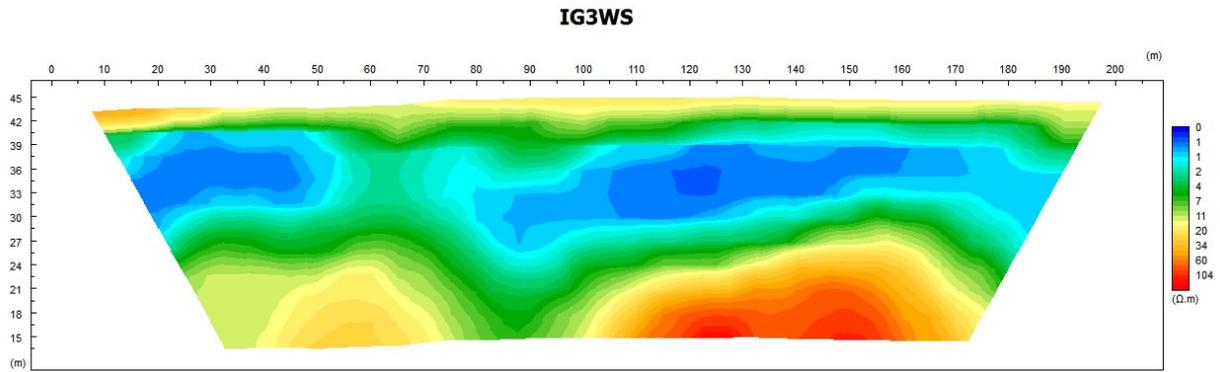
En la progresiva horizontal de 0 a 100 m existe una capa de ultra baja resistividad que se muestra de la gama de colores de azul a celeste y se extiende entre este techo y una área superficial mas compacta. En tonos verdes se muestra el relleno de resistividad muy baja a baja.



**Figura 13**

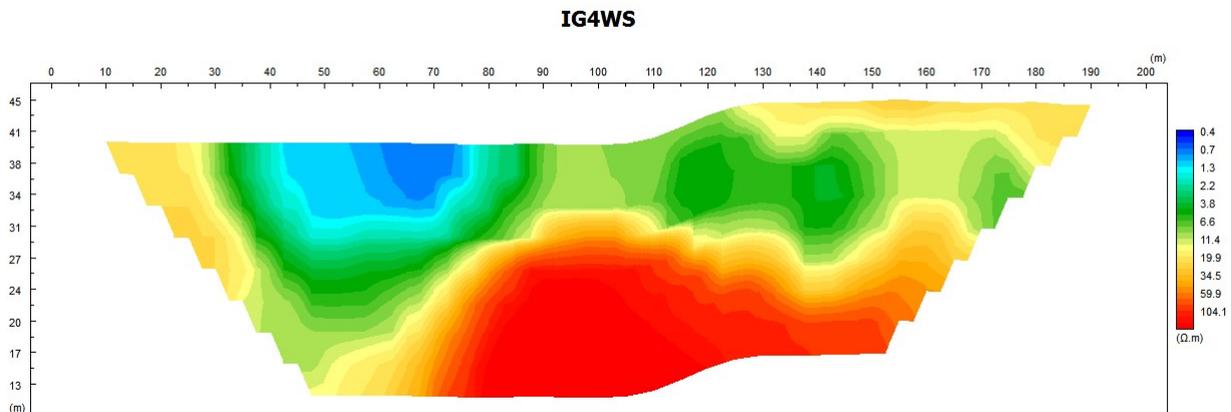
Aquí vemos el techo de la cantera que estando próximo a la superficie al Sudeste, hasta proximidades de la progresiva 250 m, se va profundizando hacia el Noroeste hasta llegar a más de 20 m de profundidad.

El probable techo de roca se muestra en tonos de amarillos y rojos. A la izquierda del gráfico se observa una anomalía de muy baja resistividad en tonos de azul y celeste



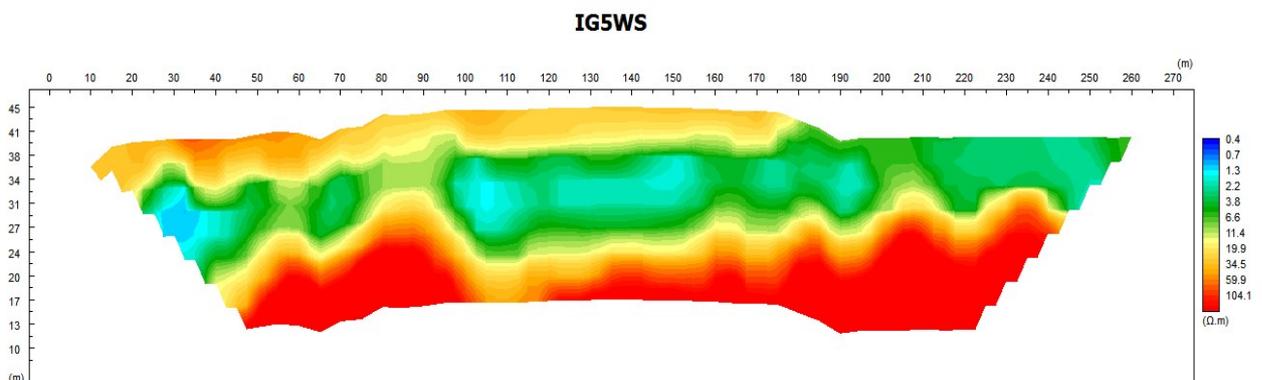
**Figura 14**

La TE IG3WS llega a detectar el techo de la cantera a profundidades por debajo de 20-25 metros, habiendo un relleno de muy bajas resistividades en casi todo el perfil que se muestra en tonos de azul y celeste, con unos 5 m superficiales más compactados que se observan en la gama de tonos de amarillo a verde.



**Figura 15**

En esta TE se aprecia el techo de la cantera a partir de los 12-14 m de profundidad en el centro del registro y se profundiza entre las Progresivas 30 y 80 m. Existe relleno a lo largo del perfil y próximo a la superficie, entre las progresivas 30 y 90 m, existe una anomalía de baja resistividad que se muestra en tonos de azul al celeste. Entre las progresivas 130 a 200 hay entre 2 y 5 m de espesor rellenos compactados que se muestran en la gama de los tonos amarillos.

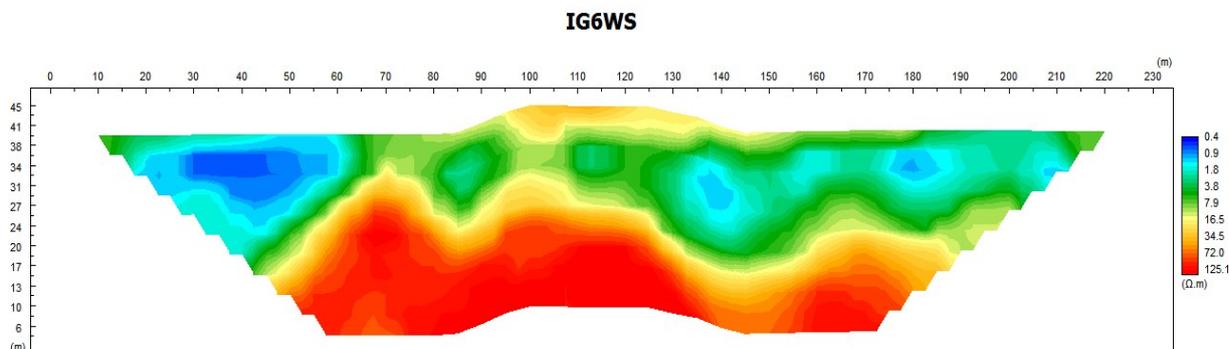


**Figura 16**

Aquí vemos el techo de la cantera en la gama de tonos amarillos a rojos.

Entre las progresivas 0 y 180 se observa un paquete de relleno de resistividades medias-bajas, que se muestra en tonos de amarillo y naranja. Su profundidad se estima cercana a 10 metros. Por debajo observamos una capa de bajas resistividades que se correspondería a rellenos que se muestran en la gama de tonos de celestes a verdes.

En amarillo y rojo existen capas de resistividades mayores que se interpretan como el techo de roca.



**Figura 17**

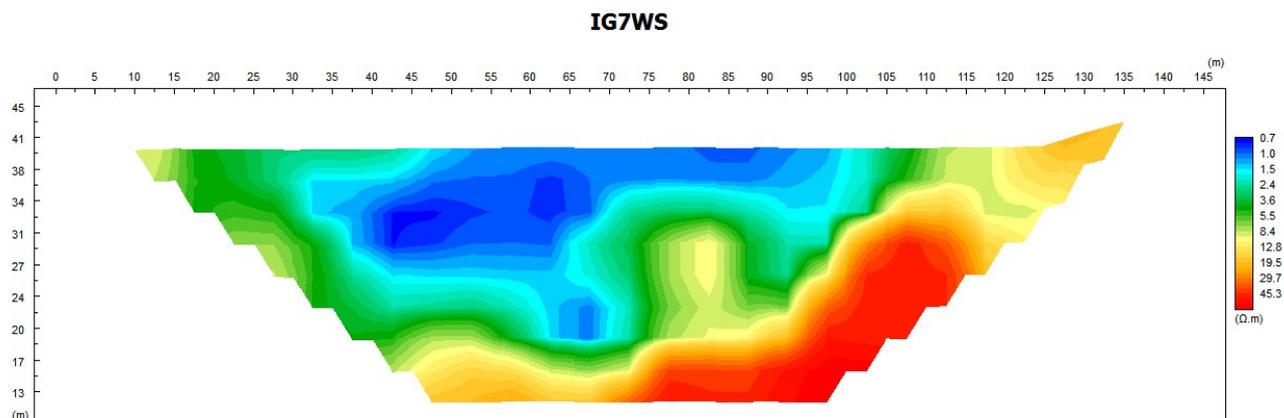
Las zonas planas entre progresivas 0 y 85 m y 140 a 220 m se corresponden con las dos canchas de fútbol existentes en el predio.

Las capas detectadas superficialmente nos muestran bajas resistividades, evidenciando que allí no existirían espesores de materiales de relleno compactado.

Solo entre las progresivas 85 a 140 metros observamos la presencia de rellenos compactados en superficie que se muestran en la gama de los colores amarillos.

Entre las progresivas 20 y 60 m se aprecia una zona de muy baja resistividad lo que se interpreta como de relleno de baja calidad.

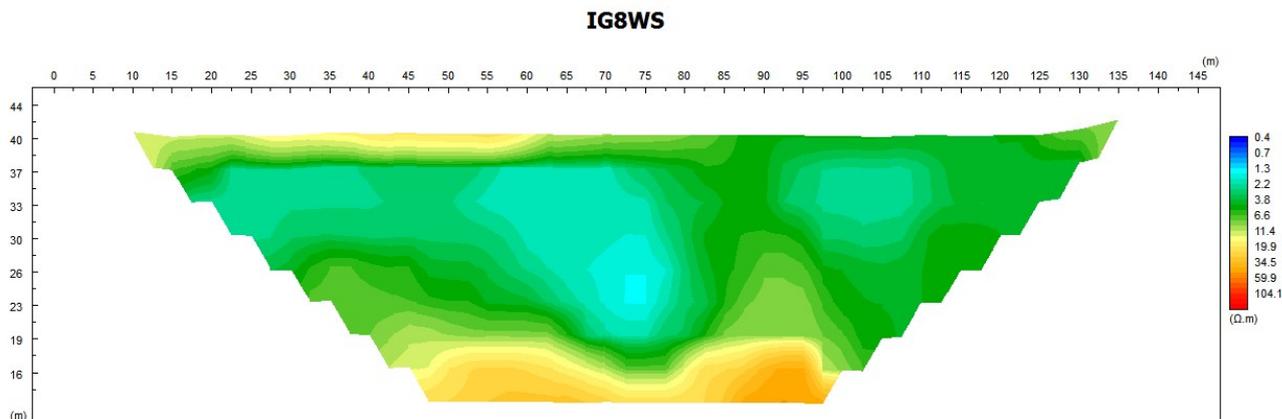
Se aprecia en tonos del amarillo al rojo el techo de la cantera de forma irregular, entre aproximadamente 12 y 25 m de profundidad.



**Figura 18**

Esta tomografía atravesó transversalmente la cancha de Huracán en dirección SE-NW. Al final del gráfico la topografía sube cuando los últimos electrodos atraviesan la tribuna Oeste. Las progresivas de 0 a 115 m muestran en superficie un paquete de muy bajas resistividades que se muestra en tonos de celeste.

Cuando realizamos esta TE, pudimos observar la presencia de abundante drenaje de agua en las canaletas próximas al inicio del perfil. Es de señalar que no había llovido hacia muchos días, por lo que es posible deducir que existe un nivel freático muy alto en la zona. El piso de la cancha también estaba mojado. Hacia las progresivas 115 a 145 se observa una anomalía de resistividad media que se muestra en tonos de amarillos y rojos que podría correlacionarse con un borde de cantera. La profundidad de la roca hasta la progresiva 90 metros, sería de aproximadamente  $H=20$  m.



**Figura 19**

La TE IG8WS se realizó casi con dirección W-E, sobre la cancha de Albión.

El resultado de la interpretación de esta TE nos muestra valores inferiores de resistividad de la roca a los obtenidos en las anteriores TE. Esto podría corresponderse con un techo de cantera más alterado y con la presencia de líquidos intersticiales de muy baja resistividad. Las capas de colores celestes a verdes que se evidencian en todo el perfil corroboran lo antedicho. Existe una anomalía de muy baja resistividad en la progresiva 73m a  $H=25$  metros, que produce una pequeña depresión en el techo de roca, probablemente por infiltración de líquidos de alta conductividad.

## 9.- Conclusiones y recomendaciones

- Estaba previsto realizar Tomografías Sísmicas en el predio. Luego de realizada la primera Tomografía Sísmica se vio que el método no dio los resultados esperados. Por lo tanto se acordó realizar Tomografías Eléctricas de Alta Resolución.
- Se practicaron TE con varias configuraciones electrónicas a los efectos de elegir la que se considerara mas adecuada. La configuración Wenner Schlumberger 2 fue la que dio mejores resultados. Por lo tanto fue la que se utilizó en todas las mediciones.
- La exploración se programó de manera de poder investigar a la mayor profundidad posible con el mejor detalle, buscando detectar el techo de roca de la cantera.
- Se muestra una imagen Google donde figuran las Líneas relevadas, las perforaciones realizadas y las propuestas.



**Figura 20** En ámbar se muestra la ubicación de las TE. En azul los pozos conocidos. En rojo los pozos propuestos que nos ayudarían a calibrar la interpretación.

- Hubo zonas del predio que fueron inaccesibles por estar habitadas o por las propias construcciones que aún no se han demolido. Cuando exista la posibilidad de acceso a dichas zonas podrían realizarse Tomografías Eléctricas para evaluar íntegramente el predio
- Se proponen los siguientes puntos a ser perforados, su profundidad se estima entre 25 y 30 metros. Todos ellos deberán llegar a la roca.

### Puntos Prioritarios

| Punto         | Este       | Norte   |
|---------------|------------|---------|
| <b>Pozo A</b> | 21H 579579 | 6140062 |
| <b>Pozo B</b> | 21H 579500 | 6140092 |
| <b>Pozo C</b> | 21H 579513 | 6140157 |

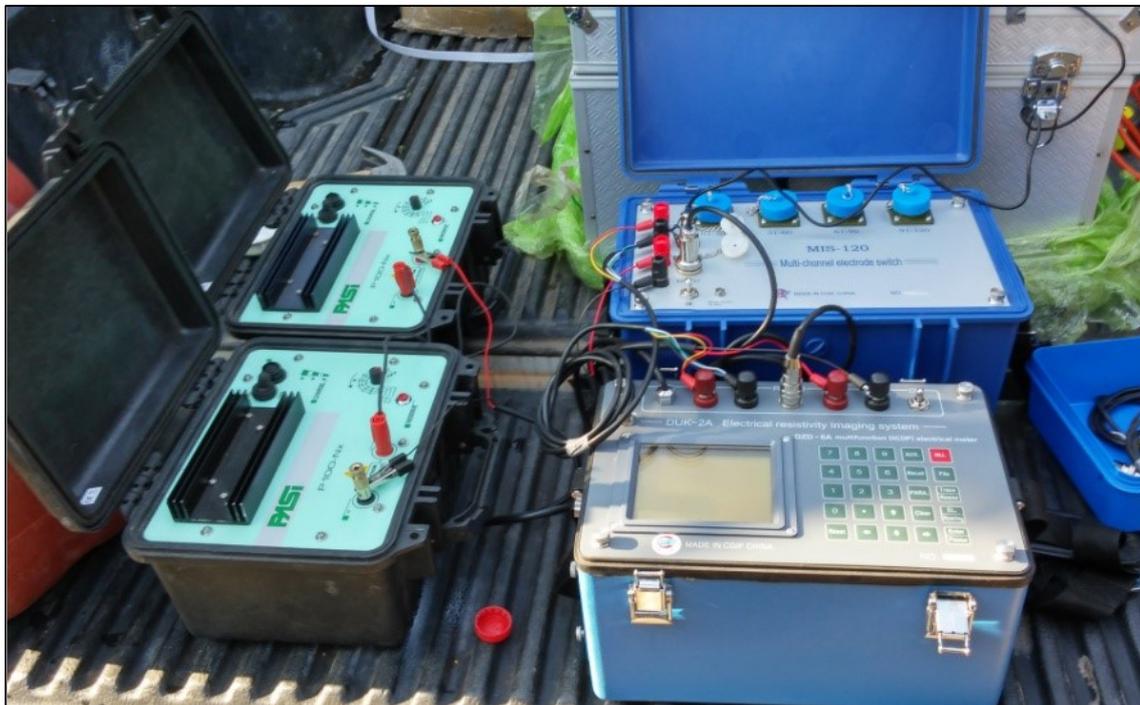
Todos los pozos que se realicen cerca de las TE pueden servir para realizar una calibración de los resultados. Entendemos que el proyecto abarca muchos aspectos y probablemente se realicen pozos piezómetros o de muestreo.

Si fuera posible que estos pozos llegaran a la roca fehacientemente, podrían ser de gran aporte para ajustar la interpretación geofísica.

- Con respecto a la factibilidad para realizar cimentaciones en el predio, en la mayoría de las TE se detectaron capas que evidencian que la contaminación probablemente sea alta. La falta de respuesta que tuvimos en el estudio de refracción sísmica evidencia un subsuelo en estado cercano a la licuefacción, que se comporta casi como un líquido. Hay pozos que describen lodos negros producto de descomposición de materia orgánica. También encontramos unas capas de resistividad bajísima que coinciden con esa posibilidad.
- Para determinar con mayor precisión la estabilidad del subsuelo a los efectos de construir se recomienda la realización de Tomografías REMI 2D, que interpretan ondas sísmicas superficiales de Rayleigh, obteniéndose Vs (velocidad de la onda de corte), lo que da como resultado la rigidez del subsuelo en función de la profundidad, dando perfiles bidimensionales. A partir de los resultados de las tomografías REMI 2D es posible calcular parámetros elásticos dinámicos para tener en cuenta en los trabajos de movimientos de suelos y sobre todo de construcción.

## 10.- Instrumental utilizado

Para la determinación de las resistividades aparentes se usa un instrumento marca AIDU modelo ADUK-2A compuesto de un resistivímetro DZD-6A, un transductor múltiple de 120 canales DUK-2A, un detector de 120 canales y un cable multicanal para conectar hasta 120 electrodos.



**Figura 21 Tomógrafo Eléctrico Utilizado**

## **Receptor DZD-6A**

Rango de tensión medida:  $\pm 6V$   
Precisión de tensión medida:  $\pm 1\% \pm 1\text{ppm}$   
Impedancia de entrada:  $> 50M\Omega$   
Precisión polarizabilidad aparente:  $\pm 1\% \pm 1\text{ppm}$   
Rango de medición de corriente: 5A  
Exactitud de medición de corriente:  $\pm 1\% \pm 1\text{ppm}$   
El filtro de rechazo de 50 Hz es superior a 80 dB.  
Rango de compensación SP:  $\pm 1V$ .

## **Transmisores**

2 Energizadores PASI P100 en serie  
La tensión de alimentación máxima: 400 V  
La corriente de alimentación máxima: 0.5A

## **Otros**

Temperatura de ejecución:  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , humedad  $\leq 95\%$ .  
Temperatura de almacenamiento:  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$   
Fuente de alimentación del instrumento: baterías estándar.

Peso: 6,3 kg

Volumen: 310 \* 210 \* 200 mm

## **Especificaciones principales del transductor múltiple de conmutación:**

*El número total de electrodos: 120 canales.*

*Los modelos de configuraciones: WN de cuatro polos, SB-1, SB-2, dipolo-dipolo, WS1, WS2, perfilado combinado, diferenciada, tomografía de resistividad de dos polos método CT, método de sondeo continuo de tres polos roll-up, el método continuo de sondeo simple lateral de tres polo roll-up, etc.*

*Elección del factor de intervalo del espaciamiento: establecer el intervalo de factor mínimo n (MIN) y el máximo n (MAX) que por su trabajo se requiere.*

*La integración de 80 caracteres en la pantalla LCD de 16 teclas puede hacer una forma operacional de diálogo hombre - PC que tienen que ver con las funciones de configuración del modelo de trabajo, la introducción de parámetros, la detección del estado y el seguimiento del proceso en ejecución.*

*Capacidad de aislación: 500 M $\Omega$*

*Tolerancia a la tensión: 450 V DC*

*La corriente máxima permitida: 2A*

**Otros:**

Temperatura: -10 °C a 50 °C Humedad: ≤ 95%

Volumen: 300 \* 200 \* 160 (mm)

Peso: 5,5 kg

Fuente de alimentación: baterías standard

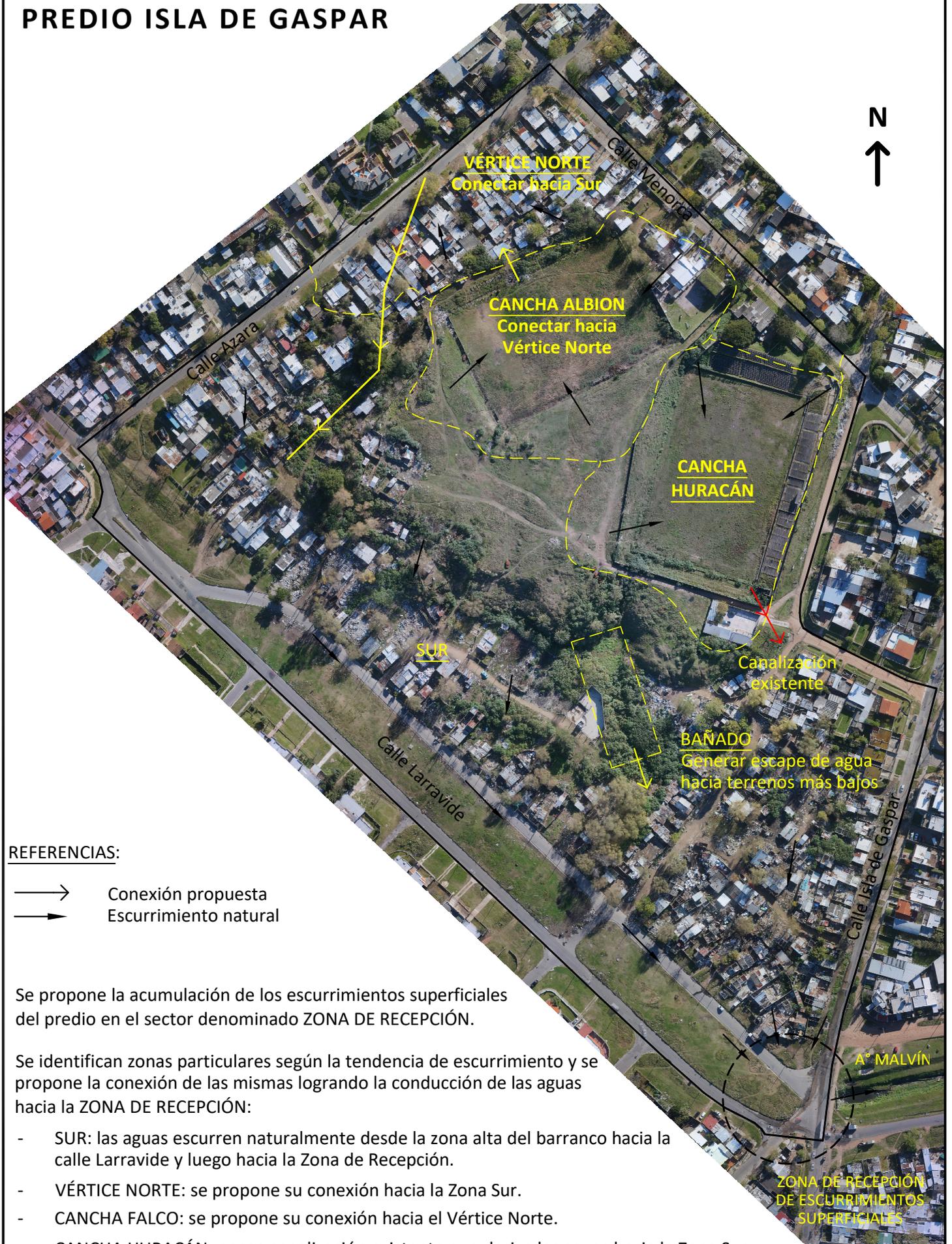
- **Anexo IV: Plano de relevamiento planialtimétrico**



| RELEVAMIENTO ISLA DE GASPAR   |                               |  |
|---|-------------------------------|--|
| <b>PADRONES</b>   | <b>FIRMA DEL TECNICO:</b>     | <b>FIRMA DEL TECNICO:</b>  |
| 66821 195222<br>870 150186<br>150187  | Ing. Agrim. ANDRES PISON      | Ing. Agrim. ENRIQUE ARZUAGA  |
| Departamento MONTEVIDEO<br>Loc. Catastral Montevideo<br>Carpeta Catastral 54-81 | ESCALA 1 : 2000<br>JULIO 2017 | <b>INGENIEROS<br/>ASOCIADOS</b><br>Ingenieros Arzuaga S.R.L.<br>Calle 12 de Julio 1233 |

- **Anexo V: Planos de análisis de hidrología superficial**

# ANÁLISIS DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL PREDIO ISLA DE GASPAR



## REFERENCIAS:

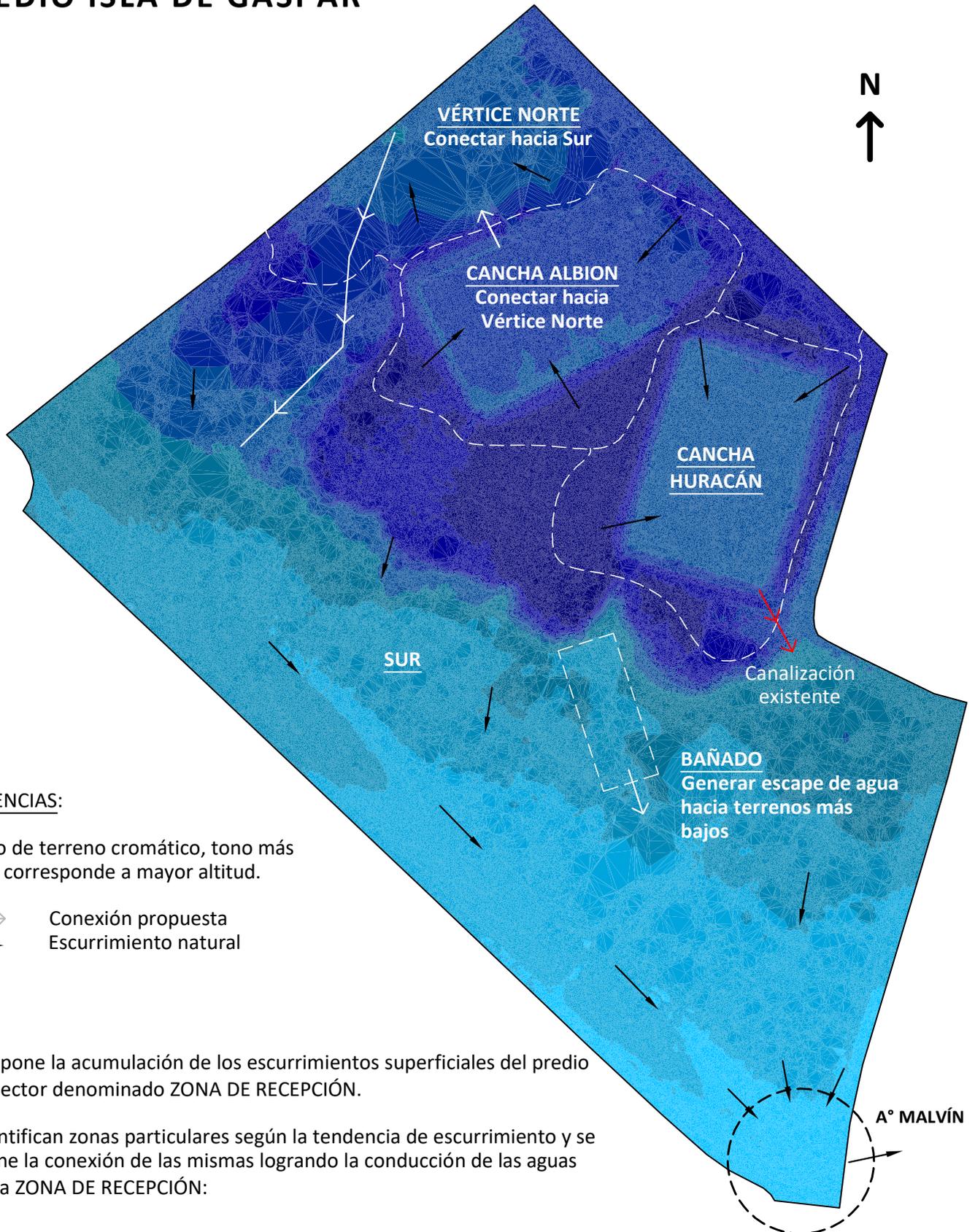
- Conexión propuesta
- ➔ E scorrimiento natural

Se propone la acumulación de los escurrimientos superficiales del predio en el sector denominado ZONA DE RECEPCIÓN.

Se identifican zonas particulares según la tendencia de escurrimiento y se propone la conexión de las mismas logrando la conducción de las aguas hacia la ZONA DE RECEPCIÓN:

- SUR: las aguas escurren naturalmente desde la zona alta del barranco hacia la calle Larravide y luego hacia la Zona de Recepción.
- VÉRTICE NORTE: se propone su conexión hacia la Zona Sur.
- CANCHA FALCO: se propone su conexión hacia el Vértice Norte.
- CANCHA HURACÁN: posee canalización existente que deriva las aguas hacia la Zona Sur.
- BAÑADO: se propone la conexión con terrenos adyacentes más bajos propiciando el flujo de agua y evitando el anegamiento de la zona.

# ANÁLISIS DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL PREDIO ISLA DE GASPAR



## REFERENCIAS:

Modelo de terreno cromático, tono más oscuro corresponde a mayor altitud.

- Conexión propuesta
- E scorrimiento natural

Se propone la acumulación de los escurrimientos superficiales del predio en el sector denominado ZONA DE RECEPCIÓN.

Se identifican zonas particulares según la tendencia de escurrimiento y se propone la conexión de las mismas logrando la conducción de las aguas hacia la ZONA DE RECEPCIÓN:

- SUR: las aguas escurren naturalmente desde la zona alta del barranco hacia la calle Larravide y luego hacia la Zona de Recepción.
- VÉRTICE NORTE: se propone su conexión hacia la Zona Sur.
- CANCHA FALCO: se propone su conexión hacia el Vértice Norte.
- CANCHA HURACÁN: posee canalización existente que deriva las aguas hacia la Zona Sur.
- BAÑADO: se propone la conexión con terrenos adyacentes más bajos propiciando el flujo de agua y evitando el anegamiento de la zona.

**ZONA DE RECEPCIÓN  
DE ESCURRIMIENTOS  
SUPERFICIALES**

- **Anexo VI: Plano y perfiles altimétricos**

# ANÁLISIS DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL PREDIO ISLA DE GASPAR

TRAZAS INDICATIVAS DE PERFILES  
ALTIMÉTRICOS



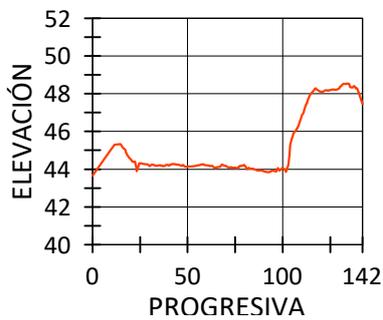
# ANÁLISIS DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

## PREDIO ISLA DE GASPAR

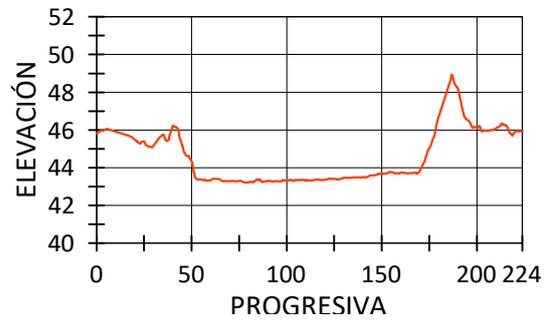
### PERFILES ALTIMÉTRICOS

Se presentan perfiles altimétricos del terreno correspondientes a trazas ilustrativas de la topografía de zonas con comportamiento hidráulico singular.

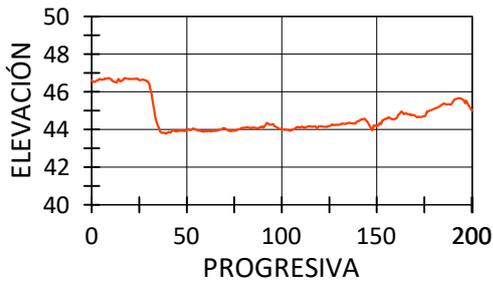
PERFIL ALTIMÉTRICO - Traza 2



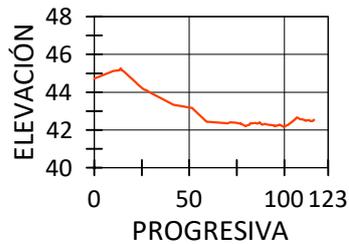
PERFIL ALTIMÉTRICO - Traza 7



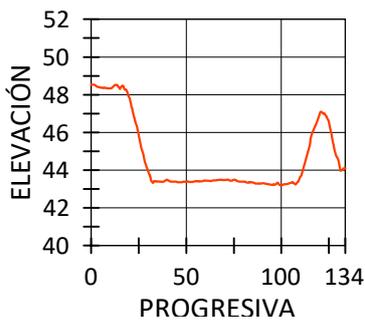
PERFIL ALTIMÉTRICO - Traza 4



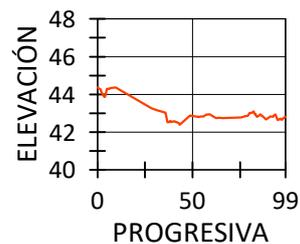
PERFIL ALTIMÉTRICO - Traza 8



PERFIL ALTIMÉTRICO - Traza 5



PERFIL ALTIMÉTRICO - Traza 9



- **Anexo VII: Plano de muestreo y resultados de análisis de laboratorio**



# Mapa de Ubicación de Puntos de Muestreo de Suelos Superficiales

## Estudio y Propuesta de Recuperación y Usos del Terreno "Isla de Gaspar"



Dirección Técnica Ing. Quím. Gualberto Trelles  
 Gerencia de Logística y Muestreo Q.F Paola Regina  
 Muestreo Lautaro Pochintesta/Damián Rivero  
 Mapeo y Digitalización Lautaro Pochintesta  
 Junio de 2017



| Día de Muestreo | Unidad de Muestreo | Muestra | X      | Y       |
|-----------------|--------------------|---------|--------|---------|
| 12-jun          | A                  | A1      | 579529 | 6140205 |
| 12-jun          | A                  | A2      | 579570 | 6140155 |
| 12-jun          | A                  | A3      | 579483 | 6140187 |
| 12-jun          | A                  | A4      | 579528 | 6140141 |
| 12-jun          | B                  | B1      | 579597 | 6140165 |
| 12-jun          | B                  | B2      | 579645 | 6140132 |
| 12-jun          | B                  | B3      | 579576 | 6140125 |
| 12-jun          | B                  | B4      | 579629 | 6140057 |
| 13-jun          | C                  | C1      | 579472 | 6140163 |
| 13-jun          | C                  | C2      | 579502 | 6140129 |
| 13-jun          | C                  | C3      | 579427 | 6140160 |
| 13-jun          | C                  | C4      | 579477 | 6140089 |
| 13-jun          | D                  | D1      | 579591 | 6140060 |
| 13-jun          | D                  | D2      | 579641 | 6140013 |
| 13-jun          | D                  | D3      | 579530 | 6140034 |
| 13-jun          | D                  | D4      | 579583 | 6139983 |
| 13-jun          | E                  | E1      | 579398 | 6140138 |
| 13-jun          | E                  | E2      | 579469 | 6140067 |
| 13-jun          | E                  | E3      | 579363 | 6140118 |
| 13-jun          | E                  | E4      | 579433 | 6140031 |
| 14-jun          | F                  | F1      | 579512 | 6140061 |
| 14-jun          | F                  | F2      | 579582 | 6139952 |
| 14-jun          | F                  | F3      | 579516 | 6139986 |
| 14-jun          | F                  | F4      | 579534 | 6139962 |
| 13-jun          | G                  | G1      | 579615 | 6139909 |
| 13-jun          | G                  | G2      | 579678 | 6139871 |
| 13-jun          | G                  | G3      | 579594 | 6139884 |
| 13-jun          | G                  | G4      | 579647 | 6139853 |
| 13-jun          | H                  | H1      | 579317 | 6140087 |
| 13-jun          | H                  | H2      | 579368 | 6140042 |
| 13-jun          | H                  | H3      | 579332 | 6140053 |
| 13-jun          | H                  | H4      | 579392 | 6139976 |
| 14-jun          | I                  | I1      | 579466 | 6139975 |
| 14-jun          | I                  | I2      | 579526 | 6139891 |
| 14-jun          | I                  | I3      | 579445 | 6139932 |
| 14-jun          | I                  | I4      | 579505 | 6139864 |
| 13-jun          | J                  | J1      | 579589 | 6139848 |
| 13-jun          | J                  | J2      | 579639 | 6139810 |
| 13-jun          | J                  | J3      | 579636 | 6139764 |
| 13-jun          | J                  | J4      | 579548 | 6139789 |

Se extrajeron 4 muestras puntuales de suelo superficial por polígono de muestreo, estas muestras se compusieron en el laboratorio para obtener una única muestra por polígono.



Padrones Catastrales Regulares  
 Fuente: Dirección Nacional de Catastro

Sistema Coordinado: WGS 1984 UTM Zona 21S  
 Proyección: Mercator Transversal

| Parámetros | Método                  | Unidad | A 12/06 | A-1   | A-2   | A-3   | A-4   |
|------------|-------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|
| Plomo      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 211   | <0.4  | <0.4  | 18    |
| Cadmio     | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 0,2   | <0.2  | <0.2  | <0.2  |
| Cobre      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 263   | 11    | 13    | 26    |
| Zinc       | EPA 3051 A /EPA 6010 D  | mg/Kg  |         | 256   | 51    | 43    | 78    |
| Cromo      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 34    | 6.6   | 4.5   | 16    |
| Hidrocarbu | EPA 9071 B / EPA 1664   | mg/Kg  | 446     | ..... | ..... | ..... | ..... |

| Parámetros | Método                  | Unidad | B 12/06 |
|------------|-------------------------|--------|---------|
| Plomo      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  | <0.4    |
| Cadmio     | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  | <0.2    |
| Cobre      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  | <0.4    |
| Zinc       | EPA 3051 A /EPA 6010 D  | mg/Kg  | <0.4    |
| Cromo      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  | 4.0     |

| Parámetros | Método                  | Unidad | C 13/06 |
|------------|-------------------------|--------|---------|
| Plomo      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  | 27      |
| Cadmio     | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  | 2,6     |
| Cobre      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  | 117     |
| Zinc       | EPA 3051 A /EPA 6010 D  | mg/Kg  | 143     |
| Cromo      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  | 16      |
| Hidrocarbu | EPA 9071 B / EPA 1664   | mg/Kg  | 281     |

| Parámetros | Método                  | Unidad | D 13/06 |
|------------|-------------------------|--------|---------|
| Plomo      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  | <0.4    |
| Cadmio     | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  | 0.2     |
| Cobre      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  | 43      |
| Zinc       | EPA 3051 A /EPA 6010 D  | mg/Kg  | <0.4    |
| Cromo      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  | 9.8     |
| Hidrocarbu | EPA 9071 B / EPA 1664   | mg/Kg  | <200    |

| Parámetros | Método                  | Unidad | E 13/06 | E-1   | E-2   | E-3   | E-4   |
|------------|-------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|
| Plomo      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 2146  | 59    | 176   | 151   |
| Cadmio     | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 4,6   | <0.2  | 0,7   | 0,2   |
| Cobre      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 2627  | 25    | 115   | 25    |
| Zinc       | EPA 3051 A /EPA 6010 D  | mg/Kg  |         | 2280  | 104   | 397   | 153   |
| Cromo      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 316   | 17    | 34    | 19    |
| Hidrocarbu | EPA 9071 B / EPA 1664   | mg/Kg  | <200    | ..... | ..... | ..... | ..... |

| Parámetros | Método                  | Unidad | H 13/06 | H-1   | H-2   | H-3   | H-4   |
|------------|-------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|
| Plomo      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 3,4   | 0,8   | <0.4  | 0,9   |
| Cadmio     | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | <0.2  | <0.2  | <0.2  | <0.2  |
| Cobre      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | <0.4  | <0.4  | <0.4  | 24    |
| Zinc       | EPA 3051 A /EPA 6010 D  | mg/Kg  |         | <0.4  | <0.4  | <0.4  | <0.4  |
| Cromo      | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | <1.0  | <1.0  | <1.0  | <1.0  |
| Hidrocarbu | EPA 9071 B / EPA 1664   | mg/Kg  | 276     | ..... | ..... | ..... | ..... |

| Parámetros   | Método                  | Unidad | G 13/06 | G-1   | G-2   | G-3   | G-4   |
|--------------|-------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|
| Plomo        | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 0,9   | 0,7   | <0.4  | 2,2   |
| Cadmio       | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | <0.2  | <0.2  | <0.2  | <0.2  |
| Cobre        | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | <0.4  | <0.4  | <0.4  | <0.4  |
| Zinc         | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | <0.4  | <0.4  | <0.4  | 2,3   |
| Cromo        | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | <0.4  | <0.4  | <0.4  | <0.4  |
| Hidrocarburo | EPA 9071 B / EPA 1664   | mg/Kg  | 745     | ..... | ..... | ..... | ..... |

| Parámetros   | Método                  | Unidad | J 13/06 | J-1   | J-2   | J-3   | J-4   |
|--------------|-------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|
| Plomo        | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 104   | 91    | 223   | 384   |
| Cadmio       | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 0,9   | 0,7   | 0,9   | 0,7   |
| Cobre        | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 239   | 699   | 86    | 143   |
| Zinc         | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 959   | 737   | 1149  | 784   |
| Cromo        | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 26    | 17    | 37    | 42    |
| Hidrocarburo | EPA 9071 B / EPA 1664   | mg/Kg  | 699     | ..... | ..... | ..... | ..... |

| Parámetros   | Método                  | Unidad | F 14/06 | F-1   | F-2   | F-3   | F-4   |
|--------------|-------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|
| Plomo        | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | <0.4  | <0.4  | <0.4  | 1,8   |
| Cadmio       | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | <0.2  | <0.2  | <0.2  | <0.2  |
| Cobre        | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | <0.4  | <0.4  | <0.4  | 39    |
| Zinc         | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | <0.4  | <0.4  | <0.4  | <0.4  |
| Cromo        | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | <0.4  | <0.4  | <0.4  | <0.4  |
| Hidrocarburo | EPA 9071 B / EPA 1664   | mg/Kg  | <200    | ..... | ..... | ..... | ..... |

| Parámetros   | Método                  | Unidad | I 14/06 | I-1   | I-2   | I-3   | I-4   |
|--------------|-------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|
| Plomo        | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 91    | 59    | 103   | 82    |
| Cadmio       | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 0,5   | 0,1   | 1,1   | 0,7   |
| Cobre        | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 61    | 27    | 236   | 29    |
| Zinc         | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 316   | 151   | 680   | 814   |
| Cromo        | EPA 3051 A / EPA 6010 D | mg/Kg  |         | 33    | 14    | 30    | 27    |
| Hidrocarburo | EPA 9071 B / EPA 1664   | mg/Kg  | 374     | ..... | ..... | ..... | ..... |

Valores guía para uso residencial (mg/Kg suelo)

|    | E.P.A | Canada | Mejico |
|----|-------|--------|--------|
| Cu | 310   | 63     |        |
| Pb | 400   | 140    |        |
| Cd | 7     | 10     |        |
| Zn | 2300  | 200    |        |
| Cr | 279   | 64     |        |
| HT |       |        | 3000   |



Valor comprendido entre el menor y el mayor valor de EPA-CANADA (Ej. Pb entre 140 y 400mg/Kg)

Valor mayor que el mayor valor entre EPA-CANADA (Ej. Pb mayor que 400 mg/Kg)

Valor menor que el menor entre EPA-CANADA (Ej. Pb menor que 140 mg/Kg)

Nota: La norma mejicana es exclusiva para hidrocarburos (técnica gravimétrica) y es la usada por IMM

| Parámetros                            | Método                | Unidad | B1    | B2  | B3  | B4  | D1  | D2  | D3  | D4  | E1  | E2  | E3  | E4  | J1  | J2  | J3  | J4  |
|---------------------------------------|-----------------------|--------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Fenoles</b> EPA 3540 C/ EPA 8041 A |                       |        | µg/kg |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2-Clorofenol                          | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| O-cresol                              | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| m y p-cresol                          | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 241 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 230 | 237 |
| 2-nitrofenol                          | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 139 |
| 2,4 Dimetilfenol                      | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| 2,4 Diclorofenol                      | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| 2,6 Diclorofenol                      | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | 63    | <10 | 15  | 70  | <10 | <10 | 21  | 35  | <10 | <10 | <10 | <10 | 35  | 42  | <10 | 34  |
| 4 Cloro - 3 Metilfenol                | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | 11  | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| 2,4,6 Triclorofenol                   | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | 41    | <10 | <10 | 27  | <10 | <10 | 36  | 40  | <10 | <10 | <10 | <10 | 25  | 33  | <10 | 32  |
| 2,4,5 Triclorofenol                   | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| 2,4-Dinitrofenol                      | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| 4- Nitrofenol                         | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| 2,3,5,6-tetraclorofenol               | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | 197   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 331 | 195 | <10 | <10 |
| 2,3,4,5, Tetraclorofenol              | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | 193   | <10 | <10 | <10 | 178 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 174 | 172 |
| 2-metil-4,6 dinitrofenol              | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | 154   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 162 | <10 |
| 2,3,4,6, Tetraclorofenol              | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Pentaclorofenol                       | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Dinoseb                               | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| 2-Ciclohexil-4,6-Dinitrofenol         | EPA 3540 C EPA 8041 A | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| <b>PAHs</b> EPA 3540 C / EPA 8100     |                       |        | µg/kg |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Naftaleno                             | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenaftileno                          | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 53  | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Acenafteno                            | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/kg  | 14    | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fluoreno                              | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/kg  | <10   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 54  | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fenantreno                            | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/kg  | 343   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 131 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Antraceno                             | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/kg  | 95    | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 55  | <10 | <10 | 28  | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Fluorantreno                          | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/kg  | 947   | <10 | 25  | 22  | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 375 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Pireno                                | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/Kg  | 977   | <10 | 51  | 18  | <10 | <10 | <10 | <10 | 56  | <10 | <10 | 343 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Criseno                               | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/Kg  | 577   | <10 | 38  | 30  | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 187 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Benzo(a)Antraceno                     | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/Kg  | 480   | <10 | 22  | 14  | <10 | <10 | <10 | <10 | 57  | <10 | <10 | 164 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Benzo(b)Fluorantreno                  | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/Kg  | 577   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 169 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Benzo(K)Fluorantreno                  | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/Kg  | 567   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 58  | <10 | <10 | 146 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Benzo(a)pireno                        | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/Kg  | 685   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 214 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Indeno(1,2,3-d)pireno                 | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/Kg  | 924   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 59  | <10 | <10 | 296 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Dibenz(a,h)antraceno                  | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/Kg  | 162   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 104 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Benzo(g,h,i)perileno                  | EPA 3540 C / EPA 8100 | µg/Kg  | 891   | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 60  | <10 | <10 | 221 | <10 | <10 | <10 | <10 |

Valores guía para uso residencial (mg/Kg suelo)

| Fenoles                  | Canadá | Méjico |
|--------------------------|--------|--------|
| 2,4 Dimetilfenol         | 0,5    |        |
| 2,4 Diclorofenol         | 0,5    |        |
| 2,6 Diclorofenol         | 0,5    |        |
| 2,4,6 Triclorofenol      | 0,5    |        |
| 2,4,5 Triclorofenol      | 0,5    |        |
| 2,3,5,6-tetraclorofenol  | 0,5    |        |
| 2,3,4,5, Tetraclorofenol | 0,5    |        |
| 2-metil-4,6 dinitrofenol | 0,5    |        |
| 2,3,4,6, Tetraclorofenol | 0,5    |        |
| Pentaclorofenol          | 7,6    |        |
| <b>PAHs</b>              |        |        |
| Benzo(a)Antraceno        |        | 2      |
| Benzo(b)Fluorantreno     |        | 2      |
| Benzo(K)Fluorantreno     |        | 8      |
| Benzo(a)pireno           |        | 2      |
| Indeno(1,2,3-d)pireno    |        | 2      |
| Dibenz(a,h)antraceno     |        | 2      |

**Fenoles** Todos los valores son menores a los de la norma

**PAHs** Todos los valores son menores a los de la norma

















