

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“ACTUALIZACIÓN DE COTAS DE BUZONES DE  
ALCANTARILLADO DE LIMA METROPOLITANA Y EL  
CALLAO, APLICANDO NIVELACIÓN GEOMÉTRICA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**LUIS VALENTINO VALENCIA MARTINEZ**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“ACTUALIZACIÓN DE COTAS DE BUZONES DE  
ALCANTARILLADO DE LIMA METROPOLITANA Y EL CALLAO,  
APLICANDO NIVELACIÓN GEOMÉTRICA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**LUIS VALENTINO VALENCIA MARTINEZ**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. RAUL ARNALDO ESPINOZA VILLAR  
Presidente

Ing. JOSÉ BERNARDINO ARAPÀ QUISPE  
Asesor

Ing. ANTONIO CELESTINO ENCISO GUTIÉRREZ

Mag. SAUL MOISÉS TORRES MURGA  
Miembro

LIMA – PERU

2020

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. PRESENTACIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
<b>IV. CUERPO DEL TRABAJO</b> .....	<b>9</b>
4.1.    Antecedentes .....	9
4.2.    Revisión literaria .....	13
4.2.1.    Geodesia .....	13
4.2.2.    Teoría de errores.....	14
4.2.3.    Clasificación de errores .....	15
4.2.4.    El Instituto Geográfico Nacional o IGN.....	15
4.2.5.    Sistema geodésico de referencia oficial .....	16
4.2.6.    Red de nivelación nacional.....	17
4.2.7.    Nivelación topográfica .....	17
4.2.8.    Clasificación de nivelación .....	21
4.2.9.    Buzones de alcantarillado.....	24
4.2.10.    Nivel Electrónico Digital.....	25
4.3.    Metodología .....	26
4.3.1.    Identificación del problema.....	27
4.3.2.    Proceso de solución efectuada.....	27
4.4.    Resultados .....	35
4.4.1.    Identificación de buzones .....	35
4.4.2.    Nivelación geométrica de la cota de tapa .....	37
4.4.3.    Actualización de la información en SIG .....	47
4.4.4.    Análisis y contribución en la solución .....	48
4.4.5.    Explicación del nivel de beneficio .....	50
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>53</b>
5.1.    Conclusiones .....	53
5.2.    Recomendaciones.....	54
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>55</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Cantidad de Buzones de Alcantarillado en el SIG de SEDAPAL Julio-2018, donde CT=Cota de tapa y CF=Cota de fondo .....	5
Tabla N° 2: Detalle de los 43 distritos considerados en la información de la Tabla N° 1 ....	5
Tabla N° 3: Detalle de los 07 Distritos no considerados en la información de en la Tabla N° 1.....	7
Tabla N° 4: Indicadores Operativos y Comerciales de SEDAPAL al año 2018.....	9
Tabla N° 5: Cantidad de buzones de alcantarillado por distritos a Julio de 2018.....	12
Tabla N° 6: Cantidad de BM's por tipo al 2018.....	17
Tabla N° 7: Número de Sectores de trabajo por distrito .....	35
Tabla N° 8: Inspecciones efectuadas a los BM's no ubicados o destruidos.....	39
Tabla N° 9: Inspecciones efectuadas a los BM's encontrados .....	40
Tabla N° 10: Recorte de la Data extraída del Nivel Electrónico Leica – Sector 1.....	43
Tabla N° 11: Compensación de Cotas para el Sector 1.....	44
Tabla N° 12: Resultado de la Medición de la profundidad de los buzones.....	45
Tabla N° 13: Resumen de las valorizaciones acumuladas del servicio.....	51
Tabla N° 14: Cantidad de Buzones de alcantarillado en el SIG SEDAPAL Agosto-2019 .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ejemplo de ubicación de buzones – Lurigancho Chosica (Parte del denominado Sector 02).....	10
Figura N° 2: Porcentaje de Buzones con información actualizada de cotas – Julio 2018...	11
Figura N° 3: Vista de la red geodésica horizontal y vertical - IGN .....	17
Figura N° 4: Representación de nivelación geométrica .....	18
Figura N° 5: Proceso de Nivelación .....	20
Figura N° 6: Sistemas de Altura.....	23
Figura N° 7: Buzón de Alcantarillado – Sección transversal .....	25
Figura N° 8: Componentes del Nivel Electrónico.....	26
Figura N° 9: Organigrama del Consorcio ZAFYR.....	27
Figura N° 10: Proceso de la Solución efectuada .....	28
Figura N° 11: Programación Visual en el Distrito de Carabaylo .....	29
Figura N° 12: Entrega de Sectores .....	30
Figura N° 13: Trazo de Poligonal.....	31
Figura N° 14: Identificación de Buzones .....	31
Figura N° 15: Proceso de Nivelación .....	32
Figura N° 16: Vista del Nivel Electrónico marca LEICA Sprinter 150 m.....	32
Figura N° 17: Apertura de Buzones .....	33
Figura N° 18: Medición de la Profundidad .....	34
Figura N° 19: Visualización del ARCGIS con la información actualizada. ....	35
Figura N° 20: Marco de Cota Fija LM-A.C-4.....	37
Figura N° 21: Ficha de Inspección de Bm´s.....	38
Figura N° 22: Vista del BM con código APL-4 ubicado en Villa María del Triunfo.....	40
Figura N° 23: Vista del BM destruido con código BVP-8 ubicado en El Callao .....	41
Figura N° 24: Vista del BM con código LMPP-1(La Molina).....	41
Figura N° 25: Vista del BM destruido con código BVP-7 ubicado en El Callao .....	42
Figura N° 26: Ficha de Inspección de Bm´s.....	42
Figura N° 27: Fórmula de compensación por el método de la proporción a la longitud de los tramos.....	45
Figura N° 28: Formato de Solicitud de Réplicas.....	48
Figura N° 29: Curva S de Avance acumulado del servicio. ....	49

Figura N° 30: Nivel automático empleado en los meses de Octubre a Diciembre 2018 ....	50
Figura N° 31: Nivel digital empleado en los meses de Enero a Julio 2019 .....	50
Figura N° 32: Estado de buzones con información de cotas – Agosto 2019 .....	52

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>Bm's</b>	Bench Mark (Punto de Referencia)
<b>CT</b>	Cota de Tapa
<b>CF</b>	Cota de Fondo
<b>dis</b>	Distancia
<b>dh</b>	Diferencia de altura
<b>ed.</b>	Edición
<b>etc.</b>	Etcétera
<b>h</b>	Horas
<b>H</b>	Altura Ortométrica
<b>km</b>	Kilómetros
<b>m</b>	Metros
<b>mm</b>	Milímetros
<b>m.s.n.m.</b>	Metros sobre el nivel de mar
<b>N</b>	Altura Geoidal
<b>s</b>	Segundos
<b>SIG</b>	Sistema de Información Geográfica
<b>SIRGAS</b>	Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas
<b>Vol.</b>	Volumen
<b>WGS 84</b>	World Geodesic System 1984
<b>%</b>	Porcentaje
<b>1er, 2do, 3er, etc.</b>	Primero, segundo. Tercero, etc.

## **I. PRESENTACIÓN**

El trabajo desarrolla la actualización de cotas de buzones de alcantarillado de Lima Metropolitana y El Callao, aplicando nivelación geométrica, labores efectuadas en el ámbito de la consultoría ejecutada por el Consorcio Zafyr en los años 2018 y 2019 para el cliente SEDAPAL, en concordancia con los términos de referencia del: “Servicio de nivelación topográfica de cotas de buzones y actualización en GIS” en el marco del contrato N° 0006-2018-SEDAPAL, consultoría en la cual desempeñé el cargo profesional de analista asistente desde el mes de Octubre de 2018 a Julio de 2019.

Al inicio de las labores, octubre de 2018, tuve la responsabilidad de organizar el trabajo de las brigadas y gabinete SIG, la metodología del control de calidad del trabajo y establecer las metas de cada brigada en función al cronograma del servicio; en esta etapa pude superar los inconvenientes gracias a los cursos en el ámbito de la topografía, sistemas de información geográfica, abastecimiento de agua potable y supervisión de obras.

Para el mes de diciembre de 2018, habiendo transcurrido 3 meses, el panorama de ejecución del servicio mostraba un considerable retraso, por lo cual se me encargó la búsqueda de un nuevo equipo topográfico y metodología que permitiera un mayor rendimiento de nivelación, ya que la cantidad de buzones nivelados en promedio por día (21,07 buzones/día laborable) era menor al ratio programado (81,54 buzones/día laborable); para esta etapa pude aplicar lo impartido en los cursos en el ámbito de la topografía.

Desde el mes de Enero de 2018 en adelante, se trabajó con un nuevo equipo topográfico (nivel electrónico digital), siendo así que se me encargo validar los resultados y supervisar en campo las actividades ejecutadas por el personal, atendiendo de manera inmediata observaciones y toma de decisiones que pudieran presentarse en la ejecución de las actividades del servicio; siendo indispensable la aplicación de los conocimientos adquiridos

durante mi etapa estudiantil universitaria, sobre todo en el campo de la topografía y el de sistemas de información geográfica.

Para el mes de Julio de 2019, se me encargó efectuar la redacción y presentación del informe final, conteniendo el resumen de cotas general, reporte de avance valorizado de cada mes, la curva S de avance acumulado del servicio y las recomendaciones al cliente, siendo indispensable la aplicación de los conocimientos aprendidos en los cursos del campo de la topografía y supervisión de obras.

Culminar la carrera de Ingeniería Agrícola en la prestigiosa Universidad Nacional Agraria La Molina permitió desempeñarme con suficiencia y solvencia profesional en la empresa Consorcio Zafyr, poniendo en práctica los cursos aprendidos durante la época estudiantil; aunado a las revisiones de literatura, trajo consigo que pueda desenvolverme profesionalmente en los siguientes aspectos:

- Identificación y búsqueda de oportunidades laborales, referente a la carrera profesional de ingeniería agrícola, en especial en el ámbito de la topografía.
- Una vez conseguido el empleo, inicié efectuando el Análisis y compatibilización de los Términos de referencia de la consultoría a efectuar y hacer un comparativo con la normativa vigente.
- Pude efectuar una revisión y actualización del presupuesto de ejecución de la consultoría, con la finalidad de programar financieramente el servicio; y brindar un apoyo así al área administrativa del consorcio.
- Pude efectuar posteriormente una programación de Avance físico de la Ejecución de la Consultoría, de acuerdo al plazo de ejecución del contrato y las metas contempladas, estableciendo ratios mínimos de avance que servían como base para el rendimiento esperado en la consultoría.
- Pude organizar y manejar en conjunto, con el Analista Coordinador, a las brigadas topográficas, las cuales cada una estaba compuesta por un topógrafo, 3 operarios niveladores y 02 buzonereros.
- Durante la ejecución del servicio se hizo necesario el control de calidad de la toma de data de campo obtenida y comparación de errores máximos permitidos, para lo cual se efectuó una brigada de control de calidad; que verificaba conjuntamente con SEDAPAL las cotas obtenidas.

- Gracias a los conocimientos impartidos en el ámbito de los sistemas de información geográfica, pude efectuar la coordinación de solicitud de réplicas al cliente (SEDAPAL) para la carga de la información atributiva de los buzones de alcantarillado al sistema de información geográfica del cliente.
- Teniendo como base los cursos de topografía y el curso de proyectos de inversión; se evaluó la conveniencia de la adquisición de nuevos equipos topográficos, los cuales permitieron un mayor rendimiento de nivelación.
- Finalmente pude presentar los reportes de avance y valorizaciones mensuales, exposiciones semanales al Cliente y con los accionistas; que finalmente conllevaron al cumplimiento de metas financieras, culminando el servicio sin retrasos ni penalidad alguna.

## **II. INTRODUCCIÓN**

Por sistema de información se entiende a la unión de la información y herramientas informáticas (programa o software) para su análisis con unos objetivos concretos (Peña, 2006). Por otra parte, al incluir el término geográfica se asume que la información es espacialmente explícita, es decir, que incluye la posición en el espacio (Peña, 2006). Se entiende entonces que los sistemas de información geográficas son una de las tecnologías de la información geográfica que emplea una base de datos almacenada de información georreferenciada para que a través de ella se puedan resolver problemas de índole espacial y con esto concretizar la toma de decisiones en temas de diversa índole. El presente trabajo consiste en la actualización en el Sistema de Información Geográfico de SEDAPAL de cotas de buzones de alcantarillado de Lima Metropolitana y El Callao, aplicando nivelación geométrica; cabe mencionar que desde el año 2014 fecha en la cual se terminó de implementar el SIG en SEDAPAL, se viene actualizando, con el fin de establecer un estándar en la información catastral y georreferenciada.

La empresa SEDAPAL es una empresa estatal de derecho privado íntegramente de propiedad del Estado, ha sido constituida en 1981 y se encarga de gestionar y brindar los servicios de agua potable, alcantarillado, tratamiento y reúso de aguas residuales para las poblaciones de Lima Metropolitana y El Callao; con el fin de cumplir con uno de sus objetivos estratégicos de primer nivel: “Mejorar la calidad del servicio”, dentro del Plan Operativo de dicha empresa para el 2017 se detalla como actividad clave: “Ejecutar la actividad programada del Plan de Actualización y Mantenimiento del Catastro en el Sistema Geográfico de SEDAPAL”. Para el caso de la cantidad de buzones del sistema de alcantarillado en Lima y El Callao con información completa o incompleta, se cuenta con el siguiente reporte de fecha de Julio de 2018:

**Tabla N° 1: Cantidad de Buzones de Alcantarillado en el SIG de SEDAPAL Julio-2018, donde CT=Cota de tapa y CF=Cota de fondo**

BUZONES CON INFORMACIÓN COMPLETA		BUZONES CON INFORMACIÓN INCOMPLETA	
Con CT y con CF	Con CT y sin CF	Sin CT y sin CF	Sin CT y con CF
278 321	14 899	58 085	72
278 321		73 056	
Total de Buzones: 351 377			

FUENTE: Consorcio ZAFYR

Para la Tabla 1, se consideraron 43 de los 50 distritos administrados por SEDAPAL en Lima Metropolitana y El Callao los cuales son los siguientes:

**Tabla N° 2: Detalle de los 43 distritos considerados en la información de la Tabla N° 1**

N°	DISTRITO
1	ANCON
2	ATE
3	BARRANCO
4	BELLAVISTA
5	BREÑA
6	CALLAO
7	CARABAYLLO
8	CARMEN DE LA LEGUA-REYNOSO
9	CHORRILLOS
10	CIENEGUILLA
11	COMAS
12	EL AGUSTINO
13	INDEPENDENCIA
14	JESUS MARIA
15	LA MOLINA
16	LA PERLA
17	LA PUNTA
18	LA VICTORIA

«continuación»

19	LIMA
20	LINCE
21	LOS OLIVOS
22	LURIGANCHO
23	LURIN
24	MAGDALENA DEL MAR
25	MIRAFLORES
26	PACHACAMAC
27	PUEBLO LIBRE
28	PUENTE PIEDRA
29	RIMAC
30	SAN BORJA
31	SAN ISIDRO
32	SAN JUAN DE LURIGANCHO
33	SAN JUAN DE MIRAFLORES
34	SAN LUIS
35	SAN MARTIN DE PORRES
36	SAN MIGUEL
37	SANTA ANITA
38	SANTA ROSA
39	SANTIAGO DE SURCO
40	SURQUILLO
41	VENTANILLA
42	VILLA EL SALVADOR
43	VILLA MARIA DEL TRIUNFO

---

FUENTE: Consorcio ZAFYR

Por razones técnicas de la Entidad no se consideraron los 07 distritos siguientes:

**Tabla N° 3: Detalle de los 07 Distritos no considerados en la información de en la Tabla N° 1**

N°	DISTRITO
1	CHAACLACAYO
2	MI PERU
3	PUCUSANA
4	PUNTA HERMOSA
5	PUNTA NEGRA
6	SAN BARTOLO
7	SANTA MARÍA DEL MAR

FUENTE: Consorcio ZAFYR

Del total de buzones de alcantarillado de Lima y El Callao contenidos en el SIG de SEDAPAL para el mes de Julio de 2018 (Tabla 1) se puede apreciar que el 20,79 % (73 056) no cuenta con información completa tanto de Cota de Tapa y/o de Cota de Fondo; es así que en concordancia a lo mencionado surgió la necesidad de efectuar el servicio de nivelación geométrica de cotas de buzones y actualización en GIS, para esto la entidad contrató al Consorcio ZAFYR para que pueda efectuar la actualización de cotas de buzones de alcantarillado en 44 distritos pertenecientes a Lima Metropolitana y El Callao.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

Efectuar la Identificación, Nivelación Geométrica y Actualización en SIG de 106 000 buzones con información de cotas incompleta del sistema de alcantarillado de 44 distritos administrados por SEDAPAL, pertenecientes a Lima Metropolitana y El Callao.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Verificar la disponibilidad de uso de los bench mark (B.M.) oficiales del Instituto Geográfico Nacional del Perú en cuarenta distritos de Lima Metropolitana y El Callao.
  
- Identificar los buzones de alcantarillado de cada área de drenaje a trabajar del catastro de redes del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) en Lima Metropolitana y El Callao.
  
- Efectuar la nivelación geométrica dentro de la tolerancia máxima permisible (referida a la longitud del circuito de nivelación expresada en kilómetros), y actualizar en el SIG las cotas de buzones de alcantarillado del catastro de redes del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) en Lima Metropolitana y El Callao.

## IV. CUERPO DEL TRABAJO

### 4.1. Antecedentes

La empresa Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima o comúnmente conocida como SEDAPAL es una entidad estatal de derecho privado, teniendo como principal función la de brindar los servicios de saneamiento: servicio de agua potable (sistema de producción y sistema de distribución), servicio de alcantarillado sanitario y pluvial (sistema de recolección, sistema de tratamiento y disposición de las aguas servidas y sistema de recolección y disposición de aguas de lluvia), Servicio de disposición sanitaria de excretas, sistema de letrinas y fosas sépticas y acciones de protección del medio ambiente, vinculadas a los proyectos de su fin principal en Lima y El Callao.

Para el año 2018 SEDAPAL cuenta con los siguientes indicadores (Tabla N° 4):

**Tabla N° 4: Indicadores Operativos y Comerciales de SEDAPAL al año 2018**

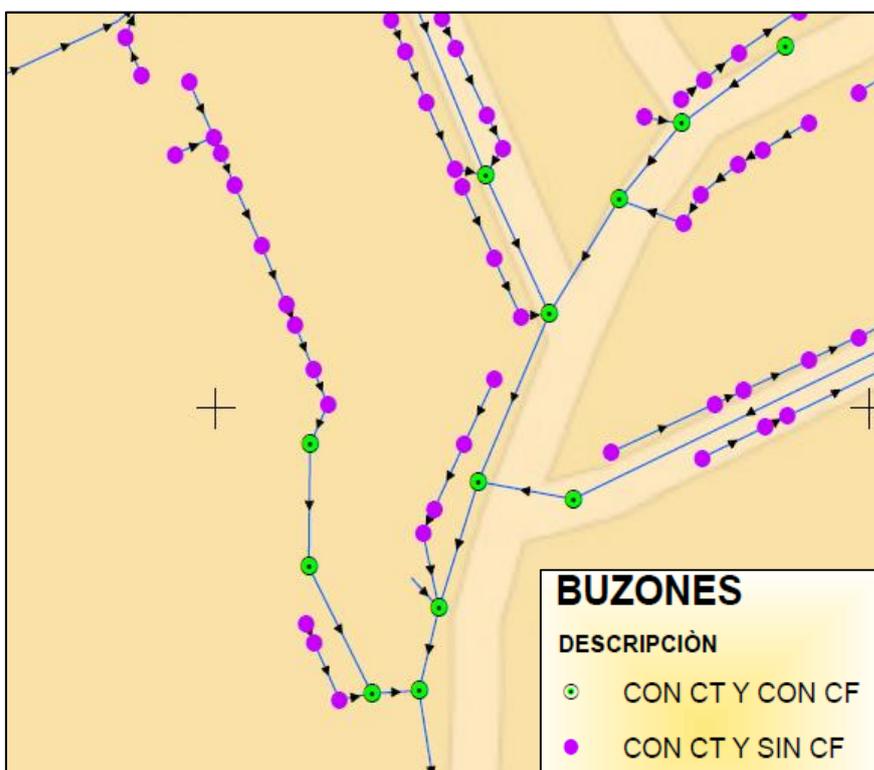
Indicador	Valor
Producción de Agua Potable	729,30 millones de m <sup>3</sup>
Continuidad del Servicio Promedio	21,9 horas/día
Caudal de Tratamiento de Aguas Residuales	22,0 m <sup>3</sup> /s
Conexiones Totales del Catastro	1 542 124 conexiones
Volumen Facturado Anual	529,8 millones de m <sup>3</sup>
Agua No Facturada	27,4 %
Cobertura por el Sur	Hasta el distrito de Pucusana
Cobertura por el Norte	Hasta el distrito de Ancón
Cobertura por el Este	Hasta el distrito de Lurigancho – Chosica

FUENTE: Consorcio ZAFYR

SEDAPAL requería de un sistema integrado de información geográfica que permitiera una rápida atención a las emergencias, un registro oportuno e interpretativo de las fallas, un análisis de la evaluación geográfica del estado físico de la red y una valoración real de los activos fijos de saneamiento, culminando su implementación en septiembre de 2014;

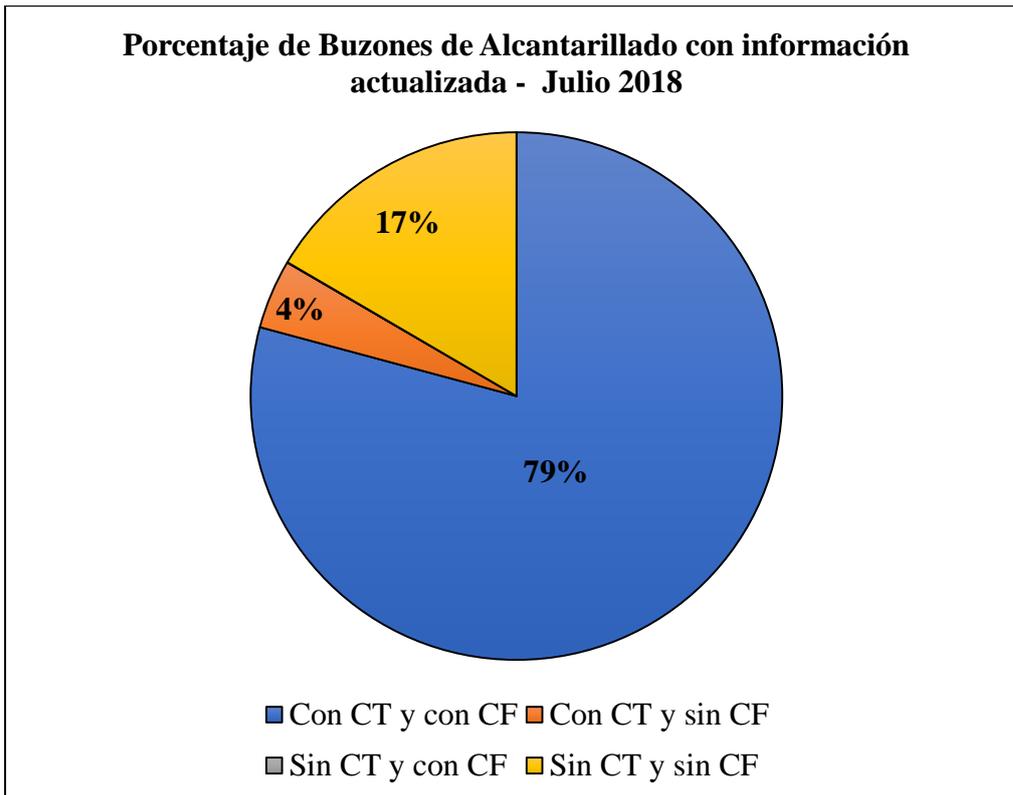
originando la necesidad de actualizar periódicamente esta información. Teniendo eso como referencia, en el año 2018 se contrató a la consultora Consorcio Zafyr con la finalidad de actualizar la información de cota de tapa y de fondo de los buzones de alcantarillado existentes en el catastro de Lima y El Callao.

En cuanto a buzones del sistema de alcantarillado registrados en la base catastral de SEDAPAL (43 distritos de Lima Metropolitana y El Callao) se tiene a los: buzones estándar, buzones de arranque, buzonetas, buzoneta tipo I, buzoneta tipo II, caja y caja condominial, los cuales hacen un total de 351 377 buzones a Julio de 2018, de los cuales 73,056 requieren de una actualización de información.



**Figura N° 1: Ejemplo de ubicación de buzones – Lurigancho Chosica (Parte del denominado Sector 02)**

FUENTE: GIS SEDAPAL (2018)



**Figura N° 2: Porcentaje de Buzones con información actualizada de cotas – Julio 2018**

FUENTE: Consorcio ZAFYR

De la Figura N° 2 se puede apreciar que un 79,21 % de los buzones totales se encuentran con la información completa de la cota de tapa y la cota de fondo, un 4,24 % de los buzones totales se encuentran con la información de cota de tapa completa pero sin información de cota de fondo, un 0,02 % de los buzones totales se encuentra con la información de cota de tapa incompleta pero con la información de cota de fondo completa y un 16,53 % se encuentra con la información incompleta de cota de tapa y de cota de fondo conjuntamente.

Para la programación del trabajo, se hizo un conteo de la cantidad de buzones con los que cuenta cada distrito, por lo que para el mes de Julio de 2018 se cuenta con la siguiente información:

**Tabla N° 5: Cantidad de buzones de alcantarillado por distritos a Julio de 2018**

ITEM	DISTRITO	CANTIDAD DE BUZONES
1	ANCON	2 200
2	ATE	29 694
3	BARRANCO	1 222
4	BELLAVISTA	1 985
5	BREÑA	1 338
6	EL CALLAO	10 612
7	CARABAYLLO	32 295
8	CARMEN DE LA LEGUA-REYNOSO	468
9	CHORRILLOS	9 129
10	CIENEGUILLA	4 535
11	COMAS	13 659
12	EL AGUSTINO	5 794
13	INDEPENDENCIA	7 104
14	JESUS MARIA	1 483
15	LA MOLINA	7 072
16	LA PERLA	1 540
17	LA PUNTA	157
18	LA VICTORIA	5 638
19	LIMA	7 573
20	LINCE	1 270
21	LOS OLIVOS	7 081
22	LURIGANCHO	6 359
23	LURIN	2 343
24	MAGDALENA DEL MAR	1 049
25	MIRAFLORES	3 880
26	PACHACAMAC	15 264
27	PUEBLO LIBRE	2 085
28	PUENTE PIEDRA	16 950
29	RIMAC	6 218
30	SAN BORJA	3 579
31	SAN ISIDRO	3 651
32	SAN JUAN DE LURIGANCHO	37 405
33	SAN JUAN DE MIRAFLORES	11 333

«continuación»

34	SAN LUIS	1 378
35	SAN MARTIN DE PORRES	15 281
36	SAN MIGUEL	3 259
37	SANTA ANITA	3 969
38	SANTA ROSA	2 322
39	SANTIAGO DE SURCO	9 649
40	SURQUILLO	2 002
41	VENTANILLA	14 344
42	VILLA EL SALVADOR	12 768
43	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	24 440
<hr/>		
	TOTAL	351 377
<hr/>		

FUENTE: Consorcio ZAFYR

Del cuadro precedente se deduce que el distrito con mayor cantidad de buzones de alcantarillado registrados en el SIG de SEDAPAL es San Juan de Lurigancho con 37 405 buzones, el segundo distrito con mayor cantidad de buzones de alcantarillado registrados en el SIG de SEDAPAL es Carabayllo con 32 295 buzones; y finalmente el Distrito con menor cantidad de buzones de alcantarillado registrados en el SIG de SEDAPAL es La Punta con 157 buzones.

## **4.2. Revisión literaria**

### **4.2.1. Geodesia**

Se puede plantear que la ciencia madre de la topografía es la Geodesia, la cual surgió en la civilización egipcia, es una palabra del origen griego cuyo significado quiere decir división de la tierra (geo – tierra, daisia – división) y que es, por tanto, la ciencia físico matemática que determinara la precisión relativa de puntos en la superficie de la tierra, con la principal razón del conocimiento de su figura y dimensión (Peralta *et al.*, 2020)

La Geodesia, se entiende como la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra. Teniendo como parte fundamental de la geodesia la determinación de la posición de puntos sobre la superficie terrestre mediante coordenadas (latitud, longitud, altura) (IGN, 2016).

Las subdivisiones de la Geodesia son:

- Geodesia geométrica: Determinación de la forma y dimensiones de la Tierra en su aspecto geométrico, en especial en la ubicación a través de coordenadas de puntos en la superficie. (IGN, 2016)
- Geodesia física: Estudio del campo gravitatorio de la Tierra y sus variaciones, mareas y su relación con el concepto de altitud. (IGN, 2016)
- Geodesia Astronómica: Determinación de coordenadas en la superficie terrestre a partir de mediciones a los astros. (IGN, 2016)
- Geodesia Espacial: Determinación de coordenadas a partir de la recepción de señales electromagnéticas emitidas por: dispositivos embarcados en satélites artificiales. (IGN, 2016)

#### **4.2.2. Teoría de errores**

##### **4.2.2.1. Importancia**

El límite de percepción humana sobre una superficie es de hasta 0,25 mm, lo que ocasionó que en el transcurso del tiempo se generen instrumentos de distinta índole que permitan tomar mediciones más precisas; esto trae la consecuencia de tener errores generados por otros defectos: Manipulación, temperatura, refracción de la luz, etc. Por lo que a través de la teoría de errores puede lograrse determinar expresiones para conocer el valor numérico de los errores, de modo que puede controlarse sin sobrepasar los límites permisibles, que en la Topografía se denomina tolerancia (Peralta *et al.*, 2020).

##### **4.2.2.2. Definición**

Se puede mencionar que un error es la diferencia que existe entre el valor obtenido de una medición y el valor real de la magnitud a medir (Peralta *et al.*, 2020).

Cabe mencionar que un error es distinto a una equivocación, ya que en topografía las equivocaciones son errores groseros que trabajando con cautela se pueden evitar, mientras que un error es inevitable (Peralta *et al.*, 2020).

### **4.2.3. Clasificación de errores**

Teniendo la definición de error establecida en líneas anteriores, se puede clasificar en los siguientes tipos:

#### **4.2.3.1. Errores instrumentales**

Estos son relativos a la construcción de los aparatos o elementos de medida (Peralta *et al.*, 2020).

#### **4.2.3.2. Errores personales**

Se producen por temas relativos al operador o usuario. Ejemplo: Deficiencia visual o interpolación de medidas (Peralta *et al.*, 2020).

#### **4.2.3.3. Errores naturales**

Este tipo de errores es relativo a las condiciones ambientales durante la toma de mediciones, se caracterizan por no tener control alguno en ellos, por ejemplo: refracción atmosférica, el viento, temperatura o la gravedad (Peralta *et al.*, 2020).

#### **4.2.3.4. Errores sistemáticos o acumulativos**

Son errores que están presentes y que por ende se acumulan, por ejemplo, el cálculo de ángulos con equipos descalibrados al haber una secuencia de toma de mediciones. Este tipo de errores pueden corregirse si se conoce el origen (Peralta *et al.*, 2020).

#### **4.2.3.5. Errores accidentales, aleatorios o compensatorios**

Son errores que surgen indistintamente de un sentido y otro y no están sobre el manejo del operario, es decir, que puede ser mayor o menor al real. La mayoría de estos errores se compensan entre ellos y terminan minimizándose con un mayor cuidado en los cálculos y aumentando las repeticiones de la misma medida (Peralta *et al.*, 2020).

### **4.2.4. El Instituto Geográfico Nacional o IGN**

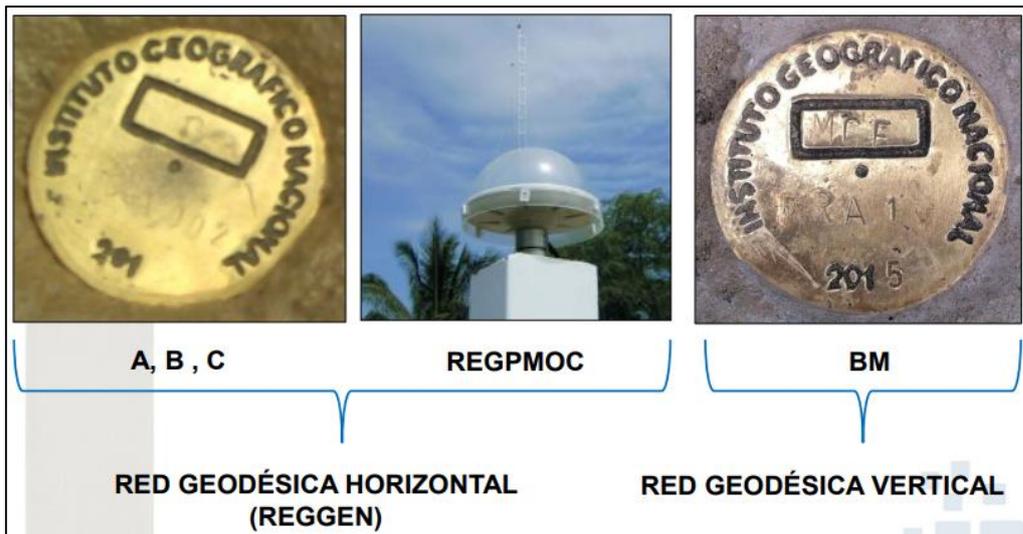
El Instituto Geográfico Nacional o IGN, es el ente rector de la cartografía nacional peruana, tiene las funciones de planear, dirigir, ejecutar y controlar las actividades relacionadas a la Geomática; manteniendo así actualizada la base de datos geoespaciales. Es así que el IGN

administra la Red geodésica oficial, la cual está conformada por la Red Geodésica Horizontal Oficial y la Red Geodésica Vertical Oficial; estas redes representan el sistema de referencia único a nivel nacional y cabe mencionar que se encuentra integrado a los Sistemas de Referencias mundiales (IGN, 2016).

La Red Geodésica Vertical Oficial del IGN tiene como superficie de referencia el nivel medio del mar, está conformada por Marcas de Cota Fija (MCF) o Bench Mark (BM) distribuidos dentro del ámbito del territorio nacional a lo largo de las principales vías de comunicación terrestre, los mismos que constituyen bienes del Estado. Esta Red Geodésica está sujeta al avance tecnológico tendiente a obtener una referencia altimétrica global relacionada al campo de la gravedad.

#### **4.2.5. Sistema geodésico de referencia oficial**

Con resolución jefatural N° 079-2006-IGN/OAJ/DGC se oficializa el Sistema Geodésico Oficial conformado por la Red Geodésica horizontal oficial y la Red geodésica vertical oficial, como sistema de referencia único a nivel nacional; detallándose en el artículo quinto lo siguiente: “Las personas jurídicas y naturales; que realicen levantamientos geodésicos, topográficos y otras actividades que involucren la localización geoespacial en el ámbito del territorio nacional; deberán referirlos al Sistema Geodésico Oficial, de acuerdo con las Normas Técnicas establecidas por el Instituto Geográfico Nacional.”. Cabe mencionar que nuestra red geodésica nacional horizontal y vertical está en relación al SIRGAS (Sistema de referencia geocéntrico para las Américas), sustentado en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 2000 (ITRF2000), basado en el sistema geodésico de coordenadas geográficas WGS 84 (Elipsoide World Geodetic System 1984).



**Figura N° 3: Vista de la red geodésica horizontal y vertical - IGN**

FUENTE: IGN (2018)

#### **4.2.6. Red de nivelación nacional**

El Datum vertical en el Perú, parte del mareógrafo de La Punta – El Callao, y mediante nivelación geométrica de precisión se distribuyó a nivel nacional mediante líneas y circuitos de nivelación que se encuentran repartidos alrededor del ámbito nacional; cabe mencionar que los BM´s representan bienes del estado (IGN, 2016).

En cuanto a los tipos de BM´s que dispone el IGN, estos son clasificados en cuanto a la tolerancia del error; se encuentran divididos en dos tipos:

**Tabla N° 6: Cantidad de BM´s por tipo al 2018**

TIPO DE BM'S	CANTIDAD
BM'S DE PRIMER ORDEN	8 723
BM'S DE SEGUNDO ORDEN	2 168

FUENTE: Consorcio ZAFYR

#### **4.2.7. Nivelación topográfica**

Se entiende por nivelación a la operación que consiste en determinar la diferencia de elevación (desnivel) entre puntos de la superficie terrestre. Durante este proceso se debe de establecer un plano de comparación o Datum y asignarle una elevación. A este valor

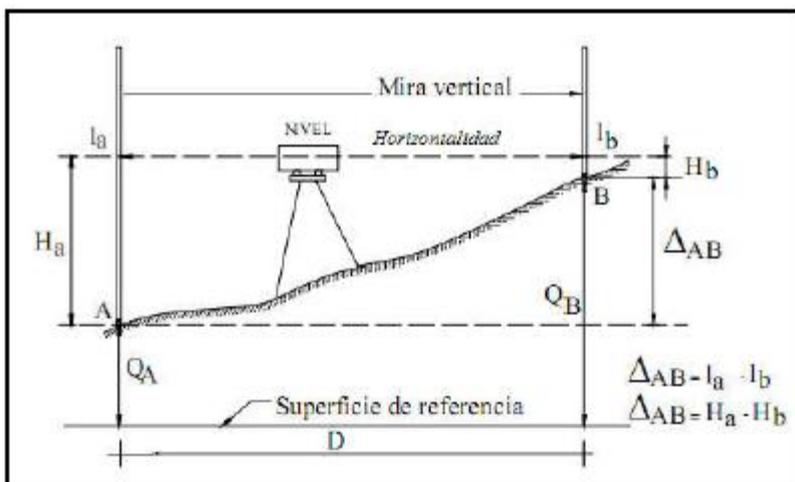
asignado se le suman o restan las diferencias de elevación con el plano obtenidas con el instrumento topográfico para así obtener las elevaciones en los puntos deseados (Wirshing, 1987).

En cuanto a los tipos de nivelación se tienen dos categorías:

- **Nivelación directa o geométrica o diferencial:**

Consiste en medir variaciones de altitud entre dos puntos separados unos cuantos metros por medio de la variación de lecturas directas hechas sobre las dos miras graduadas situadas entre ellas, con un instrumento horizontal situado en el punto medio. (IGN, 2016).

Para efectuar este tipo de nivelación se usan los niveles ópticos o digitales, permitiendo determinar la distancia y los ángulos horizontales.



**Figura N° 4: Representación de nivelación geométrica**

FUENTE: IGN (2016)

- **Nivelación geométrica simple:**

Se considera una posición instrumental, y el desnivel a medir se determina con una única observación (IGN, 2016).

– **Nivelación geométrica compuesta o de Itinerario Altimétrico:**

Se considera más de una posición instrumental, por lo que se podría considerar como una repetición de nivelaciones geométricas simples, formando una línea de nivelación (IGN, 2016).

• **Nivelación geométrica compuesta sencilla**

Es una nivelación en la que se desea recorrer de un punto a otro en un solo recorrido. Solo se aplica cuando se conoce cotas de inicio y final. El fin de este método es el de conocer cotas en puntos intermedios que se encuentre a lo largo de la línea (IGN, 2016).

• **Nivelación geométrica compuesta doble**

Es una nivelación en la que se recorre en dos sentidos: una nivelación de ida y una de retorno. Existen dos tipos (IGN, 2016).

• **Línea de nivelación abierta**

Aquellas en la que partimos de un punto conocido y terminamos en uno no conocido. El error de cierre de ida y vuelta de la nivelación debe ser menor a la tolerancia indicada (IGN, 2016).

• **Línea de nivelación cerrada**

Aquella en la que partimos de un punto conocido y terminamos en el mismo punto o en otro que se encuentre enlazado a nuestra red de control vertical comprobada. El error de cierre de ida y vuelta de la nivelación debe ser menor a la tolerancia indicada (IGN, 2016).



**Figura N° 5: Proceso de Nivelación**

FUENTE: Consorcio Zafyr

- **Nivelación Indirecta:**

- **Nivelación Barométrica**

Consiste en determinar las variaciones de nivel a través de un altímetro barométrico (presión atmosférica), es un método impreciso y resulta útil solo para reconocimientos (IGN, 2016).

- **Nivelación Trigonométrica**

Consiste en determinar las variaciones de nivel a través de la medición de ángulos verticales y las distancias entre los puntos a nivelar. Este método se utiliza en terrenos con pendientes muy pronunciadas (IGN, 2016).

- **Nivelación Satelital**

Consiste en determinar las variaciones de nivel a través del sistema de posicionamiento global GNSS, que unido a un modelo geoidal de alta resolución, sea una herramienta poderosa y económica en fines topográficos que no necesiten de exactitud. Se obtienen alturas en referencia al elipsoide WGS 84, que precisan ser transformadas en base al conocimiento de la ondulación del geoide (IGN, 2016).

#### 4.2.8. Clasificación de nivelación

- **Nivelación de Alta Precisión (NAP):**

En la ejecución de una Nivelación de Alta Precisión (NAP), se debe efectuar el tipo de nivelación directa (geométrica o diferencial); pues este método representa ser el más preciso que permite trasladar la altura o cota de un punto a otro. Esta nivelación, se usa para controles de gran exactitud, encontrando aplicación sólo cuando se presentan problemas especiales de tipo geológico, estructural o de otra índole, en que es necesario determinar con certeza desniveles al milímetro y, eventualmente, apreciar fracciones de milímetros. Esta Nivelación de Alta Precisión (NAP), estará destinada al establecimiento de la Red Geodésica Vertical fundamental del país y a la determinación de valores geopotenciales (IGN, 2016).

La Tolerancia permitida en esta clasificación de nivelación es la siguiente:

$$T = 1,50 \text{ mm } \sqrt{K}$$

Donde:

T = Tolerancia

K = Longitud del circuito de nivelación expresada en km

En caso al culminar con el proceso de nivelación, se obtenga valores de tolerancia mayores a lo permitido; es necesario repetir el proceso de nivelación hasta conseguir los errores dentro de la tolerancia permitida.

- **Nivelación de Precisión (NP):**

En la ejecución de una nivelación de precisión, se debe utilizar la nivelación directa (geométrica o diferencial); pues este método representa ser el más preciso que permite trasladar la altura o cota de un punto a otro. Este tipo de nivelación se aplicará para el establecimiento de la red geodésica vertical secundaria a modo de densificación, para el desarrollo de grandes proyectos de ingeniería, en investigaciones de subsidencia del suelo y de movimientos de la corteza terrestre, y para apoyo de levantamiento de menores precisiones (IGN, 2016).

La Tolerancia permitida en esta clasificación de nivelación es la siguiente:

$$T = 2,50 \text{ mm } \sqrt{K}$$

Donde:

T= Tolerancia

K = Longitud del circuito de nivelación expresada en km

En caso al culminar con el proceso de nivelación, se obtenga valores de tolerancia mayores a lo permitido; es necesario repetir el proceso de nivelación hasta conseguir los errores dentro de la tolerancia permitida.

- **Nivelación Ordinaria (NO):**

Para una nivelación ordinaria, se usará el tipo de nivelación indirecta (trigonométrica o satelital); este representa un procedimiento de rápida ejecución que se realiza para llevar la altura o cota de un lugar a otro (IGN, 2016).

Para la Nivelación Trigonométrica se usará el tipo de nivelación por estaciones recíprocas con una estación total; siendo el método más usado en zonas muy accidentadas donde no se pueda realizar una nivelación directa; se emplea para el establecimiento de la red geodésica vertical ordinario a modo de densificación, para apoyo de levantamientos de menores precisiones (IGN, 2016).

La Tolerancia permitida en esta clasificación de nivelación es la siguiente:

$$T = 7,00 \text{ mm } \sqrt{K}$$

Donde:

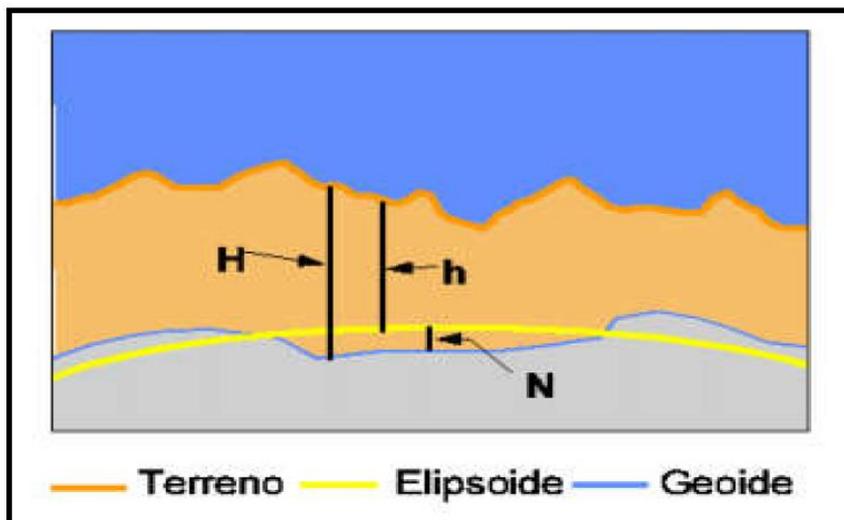
T= Tolerancia

K = Longitud del circuito de nivelación expresada en km

En caso al culminar con el proceso de nivelación, se obtenga valores de tolerancia mayores a lo permitido; es necesario repetir el proceso de nivelación hasta conseguir los errores dentro de la tolerancia permitida.

Para la nivelación Satelital se emplea el Sistema GNSS, el cual nos permitirá determinar diferencias de altura referidas a una superficie de referencia matemáticamente definible, conocida como elipsoide World Geodetic System 1984 mundialmente conocida como WGS 1984 (IGN, 2016).

Para la nivelación Satelital el método a emplear es el relativo estático post proceso, estos se obtendrán con apoyo de puntos geodésicos de orden “0”, orden “A” u orden “B” a nivel nacional, a una distancia no mayor a 10 km al punto geodésico que se quiere establecer. Los Datos GNSS se pueden procesar con facilidad para obtener la altura elipsoidal  $h$ , esta altura es la altura sobre o bajo un modelo elipsoidal sencillo de la Tierra. La nivelación satelital produce una supuesta altura ortométrica  $H$ . Para la transformación entre estos sistemas de alturas. Se requiere la altura geoidal  $N$ , que la obtenemos de un Modelo Geoidal Mundial (IGN, 2016).



**Figura N° 6: Sistemas de Altura**

FUENTE: IGN (2016)

El sistema de altura se relaciona entre sí por la siguiente ecuación:

$$h = H + N \text{ donde: } H = h - N$$

Donde:

$h$  = altura elipsoidal

$N$  = altura geoidal (va con signo negativo)

$H$  = altura ortométrica

La Tolerancia permitida en esta clasificación de nivelación es la siguiente:

$$T = 7,00 \text{ mm}$$

Donde:

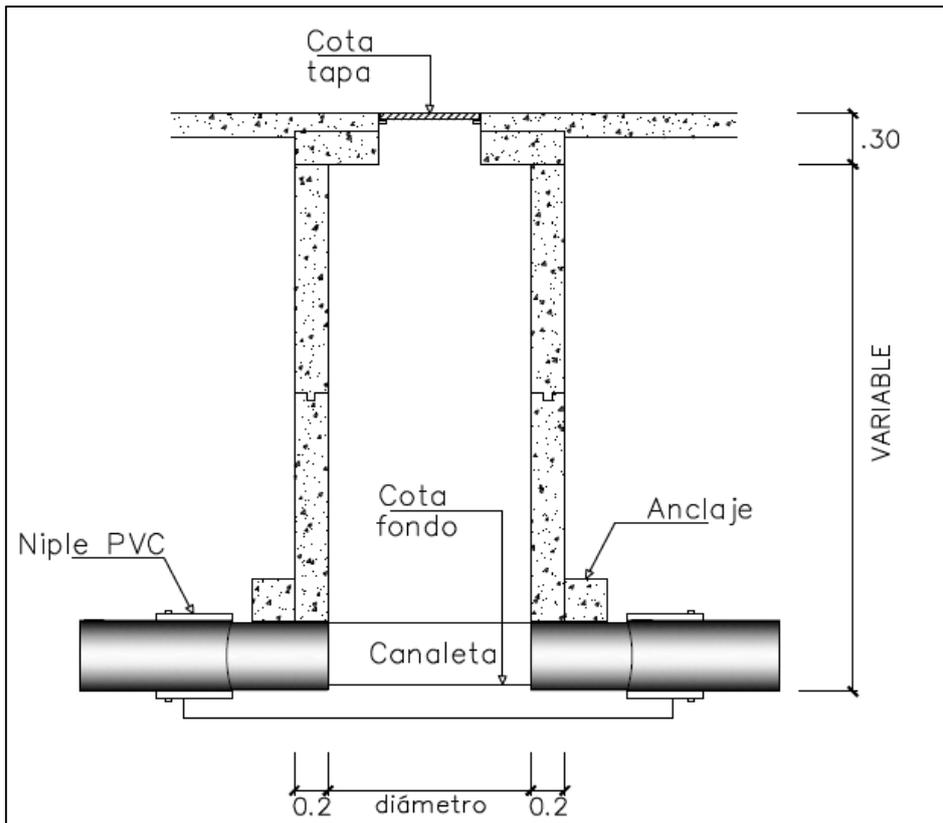
$T$  = Tolerancia

En caso al culminar con el proceso de nivelación, se obtenga valores de tolerancia mayores a lo permitido; es necesario repetir el proceso de nivelación hasta conseguir los errores dentro de la tolerancia permitida.

#### **4.2.9. Buzones de alcantarillado**

De acuerdo a la Norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones las redes de aguas residuales deben contar con cámaras de inspección, las cuales pueden ser cajas de inspección, buzonetos y/o buzones de inspección; y se ubican en el trazo de los ramales colectores, destinados a la inspección y mantenimiento del mismo. Y se construyen en los siguientes casos:

- Al inicio de los tramos de arranque del ramal colector de aguas residuales.
- En el cambio de dirección del ramal colector de aguas residuales.
- En un cambio de pendiente de los ramales colectores.
- En lugares donde se requieran por razones de inspección y limpieza.



**Figura N° 7: Buzón de Alcantarillado – Sección transversal**

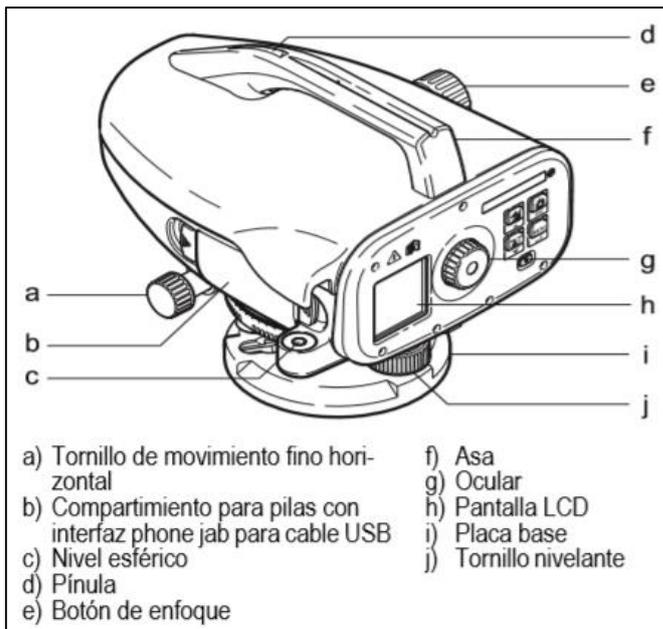
FUENTE: SEDAPAL (2014)

El desarrollo del presente trabajo se efectuó basándose en los datos que solicitaba el sistema de información geográfica de SEDAPAL el cual compatibiliza el catastro comercial y el de redes existentes, haciéndose un catastro integral. La base catastral de Sedapal comprende: buzones estándar, buzones de arranque, buzonetas, buzoneta Tipo I, buzoneta tipo II, caja y caja condominial, los cuales para el presente trabajo serán denominados como buzones. Para el caso específico de los buzones la información solicitada y requerida a modificar era la de cota de tapa del buzón y cota de fondo del buzón.

#### **4.2.10. Nivel Electrónico Digital**

Los instrumentos de esta clase mantienen horizontal su línea de mira por medio de un sistema pendular y de un sistema de prisma de espejos. El péndulo es amortiguado magnéticamente y su manejo resulta tan rápido como sencillo. En cada estación se nivela el equipo mediante un nivel esférico y el péndulo mantiene horizontal la línea de mira. Estos niveles digitales permiten leer y registrar datos electrónicamente mediante el uso de miras de nivelación geodésicas invar con código de barras. Poseen pantalla y teclado mediante los cuales es

posible configurar el instrumento para los datos obtenidos estén dentro del formato y tolerancias requeridas. Presentan también la cualidad de realizar algunos de los ajustes que requieren los niveles de manera automática. La transferencia de datos directamente a un equipo de cómputo minimiza errores en comparación con los niveles mecánicos (INEGI, 2017).



**Figura N° 8: Componentes del Nivel Electrónico**

FUENTE: Manual Usuario, Leica Geosystems

### 4.3. Metodología

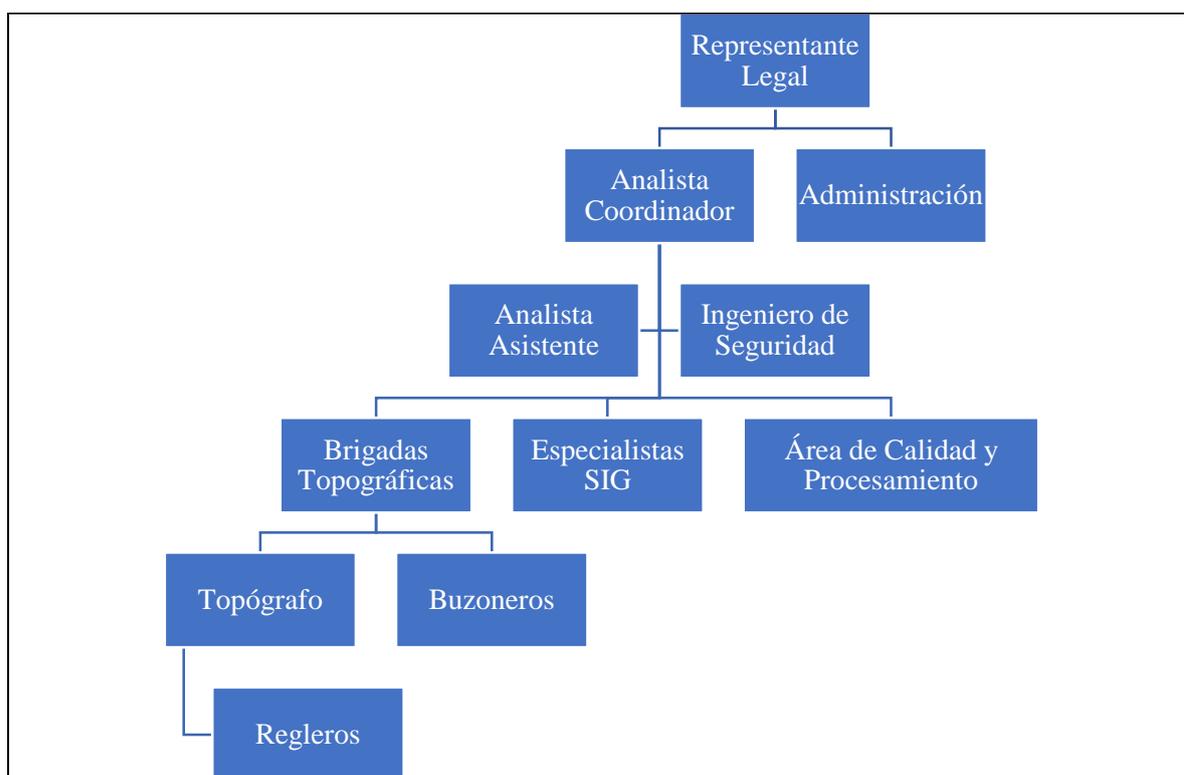
La Metodología para la obtención de la cota de tapa fue la correspondiente a la Nivelación geométrica compuesta doble; consistió en medir variaciones de altitud entre dos puntos separados, por medio de la variación de lecturas directas hechas sobre dos miras graduadas situadas entre ellas, se consideró más de una posición instrumental y el recorrido fue de ida y vuelta, iniciando el recorrido en un punto conocido y terminando en el mismo punto o en otro que se encuentre enlazado a nuestra red de control vertical comprobada. El error de cierre de ida y vuelta de la nivelación debe ser menor a la tolerancia indicada; que para este caso se consideró igual a  $2,50 \text{ mm} \times \sqrt{K}$  (donde K es la distancia nivelada en kilómetros). Una vez verificado que el error de cierre no superó la tolerancia, se procedió a compensar las cotas, para esta compensación se empleó el método de la proporción a la longitud de los tramos (explicado en la Figura 27).

### 4.3.1. Identificación del problema

El problema a solucionar es la falta de actualización de las cotas de buzones de alcantarillado en 43 distritos de Lima y El Callao; en el marco de objetivo estratégico de primer nivel de SEDAPAL que es “Mejorar la calidad del servicio”, y del plan de actualización y mantenimiento del catastro en el sistema geográfico de SEDAPAL; labores encargadas al equipo de control y reducción de fugas.

En el presente trabajo monográfico se brindará información cuantitativa referente a los avances en la actualización de cotas de buzones de alcantarillado en 43 distritos de Lima y El Callao; labores efectuadas por el Consorcio Zafyr.

La organización en cuanto a recursos humanos que tuvo el Consorcio Zafyr fue la siguiente:



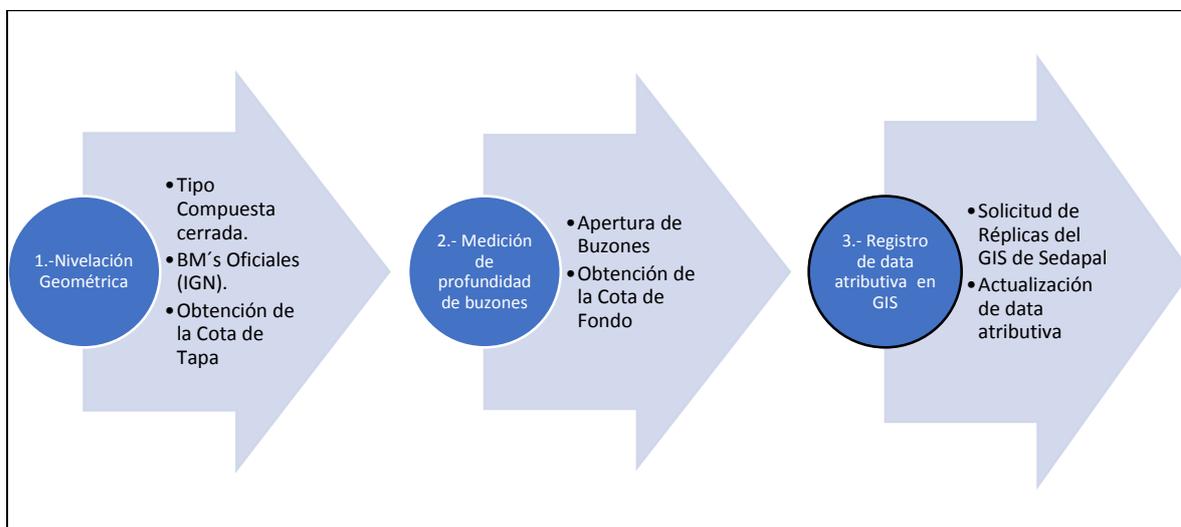
**Figura N° 9: Organigrama del Consorcio ZAFYR**

FUENTE: Elaboración propia

### 4.3.2. Proceso de solución efectuada

Para la ejecución de los trabajos de la consultoría, conforme a los términos de referencia del proceso de selección del servicio de nivelación geométrica de cotas de buzones y

actualización en GIS según el Concurso Público N° 0006-2018-SEDAPAL se siguió el siguiente proceso:



**Figura N° 10: Proceso de la Solución efectuada**

FUENTE: Elaboración propia

**a. CASO A: Nivelación Geométrica de cota de tapa de buzón:**

- SEDAPAL brinda la carga de trabajo (información SIG y base de datos) mensual para la ejecución de las actividades planificadas, esta carga se basaba en las áreas de drenaje de alcantarillado que SEDAPAL previamente ya había definido; esto con el fin de actualizar la información completa referente a los buzones del sistema de alcantarillado en las áreas de drenaje designadas.
- La consultora se encarga de la selección y adquisición de la marca de cota fija o BM's oficiales expedidos por el IGN, que se encuentran en la zona de injerencia de la carga mensual entregada.
- Se procede a identificar los buzones entregados en la carga, y se procede a dividirlos en los siguientes estados: Trabajados y observados (Sellados, No ubicados y Represados).

**PROGRAMACIÓN VISUAL  
PARA LA SEMANA N° 3  
DEL 17/10/18 AL 23/10/18**

SECTOR 1 - CUADRILLA _		SECTOR 4 - CUADRILLA _	
<b>EQUIPO:</b>	<b>CANT.:</b>	<b>EQUIPO:</b>	<b>CANT.:</b>
- Técnico Topógrafo	1	- Técnico Topógrafo	1
- Operario Especializado	1	- Operario Especializado	1
- Operario	2	- Operario	2
<b>CANTIDAD DE BUZONES</b>	1215	<b>CANTIDAD DE BUZONES</b>	835
SECTOR 2 - CUADRILLA _		SECTOR 5 - CUADRILLA _	
<b>EQUIPO:</b>	<b>CANT.:</b>	<b>EQUIPO:</b>	<b>CANT.:</b>
- Técnico Topógrafo	1	- Técnico Topógrafo	1
- Operario Especializado	1	- Operario Especializado	1
- Operario	2	- Operario	2
<b>CANTIDAD DE BUZONES</b>	441	<b>CANTIDAD DE BUZONES</b>	1517
SECTOR 3 - CUADRILLA _		SECTOR 6 - CUADRILLA _	
<b>EQUIPO:</b>	<b>CANT.:</b>	<b>EQUIPO:</b>	<b>CANT.:</b>
- Técnico Topógrafo	1	- Técnico Topógrafo	1
- Operario Especializado	1	- Operario Especializado	1
- Operario	2	- Operario	2
<b>CANTIDAD DE BUZONES</b>	857	<b>CANTIDAD DE BUZONES</b>	858
<b>CARABAYLLO = 5723 BUZONES</b>			

**Figura N° 11: Programación Visual en el Distrito de Carabayllo**

FUENTE: Consorcio Zafyr

- Se procede a efectuar la nivelación geométrica compuesta del tipo cerrada con método de ida y vuelta para los buzones que fueron ubicados, partiendo del BM principal que en este caso es el oficial expedido por el IGN, teniendo las siguientes consideraciones:
  - Niveles: Pueden ser ópticos automáticos o Digitales reversibles con un aumento como mínimo de 24x
  - Trípodes: Fijos y de ser necesario un parasol
  - Miras: Pueden ser de invar (con código de barra) o estadimétrica (plegable o no); llevarán un nivel esférico con sensibilidad mayor o igual que 12"/2 mm
  - Trípodes: Fijos y de ser necesario un parasol
  - Calibración: Exigencia del respectivo certificado de calibración y nuevas calibraciones después de 1 año y/o por la frecuencia de uso.
  - Clasificación de Nivelación: De precisión

- Visuales: No mayores a 100 m.
- Equidistancia: Entre vista atrás y vista adelante.
- Error máximo en metros:

$$T = 2,50 \text{ mm } \sqrt{K}$$

Donde:

T= Tolerancia

K = Longitud del circuito de nivelación expresada en km

En caso se obtenga un error de cierre mayor al de la tolerancia es necesario repetir la nivelación.



**Figura N° 12: Entrega de Sectores**

FUENTE: Consorcio Zafyr



**Figura N° 13: Trazo de Poligonal**

FUENTE: Consorcio Zafyr



**Figura N° 14: Identificación de Buzones**

FUENTE: Consorcio Zafyr



**Figura N° 15: Proceso de Nivelación**

FUENTE: Consorcio Zafyr



**Figura N° 16: Vista del Nivel Electrónico  
marca LEICA Sprinter 150 m**

FUENTE: Consorcio Zafyr

## **b. CASO B: Medición de Profundidad de Buzones**

- Esta parte consiste en la toma de la cota de fondo de los buzones trabajados en la sección anterior. (Nivelación Geométrica)
- Se procede con la apertura de las tapas de los buzones, con un gancho de fierro, una comba y una barreta metálica.
- Se continúa posicionando la estadía en la profundidad del buzón, obteniendo las vistas respectivas; al culminar esta etapa se procede a cerrar las tapas a sus condiciones iniciales con el fin de evitar cualquier accidente.
- De darse el caso de que la tapa del buzón se encontrará sellada y no se pueda abrirla o se encuentre represado, se informará a la Entidad para que pueda efectuar las medidas correctivas respectivas.



**Figura N° 17: Apertura de Buzones**

FUENTE: Consorcio Zafyr



**Figura N° 18: Medición de la Profundidad**

FUENTE: Consorcio Zafyr

**c. CASO C: Registro de data atributiva en el GIS**

- Esta parte final consiste en la actualización de la data atributiva (cota de tapa y cota de fondo) de los buzones trabajados en las etapas de nivelación geométrica de cota de tapa de buzón y de medición de profundidad de buzón.
- Se procede a solicitar los polígonos del área de drenaje de alcantarillado correspondiente a la zona a editar; por la magnitud de las áreas de drenaje las réplicas se pueden solicitar en sub-sectores.
- Se descarga la réplica del GIS solicitada y se procede con la edición; ingresando la data atributiva correspondiente a las tablas GIS asociadas para el buzón de cota de tapa y cota de fondo; y procediéndose a devolver las réplicas a SEDAPAL.
- Finalmente, SEDAPAL procede a efectuar la revisión de control de calidad de las ediciones efectuadas y de ser validadas procede a cargar a su Sistema geográfico; generándose un reporte de buzones editados en el cual se menciona el nombre del último editor Consorcio ZAFYR.

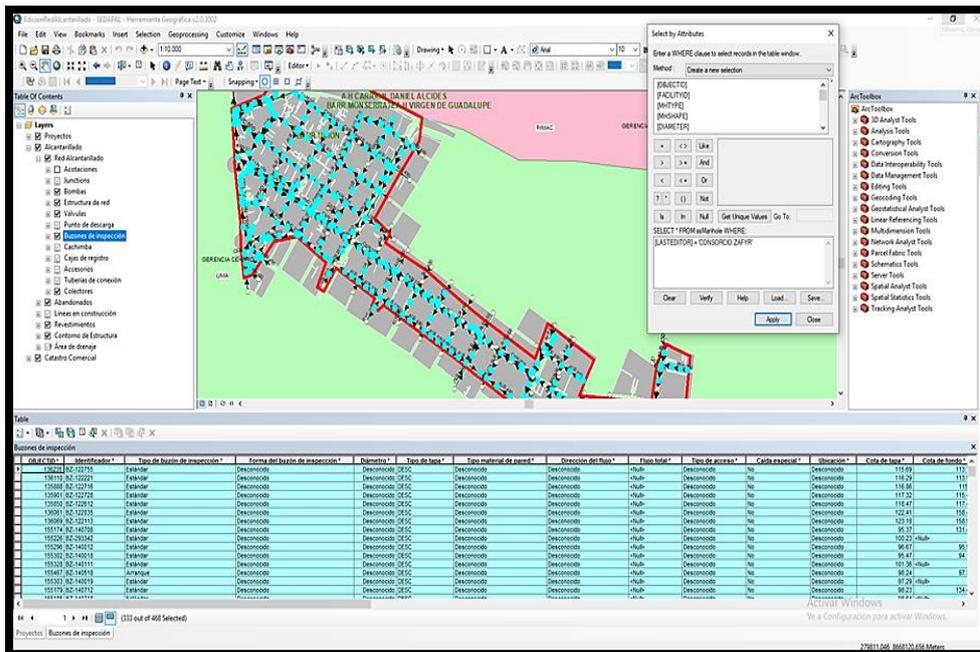


Figura N° 19: Visualización del ARCGIS con la información actualizada.

FUENTE: Consorcio Zafyr

#### 4.4. Resultados

##### 4.4.1. Identificación de buzones

Para el inicio de las labores topográficas, el área SIG encargada de la entrega de la carga laboral a cada topógrafo, estableció Sectores de Trabajo que estaban basados en áreas de drenaje; en total fueron 395 sectores trabajados, las cuales a continuación se detallan la cantidad por distrito:

Tabla N° 7: Número de Sectores de trabajo por distrito

ITEM	DISTRITOS	CANTIDAD DE SECTORES
1	ANCON (INCLUYE SANTA ROSA)	1
2	ATE	35
3	BARRANCO	1
4	BREÑA	1
5	EL CALLAO (INCLUYE A BELLAVISTA)	9
6	CARABAYLLO	26
7	CHORRILLOS	8
8	CIENEGUILLA	2
9	COMAS	13

«continuación»

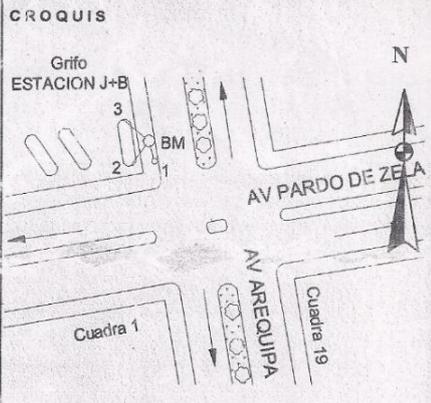
10	EL AGUSTINO	9
11	INDEPENDENCIA	9
12	JESUS MARIA	3
13	LA MOLINA	10
14	LA PERLA	5
15	LA VICTORIA	5
16	LIMA (INCLUYE A CARMEN DE LA LEGUA – REYNOSO)	21
17	LINCE	2
18	LOS OLIVOS	1
19	LURIGANCHO	7
20	LURIN	3
21	MAGDALENA DEL MAR	3
22	MIRAFLORES	11
23	PACHACAMAC	19
24	PUEBLO LIBRE	3
25	PUENTE PIEDRA	8
26	RIMAC	11
27	SAN BORJA	7
28	SAN ISIDRO	8
29	SAN JUAN DE LURIGANCHO	41
30	SAN JUAN DE MIRAFLORES	12
31	SANTA ANITA	4
32	SANTA ROSA	1
33	SAN MARTIN DE PORRES	8
34	SANTIAGO DE SURCO	10
35	SURQUILLO	2
36	VENTANILLA	14
37	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	47
38	VILLA EL SALVADOR	6
39	SAN LUIS	2
40	SAN MIGUEL	7
<hr/>		
	TOTAL	395
<hr/>		

FUENTE: Consorcio ZAFYR

En la Tabla N° 7 se observa que el distrito con mayores sectores de trabajo es Villa María del Triunfo con 47 sectores a trabajar, el segundo distrito con mayores sectores de trabajo es San Juan de Lurigancho con 41 sectores a trabajar y los distritos con menores sectores de trabajo son: Santa Rosa, Los Olivos, Breña, Barranco y Ancón; cada uno con 01 sector a trabajar.

#### 4.4.2. Nivelación geométrica de la cota de tapa

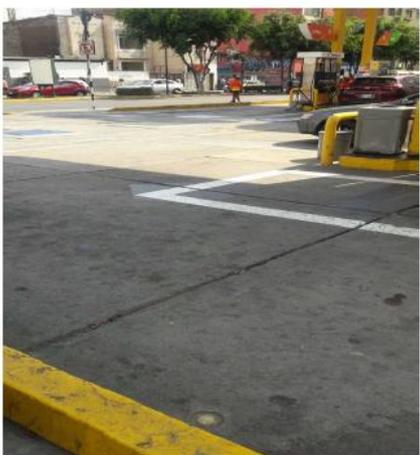
Se inicia con la compra de los Marcos de Cota Fija o Bench Mark (BM's) del Instituto Geográfico Nacional del Perú, cercanos a los 43 distritos de Lima Metropolitana y El Callao que pertenecen al área de influencia del proyecto Se adjunta el BM de primer orden con código LM-A-C4 ubicado en el distrito de Lince:

 <b>INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL</b> DIRECCION DE GEODESIA			
DESCRIPCION DE MARCA DE COTA FIJA (BM)			
DEPARTAMENTO:	CARACTERISTICAS:	DESIGNACION:	
LIMA	DISCO DE BRONCE DE 9 CM DE DIAMETRO	LM-A-C-4	
PROVINCIA:	ESTABLECIDA POR:	ELEVACION (M)	
LIMA	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL	115.1942	
LÍNEA:	CÓDIGO DE HOJA:	ORDEN:	
LIMA - METROPOLITANA	Plano de Lima Esc. 1/25 000 Hoja N° 5	1 er	
TRAMO: Larco Mar - Arequipa - Circunvalación	ESTAMPADO: LM-A-C-4-2001	DATUM: S.N.M.M	
<b>CROQUIS</b> 			
<b>DESCRIPCIÓN:</b> A lo largo de la Av. Arequipa en la intersección con la Av. Pardo de Zela, partiendo de Larco Mar la marca está al Norte a 3.90 km incrustada en la esquina SE del grifo estación J+B. Al costado Este a 11.00 m del eje de la avenida.			
<b>MARCA DE COTA FIJA</b> Es un disco de bronce de 9 cm de diámetro incrustada en la emplanada de dicho grifo.			
<b>REFERENCIAS:</b> 1. Desde un poste de concreto de alumbrado público, con azimut magnético 330° esta a 6.80 m. 2. Desde el lado Sur de +A26 un surtidor del grifo, con azimut magnético 62° esta a 5.35 m. 3. Desde el lado Norte del mismo surtidor, con azimut magnético 103° esta a 5.60 m.			
El terreno alrededor es plano urbanizado.			
DESCRITA / RECUPERADA POR:	JEFE PROYECTO:	REVISADO:	FECHA:
R. OLIVAR / J. SARMIENTO	TTE J. SAENZ A.	TC J. BEDOYA S.	JUNIO 01

**Figura N° 20: Marco de Cota Fija LM-A.C-4**

FUENTE: IGN

Posteriormente se procede a iniciar la búsqueda del BM cercano al área de drenaje escogida, y se efectúan fichas de inspección de cada BM. Se adjunta el modelo empleado:

FICHA DE INSPECCIÓN DE BM				
CÓDIGO DE BM: LM-A.C-4		DEPARTAMENTO: LIMA	PROVINCIA: LIMA	DISTRITO: LINCE
INSPECCIÓN: UBICADO	ESTADO: ÓPTIMO	ORDEN: 1er	COTA: 115.1942	FECHA DE INSPECCIÓN: 05/03/2019
				
Figura N° 01		Figura N° 02		
				
Figura N° 03		Figura N° 04		
OBSERVACIÓN: BM ENCONTRADO Y EN ÓPTIMAS CONDICIONES				

**Figura N° 21: Ficha de Inspección de Bm's**

FUENTE: Consorcio Zafyr

Posterior a la compra de todos los BM's adquiridos del IGN relativos al área de influencia del Proyecto (182 BM's), se efectuó la inspección de cada uno, teniendo el siguiente resumen de las fichas efectuadas:

**Tabla N° 8: Inspecciones efectuadas a los BM's no ubicados o destruidos**

RELACIÓN DE 120 BM'S NO UBICADOS O DESTRUIDOS			
A.SA.SC.-2	C.U.C-12A	LM P.P - 7	PC-TA-6
A-A-2	CC.J.2	LM.P.P - 14	PC-TA-8
APL.2	CC.J.5	LM.P.P - 3	PI-1
APL.4A	CC.J.9	LM-A.C-1	PI-2
APL.5	CSC-1	LM-A.C-2	PI-3
APL.6	CSC-3	LM-A.C-5	PI-4
APL.7	CTT-1	LM-A.C-8	PI-5
APL.8	CTT-2	M.S.1	PI-6
A-SA-SC-10	CTT-3	M-AU 2	PI-7
A-SA-SC-3	CTT-6	M-JP 6	PMP-18
A-SA-SC-4	CTT-8	P.E.P.S. 15	PP-10
A-SA-SC-8	C-U-C-2	P.E.P.S. 17	PP-12
A-SA-SC-9	C-U-C-3	P.E.P.S. 18	PP-14
B-B 2	C-U-C-4	P.E.P.S. 19	PP-4
BM_ANCON_1	C-U-C-7	P.E.P.S. 3	PP-6
BM_ANCON_2	F-B.VP-1	P.E.P.S. 4	PP-9
BP-3	F-B.VP-8	P.E.P.S. 5	RP.CC.1
BPP-2	GA-3	PAL.1	RP.CC.2
BPP-4	G-A-B-1	PAL.11	RP.CC.3
BVP 13	G-A-B-2	PAL.3	RP.CC.5
BVP 17	GB-1	PAL.7	RP.CC.6
BVP 18	GB-10	PAL.8	RP.CC.7
BVP 19	GB-2	PAL.9	RP.CCH-2
BVP-2	GB-3	PC-TA-10	TA-PC-1
BVP-3	GB-5	PC-TA-11	TA-PC-3
BVP-7	GB-6	PC-TA-12	TA-PC-4
BVP-8	GB-7	PC-TA-15	TT-1
C.CH.1	G-B-PS-1	PC-TA-16	TT-3
C.U.C-10A	JPU-4	PC-TA-3	TT-4
C.U.C-11A	LM P.P - 6	PC-TA-4	TT-5

FUENTE: Consorcio ZAFYR

**Tabla N° 9: Inspecciones efectuadas a los BM's encontrados**

RELACIÓN DE 62 BM'S ENCONTRADOS ÓPTIMOS			
A.SA.SC.-1	CTT-7	M-AU 4	PC-TA-9
A-A-1	C-U-C-6	M-JP 2	PI-8
APL.1	F-B.VP-2	M-JP 4	PMP-5
APL-4	F-B.VP-4	M-JP 5	PP-11
A-SA-SC-6	F-B.VP-5	P.E.P.S. 1	PP-15
A-SA-SC-7	G-A-B-8	P.E.P.S. 11	RP.CCH-1
BP-4	G-A-B-9	P.E.P.S. 13	RP.CCH-4
BPP-5	JPU-3	P.E.P.S. 16	RP.CCH-5
BVP-14	JPU-7	P.E.P.S. 20	TA-PC-2
BVP-9	JPU-9	PAL.10	TA-PC-6
CC.J.1	L.M.P.P - 23	PAL.5	TT-2
CC.J.3	L.M.P.P - 25	PC-TA-1	TV-P 1
CSC-4	LM.P.P - 1	PC-TA-13	TV-P 2
CTT-10	LM.P.P - 5	PC-TA-14	Z-1-1R-IGM-1971
CTT-12	LM-A.C-4	PC-TA-2	
CTT-5	LM-A.C-7	PC-TA-7	

FUENTE: Consorcio ZAFYR

A continuación, se muestran algunas figuras de la inspección efectuada:



**Figura N° 22: Vista del BM con código APL-4  
ubicado en Villa María del Triunfo**

FUENTE: Consorcio Zafyr



**Figura N° 23: Vista del BM destruido con código BVP-8 ubicado en El Callao**

FUENTE: Consorcio Zafyr



**Figura N° 24: Vista del BM con código LMPP-1(La Molina)**

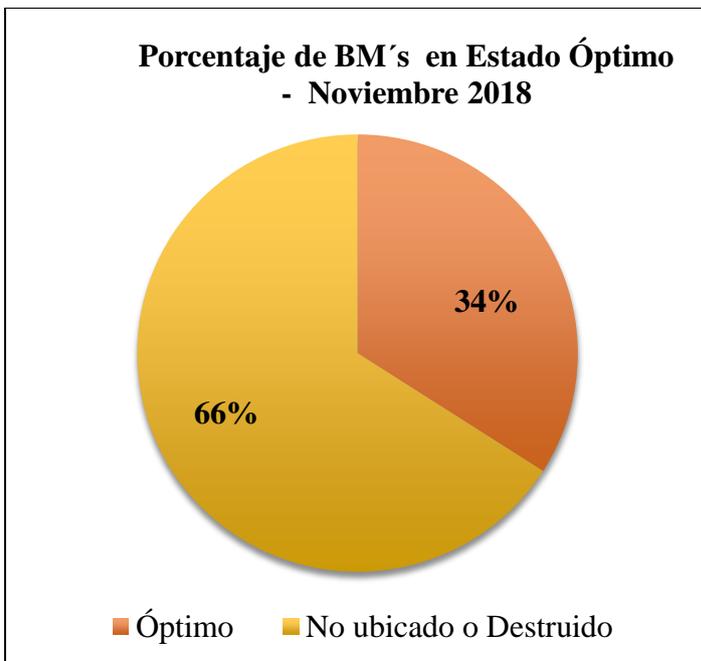
FUENTE: Consorcio Zafyr



**Figura N° 25: Vista del BM destruido con código BVP-7 ubicado en El Callao**

FUENTE: Consorcio Zafyr

De la Tabla 8 y 9, se resume que de los 182 BM's adquiridos (100 %), 120 BM's (65,93 %) no fueron ubicados o se encontraron en estado destruido, y 62 BM's (34,07 %) se encuentra en estado óptimo. Se resumen en la siguiente figura:



**Figura N° 26: Ficha de Inspección de Bm's**

FUENTE: Consorcio Zafyr

Una vez culminada con la selección de los bench mark (Bm's) o marcos de cota fija disponibles se asignó a cada topógrafo un sector a nivelar; en él se encontraban los buzones pertenecientes a un área de drenaje del alcantarillado que se debería actualizar. Iniciándose el proceso de nivelación geométrica compuesta de ida y vuelta, con el equipo topográfico. A continuación, se muestra la data bruta extraída del nivel electrónico Leica Sprinter 150 m, correspondientes al trabajo que se realizó en el distrito de Ancón, en el área de drenaje de Alcantarillado denominado SECTOR 1:

**Tabla N° 10: Recorte de la Data extraída del Nivel Electrónico Leica – Sector 1**

Código	BS_Altura	FS_Altura	Delta de Altura	Elevación	BS_Distancia	FS_Distancia	Tipo
221562	1,6329			24,4951	23,196		Vertical
228744	3,0585	3,0582	-1,4253	23,0698	26,355	26,339	Vertical
Z	0,3066	3,2049	-0,1464	22,9234	50,524	26,421	Vertical
311268	1,3367	1,8292	-1,5226	21,4008	52,411	13,151	Vertical
228734	1,5856	1,5854	-0,2487	21,1521	11,875	11,875	Vertical
228735	1,2898	1,2898	0,2957	21,4478	6,351	6,355	Vertical
Z	3,0059	0,5397	0,7502	22,198	35,932	51,99	Vertical
228736	2,0994	2,0995	0,9063	23,1043	8,184	8,187	Vertical
Z	4,3578	0,3567	1,7427	24,847	25,605	10,78	Vertical
Z	0,7995	1,6175	2,7402	27,5872	5,305	49,992	Vertical
Z	0,6306	4,8088	-4,0093	23,5779	12,417	23,963	Vertical
228732	1,6745	1,6744	-1,0438	22,5341	3,605	3,602	Vertical
311267	1,1057	3,4878	-1,8133	20,7208	51,798	78,317	Vertical
228741	1,5	1,4999	-0,3942	20,3265	3,38	3,378	Vertical
Z	2,2903	0,2795	1,2205	21,547	17,985	49,714	Vertical
228731	4,7139	1,4213	0,869	22,416	32,059	3,268	Vertical
Z	3,4654	0,4866	4,2273	26,6433	14,498	5,853	Vertical
Z	0,3885	1,2993	2,1662	28,8095	14,327	42,298	Vertical
Z	0,2903	4,0651	-3,6766	25,1328	17,08	37,739	Vertical
Z	0,5322	3,7958	-3,5055	21,6274	15,106	33,743	Vertical
226895	1,5462	1,5462	-1,014	20,6134	4,162	4,165	Vertical
Z	0,3696	3,9767	-2,4305	18,1829	19,458	44,128	Vertical
Z	2,4193	1,7775	-1,4079	16,775	36,667	29,706	Vertical
228740	1,4788	1,479	0,9403	17,7153	5,946	5,947	Vertical
228739	2,4011	1,5813	-0,1025	17,6128	53,937	44,735	Vertical
228738	1,5323	1,532	0,869	18,4819	5,297	5,31	Vertical
228743	0,5763	0,4582	1,0741	19,556	40,315	49,613	Vertical
228742	1,5376	1,5376	-0,9613	18,5947	2,699	2,695	Vertical
228973	0,8163	1,3338	0,2037	18,7985	52,441	49,682	Vertical

Se acota que las alturas, elevaciones y distancias se expresan en metros, obteniéndose un error de cierre de 3,60 mm.

Al efectuar el procesamiento a la data extraída del nivel Sprinter 150 m. se obtuvo las cotas compensadas, para efectos didácticos solo se muestran las primeras 30 cotas obtenidas:

**Tabla N° 11: Compensación de Cotas para el Sector 1.**

N°	BUZONES	COTA COMPENSADA
1	BM-221562	244,951
2	228744	230,697
3	311268	214,007
4	228734	211,519
5	228735	214,476
6	228736	231,041
7	228732	225,338
8	311267	207,204
9	228741	203,262
10	228731	224,156
11	226895	206,128
12	228740	177,147
13	228739	176,122
14	228738	184,812
15	228743	195,553
16	228742	185,940
17	228973	187,977
18	228972	179,581
19	311289	171,125
20	228971	171,658
21	228970	164,037
22	221438	155,112
23	221437	144,657
24	221436	147,754
25	221327	164,446
26	221329	162,313
27	221761	161,019
28	221328	150,295
29	221762	153,697
30	221556	154,292

FUENTE: Consorcio ZAFYR

Se acota que la tolerancia obtenida fue de 6,50 milímetros para una longitud de nivelación de 6690,369 metros.

En el Sector 01 – Ancón; se comparó el error obtenido (3,60 mm) y la tolerancia (6,50 mm) y se afirma que la nivelación geométrica de cota de tapa de buzón se da por aceptada; por lo que se procedió a efectuar la compensación del error obtenido; para lo cual se empleó la metodología de la proporcionalidad a las longitudes de los tramos: donde el error de cierre cambiado de signo, se divide entre la suma de las longitudes de los tramos, y se multiplica por la longitud del tramo cuya compensación se desea obtener. Este cálculo se repite para cada tramo (IGN, 2016).

$$C_n^{n+1} = \frac{-e}{\sum D} D_n^{n+1}$$

**Figura N° 27: Fórmula de compensación por el método de la proporción a la longitud de los tramos.**

FUENTE: IGN 2016

Habiendo obtenido la cota de tapa de los buzones del área de drenaje denominada Sector 1, procederemos a la medición de las profundidades de los buzones de acuerdo al paso detallado en el literal b):

**Tabla N° 12: Resultado de la Medición de la profundidad de los buzones**

N°	BUZON	PROFUNDIDAD	COTA DE FONDO	OBSERVACIÓN
1	221562	1,452	23,043055	TRABAJADO
2	228744	0,000	SIN CF	SELLADO
3	311268	0,000	SIN CF	REPRESADO
4	228734	0,000	SIN CF	SELLADO
5	228735	0,000	SIN CF	SELLADO
6	228736	0,000	SIN CF	SELLADO
7	228732	0,000	SIN CF	SELLADO
8	311267	0,000	SIN CF	SELLADO
9	228741	0,000	SIN CF	SELLADO
10	228731	0,000	SIN CF	SELLADO
11	226895	1,178	19,434825	TRABAJADO

«continuación»

12	228740	0,000	SIN CF	SELLADO
13	228739	1,388	16,224189	TRABAJADO
14	228738	1,282	17,199204	TRABAJADO
15	228743	1,324	18,231322	TRABAJADO
16	228742	1,132	17,462005	TRABAJADO
17	228973	1,636	17,161711	TRABAJADO
18	228972	2,381	15,577144	TRABAJADO
19	311289	1,020	16,092489	TRABAJADO
20	228971	2,330	14,835809	TRABAJADO
21	228970	2,380	14,023734	TRABAJADO
22	221438	0,000	SIN CF	SELLADO
23	221437	1,650	12,815663	TRABAJADO
24	221436	2,520	12,255350	TRABAJADO
25	221327	1,501	14,943603	TRABAJADO
26	221329	2,234	13,997264	TRABAJADO
27	221761	0,000	SIN CF	SELLADO
28	221328	0,000	SIN CF	SELLADO
29	221762	1,750	13,619672	TRABAJADO
30	221556	0,000	SIN CF	NO UBICADO
31	308599	3,480	11,456560	TRABAJADO
32	221766	2,250	12,684927	TRABAJADO
33	221768	3,150	11,336386	TRABAJADO
34	221769	0,000	SIN CF	SELLADO
35	221326	0,000	SIN CF	SELLADO
36	221771	2,860	10,001989	TRABAJADO
37	221772	1,740	11,257179	TRABAJADO
38	221855	3,030	10,312182	TRABAJADO
39	221854	3,543	9,805657	TRABAJADO
40	221657	0,000	SIN CF	NO UBICADO
41	221853	0,000	SIN CF	NO UBICADO
42	221852	0,000	SIN CF	SELLADO
43	221850	0,000	SIN CF	SELLADO
44	221775	0,000	SIN CF	SELLADO
45	228975	3,350	18,186667	TRABAJADO
46	228976	0,000	SIN CF	SELLADO
47	228977	0,000	SIN CF	OTROS/BAJO ASFALTO
48	228978	0,000	SIN CF	OTROS/BAJO ASFALTO
49	365032	2,527	19,872183	TRABAJADO
50	365033	3,435	19,308065	TRABAJADO
51	365035	4,564	19,929436	TRABAJADO
52	365047	0,000	SIN CF	SELLADO
53	365023	0,000	SIN CF	SELLADO
54	365022	0,000	SIN CF	SELLADO

«continuación»

55	365024	0,000	SIN CF	SELLADO
56	365025	0,000	SIN CF	SELLADO
57	365027	1,535	23,053469	TRABAJADO
58	365026	0,000	SIN CF	SELLADO
59	365031	1,126	21,153526	TRABAJADO
60	365030	0,000	SIN CF	NO UBICADO
61	365016	0,000	SIN CF	SELLADO
62	365017	0,000	SIN CF	SELLADO
63	365018	0,000	SIN CF	SELLADO
64	365019	0,000	SIN CF	SELLADO
65	365020	1,042	27,397650	TRABAJADO OTROS/BAJO
66	365021	0,000	SIN CF	CHATARRA
67	365042	3,792	26,606200	TRABAJADO
68	365043	3,644	26,594031	TRABAJADO
69	365044	0,000	SIN CF	SELLADO
70	365015	0,000	SIN CF	NO UBICADO
71	365045	0,000	SIN CF	SELLADO
72	365013	0,000	SIN CF	SELLADO
73	365046	1,484	28,203079	TRABAJADO
74	365038	0,000	SIN CF	SELLADO

FUENTE: Consorcio ZAFYR

#### **4.4.3. Actualización de la información en SIG**

Teniendo ya los buzones ordenados en función a sus códigos y con la información requerida de cota de tapa y cota de fondo, se procederá a solicitar la réplica del sector involucrado a SEDAPAL; una vez tenida la réplica se procederá a anexar los atributos de una tabla a otra, ambas con un campo en común (cota de tapa y cota de fondo). Todo esto se efectuará con la herramienta JOIN (Unir) del programa ArcGis.

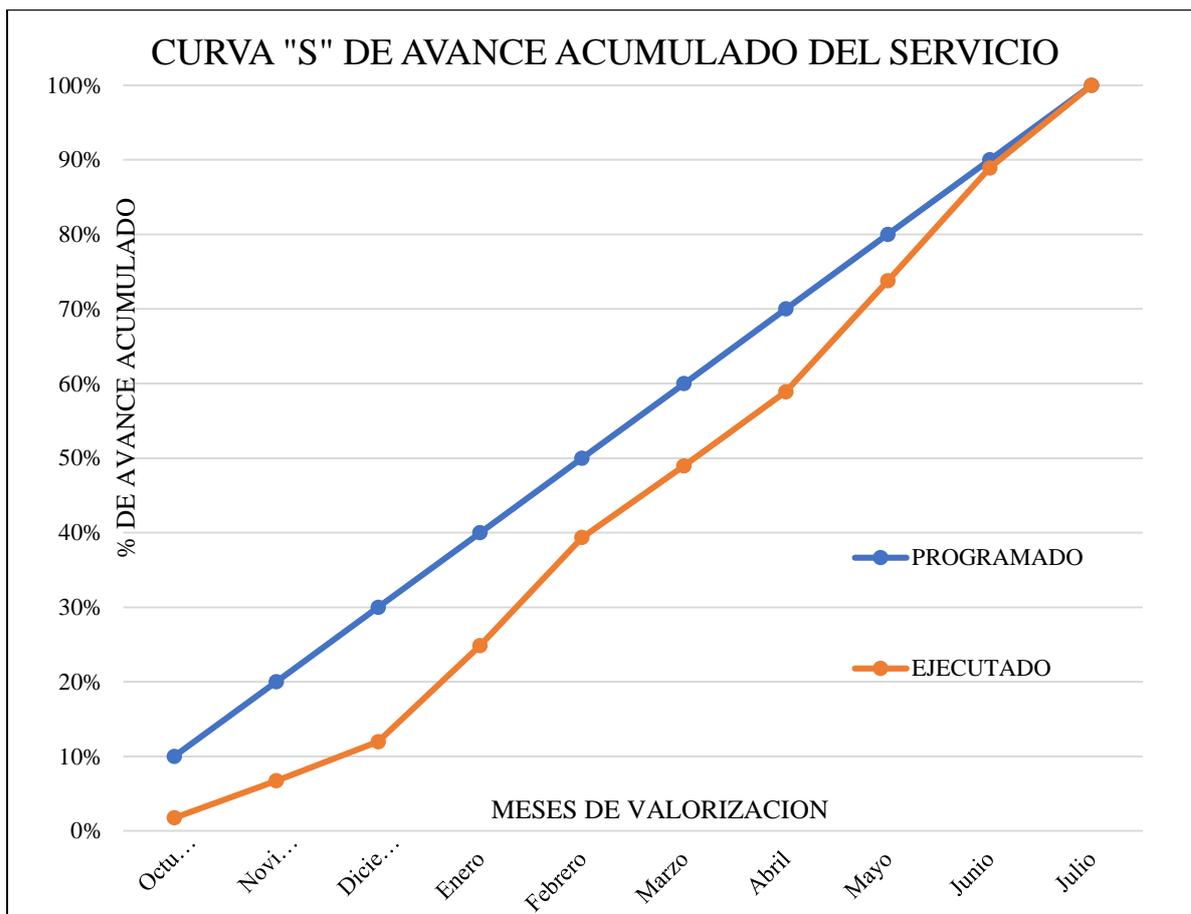


**Figura N° 28: Formato de Solicitud de Réplicas.**

FUENTE: Consorcio Zafyr

#### **4.4.4. Análisis y contribución en la solución**

A continuación, se muestra la curva “S” de avance acumulado del servicio:



**Figura N° 29: Curva S de Avance acumulado del servicio.**

FUENTE: Consorcio Zafyr

Como se puede observar hasta el mes de diciembre se tuvo un avance menor a lo programado y no evidenciándose una mejora; es así que después de una reunión efectuada con los involucrados; se hizo un análisis de la necesidad de implementar mayores brigadas topográficas; pero esto no brindó los resultados esperados. Por lo que finalmente propuse la búsqueda de un equipo que permita rendimientos mayores; y permitir de esa manera la recuperación del retraso acumulado; luego de analizar y visitar distintos proveedores, se llegó a la conclusión de que el nivel automático debía ser cambiado por el nivel electrónico; pues este aumentaba los rendimientos considerablemente ya que no requería de efectuar apuntes de las lecturas visualizadas y evitaba también la digitación de la libreta topográfica al Excel. Con esto no solo se logró mayores rendimientos, sino que el trabajo obtenido era de mayor calidad; lo que ahorro tiempo considerable en el trabajo y permitió; a partir del mes de enero se cambiaron la totalidad de brigadas al nivel electrónico y muestra de ello es la notable mejora del rendimiento y avance ejecutado. Esto permitió finalmente que el servicio se cumpla en la fecha prevista y con los resultados esperados.



**Figura N° 30: Nivel automático empleado en los meses de Octubre a Diciembre 2018**

FUENTE: Consorcio Zafyr



**Figura N° 31: Nivel digital empleado en los meses de Enero a Julio 2019**

FUENTE: Consorcio Zafyr

#### **4.4.5. Explicación del nivel de beneficio**

Como se detalló en el numeral precedente, el cambio del equipo topográfico (nivel automático a nivel electrónico), represento un recupero notorio a partir del mes de enero de 2019; y muestra de ello son las valorizaciones que a partir del mes de enero representan una

mejoría; permitiendo así que, para la última valorización del mes de julio de 2019, se concluya con el 100 % programado; lo cual permitió entregar la consultoría sin retrasos ni penalidades alguna.

**Tabla N° 13: Resumen de las valorizaciones acumuladas del servicio**

N°	Valorización	INICIO	FIN	PROGRAMADO			REAL		
				MENSUAL	ACUMULADO	% ACUMULADO	MENSUAL	ACUMULADO	% ACUMULADO
1	Octubre	3/10/2018	1/11/2018	S/349,906.00	S/349,906.00	10.00%	S/61,627.50	S/61,627.50	1.76%
2	Noviembre	2/11/2018	1/12/2018	S/349,906.00	S/699,812.00	20.00%	S/173,544.80	S/235,172.30	6.72%
3	Diciembre	2/12/2018	31/12/2018	S/349,906.00	S/1,049,718.00	30.00%	S/183,728.97	S/418,901.27	11.97%
4	Enero	1/01/2019	30/01/2019	S/349,906.00	S/1,399,624.00	40.00%	S/451,253.89	S/870,155.16	24.87%
5	Febrero	31/01/2019	1/03/2019	S/349,906.00	S/1,749,530.00	50.00%	S/506,819.08	S/1,376,974.24	39.35%
6	Marzo	2/03/2019	31/03/2019	S/349,906.00	S/2,099,436.00	60.00%	S/336,333.74	S/1,713,307.98	48.96%
7	Abril	1/04/2019	30/04/2019	S/349,906.00	S/2,449,342.00	70.00%	S/347,428.84	S/2,060,736.82	58.89%
8	Mayo	1/05/2019	30/05/2019	S/349,906.00	S/2,799,248.00	80.00%	S/520,611.41	S/2,581,348.23	73.77%
9	Junio	31/05/2019	29/06/2019	S/349,906.00	S/3,149,154.00	90.00%	S/530,079.48	S/3,111,427.71	88.92%
10	Julio	30/06/2019	29/07/2019	S/349,906.00	S/3,499,060.00	100.00%	S/387,632.29	S/3,499,060.00	100.00%
				S/3,499,060.00			S/3,499,060.00		

FUENTE: Consorcio Zafyr

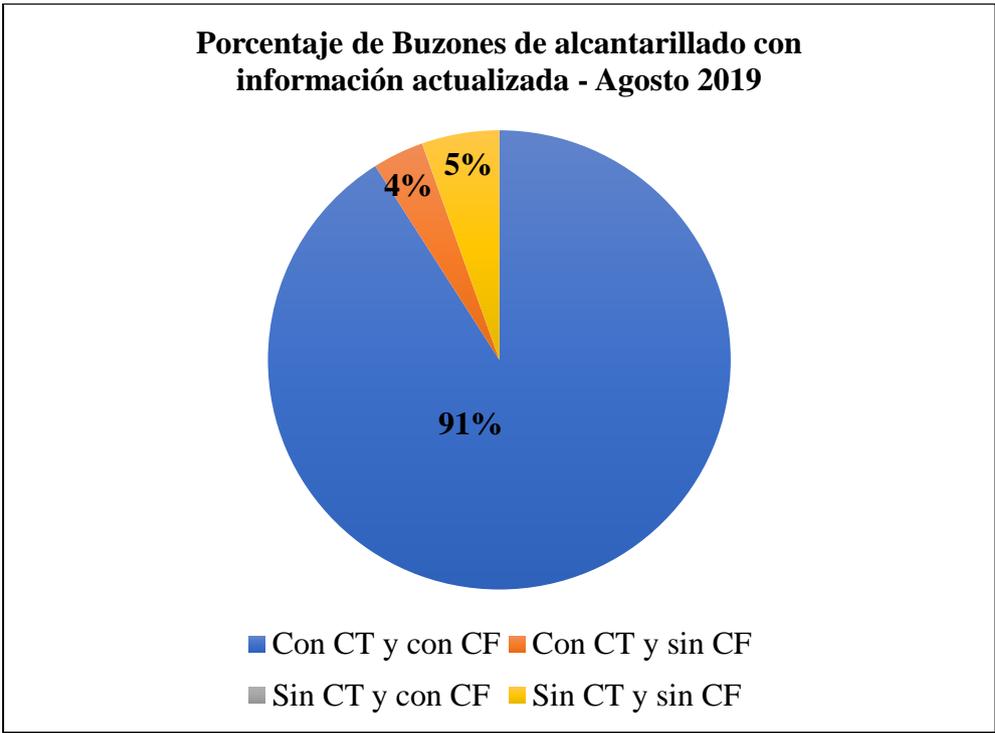
Teniendo como base la Tabla N° 1, que muestra la situación inicial sobre la cantidad de buzones que requieren ser actualizados (20,68 %), se muestra a continuación el siguiente reporte con fecha agosto de 2019:

**Tabla N° 14: Cantidad de Buzones de alcantarillado en el SIG SEDAPAL Agosto-2019**

BUZONES CON INFORMACIÓN COMPLETA		BUZONES CON INFORMACIÓN INCOMPLETA	
Con CT. y con CF	Con CT y sin CF	Sin CT y sin CF	Sin CT y con CF
330 093	12 985	19 636	45
330 093		32 666	
Total de Buzones: 362 759			

FUENTE: Consorcio ZAFYR

Como se puede apreciar con la culminación del servicio un 9,00 % del total de buzones no cuenta con información completa tanto de Cota de Tapa y/o de Cota de Fondo lo que representa en términos generales una reducción del 11,68 % sobre el porcentaje inicial de 20,68 %.



**Figura N° 32: Estado de buzones con información de cotas – Agosto 2019**

FUENTE: Consorcio Zafyr

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- a. Al culminar la actualización de cotas de buzones de alcantarillado administrados por SEDAPAL en 44 distritos de Lima Metropolitana y El Callao, a Julio de 2019, se logró actualizar las cotas de tapa y cotas de fondo de 111 439 buzones (30,71 % del total), de los cuales 47,980 buzones (13,23 % del total) anteriormente no presentaban información completa de cota de tapa y/o cota de fondo.
- b. De las 182 Marcas de Cota Fija (MCF) o Bench Mark (BM) de primer orden adquiridos del IGN, se encuentran en estado óptimo 62 (34,07 %), y 120 (65,93 %) se encuentran no ubicados o destruidos.
- c. Finalizada la identificación de los buzones de alcantarillado, se encontraron algunos observados con las siguientes características: Sellados (que no se podían abrir), represados (colmatados de aguas residuales), destruidos (en estado inoperativo) y no ubicados (por actualizaciones pendientes del catastro). Esto influyó a que no se pueda ejecutar la actualización del total de buzones, quedando un 9,00 % (32 666) del total de buzones pendientes de actualizar la cota de tapa y de fondo.
- d. Se concluye que la nivelación topográfica geométrica compuesta presentó errores de tolerancia con un mínimo de 0 mm y máximos que en algunos casos superaron la tolerancia máxima permisible enmarcada en la norma técnica geodésica: “Especificaciones Técnicas para levantamiento geodésicos verticales” para la clasificación de nivelación de precisión (NP); para este último caso se tuvo que repetir la nivelación hasta no superar el error de tolerancia máxima.

## 5.2. Recomendaciones

- a. Se recomienda al Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN) pueda mejorar el mantenimiento periódico al sistema de control vertical oficial que administra en el Perú, ya que el 65,93 % de los Bench Mark (BM) adquiridos no son utilizables puesto que o no se encontraron o se encontraron en estado destruido.
- b. Se recomienda tener en cuenta los protocolos de seguridad al momento de apertura de los buzones de alcantarillado, ya que representa un riesgo de exposición a gases y de caídas.
- c. Se recomienda que en todo levantamiento topográfico se tenga en cuenta el factor de riesgo y seguridad del personal y de los equipos, ya que nuestras brigadas fueron víctimas de la delincuencia. Lo cual nos obligó a mantener 2 efectivos de seguridad en cada brigada.
- d. Se recomienda mantener una planificación adecuada en función a las metas de cada valorización, ya que la comunicación entre el área de procesamiento en oficina (GIS) y el área de toma de datos en campo (topógrafos), debe ser fluida y bajo mecanismos organizados; lo cual minimizará errores y tiempos muertos por descoordinaciones.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Consortio Zafyr. (2019). Informe de Valorización N°10. 2019. Perú.
- Instituto Geográfico Nacional. (2016) Especificaciones técnicas para levantamiento geodésicos verticales. Perú.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017) Guía metodológica de la Red Geodésica Horizontal (INEGI). México
- Isidro, N. (2018). Comparación de influencia en el cálculo de errores totales a más de 3810m.s.n.m. en la precisión de 05 niveles automáticos (Tesis de Grado). Recuperado de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10585/Isidro\\_Chagua\\_Nidia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10585/Isidro_Chagua_Nidia.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Instituto Nacional de Estadística y Geográfica. (2015). Guía Metodológica de la Red Geodésica Vertical. México.
- McCormac, J. (2003). Topografía. (1ra ed.). México: Limusa Wiley.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Redes de Aguas Residuales OS.070.2016. Perú.
- Nieto, T.A. & Bonilla, V.E. (2001). Topografía. (4ta ed.). Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana De Ingeniería.
- Peralta, J.A., & Cordero, M.O., & Jaramillo, J.J. (2020). Topografía I. (1ra ed.). Alicante, España: 3 Ciencias.

Peña, J.L.L. (2006). Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio. (1ra ed.). España: Editorial Club Universitario.

Rodríguez, J. & Olivella, R. (2011). Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática. Barcelona: UOC.

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. (2018) Memoria anual. Perú.  
Recuperado de  
<http://www.sedapal.com.pe:90/Infocomple/files/Memoria%20anual%202018.pdf>.

Sánchez, N.V. (2020). Topografía Aplicada. Lima, Perú: Macro.

Wirshig, J. & Wirshing, R. (1987). Introducción a la Topografía. (1ra ed.). Naucalpan de Juárez, México: McGraw-Hill Book Co.