



**INSTALACIÓN DE LUMINARIAS EN EL ESTADIO JJ TRELLEZ DEL
DISTRITO DE TURBO**

Alexi Andrés Abuchar Cartagena

Informe de práctica académica para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor

Hernán Darío González Zapata, Master of Science (MSc.) Ingeniería civil

Universidad de Antioquia
Facultad de ingeniería
Ingeniería Civil
Apartadó, Antioquia, Colombia
2022

Cita	(Abuchar Cartagena, 2022)
Referencia	Abuchar Cartagena, A.A. (2022). <i>INSTALACIÓN DE LUMINARIAS EN EL ESTADIO JJ TRELLEZ DEL DISTRITO DE TURBO</i> [Práctica académica de pregrado]. Universidad de Antioquia, Apartadó, Colombia
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla/Braulio Andrés Angulo Martínez

Jefe departamento: Catalina Rodríguez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo, especialmente a mi familia, sobre todo a mis padres, que son los que han luchado por mi bienestar y merecen ver los frutos de su esfuerzo. Se lo dedico también a mis amigos, y a mi novia, que se han encargado de que yo nunca deje nada tirado.

Agradecimientos

Agradezco primero a Dios. Quiero agradecer a mis padres por el apoyo incondicional, y por nunca dejar de creer en mí. También quiero brindar un agradecimiento especial a toda mi familia, quienes siempre han estado ahí cuando los he necesitado. Por último, agradezco a mis amigos por el apoyo brindado durante toda mi carrera y por alentarme cuando lo he necesitado, especialmente a la empresa Táctica, proyectos y soluciones, por brindarme la oportunidad de desarrollar mi práctica académica en sus instalaciones.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
1 Objetivos	13
1.1 Objetivo general	13
1.2 Objetivos específicos.....	13
2 Marco teórico	13
2.1 Estudio general del contexto, localización y descripción.	13
2.2 Topografía y metodología de cálculo.....	14
2.3 Suelo y cimentaciones.....	15
3 Metodología	17
Etapa 1: Planificación y diseño de la obra.	17
Etapa 2: Descripción de materiales y herramientas a emplear	17
Etapa 3: Vaciado e Instalación de fundaciones y postes	18
Etapa 4: Validación y cumplimiento de Norma NSR10.	18
4 Resultados y Análisis.	19
4.1. Localización y reconocimiento de la zona del proyecto	19
4.1.1. Reconocimiento de Campo	19
4.1.2. Geomorfología	20
4.1.3. Resultados del Ensayo SPT y sus Correlaciones.....	20
4.2. Informe topográfico	25
4.2.1. Trabajo de Campo	25
4.2.1.1. Exploración y reconocimiento de área y terreno de trabajo.	25
4.2.1.2. Planimetría - Levantamiento Nube de Puntos	26
4.2.2. Proceso de Oficina.	26

4.3. Ejecución de obra.....	28
4.3.1. Definición de tipo de fundación, análisis de capacidad portante y tipo de cimentación.	28
4.3.1.1 Profundidad de apoyo.....	28
4.3.1.2 Dimensión de los cimientos.	28
4.3.1.3 Capacidad de Carga por Fricción	28
4.3.1.4 Capacidad de Carga por Punta.	29
4.3.2. Perfil Geotécnico.....	30
4.3.2.1 Capa superficial.....	30
4.3.3. Proceso constructivo	30
6 Conclusiones	36
7 Referencias.....	37
8 Anexos.....	38

Lista de tablas

Tabla 1 Perfil de la Perforación 7. (NF= 6.0 m).....	20
Tabla 2 Perfil de la Perforación 8. (NF= 3.0 m).....	21
Tabla 3 Perfil de la Perforación 9. (NF= 20.0 m).....	21
Tabla 4 Detalle de los cálculos de capacidad realizados	29

Lista de figuras

Figura 1. Localización del municipio de Turbo	14
Figura 2 Localización del proyecto en Google Maps.....	19
Figura 3 Resultados de laboratorio para la penetración 7.....	22
Figura 4 Resultados de laboratorio para la penetración 8.....	23
Figura 5 Resultados de laboratorio para la penetración 9.....	24
Figura 6 Placa de amarre geodésico	25
Figura 7. Equipo Topcon GTS 239. Utilizado en campo para recolección de datos topográficos.	26
Figura 8 Vista en planta de la zona del proyecto.....	27
Figura 9 Cimentación tipo pila para cada uno de los postes de luminarias	30
Figura 10. perforación de concreto con taladro mecánico.....	31
Figura 11. Encamisados de madera	31
Figura 12. Tubería tipo MH de 110 cm de diámetro	32
Figura 13. Cálculo de la zona de socavación.....	32
Figura 14. Aplicación de concreto de baja densidad en la parte superior de las excavaciones	33
Figura 15. Instalación de acero de refuerzo para cimentaciones	33
Figura 16. refuerzo de acero para la construcción del pedestal tipo dado	34
Figura 17. Vaciado de concreto de 3.500 psi	34
Figura 18. Camión tipo mixer, imagen real en obra al momento del vaciado.....	35
Figura 19. Instalación de poste tipo mástil	35

Siglas, acrónimos y abreviaturas

IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
SCG	Sociedad Colombiana de Geotecnia
AASHTO	American Association of State Highway Officials
EPM	Empresas Públicas de Medellín
NSR10	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente
SUCS	Sistema Unificado De Clasificación De Suelos
WGS84	World Geodetic System 1984
SPT	Standard Penetration Test
ASTM	American Society for Testing and Materials
NF	Nivel Freático
CAD	Computer Aided Design

Resumen

El presente informe, pretende mostrar el proyecto de instalación de luminarias en el estadio JJ Trellez del Distrito de Turbo, un proyecto que fue ejecutado en un acuerdo aunado entre el Ministerio del deporte y el Distrito de Turbo, al conformar la UNIÓN TEMPORAL ILUMINACIÓN ESTADIO DE TURBO (UTIET). La idea principal del proyecto es dotar con iluminación al estadio distrital, que se encuentra construido desde hace aproximadamente 10 años, pero no había sido iluminado. La intención es fomentar el deporte y la recreación en horario nocturno, incentivando así a todos los ciudadanos al uso de dichas instalaciones, no solo a los del distrito, sino también a toda la región de Urabá. Para la instalación de las luminarias, será necesario contar con profesionales del sector constructivo y de energías, además de personal calificado que permitan un avance cualitativo y cuantitativo óptimo en todos los procesos. Es preciso decir que se deberá hacer una cimentación con pilas y/o pilotes considerables para que al final del proyecto, se tenga instalado de forma eficaz, un sistema compuesto por cuatro torres tipo mástil, que a su vez soportarán 25 luminarias cada una, lo que dará un total de 100 luminarias dirigidas al campo de fútbol del estadio JJ Trellez del distrito de Turbo. Este proyecto se centrará en la iluminación interior del estadio, y gran parte de la zona aledaña al mismo (exterior).

Palabras clave: luminarias, mástil, pilas, pilotes, cimentación, deporte, estadio JJ Trellez.

Abstract

This report aims to show the lighting installation project in the JJ Trellez stadium in the District of Turbo, a project that was executed in a joint agreement between the Ministry of Sports and the District of Turbo, by forming the UNION TEMPORAL ILUMINACIÓN ESTADIO DE TURBO (UTIET). The main idea of the project is to provide lighting for the district stadium, which has been under construction for approximately 10 years, but had not been illuminated. The intention is to promote sports and recreation at night, thus encouraging all citizens to use these facilities, not only those of the district, but also the entire region of Urabá. For the installation of the luminaries, it will be necessary to have professionals in the construction and energy sectors and qualified personnel that will allow optimal qualitative and quantitative progress in all the processes. It is necessary to say that a foundation with piles and/or pilings will have to be made so that at the end of the project, a system composed of four mast-type towers will be installed, which in turn will support 25 luminaries each, which will give a total of 100 luminaries directed to the soccer field of the JJ Trellez stadium in the district of Turbo. This project will focus on the interior lighting of the stadium and a large part of the surrounding area.

Keywords: lighting, mast, piles, piling, foundation, sport, JJ Trellez Stadium

Introducción

Turbo fue un municipio altamente golpeado por la violencia a lo largo de los años 90, y esto hizo que muchos jóvenes migraran hacia las principales ciudades colombianas con el fin de forjarse un mejor futuro. Existen muchas formas de luchar contra el flagelo de la violencia, y es sabido por todos que dos de las principales formas de superación personal, son el deporte y la educación; es por esta razón que Turbo ha luchado por brindar escenarios educativos y deportivos con la capacidad de albergar a los niños y jóvenes, para que centren sus actividades en el estudio y las prácticas deportivas. Dicho esto, se debe resaltar que, por la condición actual del municipio, es muy importante dar continuidad a las obras que se han ejecutado desde el año 2000 hacia adelante, y por esta razón, es de vital importancia que cada una de ellas se encuentren en condiciones óptimas, especialmente el estadio JJ Trellez que es en donde se enfocará este trabajo.

El presente documento se centrará en una propuesta conjunta entre el Ministerio del deporte y el municipio de Turbo para la ejecución del proyecto denominado “Instalación de luminarias en el estadio JJ Trellez del Distrito de Turbo, Antioquia”, donde según cifras del DANE (2020) el 58% de la población se localizan en áreas rurales, no cuentan con ciertos servicios (entre ellos iluminación e infraestructura deportiva), con mayoría de habitantes en los estratos 1 y 2, un rango de edad entre 0 a 19 años, presentan necesidades básicas insatisfechas y además se observan en evidente estado de vulnerabilidad, validando de esta forma el requerimiento de espacios como el estadio JJ Trellez. De allí que, la intención del proyecto es fortalecer la práctica del deporte en el Distrito, de forma que todas las personas tengan acceso a actividades lúdicas, deportivas y de salud a cualquier hora del día, permitiéndole a niños, jóvenes y adultos el disfrute tanto diurno como nocturno de las instalaciones.

Para poder llevar a cabo el proyecto de Iluminación del estadio, se implementó un sistema compuesto por 4 torres (metálicas) tipo mástil de iluminación en las esquinas del estadio, que están soportadas por pilas ubicadas en la zona Nororiental, Suroriental, Suroccidental y Noroccidental que están nombradas A, B, C y D respectivamente. Además de las torres de iluminación, se instalaron 28 torres de 4 metros cada una, soportadas en pedestales de concreto, que permitirán iluminar de manera óptima la parte externa del estadio municipal JJ TRELLEZ.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el proyecto de iluminación del estadio JJ Trellez en el Distrito de Turbo, tendrá varias etapas de ejecución, que la comunidad verá reflejadas al finalizar la totalidad de las obras. Sin embargo, para que el mismo sea presentado finalmente a la comunidad, será necesario que los profesionales y personal de apoyo, realicen previamente ciertas labores, que comprenderán la planeación y diseño de las obras civiles, estudio del suelo, estudio y modelación de la topografía de la zona, el impacto ambiental que se podría generar, revisión de todas las normas bajo las que se ejecutarán las obras, además de las correcciones e imprevistos que se presentarán durante el desarrollo de todo el proyecto.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, dotar de luminarias al estadio JJ Trellez permitirá a la población del Distrito crecer desde la práctica deportiva y cultural, en forma segura y con libertad, dinamizando y articulando las acciones para hacer posible que las familias que habitan la zona puedan concentrarse para la realización de actividades indistintamente del horario, contribuyendo de esta forma a su desarrollo integral, mejorando las condiciones de vida, y disminuyendo las carencias de la región.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Realizar seguimiento al proyecto de la instalación de luminarias en el Estadio JJ Trellez Del Distrito De Turbo, Antioquia.

1.2 Objetivos específicos

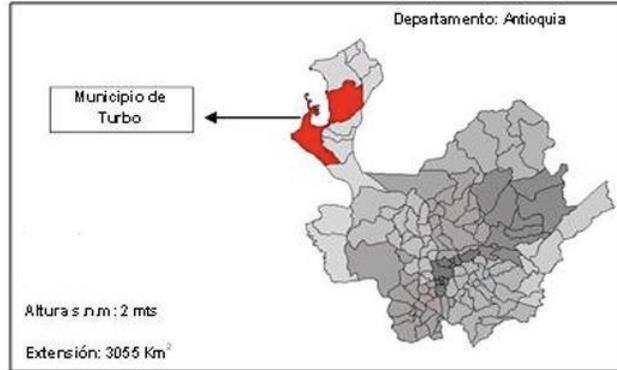
- Realizar el levantamiento topográfico de la zona empleando metodologías soportadas en procesos geométricos y analíticos
- Identificar el tipo de cimentación a emplear en función de las características de suelo para la instalación de luminarias en el Estadio JJ. Trellez Del Distrito De Turbo, Antioquia.
- Determinar el sistema de soporte para los postes de las luminarias del Estadio JJ. Trellez del Distrito de Turbo, Antioquia.
- Determinar materiales, herramientas y personal a emplear en la instalación de luminarias en el Estadio JJ. Trellez Del Distrito De Turbo, Antioquia.
- Elaborar el plan de acción en el marco de la norma NSR10 para la instalación de las luminarias en el Estadio JJ. Trellez Del Distrito De Turbo, Antioquia.

2 Marco teórico

2.1 Estudio general del contexto, localización y descripción.

Con la firma del presidente de la República (e), Juan Guillermo Zuluaga, al municipio de Turbo le fue otorgada la categoría de Distrito Portuario, Logístico, Industrial, Turístico y Comercial, mediante la ley 1883 de 2018. (Mercado, 2019). (Figura 1). Limita al norte con el mar Caribe, y con los municipios Necoclí y Arboletes; al este con el municipio de San Pedro de Urabá, municipio de Apartadó, municipio de Carepa y municipio de Chigorodó; al sur con municipio de Mutatá; al oeste limita con el departamento del chocó, exactamente con los municipios Río sucio y Municipio de Ungía. Turbo es el municipio más grande de Antioquia y está conformado por 18 corregimientos y 230 veredas, que junto con su casco urbano son habitados por cerca de 160 mil habitantes, con una extensión de 3.055 km² y una altitud media de 2 metros sobre el nivel del mar, reconocido con el Municipio con mayor extensión territorial del departamento y con un predominio de habitantes en zonas rurales en estado de vulnerabilidad, carente de servicios básicos e infraestructura para su desarrollo integral. (Alcaldía de Turbo, 2022).

Figura 1. Localización del municipio de Turbo



Fuente: Secretaría municipal de planeación (2019).

Esta realidad, ha requerido de las autoridades un trabajo mancomunado para dotar a esta población de proyectos que eleven su calidad de vida, garantizando su derecho a una vida digna y sana tanto mental como físicamente. Es por ello, que en el año 2011 el municipio construyó en el barrio Ciudadela Bolívar el estadio JJ Trellez, ubicado sobre la carrera 19, entre las calles 99 y 99E, para que los habitantes cercanos disfrutaran los beneficios de un espacio donde poder practicar deporte y aprovecharlo como escenario cultural.

Sin embargo, el proyecto inicial no contempló la iluminación de la obra, limitando el uso de esta a un horario diurno; de allí que la actual administración, como parte de los planes de crecimiento territorial, presentó en el año 2020 un proyecto para dotar de iluminación al estadio JJ Trellez, y de esta manera ampliar su horario de disfrute, dotándolo con infraestructura de primera línea que eleva el nivel de la obra en beneficio de toda la colectividad.

En este sentido, para la instalación de luminarias en el territorio colombiano, estructuralmente debe cumplirse con los requisitos estipulados en la norma NSR10, desarrollando previamente estudios técnicos y específicos que garanticen el buen funcionamiento del proyecto, empleando recursos, materiales y herramientas acordes con la obra a ejecutar. Estos análisis, incluyen levantamientos topográficos, que, de acuerdo con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, consisten en estudios detallados del terreno, examinando sus características físicas, y geomorfológicas para luego plasmarlas en un plano topográfico (IGAC, 2018).

2.2 Topografía y metodología de cálculo.

La instalación de las luminarias del Estadio JJ Trellez del Distrito de Turbo, Antioquia requirió realizar un levantamiento topográfico y un estudio de suelos que brindara información en relación con el tipo de suelo existente en el terreno y las características de este, tal cual lo señala la NSR10, que pretendió certificar que las pilas empleadas como sistema de cimentación, estaban asociadas a un suelo que fue acondicionado para favorecer el soporte de la estructura. Una vez definidas las coordenadas de los deltas de la poligonal y las cotas de las mismas, se procedió a realizar el levantamiento topográfico, para lo cual se utilizó el método de las radiaciones, donde desde un mismo delta se radian la mayor cantidad de atributos encontrados en campo. La metodología consiste en medir azimuts, distancias horizontales y elevaciones de

los puntos radiados. Para lograr tal objetivo fue necesario aclarar el fundamento analítico bajo el cual la estación colecta los datos radiados. (Lozano, 2020).

De igual manera, para la cimentación del terreno en el proyecto de Instalación de luminarias en Estadio JJ Trellez Del Distrito De Turbo, se tuvieron en cuenta todas las características físico-mecánicas, y las estructuras presentes en dicho complejo deportivo, con la idea de preservar la estructura actual y dar mantenimiento a la misma de ser necesario; no obstante, se debía dar prioridad al buen funcionamiento del nuevo montaje.

2.3 Suelo y cimentaciones.

Con base en las afirmaciones de (SCG , 2010) y empleando la NSR10, para determinar el tipo de cimentación, ya sean pilotes o pilas, se debe tener en cuenta las condiciones del terreno y las especificaciones de los planos topográficos, con la intención de no generar sobre espaciamientos o sobredimensionamientos que puedan dañar la integridad de las estructuras aledañas al proyecto. Para ello, los suelos se clasifican en grupos y subgrupos según la similitud de sus propiedades, reconociendo la existencia de dos sistemas principales para esta diferenciación en función de su granulometría y plasticidad, el sistema AASHTO, y el SUCS. (Das, 2015).

Por consiguiente, para poder determinar el tipo de cimentación que se usó según las características del suelo del área donde se desarrolló el proyecto se definieron las necesidades de carga, ya sea aplicando pilotes para trabajar por la fricción en su fuste, o pilas para que trabajaran por punta. (Pantoja, 2021). Por lo tanto, en el proyecto de Instalación de Luminarias en el Estadio JJ Trellez del Distrito de Turbo fue obligatorio realizar un estudio detallado del suelo, el cual tuvo como objetivo, determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarios para definir el tipo y condiciones de cimentación, incluyendo la evaluación de la granulometría de los estratos que definió el trabajo de cualquier sistema de fundaciones, estos datos, al igual que el nivel freático del área fueron necesarios para caracterizar las condiciones de diseño para la implementación de pilas o pilotes.

En este estudio de suelo, como punto de partida se realizó el **Ensayo Normal de Penetración (SPT)**, método que consiste en conducir un muestreador de tubo partido dentro del suelo para obtener muestras alteradas representativas con fines de identificación, y medir la resistencia del suelo a la penetración del muestreador. (INVIAS, 2017).

Posteriormente, se procedió a medir las capacidades de soporte de cargas del suelo del área donde se iban a colocar las luminarias, evaluando **la capacidad de carga por fricción** del suelo, empleando como método de cálculo el Métodos α , que, según (Das, 2015), aplica para suelos arcillosos blandos y saturados, es decir, normalmente consolidados; y el Método β , que aplica para el resto de los suelos, excepto los estipulados en el método α . En este sentido, y teniendo en cuenta la profundidad de desplante considerada se asume que no habrá contribución por parte del suelo que rodea lateralmente la cimentación, por tanto, para el cálculo de esta se desprecia la capacidad portante por fricción.

Así mismo, el estudio de suelo requirió que una evaluación de la **capacidad de carga por punta**, determinando que tanta resistencia puede generar un estrato de forma que la estructura de cimentación que

se emplee pueda apoyarse en el mismo y permita servir de soporte a la superestructura (Das, 2015), que en el caso específico del estadio JJ Trellez, sería la torre tipo mástil y el sistema de luminarias.

De igual forma se definió el **perfil geotécnico** de la zona, que es básicamente un conjunto de actividades que abarcan el reconocimiento de campo, las recomendaciones y análisis de ingeniería necesarios para diseñar y construir las obras que estarán en contacto con el suelo, la investigación del subsuelo, garantizando que la edificación se comportará de forma adecuada, buscando siempre proteger las demás construcciones vecinas, y sobre todo, la integridad de las personas (SCG , 2010). En el perfil geotécnico es posible determinar el tipo de suelo que se encuentra en el sector de estudio, así como los **estados límite** definidos como aquella situación de la estructura o de una de la misma tal que, si es rebasada, se considera que la obra queda fuera de servicio (Murcia, Aguado, & Marí, 2004); estos estados límites están divididos en dos grupos, los estados límites de falla que corresponden a la rotura estructural, las deformaciones de la estructura, el volteo, la falla por capacidad de carga, etc. Y los estados límite de servicio que es la consideración de que las deformaciones de la estructura afecten el funcionamiento de estructuras vecinas (SCG , 2010).

Por otro lado, existen estudios realizados por la secretaría de planeación del Distrito de Turbo, Antioquia, donde se observó los parámetros de los estratos del suelo, mostrando el tipo de cimentación que se debía emplear en el presente proyecto, en función de sus características y la complejidad de la estructura del mismo. Estos datos, arrojaron valores que orientaron la obra, requiriendo la instalación de un sistema de pilas apoyadas a 10 metros por debajo del nivel de terreno natural, que tendrían un diámetro superior de 1.5 m, disminuyendo hasta 1.10 metros de diámetro, a medida que se llegara a los 10 metros finales, donde se apoyaría en un estrato medianamente rocoso elaborado a partir de una capa de concreto rígido y con el mejoramiento del suelo por medio de lodo bentónico. (Monsalve, 2021).

Ahora bien, de acuerdo con (EPM, 2018) y (SCG, 2010) para las excavaciones profundas existen diferentes tipos de maquinarias y técnicas, donde comúnmente se usan maquinas piloteadoras, explosivos y excavación manual, buscando facilitar el anclaje adecuado de las cimentaciones. Adicionalmente, se deben colocar a medida que avance el proceso de cimentación, todos los elementos correspondientes a la seguridad en las excavaciones, evaluando las condiciones del suelo para determinar si se ameritan el uso de encamisados, entibados, o cualquier elemento de soporte para retener las fuerzas perpendiculares en el terreno.

Para el vaciado del concreto, se hizo necesario el uso de tubería tipo tremie, que consiste en sistemas de tuberías que permitan que el suelo quede perfectamente consolidado, evitando filtraciones hacia adentro de la superestructura, y eliminando la mayor cantidad posible de agua en cualquiera de los estratos previamente analizados. Esta forma de vaciado de concreto estructural se hizo referenciados en lo que dice la norma. (SGC, 2010)

Por ello, en el proyecto de Instalación de Luminarias del estadio JJ Trellez del Distrito de Turbo, se debe evidenciar el cumplimiento de cada uno de los requisitos que exige el reglamento colombiano de construcción sismorresistente (NSR10) para el control de las excavaciones, colocando a disposición de la obra y sus participantes todos los elementos técnicos y las herramientas apropiadas.

El acatamiento de lo señalado, en esta norma obedece a la necesidad de brindar seguridad para integrar en un solo sistema la torre y las fundaciones de la obra, generando en el suelo la resistencia necesaria que permita que toda la estructura soporte las cargas vivas, muertas y aquellas generadas por vientos, las cuales afectaran la edificación a lo largo de la vida útil del proyecto.

3. Metodología

La metodología del presente trabajo estará organizada en 4 etapas, que explicarán a detalle el proceso que se llevó a cabo para la terminación del proyecto de Instalación de Luminarias en el Estadio JJ Trellez del Distrito de Turbo, estructuradas en planificación y diseño de la obra, descripción de materiales y herramientas a emplear, vaciado e instalación de fundaciones y postes, y validación y cumplimiento de la norma NSR 10, las cuales se detallan a continuación.

Etapas 1: Planificación y diseño de la obra.

Para la elaboración del proyecto Instalación de Luminarias en el Estadio JJ Trellez del Distrito de Turbo, lo primero que se hizo fue determinar la posición geográfica de la zona de estudio y anclaje al punto de referencia WGS84, para poder hacer el levantamiento topográfico mediante metodologías establecidas y soportadas en procesos geométricos y analíticos, se colectó en campo información en lo referente a obras de arte, atributos y geoformas de la superficie; creándose de esta forma, por medio de exploraciones de campo y ensayos de laboratorio una caracterización geotécnica del lote planteado para el proyecto, estudiando la variación espacial de las propiedades físico-mecánicas del suelo.

Luego se efectuaron ensayos SPT para correlacionar las exploraciones de campo para obtener los detalles necesarios que brindaron información para la modelación de las cimentaciones que soportarían las torres de iluminación del estadio JJ Trellez del Distrito de Turbo. Lo anterior, combinado con los respectivos cálculos que ofrecieron la capacidad de carga admisible del suelo, la altura prevista de las torres, además del diámetro y profundidad de las cimentaciones, y otros valores que los ensayos revelaron.

Etapas 2: Descripción de materiales y herramientas a emplear.

En esta etapa se explicará a cada una de las partes interesadas del proyecto, los materiales, instrumentos, herramientas, equipo y personal necesario para la realización de la obra basados en las especificaciones técnicas que impone la norma NSR10 para construcciones sismorresistentes en Colombia, y teniendo en cuenta que la zona de estudio es altamente propensa a los movimientos sísmicos, por su cercanía al mar y las posibilidades de un nivel freático cercano a la superficie, se hizo necesario el uso de estructuras que permitieran una excavación segura, tales como encamisados de madera o metal, tubería tipo MH de concreto reforzado, geotextiles, bentonita, por mencionar algunos.

Etapa 3: Vaciado e Instalación de fundaciones y postes.

En esta etapa, para los pedestales que fueron fundación para la torre metálica se hicieron excavaciones con maquinarias y herramientas manuales (cuando así se requiera). Se realizó la cimentación mediante el método tremie, usando pilotes y pilas pre-excavadas y lodo bentónico, con el fin de evitar que se produjeran desprendimientos de tierras y socavaciones. Posteriormente a la excavación se realizó un vaciado de concreto reforzado de 3.500 psi preparado por ARGOS, con un revestimiento de acero de alta calidad que dio la resistencia necesaria a las pilas para soportar las torres metálicas. Finalmente se hizo la instalación de las torres tipo mástil, por medio de grúas especializadas y pernos que la fijaron a la estructura de cimentación, dejando así, la fundación y los mástiles como un solo sistema.

Etapa 4: Validación y cumplimiento de Norma NSR10.

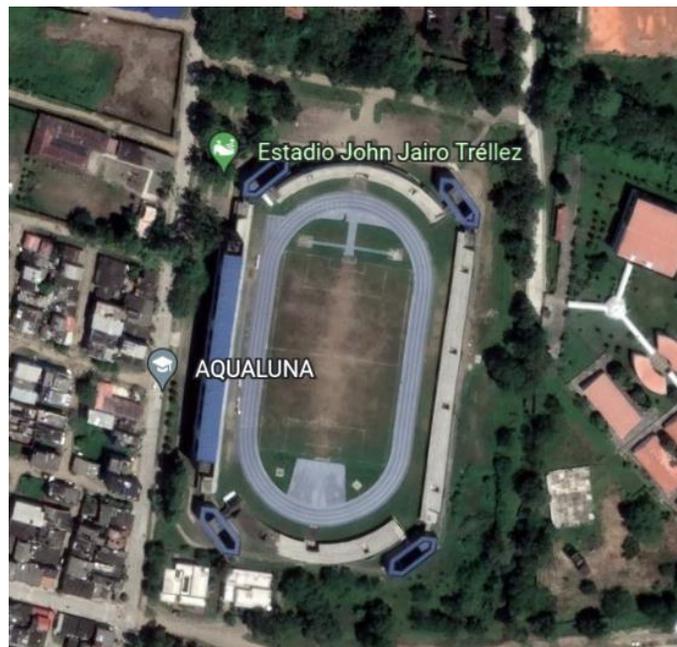
Al finalizar la instalación de los mástiles, será necesario verificar que la obra cumpla con las condiciones, características, procesos y los estándares en general establecidas en la norma NSR10 y EPM para la instalación de sistemas de iluminación. Por tal razón, se hará inspección visual, e inspección con equipo laser especializado que evidencien los parámetros de nivelación necesarios para que la torre se mantenga en pie y soporte las cargas vivas, muertas y de vientos.

4 Resultados y Análisis.

4.1. Localización y reconocimiento de la zona del proyecto

La zona de estudio se localiza en el costado oriental de la zona urbana del municipio, incluyendo los barrios denominados Ciudadela Bolívar, El Progreso y El Bosque, específicamente entre las calles 99 y 99C con carreras 19 y 20. En la siguiente imagen se muestra la localización de la zona del proyecto en Google Maps (**Figura 2**).

Figura 2 Localización del proyecto en Google Maps.



Fuente: Google Maps (2022).

4.1.1. Reconocimiento de Campo

- a. **Estado del sitio de estudio:** El sitio de estudio se encuentra dentro de la zona urbana, en un lote donde existe el estadio municipal, el cual presenta buenas condiciones estructurales, mostrando, a la inspección visual, ausencia de grietas en el suelo, tampoco se evidenciaron condiciones de suelos expansivos.
- b. **Vegetación:** El sitio cuenta con poca de vegetación en superficie, la que hay corresponde a rastrojos. Las zonas aledañas están construidas.
- c. **Afloramiento y Drenaje:** Hay sistema de drenaje en la vía adyacente. No se evidencia afloramientos geológicos en el sitio de estudio donde se construirán las torres de iluminación.
- d. **Urbanismo:** El sector se encuentra urbanizado; existen construcciones en sus linderos, así como obras menores de vías y paisajismo.

4.1.2. Geomorfología

La zona objeto de este estudio se encuentra ubicada en el perímetro urbano del municipio de Turbo. Geomorfológicamente estas zonas se denominan como superficiales aluviales, caracterizadas por conformar terrenos planos, ligeramente inclinados, poco disectados, asociados a zonas de depósito de las corrientes que drenan el sector. En general son depósitos de superficies sub-horizontales, amplios, que se encuentran levantados con respecto al nivel de sedimentación y erosión actual de la corriente principal, que al ser disectado conforma vertientes cortas a medias de alta pendiente donde se exponen los materiales que lo constituyen. (Lozano, 2020)

4.1.3. Resultados del Ensayo SPT y sus Correlaciones

Se llevó a cabo la ejecución del trabajo de campo mediante la realización de nueve perforaciones mecánicas a percusión, las cuales fueron realizadas mediante el ensayo de penetración normal SPT (Norma ASTM D1586 y D420).

Debido a la similitud en los resultados en los estratos más superficiales (correspondientes a los primeros 6 metros) se optó por trabajar con los ensayos de campo que abarcaron mayor profundidad, para las perforaciones 7, 8, 9; realizándose los cálculos respectivos mostrados en las tablas 1, 2, 3, respectivamente:

Tabla 1 Perfil de la Perforación 7. (NF= 6.0 m)

Profundidades (m)	Ncampo	γ (t/m ³)	σ' (t/m ²)	CN	N60	(N1)60	ϕ peck	ϕ kishida	ϕ JNR	ϕ
0	0.45		0.00	1.47	0.00	0.00	27	15	27	15
1	1.45	8.00	1.40	1.72	1.47	6.00	29	28	30	28
2	2.45	9.00	1.40	3.12	1.39	6.75	30	28	30	28
3	3.45	8.00	1.70	5.48	1.20	6.00	29	27	29	34
4	4.45	5.00	1.70	7.18	1.11	3.75	28	24	28	24
5	5.45	14.00	1.70	8.88	1.04	10.50	30	29	30	29
6	6.45	40.00	1.70	10.56	0.98	30.00	35	39	36	35
7	7.45	34.00	1.70	12.16	0.94	25.50	34	36	34	34
8	8.45	7.00	1.70	13.76	0.90	5.25	28	24	28	35
9	9.45	6.00	1.70	15.36	0.86	4.50	28	23	28	35
10	11.00	11.00	1.80	18.45	0.80	8.25	29	26	29	35
11	12.00	12.00	1.80	20.15	0.77	9.00	29	26	29	35
12	13.00	20.00	1.70	20.60	0.76	15.00	30	30	31	35
13	14.00	23.00	1.70	22.20	0.74	17.25	31	30	31	35
14	14.45	24.00	1.70	23.36	0.72	18.00	31	30	31	35
15	15.45	39.00	1.70	24.96	0.70	29.25	33	35	33	35

Fuente: Secretaría de planeación. Alcaldía del Distrito de Turbo, Antioquia

Tabla 2 Perfil de la Perforación 8. (NF= 3.0 m)

Profundidades (m)	Ncampo	γ (t/m ³)	σ' (t/m ²)	C_H	N_{60}	$(N_1)_{60}$	ϕ peck	ϕ kishida	ϕ JNR	ϕ	
0	0.45		0.00	1.47	0.00	0.00	27	15	27	15	
1	1.45	8	1.40	1.72	1.47	6.00	8.00	29	28	30	28
2	2.45	4	1.70	3.78	1.33	3.00	3.00	28	23	28	23
3	3.45	4	1.70	5.26	1.22	3.00	3.00	28	23	28	35
4	4.45	8	1.70	5.96	1.17	6.00	7.00	29	27	29	27
5	5.45	5	1.70	6.66	1.14	3.00	3.00	28	23	28	23
6	6.45	7	1.70	7.36	1.10	5.00	5.00	29	25	29	35
7	7.45	18	1.70	8.06	1.07	13.00	13.00	31	31	31	31
8	9.00	4	1.70	8.95	1.04	3.00	3.00	28	23	28	23
9	9.45	6	1.70	9.46	1.02	4.00	4.00	28	24	28	35
10	10.45	8	1.70	10.16	1.00	6.00	5.00	29	25	29	35
11	11.00	10	1.70	10.70	0.98	7.00	6.00	29	26	29	36
12	12.00	19	1.70	11.40	0.96	14.00	13.00	31	31	31	36
13	12.50	20	1.70	11.93	0.94	15.00	14.00	31	32	31	36
14	13.00	30	1.70	12.45	0.93	22.00	20.00	33	35	33	36
15	13.50	40	1.70	12.98	0.91	30.00	27.00	35	38	36	36

Fuente: Secretaría de planeación. Alcaldía del Distrito de Turbo, Antioquia

Tabla 3 Perfil de la Perforación 9. (NF= 20.0 m)

Profundidades (m)	Ncampo	γ (t/m ³)	σ' (t/m ²)	C_H	N_{60}	$(N_1)_{60}$	ϕ peck	ϕ kishida	ϕ JNR	ϕ	
0	0.4		0.00	1.47	0.00	0.00	27	15	27	15	
1	1.4	7	1.70	2.08	1.47	5.00	7.00	29	27	29	27
2	2.4	11	1.40	3.12	1.39	8.00	11.00	30	30	31	30
3	3.4	5	1.40	4.52	1.27	3.00	3.00	28	23	28	23
4	4.4	5	1.40	5.92	1.18	3.00	3.00	28	23	28	23
5	5.4	17	1.40	7.32	1.11	12.00	13.00	31	31	31	31
6	6.4	30	1.40	8.72	1.05	22.00	23.00	34	36	34	34
7	7.4	37	1.40	10.12	1.00	27.00	26.00	35	38	35	35
8	8.4	45	1.40	11.52	0.95	33.00	31.00	36	40	37	35
9	9.4	19	1.70	15.68	0.85	14.00	11.00	30	30	31	35
10	10.45	12	1.70	17.38	0.82	9.00	7.00	29	27	29	36
11	11.45	22	1.70	19.08	0.79	16.00	12.00	31	30	31	37
12	12.45	17	1.70	20.78	0.76	12.00	9.00	30	28	30	38
13	13.45	21	1.70	22.48	0.73	15.00	10.00	30	29	30	39
14	14.45	26	1.70	24.18	0.71	19.00	13.00	31	31	31	40
15	15.45	26	1.70	25.88	0.68	19.00	12.00	31	30	31	41

Fuente: Secretaría de planeación. Alcaldía del Distrito de Turbo, Antioquia

De acuerdo con las consideraciones anteriores, los resultados mostrados en las perforaciones 7, 8 y 9 permitieron determinar las características de los estratos existentes en el área del proyecto, cuyos valores obtenidos en el laboratorio se muestran a continuación en las figuras 3, 4 y 5.

Figura 3 Resultados de laboratorio para la penetración 7

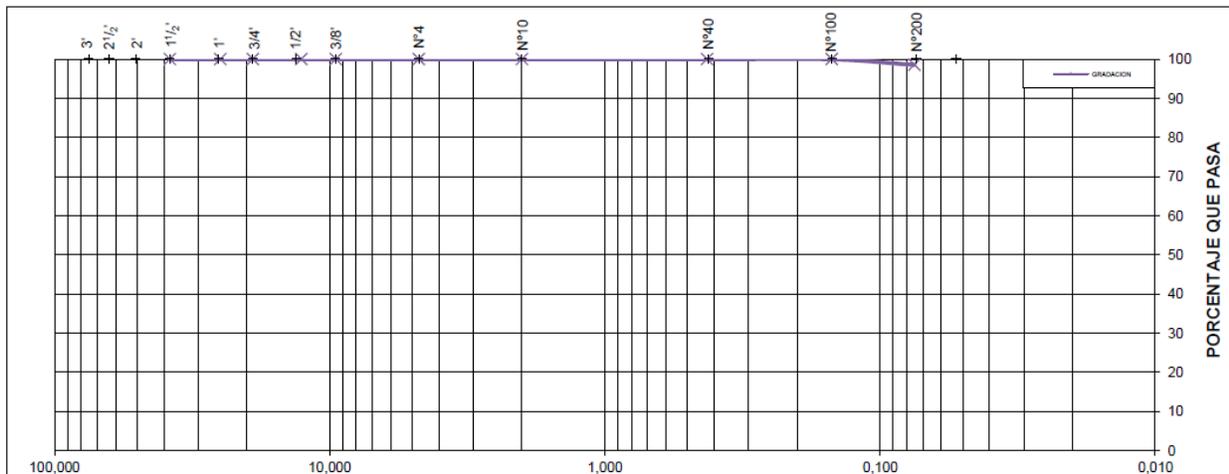
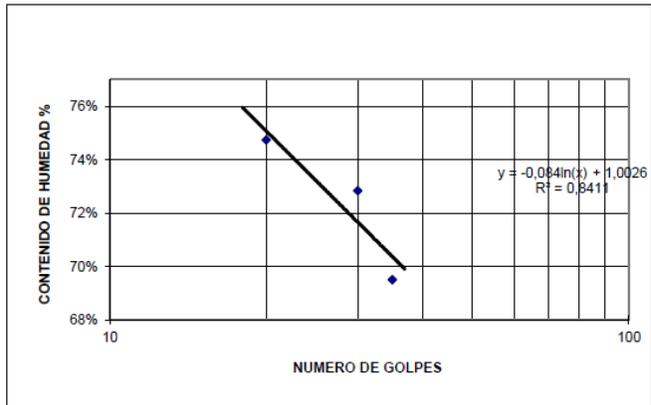
Perforación: 7
 Muestra: 15 Profundidad: 15 15,45mts.

LIMITE LIQUIDO				
Número de Golpes		35	30	20
Tara No.		81	93	146
Peso Suelo Húmedo + Tara (g)		17,85	15,61	17,00
Peso Suelo Seco + Tara (g)		12,40	11,21	12,50
Peso de la Tara (g)		4,56	5,17	6,48
Humedad en %		70%	73%	75%

GRADACION			
Peso total muestra seca (g)			105,0
Tamiz	Retenido (g)	% retenido	% QUE PASA
0	0	0,0	100,0
0	0	0,0	100,0
1"	0	0,0	100,0
3/4"	0	0,0	100,0
1/2"	0	0,0	100,0
3/8 "	0	0,0	100,0
No. 4	0	0,0	100,0
No. 10	0	0,0	100,0
No. 40	0	0,0	100,0
No. 100	0	0,0	100,0
No. 200	1,5	1,4	98,6
Pasa 200	103,5		

LIMITE PLASTICO				
Tara No.		44	496	
Peso Suelo Húmedo + Tara		17,81	18,0	
Peso Suelo Seco + Tara		15,19	15,3	
Peso de la Tara		4,24	3,8	
Humedad en %		24%	23%	

RESULTADOS	
Límite líquido	73%
Límite plástico	24%
Índice plástico	49%
Humedad natural	37%
Clasificación USC	CH
Clasificación AASHTO	A-7-6
Índice de grupo	20



Fuente: Secretaría de planeación. Alcaldía del distrito de Turbo, Antioquia

Figura 4 Resultados de laboratorio para la penetración 8

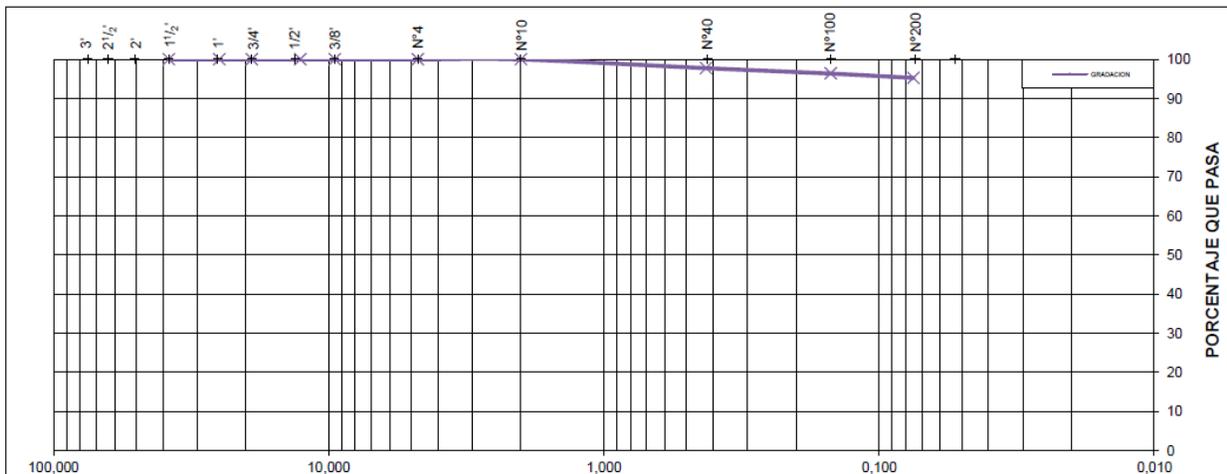
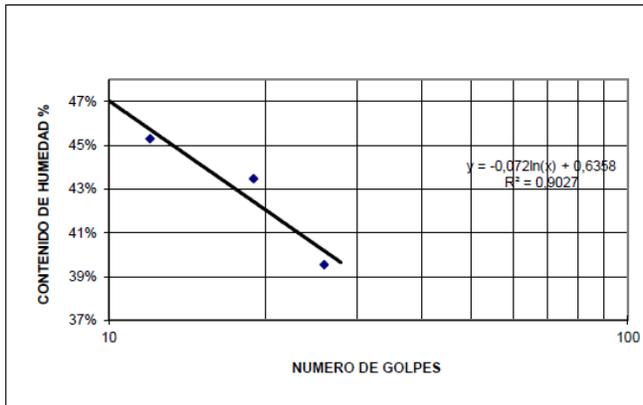
Perforación: 8
 Muestra: 4 Profundidad: 4,00 4,45 mts.

LIMITE LIQUIDO				
Número de Golpes		26	19	12
Tara No.		71	32	104
Peso Suelo Húmedo + Tara (g)		17,09	18,10	19,50
Peso Suelo Seco + Tara (g)		13,61	14,70	15,50
Peso de la Tara (g)		4,81	6,88	6,67
Humedad en %		40%	43%	45%

GRADACION			
Peso total muestra seca (g)			180,0
Tamiz	Retenido (g)	% retenido	% QUE PASA
0	0	0,0	100,0
0	0	0,0	100,0
1"	0	0,0	100,0
3/4"	0	0,0	100,0
1/2"	0	0,0	100,0
3/8 "	0	0,0	100,0
No. 4	0	0,0	100,0
No. 10	0	0,0	100,0
No. 40	4	2,2	97,8
No. 100	2,5	1,4	96,4
No. 200	2,0	1,1	95,3
Pasa 200	171,5		

LIMITE PLASTICO				
Tara No.		55	350	
Peso Suelo Húmedo + Tara		17,50	18,2	
Peso Suelo Seco + Tara		15,10	16,1	
Peso de la Tara		4,65	6,9	
Humedad en %		23,0%	22,8%	

RESULTADOS	
Limite liquido	40%
Limite plástico	23%
Indice plástico	17%
Humedad natural	34%
Clasificación USC	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6
Indice de grupo	12



Fuente: Secretaría de planeación. Alcaldía del distrito de Turbo, Antioquia

Figura 5 Resultados de laboratorio para la penetración 9

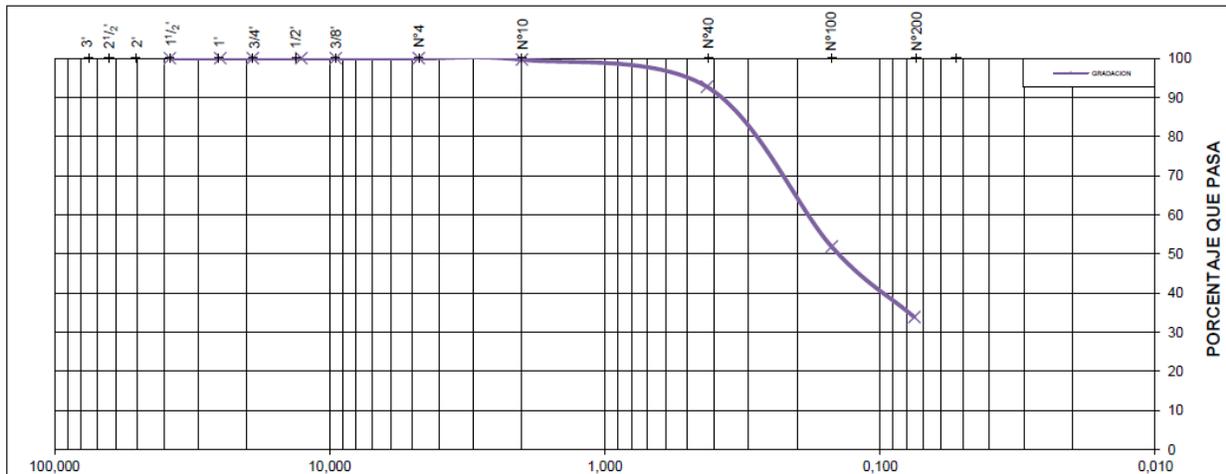
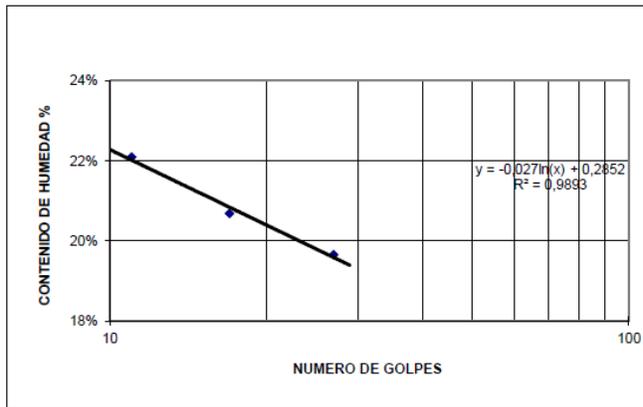
Perforación: 9
 Muestra: 7 Profundidad: 7 7,45mts.

LIMITE LIQUIDO				
Número de Golpes		27	17	11
Tara No.		12	42	61
Peso Suelo Húmedo + Tara (g)		19,50	21,50	23,72
Peso Suelo Seco + Tara (g)		17,20	18,70	20,60
Peso de la Tara (g)		5,50	5,17	6,48
Humedad en %		20%	21%	22%

GRADACION			
Peso total muestra seca (g)			109,0
Tamiz	Retenido (g)	% retenido	% QUE PASA
0	0	0,0	100,0
0	0	0,0	100,0
1"	0	0,0	100,0
3/4"	0	0,0	100,0
1/2"	0	0,0	100,0
3/8 "	0	0,0	100,0
No. 4	0	0,0	100,0
No. 10	0,37	0,3	99,7
No. 40	7,57	6,9	92,7
No. 100	44,5	40,8	51,9
No. 200	19,7	18,1	33,8
Pasa 200	36,9		

LIMITE PLASTICO			
Tara No.		52	104
Peso Suelo Húmedo + Tara		16,50	17,2
Peso Suelo Seco + Tara		15,00	15,5
Peso de la Tara		7,06	6,7
Humedad en %		19%	19%

RESULTADOS	
Limite liquido	20%
Limite plástico	19%
Indice plástico	1%
Humedad natural	18%
Clasificación USC	SM
Clasificación AASHTO	A-2-4
Indice de grupo	0



Fuente: Secretaría de planeación. Alcaldía del distrito de Turbo, Antioquia

4.2. Informe topográfico

Se desarrollaron los estudios del sitio con las siguientes actividades:

- Amarre al sistema de coordenadas planas oeste MAGNA.
- Traslado de coordenadas mediante sistema de posicionamiento GPS de navegación.
- Materialización de puntos de referencia topográfica (deltas de amarre), cercano a área del lote.
- Planimetría - Levantamiento de detalles y topografías especiales.
- Altimetría

En proceso de oficina, se realizaron las siguientes actividades:

- Cálculo y procesamiento de datos.
- Cálculo archivos crudos del levantamiento.
- Dibujo del levantamiento en sistema CAD.
- Desarrollo del plano y modelo digital del terreno.

Una vez definidas las coordenadas de los deltas de la poligonal y las cotas de estas, se procedió a realizar el levantamiento topográfico, para lo cual se utilizó el método de las radiaciones, donde desde un mismo delta se radian la mayor cantidad de atributos encontrados en campo. La metodología consiste en medir azimuts, distancias horizontales y elevaciones de los puntos radiados. Para lograr tal objetivo es necesario aclarar el fundamento analítico bajo el cual la estación colecta los datos radiados.

4.2.1. Trabajo de Campo

4.2.1.1. Exploración y reconocimiento de área y terreno de trabajo.

Para poder determinar la posición geográfica exacta del estadio JJ Trellez de Turbo, se hizo necesario localizar los dos puntos de Georreferenciación amarrados con el sistema de coordenadas planas oeste MAGNA (Figura 6), ubicado en las instalaciones del tanque elevado de Casanova, Distrito de Turbo. Posteriormente se inició el levantamiento topográfico, para el cual se utilizó el equipo Topcon gts 239 posicionándolo una parte en unas de las placas referenciadas y en la otra placa el prisma, en donde se tomaron puntos de referencias hasta llegar al estadio.

Figura 6 Placa de amarre geodésico



Fuente: Elaboración propia. (2022)

Figura 7. Equipo Topcon GTS 239. Utilizado en campo para recolección de datos topográficos



Fuente: Google Imágenes (2022).

4.2.1.2. Planimetría - Levantamiento Nube de Puntos.

El resultado del levantamiento topográfico tiene un área de 5.07 Ha aproximadamente dentro de los parámetros con puntos con datos singulares como: Localización, que detalla las coordenadas; la altura del terreno que describe la cota; y por último el Código que hace referencia a la descripción del punto, los cuales se incluyen en:

- Paramentos
- Vías
- Canal de Aguas Lluvias
- Estructuras en concreto
- Postes
- Sardineles
- Cercas
- Andenes
- Árboles

4.2.2. Proceso de Oficina.

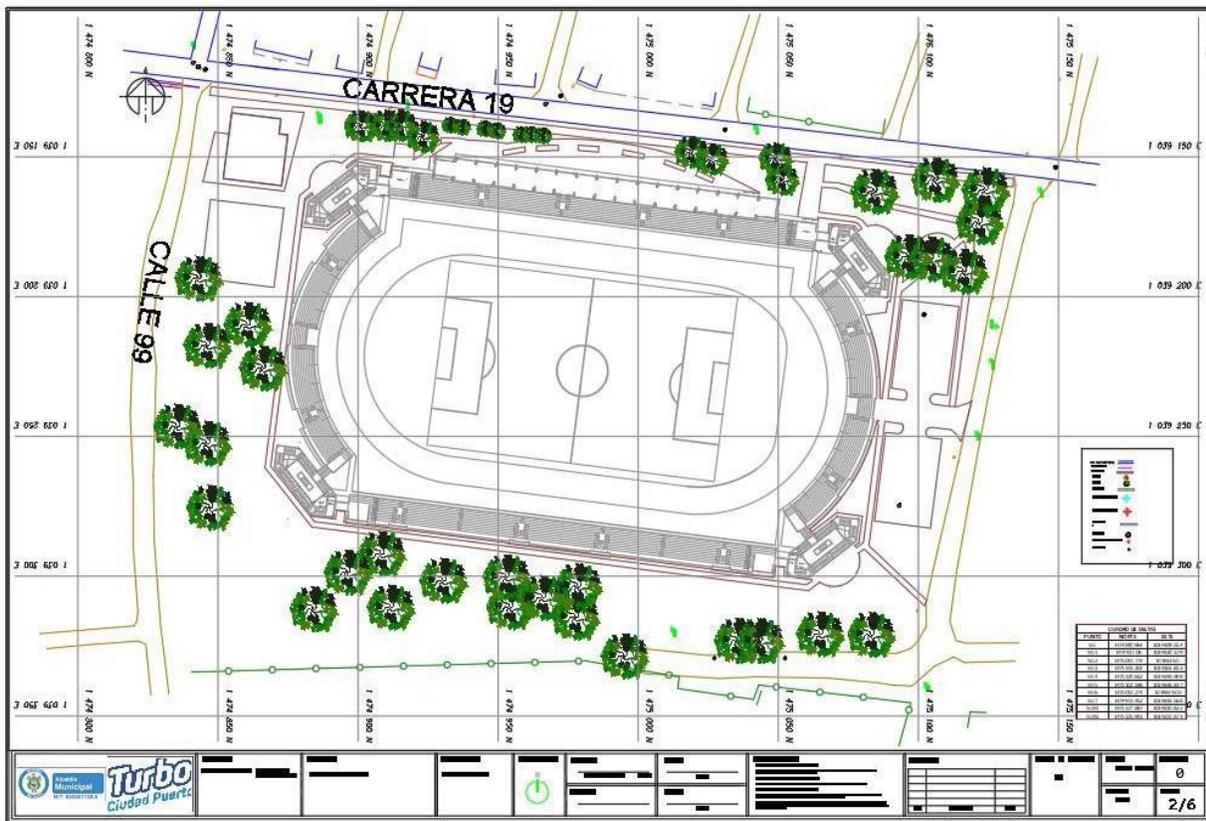
Los datos de campo se bajaron directamente desde la estación total al computador, evitando errores de transcripción y agilizando este proceso. El dibujo e interpretación del levantamiento se realizó asistido por un sistema CAD, del cual se generaron archivos magnéticos de dibujo, con extensión DWG, como plano y detalle del terreno. Las curvas de nivel se generaron a partir del modelo digital del terreno que se alimentó con toda la información tomada, tanto planimétrica como altimétrica. El trabajo de oficina se realiza por la persona encargada del levantamiento (topógrafo), y apoyado por el registro fotográfico tomado en campo,

que a su vez permite minimizar y corregir de una manera más rápida las posibles inconsistencias, así como todas las observaciones o correcciones realizadas por los especialistas son parte de este trabajo en conjunto.

Posteriormente, la cartera obtenida se importó en un software de dibujo como AutoCAD Civil 3D, el cual es utilizado para procesar la información referenciada por (Norte, Este, Cota y Código) y así poder mostrar las curvas de nivel del levantamiento topográfico, las cuales se generarán cada 0.20 m, aportando los diferentes atributos que se identificaron en el trabajo de campo, describiéndose una capa para cada atributo o detalle tales como: paramentos, postes, MH, puntos de nivel, entre otros.

Por último, se presentan los planos topográficos (planta – perfil y secciones transversales), los cuales son el resultado grafico de los datos colectados en campo, referenciado en la figura 7 solo la vista en planta de la zona donde se ejecutó la obra.

Figura 8 Vista en planta de la zona del proyecto



Fuente: Secretaría de planeación. Alcaldía del distrito de Turbo, Antioquia

4.3. Ejecución de obra

4.3.1. Definición de tipo de fundación, análisis de capacidad portante y tipo de cimentación.

Según la tipología del suelo y la complejidad de la estructura se diseñó una cimentación profunda, tipo pila, permitiendo que la carga ejercida por la estructura misma sea soportada por punta.

4.3.1.1 Profundidad de apoyo.

El análisis se realizó para una profundidad de desplante de quince (15) metros con respecto al nivel de terreno natural.

4.3.1.2 Dimensión de los cimientos.

Los cálculos se hicieron con las siguientes dimensiones: Pilotes pre excavados de sección circular de 0.30m de diámetro.

4.3.1.3 Capacidad de Carga por Fricción.

La capacidad portante q_s está dada por la Ecuación (Das, 2015), cuya fórmula se muestra a continuación:

$$q_s = \sum f \Delta L$$

$$f = \alpha C_u$$

$$\alpha = C \left(\frac{\sigma'}{C_u} \right)^{0.45}$$

Ecuación 1.

Dónde:

ΔL : Espesor del estrato del suelo

σ' : Esfuerzo vertical efectivo promedio

C_u : Resistencia al corte no drenado

$C < 0.4$ a 0.5 para pilotes perforados, o >0.5 para pilotes hincados

Por su parte el **Método β** , aplica para el resto de los suelos, excepto los contemplados en el método la Formulación general es la presente en la Ecuación difiriendo en la manera en que se calcula el Valor de “ f ”, el cual se muestra en la Ecuación 2:

$$f = \beta \sigma'$$

$$\beta = K \tan(0.75\varphi)$$

Ecuación 2.

Donde:

φ : Ángulo de fricción

K : Coeficiente de presión de tierra

4.3.1.4 Capacidad de Carga por Punta.

Dada por Esta se calculó mediante a ecuación siguiente.

$$Q_p = A_p(c'^{N_c} + q'^{N_q})$$

Ecuación 3.

Donde:

A_p: Área de la punta del pilote

C': Cohesión del suelo que soporta la punta del pilote

q: Esfuerzo vertical efectivo al nivel de la punta del pilote

N_c, N_q: factores de capacidad de carga que dependen del autor de referencia.

Para aplicar estos datos se siguió la teoría de capacidad de carga presentadas por Meyerhoff (Romero & Martinez, 2015). A continuación, se presentan los cálculos de capacidad (**Tabla 4**) realizados:

Tabla 4 Detalle de los cálculos de capacidad realizados

DATOS DE							Fuste (FS=1,5)				Punta (FS=3)			RESULTA						
z	N campo	Peso Unit (t/m3)	Peso (KN/m3)	σ _t (kPa)	μ (kPa)	σ' _t (kPa)	φ (°)	φ corregido (°)	C(Kpa)	α	Q _{fu} (kN)	N _q	N _c	Peso del pilote (kN)	Q _{pu} (kN)	Q _{pa} (kN)	Q _{pa} (kN/m2)	Q _{fa} (kN)	Q _u (kN)	Q _a (kN)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	6	1.40	1	14.0	0.0	14.0	28	1.	40.7	0.28	7.1	1.093895	5.37926	0.75	6.12	2.04	64.98	3.56	13.24	5.60
2	9	1.40	1	28.0	0.0	28.0	28	1.	40.7	0.38	16.8	1.093895	5.37926	1.51	5.37	1.79	56.98	8.42	22.21	10.21
3	4	1.70	1	51.0	0.0	51.0	34	1.	40.7	0.50	29.6	1.093895	5.37926	2.26	4.62	1.54	48.98	14.79	34.20	16.33
4	1	1.70	1	68.0	0.0	68.0	24	1.	40.7	0.57	44.1	1.093895	5.37926	3.02	3.86	1.29	40.98	22.04	47.94	23.33
5	1	1.70	1	85.0	0.0	85.0	29	1.	40.7	0.63	60.1	1.093895	5.37926	3.77	3.11	1.04	32.98	30.05	63.22	31.09
6	3	1.70	1	102.	0.0	102.	35	1.	40.7	0.68	77.5	1.093895	5.37926	4.52	2.35	0.78	24.98	38.75	79.86	39.54
7	4	1.70	1	119.	10.0	109.	34	1.	40.7	0.70	95.4	1.093895	5.37926	5.28	1.60	0.53	16.98	47.72	97.04	48.25
8	6	1.70	1	136.	20.0	116.	35	1.	40.7	0.72	113.9	1.093895	5.37926	6.03	0.85	0.28	8.98	56.94	114.72	57.22
9	100	1.70	1	153.	30.0	123.	35	1.	40.7	0.74	132.8	1.093895	5.37926	6.79	0.09	0.03	0.98	66.40	132.89	66.43
1	0	1.80	1	180.	40.0	140.	35	1.	40.7	0.78	152.9	1.093895	5.37926	7.54	-0.66	-0.22	-7.02	76.43	152.20	76.21
1	0	1.80	1	198.	50.0	148.	35	1.	40.7	0.80	173.4	1.093895	5.37926	8.29	-1.42	-0.47	-15.02	86.72	172.02	86.25
1	0	1.70	1	204.	60.0	144.	35	1.	40.7	0.79	193.8	1.093895	5.37926	9.05	-2.17	-0.72	-23.02	96.88	191.59	96.16
1	0	1.70	1	221.	70.0	151.	35	1.	40.7	0.81	214.5	1.093895	5.37926	9.80	-2.92	-0.97	-31.02	107.26	211.59	106.28
1	8	1.70	1	238.	80.0	158.	35	1.	40.7	0.83	235.7	1.093895	5.37926	10.56	-3.68	-1.23	-39.02	117.85	232.03	116.63
1	0	1.70	1	255.	90.0	165.	35	1.	40.7	0.84	257.3	1.093895	5.37926	11.31	-4.43	-1.48	-47.02	128.65	252.88	127.18
Capacidad del micropilote (KN/m)																			8.5	

Fuente: Secretaría de planeación. Alcaldía del distrito de Turbo, Antioquia

4.3.2. Perfil Geotécnico.

El perfil geotécnico en el sector se definió a partir de los reconocimientos geológicos, geomorfológicos y de ensayos in situ, relacionados con la penetración estándar, cuyo comportamiento en profundidad se puede observar. El perfil observado se compone de las siguientes capas:

4.3.2.1 Capa superficial.

Capa superficial: Arcilla limo arenosa color gris amarilloso oxidado. De 0 a 9m y de 11m a 15m. Para este caso se encuentra un solo estrato de gran profundidad de arcilla de alta plasticidad con límite líquido promedio de 67,17%, límite plástico promedio de 25,68%, humedad promedio de 39,57%.

Encontramos una capa de arena bien gradada con presencia de finos, con peso específico promedio de 1.8 t/m³, humedad natural dentro de lo esperado para este tipo de suelos de 18%. El nivel freático está por debajo de los 15 metros de profundidad.

4.3.3. Proceso constructivo.

Estos datos, permitieron evaluar y tomar la decisión de emplear un sistema de pilas y pilotes para brindar la estabilidad necesaria al terreno y cumplir con las especificaciones requeridas por la norma NSR 10, tal como se muestra en la Figura 9.

Figura 9 Cimentación tipo pila para cada uno de los postes de luminarias



Fuente: Elaboración propia (2022).

Es importante señalar que, durante todo el proceso constructivo de la obra, se encontraron diferentes inconvenientes, generalmente provenientes del suelo en el que se trabajaba y de la estructura existente en

sitio, requiriendo tomar acciones para perforar manualmente el suelo de concreto del estadio, para poder iniciar con las actividades de excavación, tal como se puede observar en la Figura 10.

Figura 10. perforación de concreto con taladro mecánico



Fuente: Elaboración propia (2022).

De allí que, al finalizar la perforación se pudo determinar el NF inicial, resultado de las fuertes lluvias antecedentes al proyecto, y que, por el sistema de desagüe del estadio, escurrían hacia el interior de toda la estructura. Como alternativa viable para subsanar este hallazgo se emplearon encamisados de madera (Figura 11) y tubería tipo MH de 110 cm de diámetro, en concreto reforzado (Figura 12), con el fin de evitar socavaciones en la zona de obra, así como el terreno adyacente a la misma.

Figura 11. Encamisados de madera



Fuente: Elaboración propia (2022).

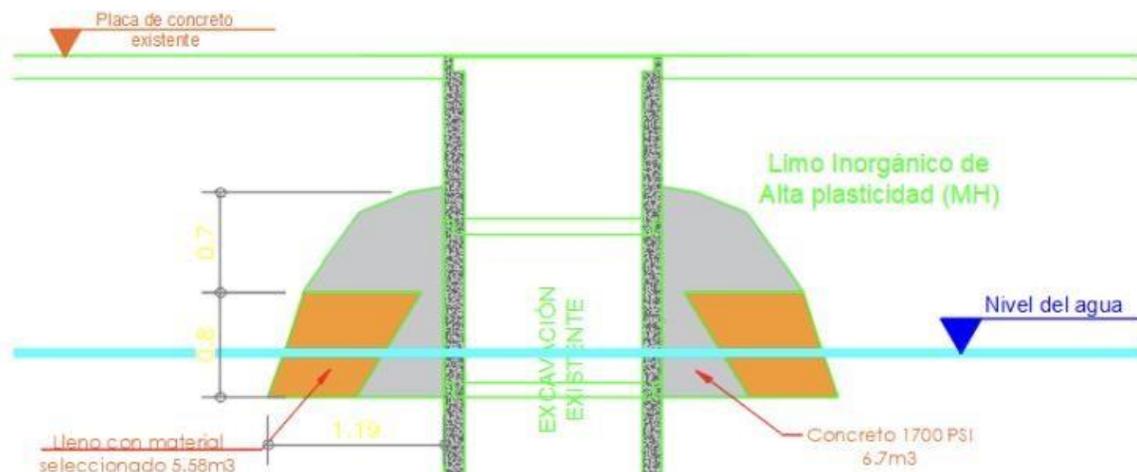
Figura 12. Tubería tipo MH de 110 cm de diámetro



Fuente: Elaboración propia. (2022).

En este sentido, como se pudo observar las características del terreno donde se llevó a cabo la instalación de luminarias, provocaron algunos desprendimientos de tierras en la obra, por tal razón, fue necesario elaborar un diagrama (ver Figura 13) que guiara la aplicación de rellenos estructurales con concreto de baja resistencia y material granular fino previamente diseñado, para poder otorgar resistencia a la zona de fundación las labores mostradas la Figura 14.

Figura 13. Cálculo de la zona de socavación



Fuente: Elaboración propia (2022).

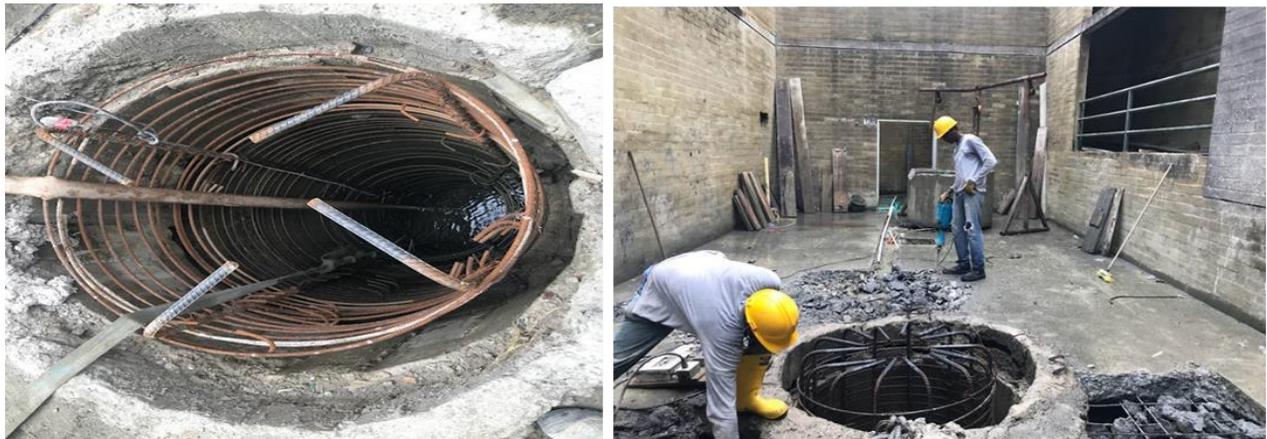
Figura 14. Aplicación de concreto de baja densidad en la parte superior de las excavaciones



Fuente: Elaboración propia. (2022).

Posterior al armado del acero de refuerzo para las pilas (Figura 15) se realizó un soporte o pedestal, tipo dado, revestido de acero (Figura 16), que sirvió como base para el anclaje de las torres de iluminación.

Figura 15. Instalación de acero de refuerzo para cimentaciones



Fuente: Elaboración propia (2022).

Figura 16. refuerzo de acero para la construcción del pedestal tipo dado



Fuente: Elaboración propia (2022).

Finalmente se procedió a realizar el vaciado de concreto de 3.500 psi proporcionado por ARGOS, en camiones tipo mixer lo que permitió finalizar las labores estructurales del proyecto. (Ver figuras 17 y 18). Con el vaciado del concreto se concluye la etapa de fundación de la pila y el pedestal donde reposarán las torres de iluminación, como se muestra en los anexos 8, 9 y 10.

Figura 17. Vaciado de concreto de 3.500 psi



Fuente: Elaboración propia (2022).

Figura 18. Camión tipo mixer, imagen real en obra al momento del vaciado



Fuente: Elaboración propia (2022).

Por último, luego del fraguado del concreto y la aprobación de la resistencia requerida por la norma NSR 10, se procedió a instalar los postes tipo mástil (figura 19) empleando materiales y herramientas que brindarán el soporte que la normativa pide.

Figura 19. Instalación de poste tipo mástil



Fuente: Elaboración propia. (2022)

6**Conclusiones**

En relación con objetivo 1 referido a la ejecución del levantamiento topográfico de la zona empleando metodologías soportadas en procesos geométricos y analíticos, se concluye que la zona de estudio está ubicada entre las coordenadas 8°05'32.8"N 76°43'17.5"W, 8°05'31.7"N 76°43'11.8"W, 8°05'23.4"N 76°43'18.6"W, 8°05'22.7"N 76°43'12.2"W; tiene un área aproximada de 5.31 Ha, se tomó como punto de referencia el tanque elevado de casanova donde está el anclaje más cercano a la obra.

Igualmente, en cuanto a la identificación del tipo de cimentación a emplear en función de las características de suelo para la instalación de luminarias, los resultados arrojaron que la mejor opción era un sistema de pilas que a su vez estuvieran soportadas por un sistema de pilotes en concreto reforzado, con un diámetro de 0,3 metros sin considerar la expansión y con una capacidad portante de 8.50 KN/m. Así mismo, se estableció que el sistema de soporte para los postes de las luminarias iría apoyado en una zapata tipo dado con medidas 3.5 m x 5 m x 0.55 m; generando así un dado de volumen 9.625 m³ en concreto de alta calidad, y de resistencia 3500 psi proporcionado por Argos. Este dado se apoyó en una cimentación tipo pila con concreto de las mismas características del dado, y con una profundidad de entre 10 y 15 m.

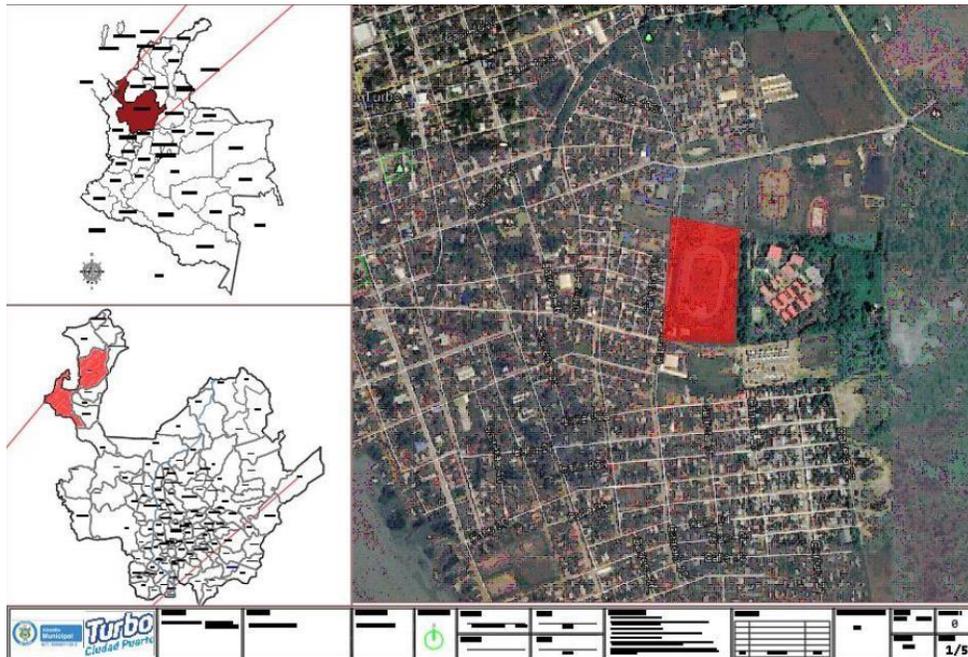
Por otro lado, fue necesario el uso de equipos tecnológicos como drones, y computadores para el procesamiento de los datos de campo y para las fotografías aéreas. Las personas presentes en la obra fueron un ingeniero director, un ingeniero residente de obra, un ingeniero residente eléctrico, dos ingenieros civiles auxiliares, 4 auxiliares encargados de la seguridad y salud en el trabajo, 16 auxiliares para los trabajos de obra (excavadores manuales y ayudantes), y demás equipo humano requerido cuando las condiciones lo ameritaron. Fue necesario hacer uso de maquinaria pesada (retroexcavadora) debido al alto grado de dificultad que se generó al mover los mástiles, además de volquetas y mixers para el suministro de material granular y concreto.

Finalmente, para elaborar el plan de acción en el marco de la norma NSR10 para la instalación de las luminarias se estimó que se cumplieron con todos los requisitos que exige el reglamento colombiano para las construcciones sismorresistentes, lo anterior fue determinado por el trabajo conjunto entre los residentes de obra y la interventoría enviada por el departamento nacional de planeación. Se verificó que todos los procesos que estaban estipulados en la planeación se realizaran de la forma más precisa posible, y ajustado estrictamente al plan de acción.

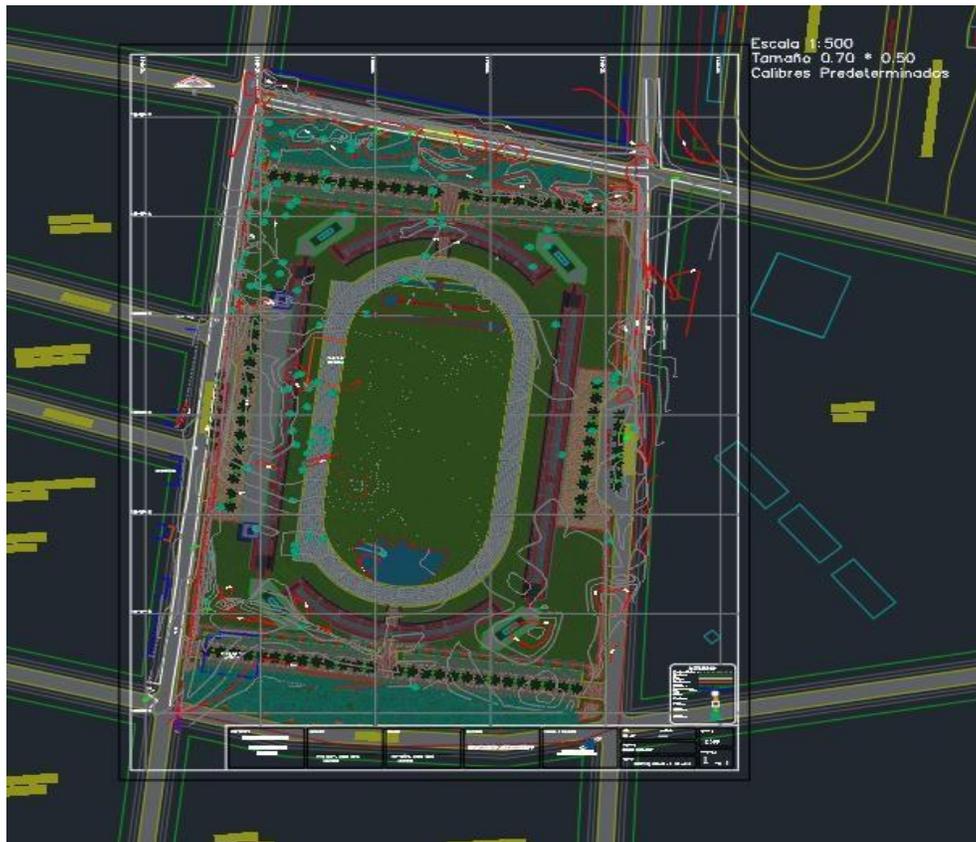
De allí que, respecto al objetivo general de la práctica, que era realizar el seguimiento de la instalación de luminarias en el Estadio JJ Trellez, se concluye que, a través de las fases de localización y reconocimiento de la zona de estudio, los informes topográficos, y el trabajo de campo, se logró la culminación de la obra y se cumplieron todos los objetivos que se habían establecido previamente. No obstante, siempre que sea necesario, se hará una revisión por parte del equipo de profesionales de obra, con el fin de garantizar el buen funcionamiento de la estructura, evitando así que haya pérdidas humanas o materiales.

- Camara de Comercio de Medellín. (2021). *Perfil socioeconómico de la subregión de Urabá*.
- Das, B. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Cengage Learning editores.
- EPM. (septiembre de 2018). NORMA DE CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAS TEMPORALES DE CONTENCIÓN. Colombia.
- IGAC. (22 de Febrero de 2018). *Intituto Geográfico Agustín Codazzi*. Obtenido de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/en-que-consiste-un-levantamiento-topografico>
- INVIAS. (2017). Normas Y Especificaciones 2012 (INVIAS). En INVIAS.
- Lozano, L. (2020). Diseño e iluminación en el estadio JJ Trellez del distrito de Turbo (informe topográfico).
- Monsalve, J. (2021). Estudio de suelos para el proyecto de instalación de luminarias en el estadio JJ Trellez del distrito de Turbo. En J. Monsalve.
- Murcia, J., Aguado, A., & Marí, A. (2004). *Hormigón armado y pretensado - I*. España: Ediciones UPC.
- Pantoja, B. (agosto de 2021). Diseño de cimentaciones para torres de transmisión eléctrica tipo AR-750 aplicado en suelos de tipo ML, MH, SM; en el proyecto L/T Cumbaratza – Los Encuentros 230 kv. Quito, Ecuador.
- Romero, J., & Martínez, A. (2015). Determinación de los coeficientes para la correlación entre ensayo SPT y la capacidad de carga de los suelos.
- SCG. (2010). NSR 10 - TÍTULO H. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS. En S. C. Geotecnia, *TÍTULO H. Cimentaciones* (págs. H. 41 - H. 45). Colombia.
- SCG. (2010). NSR 10 - TÍTULO H. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS. En v. y. Ministerio de ambiente, *NSR 10 - TÍTULO H. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS* (págs. H.21-H.24).
- SGC. (2010). NSR 10. Título C. Concreto estructural.
- Trelles. (2020). *Levantamiento Topográfico*. Bilbord.
- Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2015). *TOPOGRAFÍA*. Ciudad de México D.F. : AlfaOmega.

8 Anexos

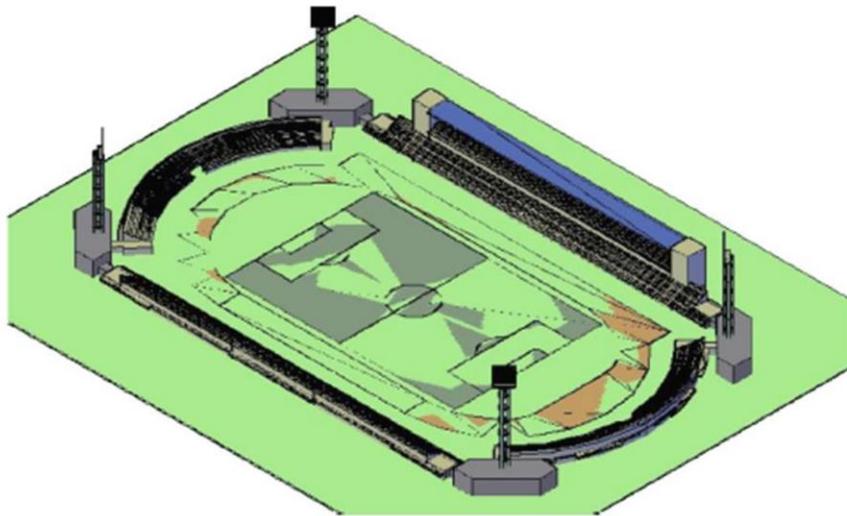


Anexo 1. Localización del proyecto



Anexo 2. Levantamiento del área del proyecto, vista superior.

**ESTUDIO DE SUELOS PARA EL PROYECTO:
INSTALACIÓN DE LUMINARIAS EN EL ESTADIO JJ TRELLEZ EN EL DISTRITO DE
TURBO.**



REALIZÓ: JUAN SEBASTIÁN MONSALVE GIRALDO
Ingeniero Civil - M.Sc. Mat. 05202233052 ANT

TURBO, ABRIL DE 2021



Turbo
Ciudad Puerto

Km 1 vía Medellín ☎ 827 3273 🌐 www.turbo-antioquia.gov.co @ventanillaunica@turbo.gov.co

Anexo 3. Portada del estudio de suelos



Anexo 4. Obra de estudio de suelos



Anexo 5. Muestras extraídas en el estudio de suelos.



Página 1 de 21

DISEÑO E ILUMINACION DEL ESTADIO JJ TRELLEZ EN EL DISTRITO DE TURBO

CONTIENE:

INFORME TOPOGRAFICO



ALCALDÍA DE TURBO

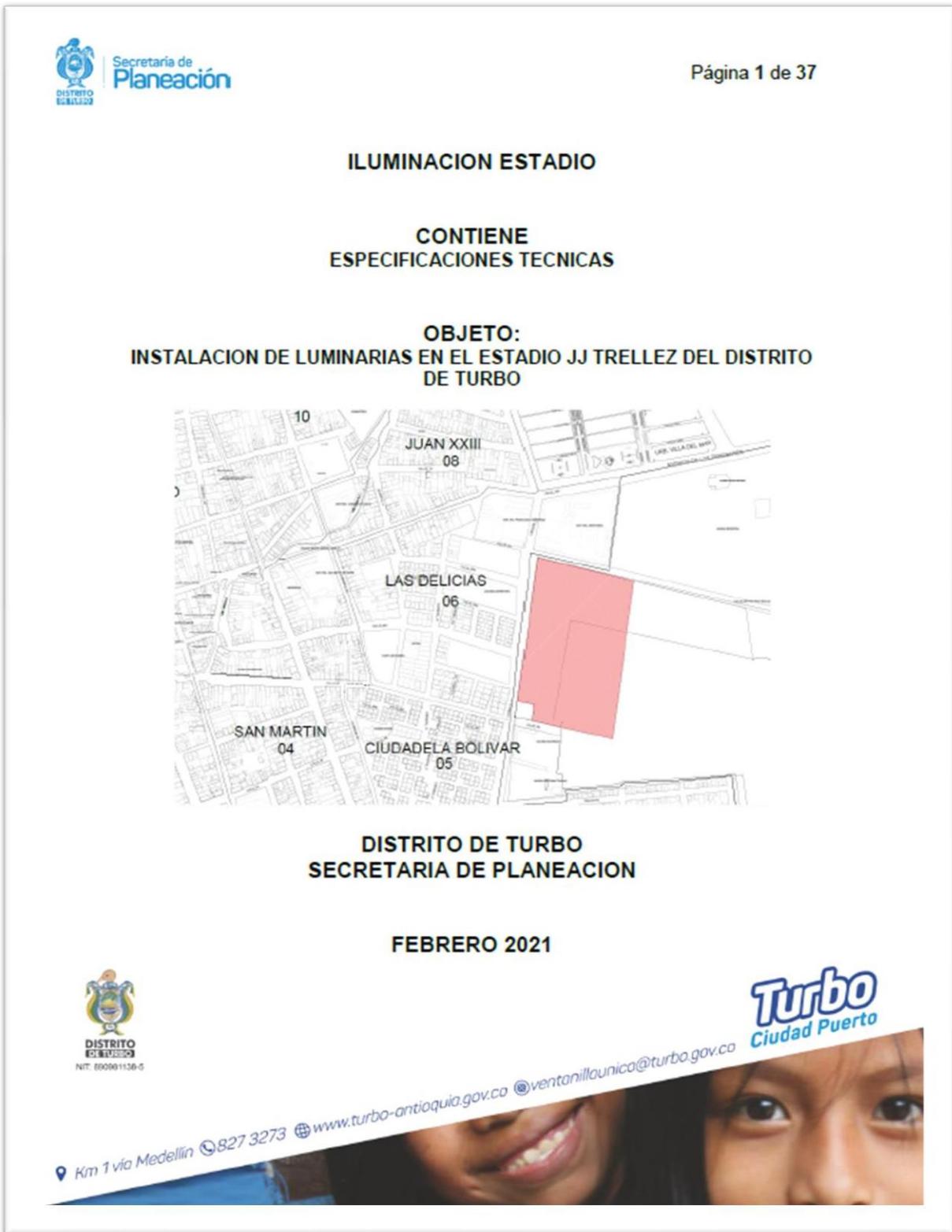
Agosto de 2020



Turbo
Ciudad Puerto

Km 1 vía Medellín ☎ 827 3273 🌐 www.turbo-antioquia.gov.co @ventanillaunica@turbo.gov.co

Anexo 6. Portada del informe topográfico del estadio JJ Trellez



Anexo 7. Portada de las especificaciones técnicas del estadio JJ Trellez



Anexo 8. Perforación del concreto existente en obra.



Anexo 9. Proceso de excavación manual en obra.



Anexo 10. instalación de encamisados de madera.



Anexo 11. Instalación de tubería tipo MH para prevenir socavaciones.



Anexo 12. Instalación de acero de refuerzo para la pila de cimentación.



Anexo 13. Instalación de acero de refuerzo para unificar el dado y la cimentación.



Anexo 14. Toma de muestras para verificar la resistencia del concreto y ensayo de asentamiento



Anexo 15. Vaciado de concreto in situ.



Anexo 16. Concreto vaciado en su totalidad en una de las pilas.



Anexo 17. Vista final del dado que sirve como cabezal de soporte.



Anexo 18. Ensamble de los mástiles que sostienen las luminarias.



Anexo 19. mástil ensamblado en posición horizontal.



Anexo 20. levantamiento de uno de los mástiles por medio de gruas.



Anexo 21. Mástil del módulo A, instalado.



Anexo 22. Vista nocturna del resultado final del proyecto.