

## 1 Introducción

Las construcciones de obras civiles son importantes en la vida económica de un país, el buen funcionamiento de estas obras depende en gran medida de la forma en que fueron construidas y adaptadas a las condiciones del terreno, de tal manera que para fines de cálculo se tienda a considerar a los suelos como parte integrante de las estructuras.

Destaca entonces la necesidad y conveniencia de establecer con precisión las condiciones y características geotécnicas de las zonas comprometidas del subsuelo cuya información esencial puede obtenerse mediante técnicas de investigación en el terreno y en laboratorio.

Se presentan en éste documento los resultados del estudio “caracterización geotécnica para propósitos de cimentación, en el sitio donde se proyecta la construcción del Estadio Nacional de Football, en la UNAN-Managua”.

En esta área se realizaron pruebas geofísicas, estudio geológico y geotécnico, con el objetivo de obtener una caracterización del subsuelo en la zona, y proponer recomendaciones para la cimentación adecuada de la obra.

En un reconocimiento preliminar del área de trabajo, la cual abarcó aproximadamente sesenta mil metros cuadrados ( $60,000 \text{ m}^2$ ), se utilizaron dos pruebas geofísicas, la prueba magnética y la eléctrica, con el objetivo de identificar las posibles disposiciones litológicas del subsuelo, profundidad del nivel freático y algunas características de interés en los suelos.

Posterior a esto, se iniciaron las perforaciones aplicando la prueba de penetración estándar en los sitios que se estimaron convenientes según los resultados geofísicos, para obtener una caracterización representativa en la zona según criterios geotécnicos. Simultáneo a las perforaciones se realizaban las pruebas de laboratorio en las muestras de cada sondeo.

Los ensayos que se le realizaron a las muestras fueron: granulometría, límites de Atterberg y contenido de humedad, en base a estas pruebas se clasificaron los suelos con el método SUCS. Todas estas pruebas se hicieron siguiendo las especificaciones de las designaciones ASTM, revisión anual del 2001.

En resumen, con las actividades de campo y laboratorio se determinaron las características mecánicas del subsuelo; en oficina se llevó a cabo el análisis para determinar la capacidad de carga admisible del suelo y la selección del tipo de fundación conveniente según las características encontradas.

Las secciones que se abordan en cada capítulo de este documento son:

El capítulo 1 considera las características generales del proyecto, localización y estudios realizados en la zona para caracterizar el subsuelo, además se muestran los objetivos, metodología utilizada para la elaboración y justificación por la cual se realizó esta monografía.

El capítulo 2 trata sobre las consideraciones teóricas que deben ser tomadas en cuenta en un proyecto de características similares, así como las investigaciones pertinentes que se pueden realizar al subsuelo.

El capítulo 3 se refiere a los estudios geofísicos realizados en el área, el propósito fundamental de la aplicación de estas pruebas en este sitio fue para obtener un reconocimiento preliminar de la zona.

El capítulo 4 aborda aspectos geológicos regionales y locales de la zona en estudio, así como el relieve de la zona.

En el capítulo 5 se desarrolla el estudio geotécnico, cuyo principal objetivo es la obtención de los parámetros necesarios para determinar la capacidad de carga del subsuelo, el nivel de desplante de la cimentación, el tipo de cimiento a usar en la obra y otras consideraciones.

## **1.1 Generalidades sobre la tesis**

### **1.1.1 Nombre de la tesis**

Se denomina “Caracterización geotécnica para propósitos de cimentación, en el sitio donde se proyecta la construcción del Estadio Nacional de Fútbol, en la UNAN-Managua”.

### **1.1.2 Nombre del proyecto**

El proyecto es “Construcción de Estadio Nacional de Fútbol”, el cual fue aprovechado para la elaboración de esta monografía.

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

El Departamento de Managua se ubica en el Pacífico de Nicaragua, está situada entre los meridianos 86°40´ y 86°16´ de longitud oeste y los paralelos 12°07´ y 11°43´ de latitud norte. La ciudad de Managua es la Capital de Nicaragua, país de América Central, con 1, 316,981 habitantes (Fuente: Dirección General de Planificación / ALMA).

El área de estudio, se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Managua en los terrenos de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), específicamente en el Recinto Universitario Rubén Darío, entre las coordenadas UTM 578950 – 579250 Este y 1338500 – 1338900 Norte (Figura 1.2). Las alturas en el área investigada oscila entre 190 y 220 msnm, y con superficie de sesenta mil metros cuadrados (60,000m<sup>2</sup>) aproximadamente (Fuente: Cartografía de INETER hoja 2952-3-08-000, Escala 1:10000).



## 1.2 Objetivos

### Objetivos generales

- Caracterizar según criterios geotécnicos el subsuelo del área de construcción del Estadio Nacional de Fútbol en la UNAN-Managua.
- Proponer capacidad de carga a diferentes niveles, para sugerir una alternativa de cimentación.

### Objetivos específicos

- Hacer prospecciones geofísicas mediante prueba magnética y eléctrica para reconocimiento previo del terreno.
- Conocer la geología del sitio con propósitos de averiguar sobre el fallamiento superficial.
- Realizar prueba de penetración estándar y muestreo para conocer los tipos de suelo y sus valores de N golpes.
- Realizar pruebas de granulometría e índices de plasticidad para clasificar los suelos.
- Hacer pruebas de humedad al suelo.

### 1.3 Justificación

El desarrollo inicial de la economía ha dado origen, aunque paulatinamente, a la edificación de múltiples obras de ingeniería civil, este fenómeno ligado al poco conocimiento de tecnologías para el estudio de suelos, dio origen al reciente interés por conocer los procedimientos que deben seguirse para tener un diagnóstico de los suelos mediante los métodos geotécnicos apropiados, y el desarrollo de criterios que permitan mejorar la calidad de las obras, el cual no puede obtenerse basándose únicamente en manuales o reglamentos los cuales solo deben utilizarse como guías y no como medios de solución, pues la variación en las propiedades y disposiciones de los suelos hace imposible establecer normas exactas de edificación, siendo necesario considerar y estudiar cada suelo de manera particular.

Managua es una ciudad expuesta a diferentes eventos naturales. Tales eventos ponen a prueba la calidad de las obras, cómo pueden comportarse desde el punto de vista estructural y cómo se comporta en el suelo en que fueron implantadas. El funcionamiento adecuado de toda estructura depende de las condiciones del subsuelo en que se apoyaran sus cimientos.

En el sitio donde se realizaron estos estudios se construirá una obra pública en la que se concentraran alrededor de 20000 personas, por consiguiente se considera una obra importante.<sup>(45)</sup>

Estos factores mencionados nos indican la vital importancia de la implementación de cimientos adecuados y para lograr este objetivo es necesario conocer las características físicas y mecánicas del subsuelo que servirá como base del cimiento.

Con este estudio, se pretende:

- Contribuir al conocimiento práctico para proponer cimientos y dar un esbozo de algunos procedimientos geotécnicos que deben efectuarse en una obra civil para conocer las condiciones del suelo de cimentación.
- Mostrar la forma en que los estudios geofísicos contribuyen a dar ventaja al ingeniero civil para tener una idea previa de la disposición del subsuelo y cómo éstos pueden contribuir para agilizar y minimizar costos en los estudios geotécnicos.
- Proporcionar a la escuela de ingeniería civil, documentos que pueden ser utilizados como bibliografía o documentos de referencia para diferentes fines.
- Enriquecer la bibliografía del país.

También se espera que este estudio sirva de referencia para investigaciones futuras con el fin de mejorar los conocimientos de aplicación práctica en la geotecnia en obras de ingeniería civil, además que sirva a quienes tengan interés y puedan aprovechar para beneficio de la sociedad.

## 1.4 Diseño metodológico

Los procedimientos que se utilizaron para la elaboración de esta tesis comprenden varias etapas las cuales se detallan a continuación:

### 1.4.1 Recopilación de la información

En esta etapa se realizó la búsqueda de bibliografía, informes e información disponible del sitio en estudio (mapas, fotografías aéreas), la que sirvió de base y orientación para la planificación, organización y ejecución del trabajo de campo.

Toda la información seleccionada fue estudiada y analizada para la preparación del trabajo de campo y luego para la interpretación de los resultados, la consulta fue constante en toda la investigación.

### 1.4.2 Reconocimiento de campo

Esta actividad fue considerada con el fin de identificar, de forma preliminar, las problemáticas geológicas del área de estudio, de forma tal que se pudiera tomar en cuenta las dificultades geomorfológicas relativas a la ejecución de las investigaciones del subsuelo y por lo tanto calibrar lo mejor posible dicha actividad.

Las actividades de campo en la zona se iniciaron con la exploración e identificación del área en estudio en la que participaron un supervisor encargado por parte del CIGEO (Centro de Investigación Geocientífica) y los autores de la tesis.

### 1.4.3 Trabajos de campo

Los trabajos de campo se concentraron en dos actividades principales el reconocimiento geofísico y caracterización geotécnica.

- Reconocimiento geofísico: Esta etapa tuvo como objetivo, obtener un reconocimiento preliminar del área de trabajo, la cual abarcó aproximadamente 60000 m<sup>2</sup>, se utilizaron dos pruebas geofísicas, la prueba magnética y la eléctrica, para identificar las posibles disposiciones litológicas del subsuelo, profundidad del nivel freático y otras características además se realizó un levantamiento topográfico previo a la aplicación de las pruebas geofísicas.
- Caracterización geotécnica: Esta etapa se inició aplicando la prueba de penetración estándar (SPT) y muestreo de suelos, en los sitios que se estimaron convenientes (teniendo en cuenta los resultados geofísicos), para obtener una caracterización representativa de la zona desde el punto de vista geotécnico y posteriormente se le realizaron las pruebas en laboratorio.

#### **1.4.4 Pruebas en laboratorios**

Los ensayos que se le realizaron a las muestras fueron:

- Preparación de muestras
- Agrupación de las muestras.
- Granulometría por tamizado.
- Límites líquido y plástico.
- Contenido de humedad natural in situ.

Todas estas pruebas se hicieron siguiendo las especificaciones de las normas ASTM, revisión anual del 2001.

#### **1.4.5 Interpretación y análisis de resultados.**

Con las actividades de campo y laboratorio se determinaron algunas características físicas y mecánicas del subsuelo.

En gabinete se procedió al análisis de los resultados, de las pruebas de campo y de laboratorios, con el objetivo de:

- Determinar la capacidad de carga admisible del subsuelo (el criterio para definir la capacidad de carga fue a partir de la prueba de penetración estándar)
- Proponer una alternativa de cimentación a diferentes niveles.
- Conclusiones sobre estratigrafía o caracterización del suelo.
- Recomendaciones para el proyecto.