

## CAPITULO II

### ESTUDIOS TÉCNICOS

#### 2.1. Estudios topográficos

Estos estudios se los realizaron en los predios de la pista de aterrizaje e incluye todo el sector de entrada al Fuerte Militar Amazonas, oficinas y la vía que une al refugio del Fuerte Militar.



Figura 2.1: (Entrada del Fuerte Militar Amazonas)



Figura 2.2: (Acceso de entrada al Paso Deprimido)



Figura 2.3: (Oficinas del Fuerte Militar Amazonas)



Figura 2.4: (Vista lateral de la entrada para el paso deprimido)

En este estudio podemos observar que existen levantamientos anteriores y además hay marcas del IGM georeferenciadas que nos dan una pauta para colocar nuestra estación total, hicimos cinco cambios de estación y pudimos obtener la topografía del sector que nos ayudará a determinar el diseño final más conveniente.

#### **2.1.1. Equipo básico utilizado.**

##### **2.1.1.1. Para el trabajo topográfico de campo:**

- Una estación total TRIMBLE 3305DR de la marca Zeiss. Con las siguientes especificaciones técnicas:

Número de serie: 602174A.



Figura 2.5: (Estación total TRIMBLE 3305DR de la marca Zeiss)

- 1.- Precisión angular de 15cc.
- 2.- El alcance del distanciómetro es de 1800 metros con un sólo prisma y 7500 con tres.
- 3.- La precisión de las distancias es de 3 milímetros+2ppm (para mediciones sin prisma y distancias comprendidas entre los 1.5 y 70 metros). Y, es de 2 milímetros+2ppm (para mediciones con prisma y distancias comprendidas entre los 1.5 y los 7500 metros).
- 4.- Es capaz de medir sin prisma hasta los 100 metros con puntería en superficies claras.
- 5.- La memoria interna permite 1900 filas de datos.
- 6.- Puede medir de forma estándar o tracking.
- 7.- La batería permite trabajar durante 9 horas seguidas.
- 8.- Plomada óptica.
- 9.- Teclado con 7 teclas de funciones (softkeys).

10.- El aparato dispone del certificado de calidad ISO 9001 (2000) y ha sido calibrado en los laboratorios de ZSP Geodetic Systems (Germany).

- Un trípode de soporte.
- Una mira topográfica metálica indeformable de 4 metros.
- Un GPS Garmin



Figura 2.6: (GPS Garmin)

- Una cinta métrica de 50 metros.
- Cuadernos de campo.
- Una calculadora portátil HP 48SX.

#### **2.1.1.2. Para el trabajo topográfico de gabinete:**

##### **2.1.1.2.1. HARDWARE:**

- Un ordenador CORE DUO.
  - . Velocidad de trabajo 550 Mhz.
  - . Capacidad del disco duro 6,4 Gb.
  - . Monitor VGA color.
- Impresora EPSON STYLUS Color 1270.

#### **2.1.1.2.2. SOFTWARE:**

- Programa Autodesk Land.
- Programa AutoCAD versión 2008 (inglés).
- Programa Microsoft WORD.

Se puede concluir que existe un terreno plano, vegetación tipo pantano a los costados de la pista, además existen zanjas a los costados de la pista las mismas que drenan la misma y se recogen a una quebrada donde se estanca el agua y por gravedad en forma lenta avanza hasta llegar al Río Pastaza, existen también construcciones para vivienda fiscal a los costados de las avenidas, canchas de boley, una piscina, una capilla, estos y mas detalles de toda la topografía se encuentra detallados en el anexo "A".

#### **2.2. Estudios geotécnicos (vía y estructura)**

El Estudio se basa en la ejecución de perforaciones, ensayos de SPT, ensayo triaxial con una muestra inalterada y toma de muestras alteradas cada metro, análisis de laboratorio e interpretación de dichos resultados para la elaboración del Informe Técnico que contenga una zonificación de las áreas a construir, con la finalidad de conocer las condiciones naturales del subsuelo para establecer la capacidad de carga que permita su aplicación en el diseño estructural y posterior construcción del paso deprimido antes mencionado.

Con el fin de evaluar el suelo de cimentación, y de acuerdo al área de construcción se procedió a realizar dos sondeos en lugares representativos de la superficie disponible para la construcción del mencionado paso deprimido, alcanzando una profundidad de 7.50 m.

### **2. 2.1. Trabajos de campo**

Dentro del área señalada y basándose en la implantación general del proyecto, se procedió a ubicar dos perforaciones verticales. De tal manera que estas perforaciones permitan caracterizar la zona y evaluar adecuadamente el suelo soportante, con una profundidad alcanzada de 7.50 m.

Los registros de las perforaciones con el resultado del ensayo S.P.T. que se practicó por cada metro con el fin de obtener el número de golpes necesarios para introducir el muestrador denominado cuchara partida, una profundidad de 12 pulgadas (30 cm.) mediante un martinete de 140 lb (63.5 kg) de peso que cae desde una altura de 30 pulgadas (76 cm.), para conocer de esta manera la compacidad y/o consistencia relativa del suelo; así como otras características, a saber: profundidad, estratigrafía, clasificación S.U.C.S., descripción y número "N", forman parte de esta actividad.

En los anexos “B” se presenta los respectivos registros de perforación en los cuales se indica la variación del número de golpes con la profundidad y el perfil estratégico del terreno hasta la cota prospectada.

### **2.2.2. Ensayos de laboratorio.**

- Granulometría completa, con lavado sobre la malla N° 200
- Ensayos de Límite de Atterberg
- Contenido de humedad natural.
- Triaxial

Con los resultados obtenidos en estos ensayos, los cuales se adjuntan en el anexo “C” y anexo “D” se clasifican los suelos de acuerdo al Sistema Internacional Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), permitiendo conocer la secuencia estratigráfica del subsuelo en estudio y conocer las características del mismo.

#### **2.2.2.1. Tipo de suelo analizado**

##### **2.2.2.1.1 Pozo 1**

A partir del nivel natural del terreno hasta unos 20 cm. existe una capa vegetal, luego de lo cual hasta una profundidad de 3.50 m se observa un estrato de material limo inorgánico de alta plasticidad de color café oscuro de alta compresibilidad, material muy poco permeable, suelo muy blando del tipo MH, según la clasificación internacional de suelo (SUCS).



En los primeros metros se encuentra un material sobresaturado y a medida que se va profundizando va bajando el porcentaje de humedad.

A partir de los 3.5 m hasta los 5.45 m se observa un suelo limo arenoso húmedo, ligeramente plástico de moderada compresibilidad de color café, material muy poco permeable, presenta una consistencia firme.

Desde los 5.5 m hasta la profundidad estudiada, se observa un suelo areno limo arcilloso, color café claro ligeramente plástico y ligeramente compresible, material consistente, poco permeable.

#### **2.2.2.1.2. Pozo 2**

A partir del nivel natural del terreno hasta unos 20 cm. existe una capa vegetal, luego de lo cual hasta una profundidad de 2.50 m se observa un estrato de material limo inorgánico de alta plasticidad de color café oscuro de alta compresibilidad, material muy poco permeable, suelo muy blando y sobresaturado del tipo MH, según la clasificación internacional de suelo (SUCS).

A partir de los 2.5 m hasta los 4.45 m se observa un suelo limo arenoso húmedo ligeramente plástico de moderada compresibilidad de color café claro, material muy poco permeable, presenta una consistencia firme.

Desde los 4.5 m hasta la profundidad estudiada, se observa un suelo areno limo arcilloso, color café claro ligeramente plástico y ligeramente compresible, material consistente, poco permeable y de menor humedad que en los estratos anteriores.

### 2.2.2.1. Determinación de resultados

Los resultados aparecen en hojas adjuntas, con los ensayos indicados.(Anexo “C”)

Del estudio del ensayo triaxial obtuvimos una curva de deformación que en su límite elástico nos ayudó a obtener el siguiente cálculo del modulo de elasticidad:

$$E = \frac{0.399 - 0.048}{0.026 - 0.006}$$

$$E = 17.55 \text{Kg} / \text{cm}^2$$

Lo que nos permite obtener como resultado un módulo de elasticidad muy bajo, esto confirma y hace necesario cambiar el suelo natural por un relleno compactado técnicamente, además detallamos el cálculo de C y Ø (cohesión y ángulo de fricción respectivamente), en el anexo “D”

### 2.3. Diseño horizontal y vertical del paso deprimido

El diseño geométrico mas óptimo lo que busca es que el proyecto se adapte económicamente a la topografía del terreno, es decir, que permita la construcción con el menor movimiento de tierras posibles y con el mejor balance practicable entre los volúmenes que se produzcan de excavación.

Las normas de diseño que se utilizarán son las que más se adaptan a nuestras necesidades en las especificaciones y limites de flecha y luz especificadas por el fabricante Novacero (Ver Anexo “E”), además se comprobará dichos límites en nuestro modelo de SAP2000 utilizando un

avión tipo (C-130 que es el mas pesado que ingresa al Aeropuerto Río Amazonas (Anexo “ F”)

La estructura súper luz tipo elipse no requiere muros de hormigón armado es ideal donde se requieren luces y flechas de gran dimensión.

La luz máxima en este tipo de estructura según catálogos es de 12.20 metros y el área hidráulica de 86.11 metros cuadrados

Las alturas de relleno están consideradas desde la parte superior de la alcantarilla, en nuestro caso es de 1.80 metros y se obtuvo dicha altura de relleno tomando como referencia el paso deprimido en la Avenida Tufiño en el Aeropuerto Simón Bolívar de la ciudad de Quito, que luego será comprobada en el programa SAP2000.

Estas alcantarillas metálicas, están formadas por chapas acanaladas, de acero galvanizado, premoldeadas para formar tubos de diámetro, previsto.

Funcionan como estructuras elásticas ó flexibles, por lo cual se adaptan a las presiones del relleno que soportan.

### **2.3.1. Ventajas estructura metálica súper luz tipo elipse:**

Son más ligeras que el tubo de concreto.

Mayor resistencia a vibraciones e impactos.

Mayor duración por su proceso de galvanizado.

Menor volumen de almacenamiento.

Gran facilidad de instalación.

El relleno mínimo sobre las alcantarillas metálicas será de 1.80cm. y pueden soportar el paso de grandes cargas rodantes sobre la calzada.

La metodología de diseño estructural esta basada en especificaciones del AISI.

Las dimensiones como diámetro y área son tomadas a la cresta interna de la corrugación.

La compactación mínima por especificaciones del suelo es un noventa por ciento según AASHTO T-180.

Los pernos de unión son de alta resistencia de un grado cinco.

En cuanto el diseño de horizontal y vertical se ha escogido el modelo 39SE22 que da las siguientes especificaciones Anexo "G"