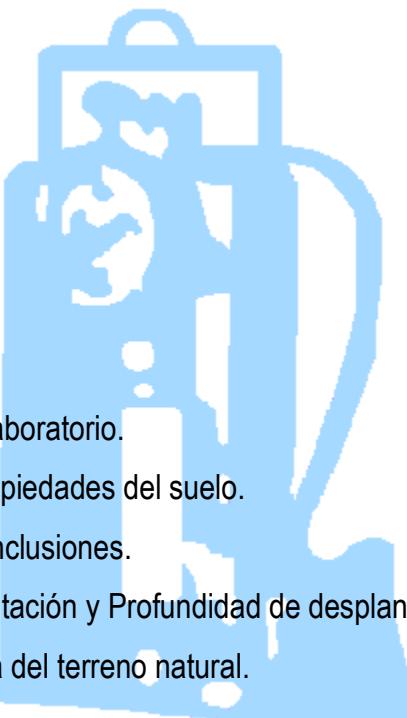


ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (EMS) EFECTUADO EN
UNA FRACCION DE TERRENO, CON DIMENSIONES DE
11.96x31.12 MTS., CON UNA SUPERFICIE DE 371 M², MISMO
DONDE SE TIENE PROYECTADA LA CONSTRUCCION DE LA
TIENDA KIOSKO “ ALTATA “, MISMO QUE SE LOCALIZA
DENTRO DE LAS INSTALACIONES DE UNA ESTACION DE
SERVICIOS (GASOLINERA) Y ESPECIFICAMENTE EN EL
AREA DEL ESPECTACULAR; ESTO ES POR LA CARRETERA
Y ACCESO A ALTATA, ENTRONQUE CON LA CARRETERA A
NUEVO ALTATA, EN ALTATA, NAVOLATO, SINALOA.

Indice:

- 1) Antecedentes.
- 2) Ubicación geográfica.
 - 2.1) Localización.
- 3) Diseño por sismo.
- 4) Diseño por viento.
- 5) Estudios de campo.
- 6) Exploración y muestreo.
- 7) Estudios y pruebas de laboratorio.
- 8) Perfil estratigráfico y propiedades del suelo.
- 9) Recomendaciones y conclusiones.
 - 9.1) Propuesta de cimentación y Profundidad de desplante.
 - 9.2) Capacidad de carga del terreno natural.
- 10) Bancos de materiales.
- 11) Especificaciones de construcción

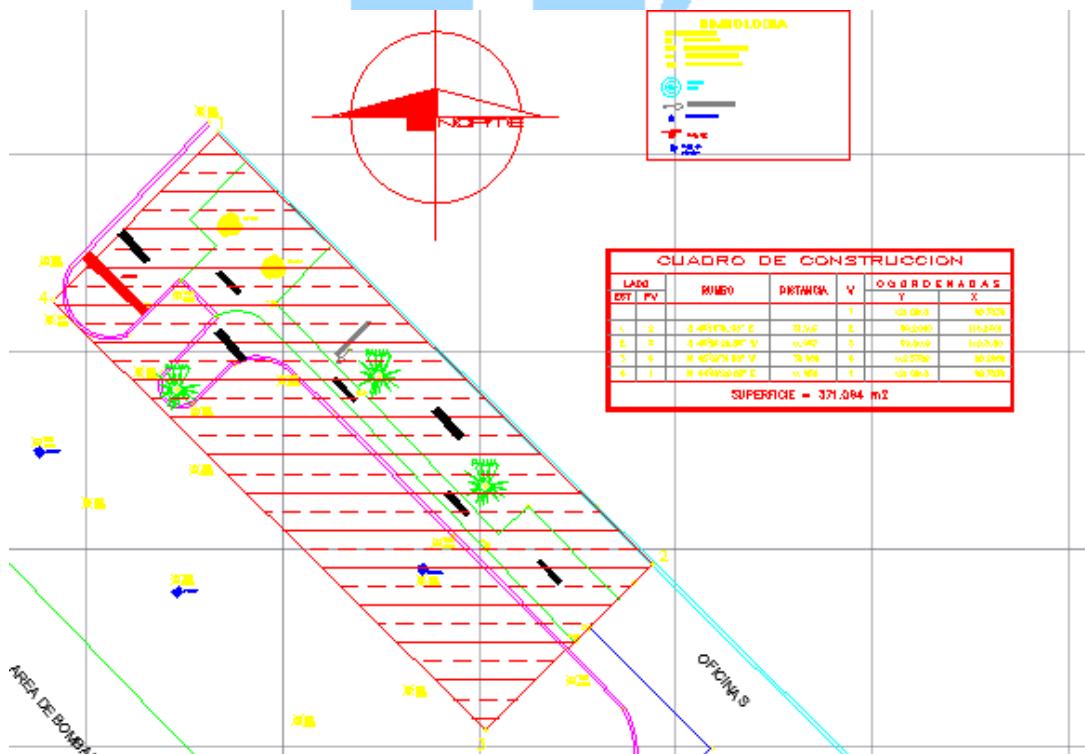


1) Antecedentes :

BRN Inmobiliaria del Pacifico S.A. de C.V., a través de la C. Ing. Jean Carlo Castillo Castañeda, solicito los servicios de Control de Laboratorio para la Construcción “ Control-Lab ”, con la finalidad de efectuar un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) en un Lote y fracción de Terreno, con dimensiones de 11.96 mts. x 31.12 mts. y con una superficie de 371 m² aprox., mismo donde se tiene proyectada la construcción de una Tienda Kiosko “ Altata ”, mismo que se ubica por la Carretera y Acceso a Altata, entronque con la Carretera a Nuevo Altata, en Altata, Navolato, Sinaloa.

La Tienda Kiosko “ Altata ”, es igualmente como todas las demás, es una edificación de un solo nivel, estructurada con elementos de concreto reforzado y muros de block, rigidizados con dalas y castillos y con una losa aligerada.

Dicho lote de terreno en estudio, al momento de efectuar este estudio, se encontró con instalaciones de un área de descanso y espectacular de una Estación de Servicios (Gasolinera).





Las colindancias de este terreno en estudio, son como a continuación se indican : Al Norte colinda con la Carretera de Acceso a Altata, Navolato, Sinaloa y al Entronque y Carretera a Nuevo Altata, al Sur colinda con las instalaciones de la Estación de Servicios (Gasolinera) más al fondo colinda con terreno baldío y ya por último, al Oriente y Poniente, colinda igualmente con terreno baldío.

En el anexo # 1 de este estudio, se anexa la ubicación del terreno con respecto a la ciudad capital de Culiacán Sinaloa, sus colindancias y la distribución de los PCA efectuados, distribuidos representativamente en el terreno en estudio.

2) Ubicación geográfica :

2.1) Localización Geográfica :

La fracción de lote de terreno en estudio, se encuentra ubicado en la Carretera y Acceso a la entrada de Altata, en la Estación de Servicios (Gasolinera), en tronque con la Carretera a Nuevo Altata, en el Cuadrante I, con respecto al centroide de Altata y en el Cuadrante III, con respecto al centroide de Navolato,

Sinaloa y específicamente, el área donde se efectuó este estudio, en su punto medio, es en las coordenadas siguientes : 24°38'40.31" de Latitud Norte y 107°55'25.68" de Longitud Oeste, con un altitud de 4 Metros Sobre el Nivel Medio del Mar (MSNMM) aprox.

3) Sismicidad :

Como en este caso en particular, se trata de una edificación pequeña de un solo nivel, tipo tienda, esta es relativamente chica, de baja altura y de construcción pequeña y ligera, que normalmente no es necesario una revisión ó diseño por sismo; con respecto a otras edificaciones grandes y altas, tipo edificios de varios niveles, Puentes, Bodegas, Silos, Tanques, etc.,

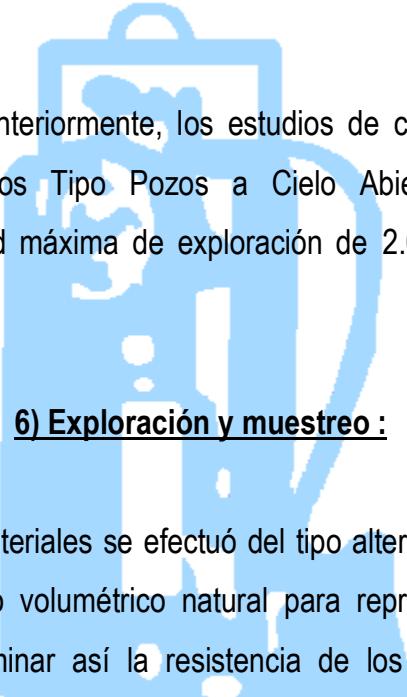
4) Diseño por Viento :

Igualmente como en este caso en particular, se trata de una edificación pequeña de un solo nivel, tipo tienda, esta es relativamente chica, de baja altura y de construcción pequeña y ligera, que normalmente no es necesario una revisión ó diseño por viento; con respecto a otras edificaciones grandes y altas, tipo edificios de varios niveles, Puentes, Bodegas, Silos, Tanques, etc.,

5) Estudios de campo :

Para definir la exploración y la cantidad de Pozos a Cielo Abierto por efectuar (PCA), en este caso en particular, se efectuó un recorrido físico en el lugar del terreno en estudio y como se trata de un lote regular relativamente chico, se determinó que prácticamente con la exploración y excavación de un solo Sondeo Tipo PCA, era suficiente por lo pequeño del terreno en estudio, pero finalmente se definió más representatividad en los muestreos y se terminaron haciendo Dos (2) Sondeo Tipo PCA, en las dos orillas por fuera del terreno en estudio, ya que en el terreno dentro de él, existen aún todavía las instalaciones del área de estancia y descanso de la Estación de Servicios (Gasolinera), esto es, hay piso de concreto en una parte del área interna de la

fracción de terreno en estudio y también áreas verdes, mesa, palapa, instalaciones eléctricas y finalmente también se encuentra un anuncio espectacular y es por ese motivo que se decidió efectuarse los sondeo tipo PCA por fuera y pegado al terreno en estudio, por las instalaciones eléctricas existentes en esta área de fracción de terreno; para que con estos PCA efectuados, poder determinar el perfil estratigráfico del terreno en estudio y así como también las propiedades físicas y mecánicas de las capas del sub-suelo en estudio, para que con esta información se determine el tipo de cimentación más adecuada y la profundidad de desplante, para determinar y calcular la resistencia del sub-suelo en donde se desplantará la cimentación de la Tienda Kiosko " Altata ", en proyecto de construcción.



Como se mencionó anteriormente, los estudios de campo consistieron en la exploración y excavación de solo Dos (2) Sondeos Tipo Pozos a Cielo Abierto (PCA) efectuados con máquina retroexcavadora, hasta una profundidad máxima de exploración de 2.00 mts., medidos a partir del nivel del terreno natural que existe actualmente.

6) Exploración y muestreo :

El muestreo de los materiales se efectuó del tipo alterado con muestras para el contenido de humedad natural, verificación del peso volumétrico natural para reproducirse en el laboratorio las mismas propiedades del suelo y poder determinar así la resistencia de los estratos para fines del diseño de la cimentación de la Tienda Kiosko " Altata ", en proyecto de construcción.

Durante la exploración y excavación de los Dos (2) Sondeos Tipo Pozos a Cielo Abierto (PCA) efectuados, se detectaron los cambios exhibidos por los materiales del sub-suelo en estudio, definiéndose así la estratigrafía del depósito observado en cada uno de los PCA efectuados, siendo estos uniformes e iguales, mismos que aquí a continuación se describen :

En general, en lo que respecta al área del terreno en estudio; que relativamente es chica, se encontró en todo el terreno en estudio, una primera capa de material de arena limosa de color café claro, tipo

SM, seguida ya a mayor profundidad de la segunda capa formada por una arena fina e inerte de mar, de color gris clara, de compacidad suelta, tipo SP. Las excavaciones de estos dos sondeos tipo PCA, se efectuaron hasta la profundidad de 2.00 mts., debido a que ya no podía avanzar más con la excavación a mayor profundidad, debido a que se derrumbaban las paredes de la excavación.

Como se describió al inicio de este informe, la edificación en proyecto es chica y prácticamente ligera, de un solo nivel, por lo que no requiere de un suelo muy firme de alta resistencia y si en caso de que lo requiriera, entonces se procedería a efectuar un mejoramiento de suelo debajo de la cimentación; pero creo que en este caso no será necesario porque como ya lo mencionamos anteriormente, es construcción chica y ligera y además se encontró una arena fina e inerte que prácticamente hay que darle a la cimentación un empotramiento adecuado y la resistencia por capacidad de carga es buena y aceptable para dicha edificación en proyecto de construcción.

7) Estudios y pruebas de laboratorio :

Las muestras obtenidas se clasificaron en el laboratorio según los procedimientos manuales y visuales del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), determinándose en el laboratorio las propiedades índice de los suelos encontrados.

Las pruebas índice efectuadas son como a continuación se indican :

*) Análisis granulométrico (curva granulométrica).

*) Límites de consistencia de Atterberg (plasticidad del suelo como lo es límite líquido (LL), límite plástico (LP), índice plástico (IP) y contracción lineal (CL), todos en porcentaje (%)).

*) Peso Volumétrico Seco y Suelto (γ_{vss} en kg/m³).

*) Contenido de Humedad natural del suelo (W %).

*) Peso Volumétrico Seco Máximo (γ_d en kg/m³).

*) Humedad Optima (%) y Capacidad de carga admisible (Q adm. en ton/m²).

En el anexo # 2 de este estudio, se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio efectuadas a los materiales encontrados en dicho terreno en estudio, mismo donde se presentan las propiedades físicas de los materiales del sub-suelo en estudio.

8) Perfil Estratigráfico y Propiedades del Suelo :

De la observación directa de la excavación de los Dos (2) Sondeos Tipo Pozos a Cielo Abierto (PCA) efectuados, pudo definirse el perfil estratigráfico del terreno en estudio; determinándose así las variaciones del depósito observado.

Cabe mencionar y es muy importante recalcar, que hasta las profundidades máximas exploradas y excavadas de 2.00 mts., medidos a partir del nivel del terreno natural que existe actualmente al momento de efectuar este estudio, **No se observaron Filtraciones, Ni Escurrimientos de Nivel de Aguas Freáticas (NAF).**

La composición estratigráfica del terreno en estudio, observada y obtenida de los Dos (2) Sondeos Tipo PCA efectuados, esta es uniforme (igual), por lo que a continuación se describen las Dos (2) capas ó estratos encontradas en el terreno en estudio, las cuales definen el perfil estratigráfico encontrado, mismos que es la siguiente :

1^a. Capa :

Superficialmente se encontró una **1a. Capa**, formada a simple vista por un limo arenoso tipo ML, de color café claro, pero ya con las pruebas de granulometría para la clasificación del S.U.C.S. , este ya en base a sus resultados, se clasificó como una arena limosa tipo SM, de compacidad suelta, encontrada en el PCA # 1, desde la superficie, o sea, desde la profundidad de 0.00 mts., hasta la profundidad de 0.30 mts., con espesor de 0.30 mts., mientras que en el PCA # 2, se encontró desde la profundidad de 0.00 mts., hasta la profundidad de 0.20 mts., con espesor de 0.20 mts, misma que es clasificada en base a su dureza de excavación como material tipo III-A (Suelo Blando) y en base al S.U.C.S, como tipo SM, de buena calidad.

Las propiedades físicas de esta 1^a. capa de material de arena limosa tipo SM, son como a continuación se indican : presenta un Contenido de Humedad Natural (Wo %) de 9.3 %, presenta un Límite Líquido (LL) es de 22.0 %, el Límite Plástico (LP) es igualmente de 22.0 %, el Índice Plástico (IP) es de 0.00 %, el Límite de Contracción Lineal (LC) es de 0.0 %, un Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS) de 1,220 kg/m³ y un Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSSMax.) de 1,600 kg/m³, con un contenido de humedad óptimo (Wo %) de 18.0 %, en su prueba de Granulometría, la Malla # 4 pasa 100 % y la Malla # 200 pasa 16 %; por lo que contiene Gravas 0 %, Arenas 84 % y Finos limosos de baja compresibilidad de 16 %; mismo que es clasificado en base a su dureza de excavación como Tipo III-A (Suelo Blando) y en base al SUCS, se clasifica como tipo SM, de buena calidad.

2^a. Capa :

Luego, inferiormente a mayor profundidad, se encontró una 2^a. Capa, formada por una arena fina e inerte, de color gris claro, de compacidad suelta, encontrado en el PCA # 1, desde la profundidad de 0.30 mts., hasta la máxima profundidad explorada y excavada de 2.00 mts., con espesor de 1.70 mts., misma que es clasificada en base a su dureza de excavación como material tipo III-A (Suelo Blando) y en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCL), este se clasifica como tipo SP, de buena calidad.

Las propiedades físicas y mecánicas de esta 2^a. Capa, formada por una arena fina e inerte, de compacidad suelta, tipo SP, son como a continuación se indican : presenta un Contenido de Humedad Natural (Wo %) de 5.0 %, presenta un Límite Líquido (LL) es de 20.5 %, el Límite Plástico (LP) es igualmente de 20.5 %, el Índice Plástico (IP) es de 0.0 %, el Límite de Contracción Lineal (LC) es igualmente de 0.0 %, un Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS) de 1,360 kg/m³ y un Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSSMax.) de 1,500 kg/m³, con un contenido de humedad óptimo (Wo %) de 16.0 %, en su prueba de Granulometría, la Malla # 4 pasa 100 % y la Malla # 200 pasa 4 %; por lo que contiene Gravas 0 %, Arenas 96 % y Finos limosos de baja compresibilidad de 4 %; mismo que es clasificado en base a su dureza de excavación como Tipo III-A (Suelo Blando) y en base al SUCL, se clasifica como tipo SP, de buena calidad.

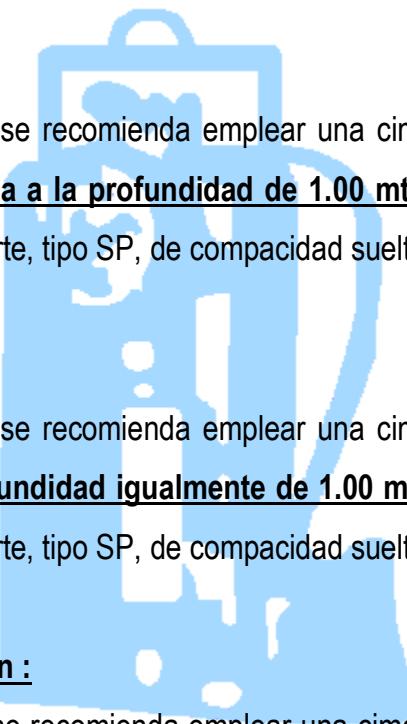
9) Recomendaciones y Conclusiones :

9.1) Alternativa de cimentación y Profundidad de Desplante :

Tomando en consideración las características geométricas y cargas para una edificación pequeña de un solo nivel, tipo Tienda Kiosko “ Altata ”, las propiedades físicas determinadas en el terreno en estudio, así como la uniformidad estratigráfica observada, tenemos Tres (3) opciones de cimentación, mismas que a continuación se describen :

9.1.1) Opción # 1, Zapata Aislada :

En esta 1^a. Opción, se recomienda emplear una cimentación del tipo superficial a base de Zapata Cuadrada Aislada, desplantada a la profundidad de 1.00 mts. mínimo, sobre la 2^a. Capa de suelo natural formado por una arena fina e inerte, tipo SP, de compacidad suelta y de buena calidad.



9.1.2) Opción # 2, Zapata Corrida :

En esta 2^a. Opción, se recomienda emplear una cimentación del tipo superficial a base de Zapata Corrida, desplantada a la profundidad igualmente de 1.00 mts. mínimo, sobre la 2^a. Capa de suelo natural formado por una arena fina e inerte, tipo SP, de compacidad suelta y de buena calidad.

9.1.3) Opción # 3, Losa de Cimentación :

En esta 3^a. Opción, se recomienda emplear una cimentación del tipo superficial pero en este caso se trata de una Losa de Cimentación, desplantada sobre un relleno de plataforma, con material de banco, de calidad Sub-Base mínimo, con un espesor de 0.40 mts., construida en capas de 0.20 mts., compactadas cada una de ellas al 95 % mínimo y empleando para esto, material de banco de calidad Sub-Base mínimo.

Nota Importante :

Es muy importante mencionar y recalcar que de estas Tres (3) opciones de cimentación descritas anteriormente, la más viable es la Opción # 1 a base de Zapata Aislada, desplantada a la profundidad de 1.00 mts. y para los pisos llenar un 0.40 mts. con material del lugar en dos capas de 0.20 mts. cada una y

compactas al 95 % mínimo. Por lo que cualquiera de las tres opciones son adecuadas y correctas y la elección final dependerá ya del Ingeniero Estructurista, considerando, costos y tiempos de construcción.

9.2) Capacidad de Carga Admisible :

9.2.1) Capacidad de Carga en Estado Natural, para Zapata Aislada y Corrida :

Para el cálculo de la Capacidad de Carga Admisible (Q adm.) en estado natural obtenida a la profundidad de 1.00 mts., sobre la 2^a. Capa formada por una arena fina e inerte, de compacidad suelta, considerando conservadoramente un suelo friccionante, con una Cohesión (C) = 0.00 kg/cm², un ángulo de Fricción Interna (Φ) = 28°, con un ancho de cimentación (B) = 1.00 mts., una Profundidad de Desplante (Df) = 1.00 mts., con un γ_n = 1,430 kg/m³ y unos coeficientes de capacidad de carga de Nc = 30, Nq = 15 y Nx = 15; al introducir estos valores en la fórmula general de capacidad de carga de Terzagui, tenemos lo siguiente :

$$Q \text{ adm.} = 10.5 \text{ ton/m}^2$$

Notas : 1) Este valor de Capacidad de Carga Admisible, considera interna e implícitamente un Factor de Seguridad (FS) de Tres (3), para condiciones de trabajo y en condiciones naturales.

9.2.2) Capacidad de Carga en Estado Natural, para Losa de Cimentación :

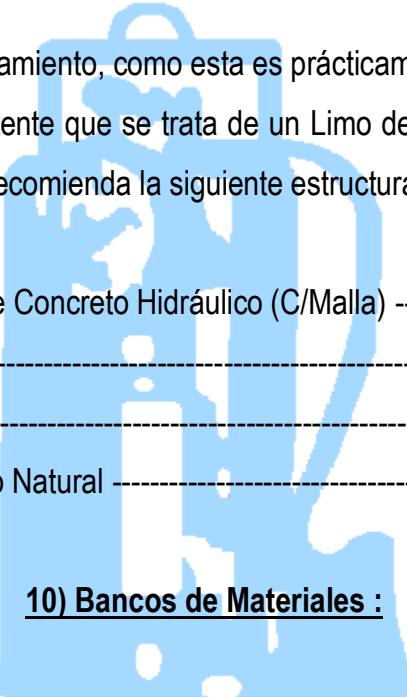
Para el cálculo de la Capacidad de Carga Admisible (Q adm.), desplantada superficialmente sobre una plataforma, con material friccionante de banco, de buena calidad tipo Sub-Base mínimo, con espesor de 0.40 mts. mínimo, construida en capas de 0.20 mts. cada una y compactadas al 95 % mínimo, con material tipo SM, medio fino y limoso, de compacidad media, considerando conservadoramente un Angulo de Fricción Interna (Φ) = 28°, con una Cohesión (C) = 0.10 kg/cm², con un ancho de cimentación (B) = 1.00 mts., un Df = 0.00 mts., con un γ_n = 1,600 kg/m³ y unos coeficientes de capacidad de carga de Nc = 30, Nq = 15 y Nx = 15; al introducir estos valores en la fórmula general de capacidad de carga de Terzagui, tenemos lo siguiente :

$$Q \text{ adm.} = 16.2 \text{ ton/m}^2$$

Notas : 1) Este valor de Capacidad de Carga Admisible, considera interna e implícitamente un Factor de Seguridad (FS) de Tres (3), para condiciones de trabajo y en condiciones naturales.

9.3) Estructura de Estacionamiento para Estacionamiento :

Para el área de Estacionamiento, como esta es prácticamente estacionario y de puro tráfico ligero tipo "A" y en base al suelo natural existente que se trata de un Limo de regular calidad, para estas condiciones de baja resistencia estructural VRS, se recomienda la siguiente estructura de pavimento :

- 
- Losa de Pavimento de Concreto Hidráulico (C/Malla) -- 0.12 mts., $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, TMA = $\frac{3}{4}$ "
 - Base Hidráulica ----- 0.20 mts. al 95 % mínimo.
 - Sub-Base (de banco) ----- 0.20 mts. al 95 % mínimo.
 - Desplante del Terreno Natural ----- 0.20 mts. al 90 % mínimo.

10) Bancos de Materiales :

Los bancos de material para los trabajos de terracerías para el Estacionamiento y para los rellenos de plataforma ó para el mejoramiento superficial del terreno natural para los pisos de la Tienda Kiosko "Altata", con material de Sub-Base, son lo ubicados en San Pedro Navolato, mismos que son de materiales inertes formados por mezclas de gravas con arenas y limos, en proporción adecuada que cumplan con las especificaciones de la Normativa SCT para su empleo en las capa de Sub-Base de buena calidad.

11) Especificaciones de los materiales :

Invariablemente los materiales que vayan a ser empleados, deberán cumplir con las normas y especificaciones de la Normativa SCT en vigor.

ESPECIFICACIONES SCT DE LOS MATERIALES	
CARACTERISTICAS	SUB-BASE
Granulometría	(Zona 1-2)
Tamaño Máximo del Agregado (TMA)	2" máximo
% de finos que pasa en la malla 200	25 % máximo.
Límite líquido (LL)	25 % máximo
Indice Plástico (IP)	6 % máximo
Compactación	95 % mínimo
VRS (%)	50 % mínimo.

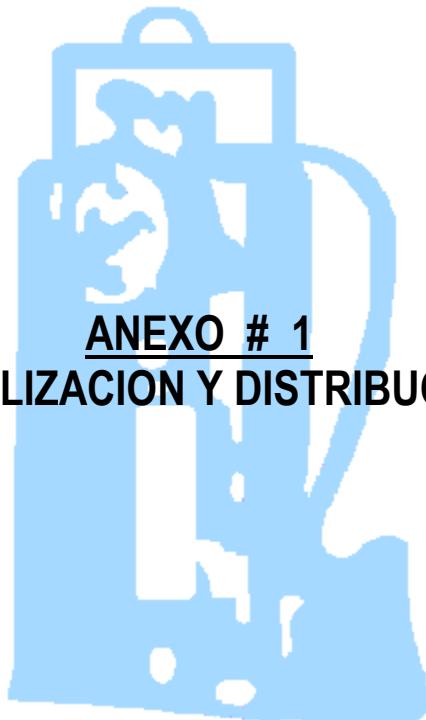
Culiacán, Sinaloa a 28 de Septiembre de 2023

Atentamente:
Control de Laboratorio para la Construcción

Ing. Carlos A. Garcia Mellado
(Director General)

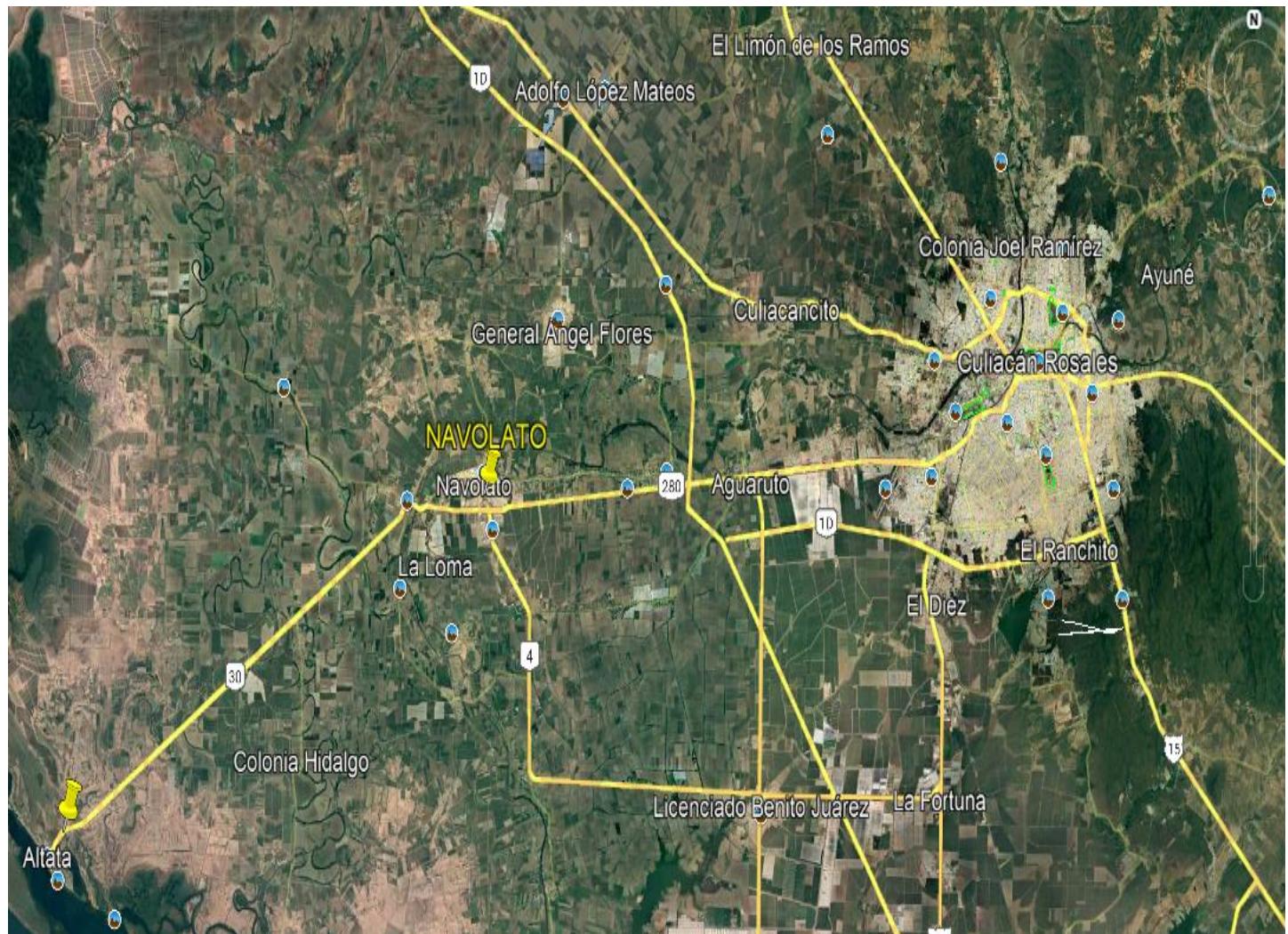
Atentamente:
Control de Laboratorio para la Construcción

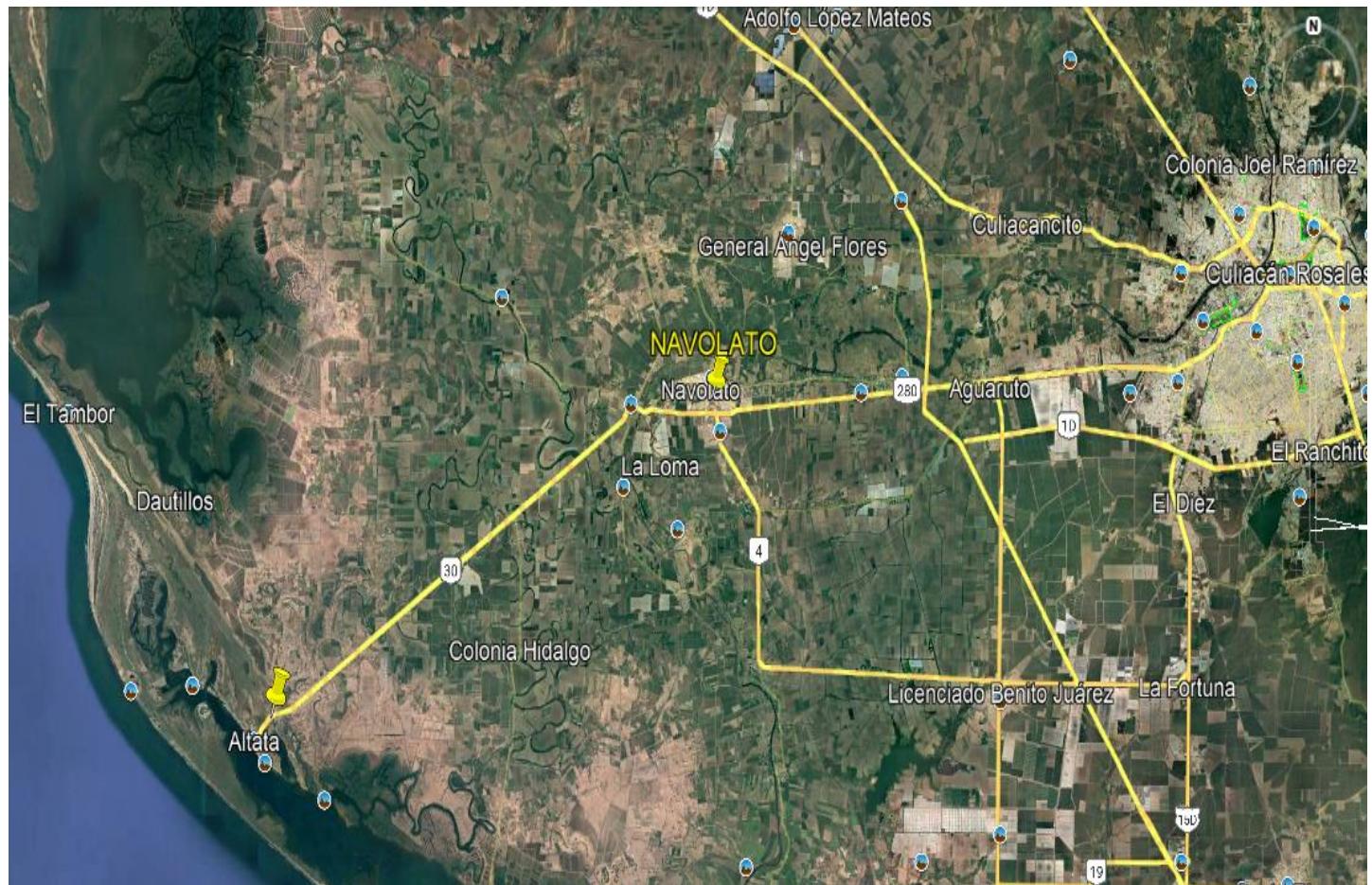
Ing. Marco A. Garcia Alvarez
(Representante Técnico)
Ced. Prof. 7255010

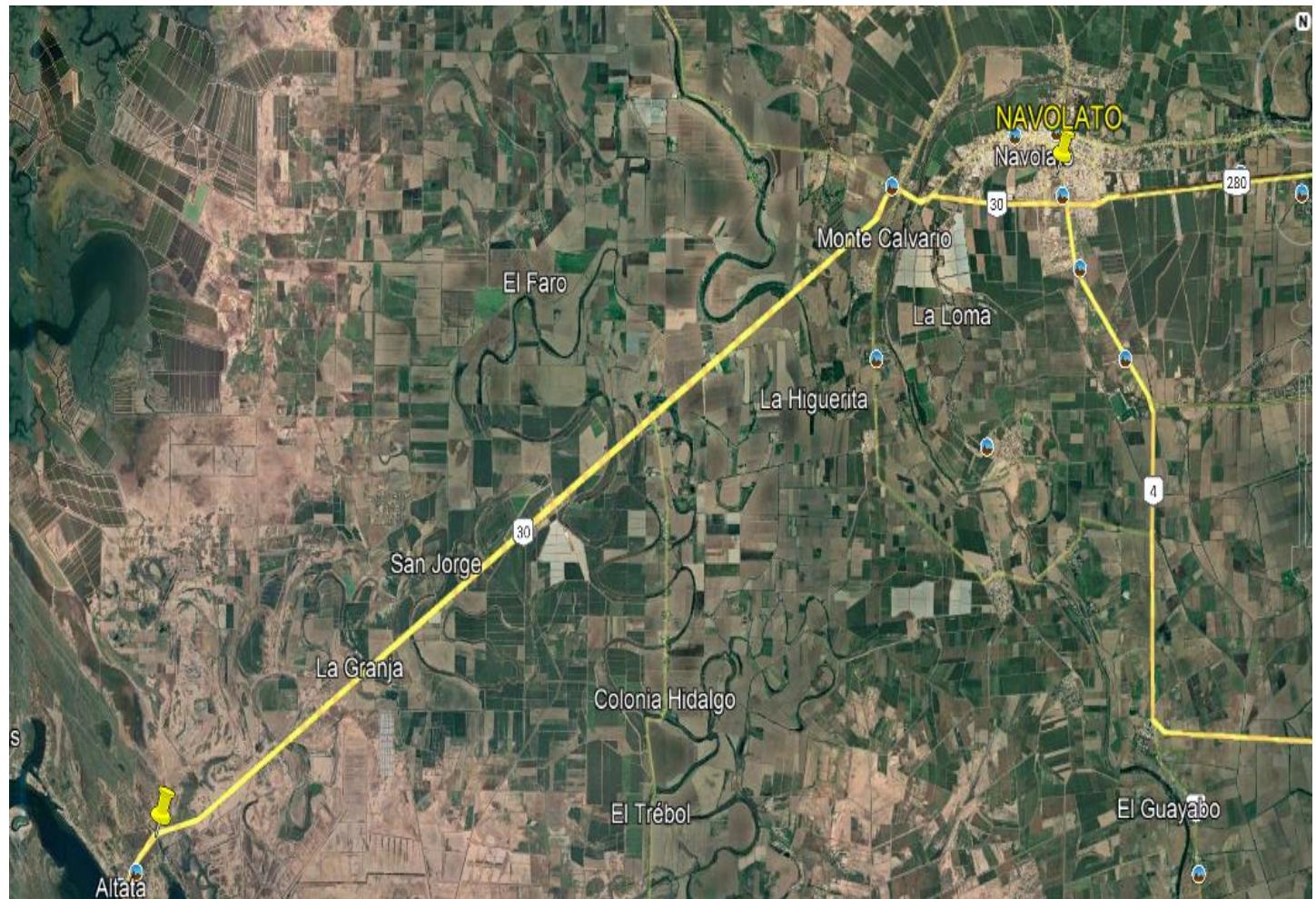


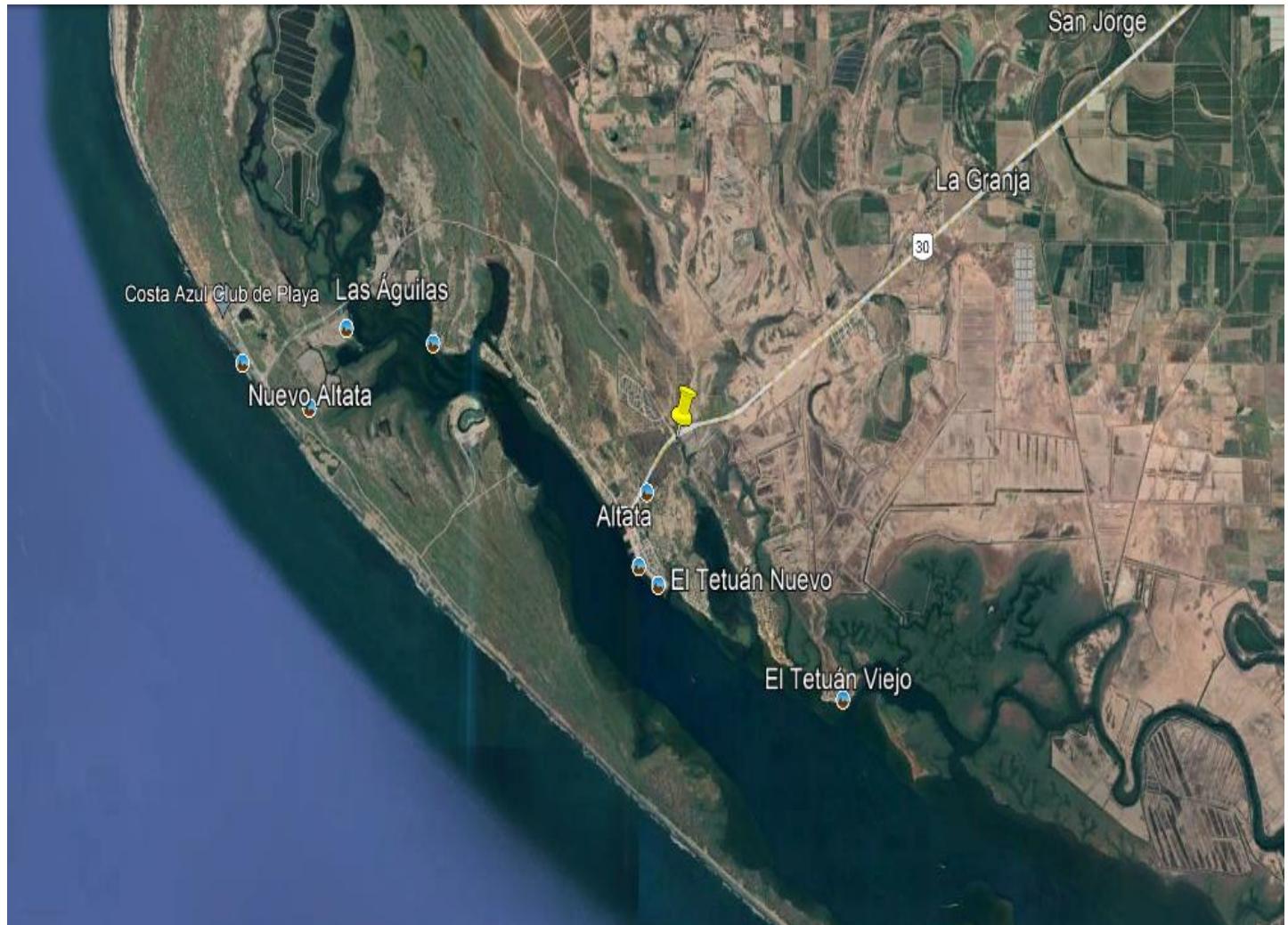
ANEXO # 1

(CROQUIS DE LOCALIZACION Y DISTRIBUCION DE LOS PCA)







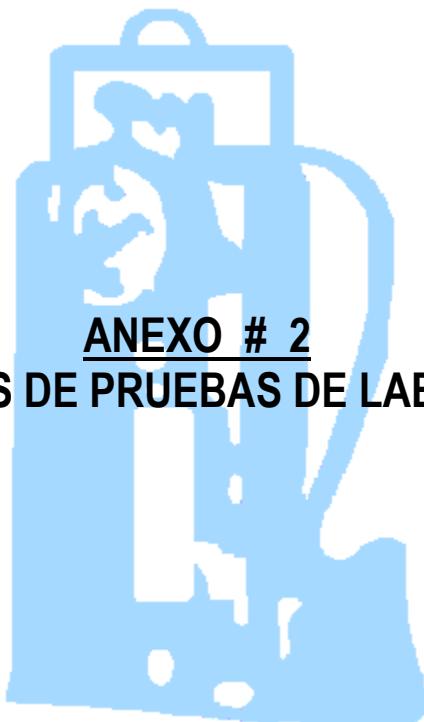








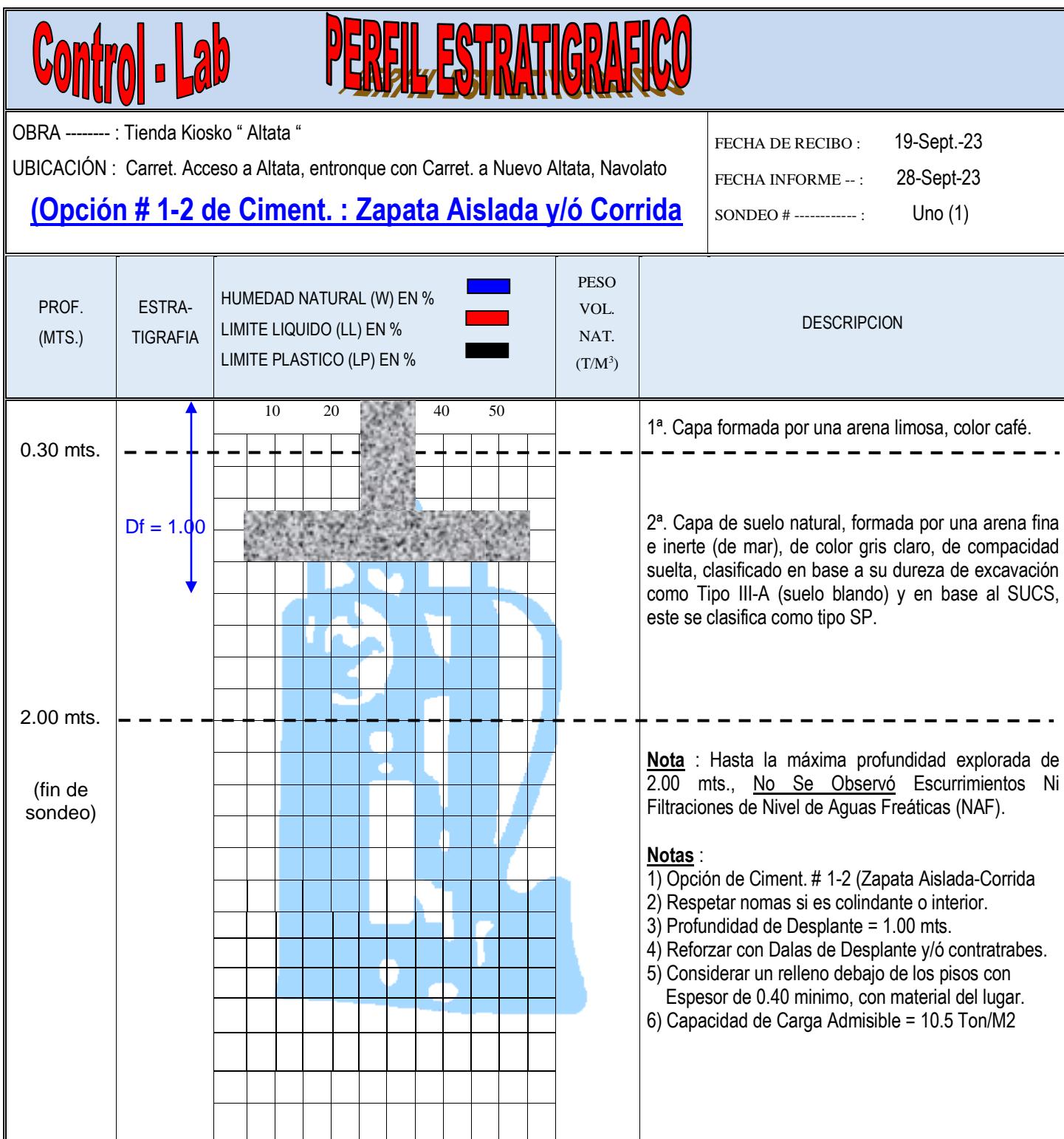




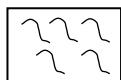
ANEXO # 2

(RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO)

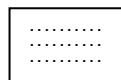




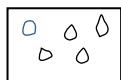
ARCILLA



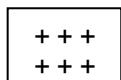
LIMO



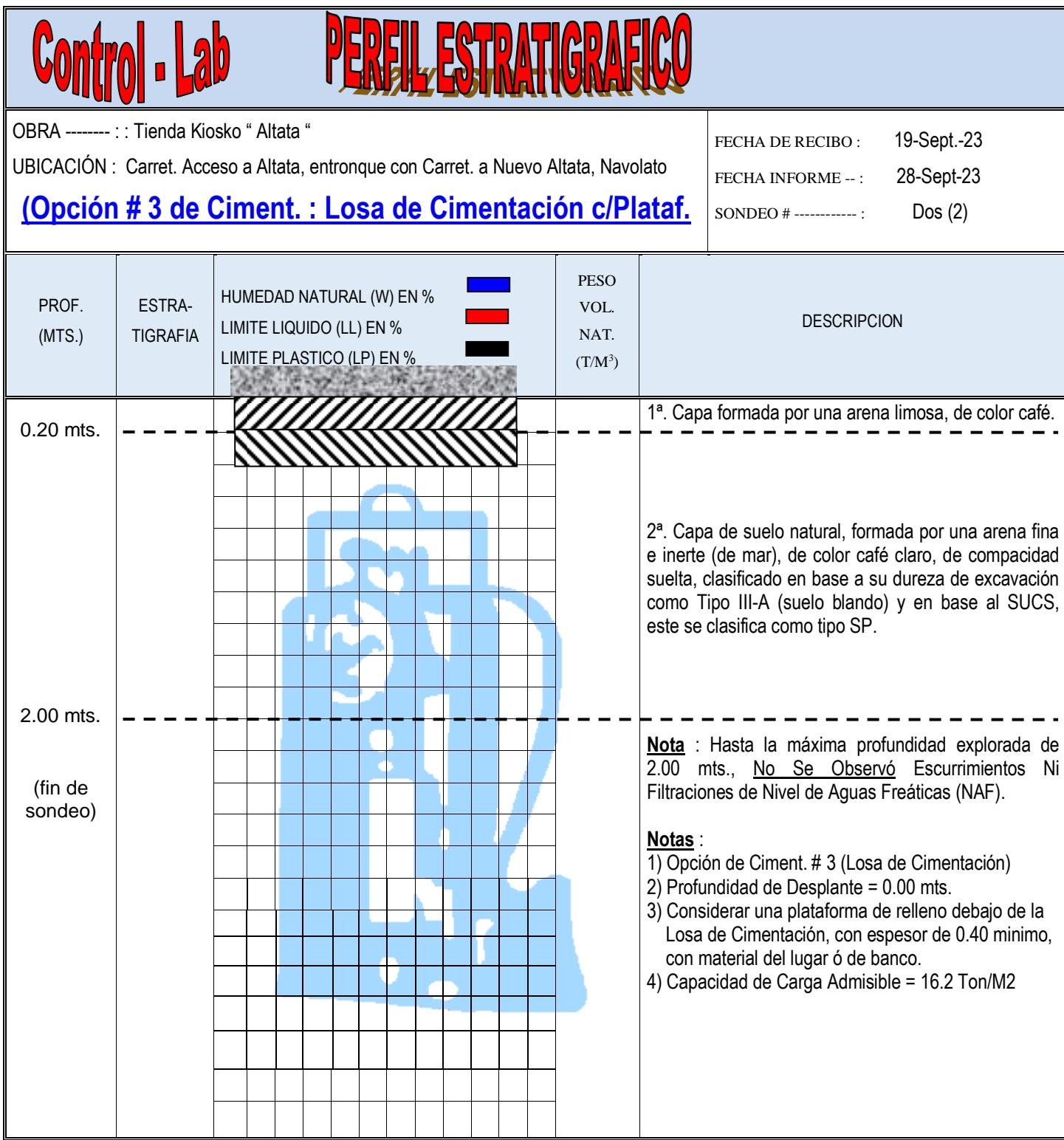
ARENA



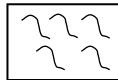
GRAVA



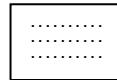
RELLENO



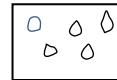
ARCILLA



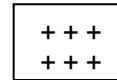
LIMO



ARENA



GRAVA



RELLENO



“INFORME FOTOGRAFICO “ **PCA # 1**



“INFORME FOTOGRAFICO “ PCA # 1 (CONT.)



“INFORME FOTOGRAFICO “ **PCA # 1 (CONT.)**



“INFORME FOTOGRAFICO “ **PCA # 2**

