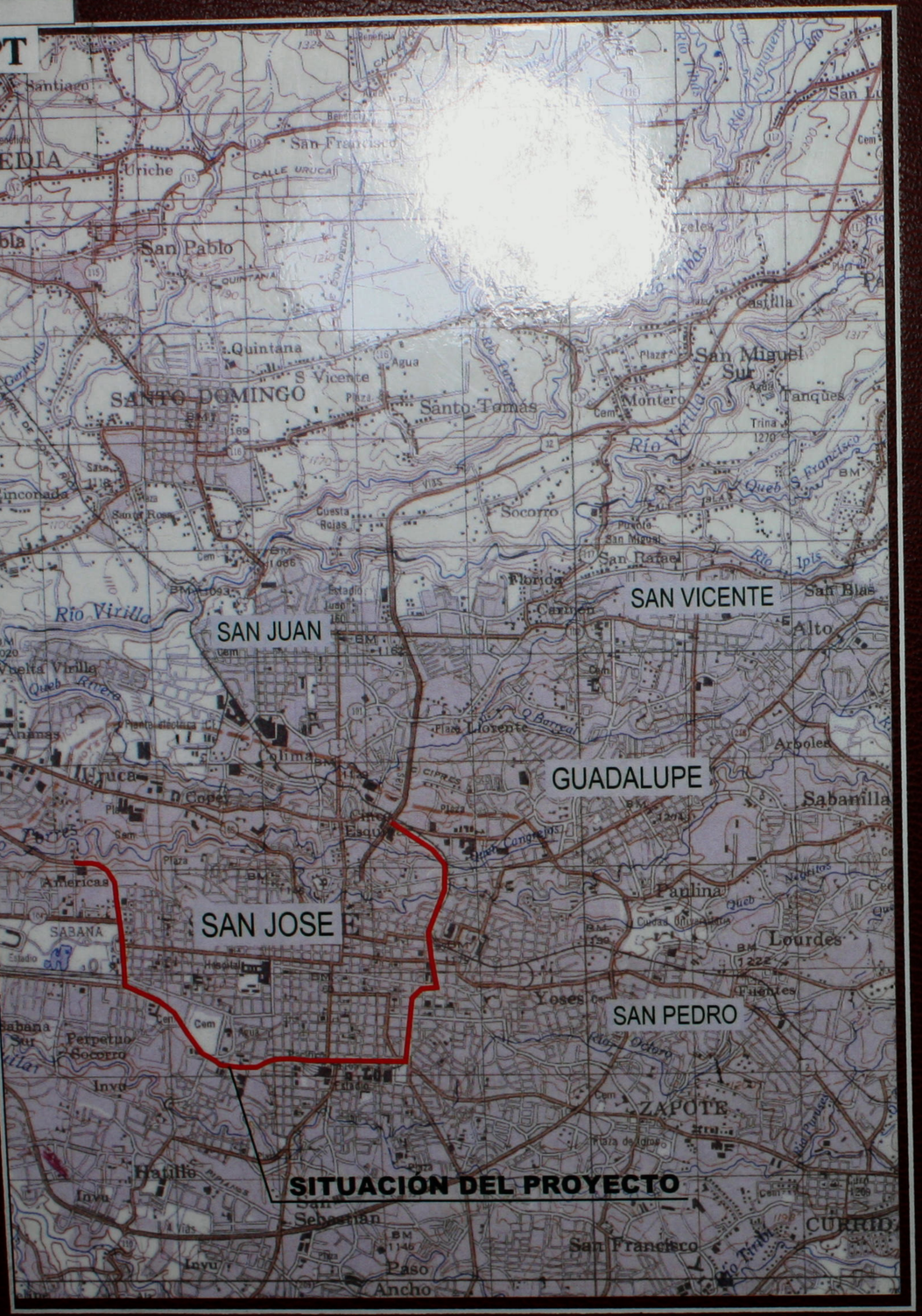
625. 72
G 394 e c / 1
T. III
MOPT



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES

Consejo Nacional de Concesiones

CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES

CLAVE
No. PP 01-99

TÍTULO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO DE TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ

EL INGENIERO DIRECTOR DEL ESTUDIO
EDWIN CÉSAR RODRÍGUEZ AGUILERA

LOS INGENIEROS AUTORES DEL ESTUDIO
PEDRO DANIEL GÓMEZ GONZÁLEZ
JORGE ARTURO CASTRO HERRERA
JOSÉ JAVIER MURUZÁBAL IRIGOYEN

EMPRESA CONSULTORA
GETINSA - NOVOTECNI Y ASOCIADOS

TOMO III

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
Y TRANSPORTES

Consejo Nacional de Concesiones

CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES

CLAVE
No. PP 01-99

TÍTULO:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO DE TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ

EL INGENIERO DIRECTOR DEL ESTUDIO

EDWIN CÉSAR RODRÍGUEZ AGUILERA

LOS INGENIEROS AUTORES DEL ESTUDIO

PEDRO DANIEL GÓMEZ GONZÁLEZ
JORGE ARTURO CASTRO HERRERA
JOSÉ JAVIER MURUZÁBAL IRIGOYEN

EMPRESA CONSULTORA

GETINSA - NOVOTECNI
Y ASOCIADOS

TOMO III

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
República de Costa Rica

7. GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION
Viaductos
República de Costa Rica

7. GEOLOGÍA, PROCEDENCIA DE MATERIALES Y RIESGOS NATURALES

ÍNDICE

1. GEOLOGÍA

- 1.1. Introducción
- 1.2. Método de trabajo
- 1.3. Encuadre geológico regional
- 1.4. Encuadre geomorfológico regional
- 1.5. Encuadre hidrogeológico regional
- 1.6. Historia geológica
- 1.7. Geología del corredor
  - 1.7.1. Grupo volcánico cuaternario
  - 1.7.2. Grupo sedimentario cuaternario
  - 1.7.3. Relleno antrópico

2. PROCEDENCIA DE MATERIALES: APROVECHAMIENTO DE MATERIALES DE LA TRAZA, YACIMIENTOS Y SUMINISTROS.

- 2.1. Metodología empleada
- 2.2. Aprovechamiento de materiales de la traza
- 2.3. Yacimientos
  - 2.3.1. Yacimientos granulares
  - 2.3.2. Yacimientos rocosos. Canteras
- 2.4. Suministros de materiales
  - 2.4.1. Plantas de procesamiento de áridos
  - 2.4.2. Plantas de aglomerado asfáltico en caliente
  - 2.4.3. Plantas de hormigón hidráulico

3. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS NATURALES EN EL CORREDOR

- 3.1. Riesgo volcánico
- 3.2. Riesgo sísmico
- 3.3. Riesgo geológico
  - 3.3.1. Riesgo litológico
  - 3.3.2. Riesgo hidrológico

APÉNDICES

Apéndice 1.- Planos geológicos

- 1.1. Mapa geológico del Gran Área Metropolitana a escala 1:200.000
- 1.2. Mapa geológico de los Mapas Básicos de "Abra" y Río Grande" a escala 1:50.000
- 1.3. Mapa hidrogeológico del Gran Área Metropolitana a escala 1:200.000
- 1.4. Mapa Geomorfológico del Gran Área Metropolitana a escala 1:200.000
- 1.5. Mapa geológico y de situación de puntos de reconocimiento a escala 1:10.000
- 1.6. Perfil geológico con situación de los puntos de reconocimiento a escala 1:5.000
- 1.7. Mapa de riesgo volcánico en el Gran Área Metropolitana de San José a escala 1:200.000
- 1.8. Mapa de riesgo sísmico en el Gran Área Metropolitana de San José a escala 1:200.000

Apéndice 2.- Procedencia de materiales

- 2.1. Mapa de situación de yacimientos, instalaciones de suministros y vertederos a escala 1:50.000
- 2.2. Tabla resumen y fichas de yacimientos
- 2.3. Tabla resumen y fichas de instalaciones de suministros
- 2.4. Reportaje fotográfico de yacimientos
- 2.5. Reportaje fotográfico de instalaciones de suministros

7. GEOLOGÍA, PROCEDENCIA DE MATERIALES Y RIESGOS NATURALES

1. GEOLOGÍA

1.1. Introducción

El presente estudio se ubica dentro de la ciudad de San José de Costa Rica diferenciándose tres ejes principales.

- Eje norte-sur con una longitud aproximada de 1.450 m.
- Eje oeste-este con una longitud aproximada de 3.050 m.
- Eje sur-norte con una longitud aproximada de 2.850 m.

Desde el punto de vista geológico la ciudad de San José se asienta en el Sector Occidental del denominado Valle Central que define una zona deprimida de variada dirección E-O que se sitúa entre dos grandes megaunidades morfotectónicas, una al norte, que define la región tectónica del Arco Interno Volcánico y otra al sur, que define la región tectónica del Arco Externo, dentro del complejo del Arco Isla que constituye el orogeno de América Central Meridional.

1.2. Método de trabajo

En la metodología empleada para la elaboración del presente estudio se pueden diferenciar al menos cuatro fases, que en resumen son las siguientes:

- Fase 1: Recopilación y análisis de la información previa disponible

En esta fase se ha procedido a la recopilación de la información y bibliografía geológico-geotécnica disponible del área metropolitanà de la ciudad de San José, obtenida en diversos organismos dentro y fuera del país.

Posteriormente se realizó un análisis y revisión exhaustiva de la documentación recopilada, centrándose en aquello que podía ofrecer datos concretos para el proyecto.

• Instituciones y organismos de Costa Rica

- Mapas geológicos generales de Costa Rica a escala 1:200.000.
- Mapa geológico de los mapas básicos de "Abra" y "Río Grande" a escala 1:50.000.
- Mapa hidrogeológico del Gran Área Metropolitana a escala 1:200.000.
- Mapa geomorfológico del Gran Área Metropolitana a escala 1:200.000.
- Tesis de Licenciatura publicadas en la Universidad de Costa Rica, en las Facultades de Ingeniería (Escuela de Ingeniería Civil) y de Ciencias (Escuela Centroamericana de Geología).
- Trabajos monográficos publicados en la Revista Geológica de América Central. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica (San José).

• Instituciones y organismos de otros países

Artículos y monografías referentes a aspectos geológicos, geotécnicos y fisiografías, pertenecientes a autores de diversos países publicados en la Revista Geológica de América Central presentes en fondos de instituciones españolas como el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) y la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid.

- Fase 2: Fotointerpretación geológica y localización de puntos de interés

Disponibilidad de fotografías aéreas del área metropolitana de San José a escala 1:40.000, que incluye el corredor del trazado seleccionado, con un ancho de banda suficiente, abarcando toda la longitud del mismo y con la consiguiente distribución de los pares estereoscópicos.

Interpretación fotogeológica inicial con delimitación de las primeras unidades fotogeológicas detectadas, disposición general de los materiales, accidentes tectónicos, zonas de previsibles riesgos geológicos, distribución de la red de drenaje y localización de posibles explotaciones de materiales granulares y rocosos próximas al corredor.

Ajuste comparativo de las unidades fotogeológicas iniciales con las formaciones geológicas regionales cartografiadas en planos a escalas 1:200.000 y 1:50.000.

Establecimiento de un recorrido geológico de campo inicial en el que se incluyan puntos conflictivos con mayor disparidad de criterios entre la interpretación fotogeológica y la cartografía geológica regional; así como puntos de interés (afloramientos, taludes, explotaciones,...), adaptándolo a la disponibilidad viaria del corredor.

Planificación de la campaña inicial de investigación de campo, cuyo número de puntos de investigación y posicionamiento va a depender de la variabilidad litológica de los materiales aflorantes, de la geometría del trazado previsto, características y tipología del proyecto.

- Fase 3: Prospección y trabajos de campo. Toma de datos

Visita al corredor con el fin de caracterizar geológica y geotécnicamente las formaciones litológicas aflorantes delimitando sus contactos y las relaciones entre ellas, para elaborar los planos geológicos en planta y el correspondiente perfil geológico.

Identificación de puntos de interés visual y recopilación de yacimientos granulares y rocosos próximos al trazado, tanto los actualmente en explotación como aquellos abandonados e incluso posibles afloramientos de materiales susceptibles de ser aprovechables y explotados en base a las necesidades de las diferentes unidades de obra definidas en proyecto.

En las explotaciones activas se tomarán datos de la empresa explotadora, propiedad y persona de contacto, así como datos sobre las reservas estimadas, capacidad de producción y características de las instalaciones del procesamiento del material y tipología del producto realizado; así como sobre ensayos de control de calidad del producto terminado y la existencia de planes de aseguramiento de la calidad.

Trabajos de prospección de campo consistentes en una serie de sondeos mecánicos a rotación con recuperación continua de testigo y sondeos continuos tipo SPT, con el fin de caracterizar y encajar los materiales en profundidad, habiéndose estimado profundidades iniciales entre 15 y 25 metros en los primeros y de 10 a 15 m en los segundos.

- Fase 4: Trabajos de gabinete

Esta fase consiste en plasmar los datos obtenidos mediante la bibliografía y recorrido de campo en un documento escrito final, referente a la geología y geotecnia de las formaciones litológicas aflorantes en el trazado, al estudio de materiales del corredor y a las previsiones de préstamos, yacimientos granulares y rocosos. En síntesis consiste:

- Descripción geológica, aspectos estructurales, hidrogeológicos y geotécnicos de cada una de las formaciones litológicas cartografiadas, así como sus relaciones espaciales en la que se incluyen los trabajos de reconocimiento.

- Elaboración del perfil geotécnico del trazado seleccionado a escala adecuada, donde se refleja la disposición de las diferentes formaciones litológicas cartografiadas en profundidad, con la situación de los trabajos de reconocimiento y posicionamiento del nivel freático.
  Para su confeccionamiento final se ha tenido en cuenta, un informe adicional elaborado por el Ingeniero Civil D. Roy Bugantes González elaborado en Julio de 2.000, titulo "Estudio Geotécnico de Prefactibilidad para el Proyecto de Viaducto Urbano en la Ciudad de San José".

- Estudio exhaustivo de los yacimientos granulares y rocosos localizados en función de las necesidades de materiales y su distancia al corredor, en el que se incluye cuadros resumen de las características más relevantes y fichas de cada uno de ellos, así como su ubicación en planos a escala adecuada, acompañado por el correspondiente reportaje fotográfico.

- Descripción y localización de instalaciones de suministro más próximas al trazado, con datos suministrados por la empresa propietaria, así como su situación en planos topográficos a escala adecuada, reportaje fotográfico de cada una de ellas y ensayos de control de calidad suministrados.

1.3. Encuadre geológico regional

El Valle Central está dividido por el Alto de Ochonogo en dos sectores. Un sector oriental y otro occidental que es donde se asienta San José y su área metropolitana.

El Valle Central es un valle intermontano, limitado por la Cordillera Volcánica Central al norte y este, que constituye el Arco Interno Volcánico y al sur y oeste por un lado, por las Cuencas Antearco de Tempique y Temba y por otro por los Montes Aguacate que constituye el Arco Externo, todo ello dentro del Arco Isla evolucionado de la región tectónica de América Central Meridional que constituye el istmo centroamericano meridional.

El valle central presenta una clara dirección E-O que se adentra en el arco interno del sistema Arco Isla de la región tectónica meridional de América Central, que presenta un claro alineamiento NO-SE, separando al norte y noroeste un Arco Interno Volcánico que constituye la Cordillera Volcánica Central y al sur y sureste un Arco Interno Magmático que constituye la Cordillera de Talamanca.

La posición, morfología y tectónica del Valle Central está controlada por dos grandes rasgos tectónicos:

- La Fosa Mesoamericana se trata de un margen activo convergente de placas donde se produce la subducción de la Placa de Cocos bajo el margen oeste de la Placa Caribe, que dio lugar a la formación del Arco Isla evolucionado de la región tectónica de América Central Meridional. Esta inducción, debido a las irregularidades de la placa subducente unido al progresivo acercamiento de las placas Norteamericana y

Suramericana ha provocado la fragmentación del borde occidental de la placa del Caribe originando una serie de grandes bloques tectónicos separados por grandes líneas de fracturas transcurrentes, que en Costa Rica define el denominado Bloque Tectónico Chorotega.

- El Cinturón Deformado de Panamá que corresponde a un límite tectónico compresivo entre la Cuenca de Colombia y el litoral del Caribe del sur y sureste de Costa Rica, que converge hacia el suroeste, transformándose en sistema de falla transcurrente sinestral hacia el interior de Costa Rica. Este sistema de falla transcurrente es el que va a controlar la tectónica reciente del Valle Central de Costa Rica, bordeándolo por el borde y noroeste y también por el sur y sureste a modo de pinza tectónica creando una cuenca deprimida del tipo "pull-apart" en sentido amplio.

El Valle Central corresponde a una depresión intermontana controlada por un sistema de fallamiento transcurrente sinestral, rellena de materiales volcánicos; constituidos por coladas de lavas andesítico-basálticas de la serie calcoalcalina y alcalina, depósitos de tobas e ignimbritas procedentes de avalanchas de tipo nube ardiente, flujos laharios y materiales piroclásticos, de edad cuaternaria que se asientan sobre un complejo volcano sedimentario de edad cretácico superior-terciario, que tiene como focos una reactivación de la actividad ígnea de la Cordillera Volcánica Central en ese periodo.

Durante la última parte del Cuaternario se produce un progresivo levantamiento en toda la región del Valle Central debido a esfuerzos tectónicos comprensivos por la interpretación de las placas de Cocos y Caribe así como movimientos eminentemente de componente vertical en el Sistema de Falla Transcurrente de Costa Rica, lo que provoca el sucesivo encajamiento de la red de drenaje actual, dando lugar a los cañones de los ríos Virilla, Tibas, Torres, María Aguilar y Grande, con depósitos aluviales puntuales lo que denota su marcado carácter erosivo.

1.4. Encuadre geomorfológico regional

El Valle Central es un valle intermontano de construcción volcánica, correspondiente a una cuenca de tipo "pull-apart" en sentido amplio, controlada tectónicamente por el Sistema de Falla Transcurrente de Costa Rica y la interpenetración de las placas de Cocos y Caribe, rellena de una potente serie de materiales vulcano sedimentarios de edad Terciaria y Cuaternaria.

El Alto de Ochomongo divide en dos sectores el Valle Central, asentándose Ciudad de San José y su área metropolitana en el Sector Occidental.

El Sector Occidental del Valle Central presenta elevaciones de 100 a 1.500 m, con una suave inclinación hacia el oeste y suroeste, siendo drenaje hacia el Pacífico por los ríos Virilla y Grande de Tarcoles.

San José y su área metropolitana se asienta en una meseta con cerros suavemente alomados a subtabulares, entre las cotas 1.300 en la parte más oriental y 1.000 m en la occidental, cortadas por profundos valles de encajamiento que corresponden a los ríos María Aguilar al sur y Torres al norte, ambos afluentes del río Virilla.

Las dos unidades geomorfológicas más características del área metropolitana de San José son:

- Valles y cañones de encajamiento de los ríos Torres y María Aguilar

Se trata de valles erosivos de encajamiento que cortan los depósitos piroclásticos, laharios e ignimbríticos del sector occidental del Valle Central, dando lugar a valles muy estre-

chos y de paredes subverticales, de ríos que presentan incluso cursos meandriformes, lo que indica que se trata de morfologías de rejuvenecimiento, debidas al progresivo levantamiento tectónico de la región durante el cuaternario.

- Meseta piroclasto-ignimbrítica occidental

Se trata de un área alargada de dirección E-O, constituida por depósitos piroclásticos, flujos laharios y materiales ignimbríticos de nube ardiente que dan lugar a relieves de morfología subtabular a suavemente ondulada, con una caída progresiva de pendiente desde el este al oeste con altitudes que oscilan en San José desde los 1.300 a los 1.000 m, cortada por los valles erosivos de encajamiento de la red de drenaje actual.

1.5. Encuadre hidrogeológico regional

Dentro de los materiales volcano-sedimentarios que rellenan la depresión intermontana del Valle Central en su sector occidental, la más importante desde el punto de vista hidrogeológico, al aparecer asociados a ellos acuíferos altamente productivos (Acuífero La Libertad, Colina Superior e Inferior, Lavina Superior e Inferior) van a ser las diferentes formaciones de lavas andesítico-basálticas, que van a quedar sellados por depósitos impermeables de tobas e ignimbritas.

En el área metropolitana de San José se pueden diferenciar las siguientes unidades hidrogeológicas informales:

- Unidad hidrogeológica piroclástico-lahárica

Constituida por depósitos de cenizas volcánicas, lahares limoarcillosos (facies fina) y lahares en bloques (facies gruesa), de edad Holocena (Cuaternario).

Se trata de materiales de baja permeabilidad, con drenaje profundo dificultoso, y acuíferos asociados de muy baja capacidad y caudal que varía entre 1-3 l/seg y generalmente contaminados por finos y óxidos.

En San José el nivel freático en esta unidad varía entre profundidades máximas superiores a los 10 m y mínimos inferiores a los 2 m, con medias que varían entre los 3 y 6 metros; aunque en períodos de lluvias máximas podría situarse más próximo a superficie.

Este acuífero va a drenar lateralmente de manera dificultosa a los cauces de los ríos Torres al norte y María Aguilar al sur y sobre él se asienta prácticamente todo el área metropolitana de San José.

- Unidad hidrogeológica ignimbrítico-tobácea

Constituida por depósitos de tobas volcánicas, piroclastos soldados e ignimbritas de edad Holoceno (Cuaternario).

Se trata de materiales impermeables con drenaje profundo muy dificultoso, sin presencia de acuíferos asociados, constituyendo un acuífero regional a modo de nivel de sellado para acuíferos suprayacentes (acuífero Bava Inferior) e infrayacentes (acuífero de La Libertad).

Estos materiales van a aflorar en el área metropolitana de San José, únicamente en las laderas del curso medio-bajo de los valles de encajamiento de los ríos Torres, María Aguilar y Virilla.

1.6. Historia geológica

Pasada la actividad volcánica ocurrida en el sector occidental del Valle Central durante el Mioceno Superior y Plioceno que originó el Complejo Aguacate, andesítico-basáltico. Después de un período de tiempo largo dio inicio otra nueva fase del vulcanismo procedente de la Cordillera Volcánica Central de quimismo alcalino y calcoalcalino que dio lugar a los materiales del Grupo Volcánico Central, durante el tránsito Plioceno-Pleistoceno (Cuaternario), que actualmente solo afloran en los Valles de encajamiento de los ríos Torres, María Aguilar y Virilla. Las lavas andesítico basálticas que afloran en el fondo del río Virilla se les presupone una edad inferior a 30.900 años, con lo que cabe pensar que los materiales Volcánicos del Grupo Central se originaron totalmente durante el Cuaternario.

A partir del Pleistoceno se inició un nuevo período de actividad ígnea con coladas de lavas andesíticas que se alternan con gruesos mantos de tobas, que se extendieron ampliamente, en forma de mantos por todo el valle, con espesores de hasta 100 metros. Estas lavas pudieron haberse derramado a partir de extensas zonas de fracturas localizadas en el norte del valle (Sistema de falla transcurrente sinestral de Costa Rica) y dieron lugar a las denominadas lavas Intracañón que afloran en el fondo de los barrancos de cauce bajo del Virilla y Grande (al oeste del área metropolitana).

Una vez cesada esta primera fase de vulcanismo cuaternario, se instaló en todo el valle una etapa de tranquilidad volcánica, desarrollándose pequeños valles. A favor de estos y en una nueva etapa de vulcanismo, esta vez de carácter ácido, con emisiones de tipo avalanchas de nube ardiente se originaron los depósitos de ignimbritas y tobas que afloran en las laderas del cauce bajo de los ríos Virilla y Grande. Estos materiales volcánicos ácidos rellenaron los valles, emparejando la orografía, dando lugar a un relieve prácticamente subtabular a modo de una gran meseta con ligera inclinación hacia el oeste.

Sobre estos materiales tobáceos e ignimbríticos se desarrolló un paleosuelo que fue posteriormente calcinado por nuevas emisiones lávicas originadas a partir del Holoceno, que afloran en el fondo de los cañones de los ríos Tibas y Virilla (al norte del área metropolitana). En esta nueva fase eruptiva se derramaron menores volúmenes de lavas y las coladas no ocuparon el valle en toda su extensión sino que se desplazaron en direcciones específicas, lo que dio lugar a una topografía abrupta, incluso tapando algunos cauces y dando lugar de manera puntual a depósitos fluvio-lacustres (La Sabana). Durante esta fase de vulcanismo, también se produjeron emisiones de cenizas que aparecen intercaladas entre las coladas de lavas.

Al cesar la etapa eruptiva, se desarrolló una nueva topografía con formas menores y valles de disectación entre coladas. En la parte más al oeste del sector occidental del valle se depositaron, sobre las lavas, grandes avalanchas de lodos hirvientes que dieron lugar a potentes mantos de aglomerados tobáceos, que son los que afloran en el cauce bajo del Virilla.

Se inició una nueva fase de vulcanismo de quimismo ácido, muy explosivo, con grandes avalanchas de nubes ardientes que se desplazaron por el valle proveniente de erupciones de tipo fisural en la Cordillera Volcánica Central, encauzándose hacia el sur a favor de antiguos valles rellenándolos. Estos materiales volcánicos ácidos, consistentes en tobas e ignimbritas, afloran en las laderas de valles de encajamiento de los ríos Torres y María Aguilar.

Una vez terminada la fase de vulcanismo explosivo se produjo una peneplanización del relieve en la zona más occidental donde afloran los depósitos ignimbríticos, mientras que en el centro y en el este, se depositaron las tobas, conservándose un relieve más abrupto e irregular al tratarse de materiales más láviles ante la erosión.

Al final de esta etapa de inactividad sísmica se produjeron grandes avalanchas laháricas procedentes de los relieves de la Cordillera Volcánica Central que se encauzaron por la red de drenaje existente, siendo estos lugares donde estos depósitos alcanzarían un mayor desarrollo vertical, provocando el relleno de los mismos y una peneplanización regional, originando los relieves de morfología tabular a subtabular y cima plana presentes en el sector occidental del valle.

Por último y en fechas muy recientes se originaron menos focos eruptivos en la Cordillera Central, con vulcanismo extrusivo muy explosivo y de carácter básico, con volúmenes de emisión muy importantes que cubrieron toda la zona central y norte del valle, pero siguiendo los contornos del relieve ya establecidos y aun más remarcados con el progresivo encajamiento de la red de drenaje actual.

1.7. Geología del corredor

El Valle Central de Costa Rica es un valle intermontano de constitución esencialmente volcánica, que limita al norte y al este con la Cordillera Volcánica Central.

A su vez, el Valle Central se encuentra dividido en dos sectores por las estribaciones del alto de Ochomogo. Un sector oriental con elevaciones medias de 1500 a 500 m drenado hacia el norte (Atlántico) por el río Reventazón y otro occidental con elevaciones que oscilan entre los 100 y 1500 m de cerros alomados de cima plana o ligeramente ondulada, drenada por los ríos Virilla y Grande hacia el este y sur (Pacífico).

El presente estudio se ubica en el área urbana de San José, en la parte septentrional del sector occidental del valle, con elevaciones que oscilan entre los 1.000 a 1.300 m sobre el nivel del mar, con una ligera pendiente hacia el oeste, drenado por los ríos Torres al norte y María Aguilar al sur, que, discurriendo hacia el oeste desembocan en el río Virilla.

Por otra parte, se trata de materiales muy actuales, ya que los más antiguos corresponden a tobas volcánicas que afloran en el fondo del valle del río Torres, cuya edad estimada es Holoceno (Cuaternario).

Se han podido diferenciar dos grandes grupos de materiales, ambos de edad cuaternaria. Estos son:

- Grupo volcánico cuaternario
- Grupo sedimentario cuaternario

1.7.1. Grupo volcánico cuaternario

Estos materiales constituyen los afloramientos más extensos y continuos en el corredor, formados por materiales extrusivos volcánicos constituidos por tefras piroclásticas finas, y tobas volcánicas, así como depósitos de tipo lahar, procedentes de erupciones y flujos de lodos de los edificios volcánicos de la Cordillera Volcánica Central, que fueron rellenando la depresión intermontana del Valle Central durante todo el cuaternario.

En la literatura geológica regional estos materiales constituyen la parte alta de la secuencia del denominado "Grupo Volcánico Central". Se han podido cartografiar un total de tres (3) formaciones litológicas que se estudian a continuación.

1.7.1.1. Tobas medias-gruesas pumítico-ignimbríticas con limos tobáceos, cenizas finas-gruesas, lapilli fino y fragmentos escoriáceos basalto-andesíticos, localmente aglomerado tobáceo. **QVz**. Cuaternario (Holoceno)

Esta formación presenta afloramientos muy reducidos, localizados en la parte baja de las laderas de los valles de los ríos Torres y María Aguilar, comenzando aproximadamente a la altura de la Autopista del General Cañas, en el barrio Las Américas y del barrio de Sabana Sur, respectivamente.

Litológicamente esta función está constituida por mantos de tobas pumíticas algo ignimbríticas de grano fino a grueso con intercalaciones de tefras piroclásticas, de color marrón claro a gris claro, con tonos anaranjados y rojizos de alteración.

Estos materiales se presentan, por lo general, escasamente soldados, con intercalaciones a veces abundantes de cenizas finas a gruesas y fragmentos piroclásticos andesítico-basálticos tamaño lapilli fino a medio y bloques escoriáceos muy vacuolares. Estos últimos llegan, puntualmente, a formar auténticos mantos de aglomerados tobáceos de color grisáceo y espesor reducido.

El afloramiento de estos materiales que presentan una mejor exposición en superficie y se encuentra próximo al corredor de proyecto (unos 4 kilómetros al norte), se localiza en el tajo de la explotación de la empresa Constructora y Quebradora Arizona, S.L. junto al cauce del río Tibas, en las proximidades de la localidad de Santo Tomás. En la parte media y alta del tajo, estos materiales aparecen de manera muy continua como una tefra pumítica soldada, de color marrón claro a blanquecino, con componentes de tamaño ceniza y lapilli fino con piroclastos, estimándose un espesor total para esta formación de entre 20 a 25 m.

Sobre estos materiales se desarrollan depósitos eluviales de alteración se trata de limos arcillosos algo arenosos de alta plasticidad con fragmentos de rocas volcánicas andesíticas y basálticas aisladas, presentando coloraciones pardas con tonos anaranjados y rojizos.

En cuanto a la resistencia estimada de estos materiales (cuando presentan grado de alteración V a VI), oscila entre blanda a rígida, mientras que para grado de alteración inferior a V puede oscilar entre muy rígida y roca muy blanda (5 a 10 Kg/cm^2).

En la bibliografía correspondiente a la geología regional del sector occidental del Valle Central, estos materiales tobáceos han sido definidos por otros autores como "Miembro La Caja" que corresponde al techo de la "Formación Tiribi".

Esta formación tobácea se la presupone como más probable una edad Holoceno basal (Cuaternario).

Desde el punto de vista estructural, esta formación se apoya sobre las coladas de lavas andesítico-basálticas en suave discontinuidad estructural con paleorrelieve. Se trata de potentes y extensos mantos de tobas y tefra volcánica de espesores decamétricos y gran continuidad lateral, con disposición aparentemente con un ligero buzamiento hacia el sur.

Hidrogeológicamente hablamos de materiales con alta porosidad intergranular pero con una porosidad efectiva muy baja, tratándose de materiales impermeables (limos y tobas finas) a puntualmente semipermeables (tefras y tobas gruesas) poco soldadas, presentando un drenaje profundo por lo general dificultoso, sin apenas transmisión de agua por infiltración a las formaciones infrayacentes, actuando como un acuitardo regional (nivel de sellado de acuíferos suprayacentes). No obstante, asociados a niveles de tobas gruesas poco soldadas y tefras lapillíticas de escorias basálticas podrían aparecer pequeños acuíferos confinados o semi-

confinados, que podrían originar pequeños alumbramientos a media ladera, aunque de escaso caudal de emisión, que pueden llegar a provocar pequeñas inestabilidades.

Como aspectos geotécnicos más destacables cabe señalar que se trata de materiales eminentemente ripables (aunque localmente se podría llegar a ripabilidad marginal), erosionables y alterables.

Respecto a la capacidad de carga en el material intacto a débilmente alterado, ésta varía entre media-alta siendo materiales favorables para el apoyo de terraplenes. En la zona superior de alteración va a ser baja constituyendo materiales poco estables para el apoyo de grandes terraplenes, siendo posiblemente necesarias actuaciones previas para su estabilización con el fin de evitar los efectos de asientos diferenciales a corto y medio plazo.

En lo referente a la cimentación de estructuras reseñables, éstas deberán apoyarse sobre el material con grado de alteración I a IV.

En cuanto al aprovechamiento de estos materiales, en el siguiente cuadro se resume la clasificación del material en base a la establecida en el apartado 6, "Terraplenes" correspondiente al anejo "Geotecnia del Corredor", así como el % de aprovechamiento estimado y la posible utilización; relacionando el tipo de material y el grado de alteración previsto.

TIPO MATERIAL	GRADO DE ALTERACIÓN	CLASIFICACIÓN (según Apdo. 6 "Terraplenes"	% APROVECHAMIENTO ESTIMADO	UTILIZACIÓN
Eluvial limoarcilloso de media y alta plasticidad	V – VI	No apto	20-25	Vertedero
		Apto tipo 1	80-75	Núcleo y cimiento de terraplenes en condiciones hidrogeológicas favorables
Tobas y tefra	IV –V	No apto	10-15	Vertedero
		Apto tipo 1	85-90	Núcleo y cimiento de terraplenes en condiciones hidrogeológicas favorables
Tobas pumíticas y pómez soldadas	I – IV	Apto tipo 1 y 2	70-75	Núcleo y cimiento de terraplenes

En el trazado previsto no se prevé afectar a estos materiales, ni siquiera en las zonas más bajas de la solera de la excavación del túnel.

1.7.1.2. Limos arcillosos y arenosos con fragmentos polimícticos de roca (lahar limoarcilloso: facies fina) y aglomerado/brecha polimíctico limoso y arcilloso (lahar en bloques: facies gruesa). **QVI**. Cuaternario (Holoceno)

Esta formación litológica aflora puntualmente en las laderas de los ríos Torres y María Aguilar y en el fondo de las quebradas Rivera y Ochoro, siendo atravesada por el tazado previsto en el perfil P. 6+620 (Viaducto del río Torres).

Estos depósitos de lahares están constituidos por limos arcillosos y arenosos con proporciones variables de fragmentos de roca y escorias tamaño bolo a bloque, de rocas volcánicas, cuarzo y pedernal, muy heterométricas y mal seleccionadas, que en este sector del Valle Central se encuentran sobreconsolidadas y litificadas hasta poder ser considerado como materiales rocosos.

Cuando predomina la fracción fina limoarcillosa con fragmentos aislados de roca, aparece el lahar limoarcilloso o lahar fino que constituye la facies laháricas finas; por el contrario, cuando lo que predomina es la fracción gruesa (fragmentos de roca) aparece el lahar en bloques que llega a formar un verdadero aglomerado o brecha polimíctica con matriz limoarcillosa y arenosa, constituyendo la facies lahárica gruesa. En ambos casos presentan coloraciones marrones claras a beiges con tonos anaranjados y rojizos de alteración.

Debido a la limitada exposición en superficie de estos materiales y aflorando en las laderas de algunos ríos y fondos de quebradas, van a quedar, por lo general, cubiertos por depósitos piroclásticos finos (cenizas), aunque van a presentar depósitos eluviales de alteración limoarcillosos con arenas y proporciones variables de fragmentos de roca. El espesor de estos depósitos va a ser mayor en el caso de desarrollarse sobre las facies laháricas finas, aunque no van a superar por lo general los 2-4 m.

Presentan un grado de alteración que varía entre III-V, con resistencias estimadas a compresión simple que en las facies fina puede variar entre 2,3 y 5 Kp/cm², mientras que en las facies gruesas puede variar entre 5 y 50 Kp/cm².

La edad estimada que se supone a estos materiales es Holoceno (Cuaternario).

En el sector del Valle Central estos materiales laháricos sobreyacen sobre las tobas pumítico-ignimbríticas, recubriéndolas, presentando el contacto una aparente continuidad litológica pero un marcado paleorelieve.

Se trata de materiales procedentes de avalanchas de lodo de volcanes de la Cordillera Central, que se adaptan al relieve existente y cuyo espesor disminuye progresivamente hacia el centro del valle, pudiendo alcanzar potencias superiores a los 55 m, en zonas de antiguos paleovalles, presentando, en general, una disposición subhorizontal aparentemente con un ligero basculamiento hacia el centro del Valle.

Desde el punto de vista hidrogeológico se trata de materiales esencialmente impermeables, con una porosidad primaria intergranular muy baja, pudiendo presentar cierta porosidad secundaria a favor de la fracturación que permite una cierta percolación del agua de infiltración pero con transmisividades por lo general muy bajas, lo que implica que estos materiales van a presentar acuíferos muy poco significativos y de bajo caudal (entre 1 y 3 l/seg) que por lo general aparecen contaminados por óxidos.

Estos materiales van a actuar fundamentalmente como roca de sellado para acuíferos de formaciones suprayacentes (tefras) e infrayacentes (coladas de lavas).

Geotécnicamente se trata de materiales moderadamente alterables y erosionables y de ripabilidad marginal a no ripables en las facies gruesas (lahar en bloques); mientras en las facies finas (lahar arcillo-limoso) van a ser materiales ripables a ripabilidad puntualmente marginal, erosionables y alterables (suelos limoarcillosos de espesores métricos).

Por lo general, cuando presentan un grado de alteración I a IV son materiales favorables como apoyo de terraplenes y cimentación de estructuras singulares, presentando capacidad de carga alta, no siendo previsible la aparición de asientos diferenciales de magnitudes destacables.

Por lo que se refiere a la previsible utilización de este tipo de materiales, a continuación se incluye un cuadro que hace referencia a este tipo de aspectos.

TIPO MATERIAL	GRADO DE ALTERACIÓN	CLASIFICACIÓN (según Apdo. 6 "Terraplenes"	% APROVECHAMIENTO ESTIMADO	UTILIZACIÓN
Eluvial limoarcilloso con fragmentos de roca dispersos	V – VI	No apto	70-65	Vertedero
		Apto tipo 1	30-35	Cimiento y núcleo de terraplén en condiciones hidrogeológicas favorables
Lahar limoarcilloso (facies fina)	I – IV	No apto	70-65	Vertedero
		Apto tipo 1	30-35	Cimiento y núcleo de terraplén en condiciones hidrogeológicas favorables
Lahar en bloques (facies gruesa)	I – IV	Apto	100	Escollera y pedraplén (todo uno)

En lo referente a los taludes previstos en la posible excavación de estos materiales, su ubicación en zonas topográficamente deprimidas (fondo del valle del río Torres), hace previsible que el trazado previsto vaya a ser salvado mediante terraplenes o estructuras, no habiéndose observado por otra parte taludes excavados sobre ellos.

1.7.1.3. Cenizas finas a gruesas con lapilli y fragmentos de roca (tefra), limos arcillosos y arenosos y arcillas grises. **QVtf**. Cuaternario (Holoceno)

Los afloramientos de esta formación volcánica piroclástica ocupan prácticamente todo el corredor salvo la zona correspondiente al valle del río Torres (P. 6+620), extendiéndose casi en exclusivo en toda la zona del interfluvio definida entre los ríos Torres y María Aguilar que es donde se asienta la mayor parte del núcleo urbano de San José.

Litológicamente esta formación está constituida por cenizas volcánicas de tamaño fino a grueso con lapilli fino y fragmentos escoriáceos de rocas volcánicas (andesitas y basaltos) de tamaño grava a bolo, aislados. Presentan color marrón oscuro con tonos rojizos y anaranjados.

Sobre estos materiales se desarrollan extensos y potentes depósitos eluviales de alteración que en el corredor tienen potencias que varían entre 1,5 y 5 metros, constituidos por limos arcillosos y limos arenosos de plasticidad media a alta con fragmentos de lapillíticos aislados, de coloraciones marrones claras a parduzcas con tonos anaranjados y localmente arcillas grises a veces expansivas, de alta plasticidad, ligadas preferentemente a zonas deprimidas y de pequeñas vaguadas, como aparecen en el corredor entre los perfiles P. 4+100 al P. 4+900, que presentan un espesor que oscila entre 1 y 1,50 m.

Estos materiales volcánicos finos proceden de erupciones de los volcanes de la Cordillera Central (Poas, Barva e Irazú), alcanzando espesores que pueden llegar a superar los 10 metros en la ciudad de San José, aumentando progresivamente hacia el norte y noroeste.

Ésta es la formación más reciente y moderna dentro del grupo volcánico del sector occidental del Valle Central, a la que se ha estimado una edad de Holoceno (Cuaternario).

Al tratarse de depósitos volcánicos de caída, estos recubren y fosilizan los materiales infrayacentes (lahares y tobas), adaptándose al relieve existente, presentando el contacto con las formaciones a las que sobreyace un fuerte paleorelieve. Son materiales con espesores máximos superiores a la decena de metros, en el corredor este puede variar entre los 3,5 y 15 m, con gran continuidad lateral y disposición generalmente subhorizontal, con ligera inclinación hacia el centro del valle.

BIBLIOTECA MOPT

Desde el punto de vista hidrogeológico, son materiales con baja porosidad intergranular, aunque por su tipología de deposición y la presencia de microfisuración de asentamiento, va a permitir cierta circulación del agua en profundidad (drenaje profundo dificultoso) pero con velocidades de transmisividad baja, pudiendo considerarse como materiales semipermeables.

En el área metropolitana de San José se ha detectado el nivel freático a profundidades que oscilan entre 2 y 10 m, muy próximo al contacto con los depósitos de lahares impermeables infrayacentes que actúan como nivel de sellado del acuífero libre que constituye los mantos de cenizas. Este acuífero se recarga con el agua de precipitación y descarga lateralmente a los cauces de los ríos principales (Torres y María Aguilar), aunque su pequeño espesor, moderado volumen, baja transmisividad y la contaminación que presenta, hacen que tenga un escaso interés como reservorio de aguas subterráneas.

Son materiales ripables, fácilmente erosionables y alterables con horizontes edáficos muy extensos y localmente de gran desarrollo vertical.

En condiciones de grado de alteración I a IV estos materiales presentan consistencia rígida a muy rígida, con resistencias estimadas a compresión simple situadas entre 2 y 4 Kp/m², con capacidad de carga media a alta, no siendo probable la aparición de asientos diferenciales destacables, siendo materiales favorables para el apoyo de grandes terraplenes y estructuras singulares. Los depósitos eluviales de alteración limosos y arcillosos tienen, por lo general, consistencia blanda a fina con resistencias estimadas a compresión simple inferiores a 1 Kp/m², presentando capacidad de carga baja que los hace claramente desfavorables para el apoyo de terraplenes y estructuras singulares, siendo muy probable la aparición de asientos diferenciales destacables en los niveles limosos, e incluso podrían aparecer procesos de expansividad ligados a las capas más arcillosas (arcillas grises), con lo que sería necesario plantear tratamientos para contrarrestar estos efectos y cimentar apoyándose en los materiales infrayacentes más resistentes (lahares y tobas).

En la tabla, que a continuación se adjunta, quedan reflejados diversos aspectos relacionados con la posible utilización de este tipo de materiales.

TIPO MATERIAL	GRADO DE ALTERACIÓN	CLASIFICACIÓN (según Apdo. 6 "Terraplenes"	% APROVECHAMIENTO ESTIMADO	UTILIZACIÓN
Limos arcillosos y arenosos con arcillas grises	V – VI	No apto	70-65	Vertedero
		Apto tipo 1	30-35	Cimiento y núcleo de terrapién en condiciones hidrogeológicas favorables.
Tefra (cenizas)	I – IV	No apto	25-30	Vertedero
		Apto tipo 1	70-75	Cimiento y núcleo de terraplén en condiciones hidrogeológicas favorables.

A lo largo de la actual carretera Braulio Carrillo se han inventariado una serie de taludes, cuya altura media es inferior a los 8 metros y sus pendientes que varían entre los 45 y 60°, observándose pequeñas inestabilidades (nivel 1; volumen removilizado < 100 m³), representadas por pequeños deslizamientos superficiales y reptaciones que afectan casi exclusivamente a la cuneta de drenaje del cunetón de pie que pueden llegar a obstruirla.

En base a las inestabilidades observadas serían recomendables taludes inferiores al tipo 1H:1V, con medidas de actuación sobre la superficie procurando su revegetación, así como

medidas centradas sobre el control de drenaje (cunetas de guarda y posible ampliación de la cuneta de drenaje y cunetón de pie).

1.7.2. Grupo sedimentario cuaternario

Este grupo queda representado por materiales detríticos heterométricos y heterogéneos. Por un lado, estos depósitos aparecen asociados a los cauces principales de la red de drenaje actual (ríos Torres y María Aguilar), constituyendo los depósitos aluviales y de fondo de valle y por otro, aparecen desconectados de la red de drenaje actual, con afloramientos puntuales ligados a zonas de laderas, constituyendo los depósitos coluviales, de vertiente y de recubrimiento de laderas.

Este grupo de materiales va a presentar, en este sector del Valle Central, afloramientos menos extensos y representativos que los del grupo volcánico, confirmando su origen volcánico.

Dentro de este grupo se ha podido cartografiar dos (2) formaciones que se desarrollan a continuación.

1.7.2.1. Arenas, arcillas y limos con gravas, bolos y bloques polimícticos. **Qc** Holoceno (Cuaternario)

Los afloramientos más característicos y representativos de esta formación se localizan en áreas puntuales de las laderas de los ríos María Aguilar y Torres.

Litológicamente se trata de depósitos detríticos terrígenos muy heterométricos y heterogéneos en su composición, constituidos por arenas finas a gruesas, limos arcillosos y arenosos de media y alta plasticidad con proporciones variables de fragmentos de roca volcánica subangulosos a subredondeados, tamaño grava gruesa hasta bloques de 1 metro, con coloraciones parduzcas y tonos verdosos y anaranjados cuyo espesor puede ser muy variable desde unos pocos metros hasta decimétrico.

Sobre estos materiales se desarrollan profundos suelos de alteración, con lo que suelen aparecer bastante edafizados en buena parte de su desarrollo vertical en los que predomina la fracción fina de plasticidad elevada con fragmentos de rocas aisladas, con colores parduzcos y tonos anaranjados, de espesor decimétrico hasta de varios metros.

En cuanto a la edad que se les presupone, lo más probable es Holoceno (Cuaternario).

Estructuralmente se trata de materiales sedimentarios de recubrimiento, que fosilizan los materiales volcánicos infrayacentes, adaptándose al relieve preexistente, con espesores métricos y recorridos hectométricos.

Desde el punto de vista hidrogeológico estos materiales pueden variar desde semipermeables a permeables en base a la proporción de finos plásticos, presentando un drenaje profundo aceptable a bueno que transmite por infiltración el agua de precipitación a las formaciones volcánicas infrayacentes.

En puntos de la actual carretera Braulio Carrillo, sobre estos materiales se ha cortado el nivel freático muy próximo a superficie (1,35 m), aunque este acuífero superficial parece estar fundamentalmente asociado a la formación de tobas pumítico ignimbríticas infrayacentes.

En lo referente a aspectos geotécnicos, se trata de materiales ripables con medios mecánicos simples, fácilmente erosionables y alterables, con importante desarrollo vertical de los procesos edáficos.

En general son materiales de consistencia blanda a rígida, con resistencias inferiores a 1 y 1,5 Kp/cm², poco favorables para el apoyo de grandes terraplenes y cimentación de estructuras, siendo previsible la aparición de asientos diferenciales de magnitudes destacadas a corto y medio plazo, lo que haría necesario el planteamiento de medidas estabilizadoras para la consolidación del material que en zonas con nivel freático próximos a superficie, deberían ir acompañadas con medidas para favorecer el drenaje del material.

En el caso de plantearse algún tipo de cimentación significativa ésta debería ser profunda, siendo necesario el apoyo sobre unidades infrayacentes más resistentes.

En la tabla que sigue se reflejan diversos aspectos relacionados con la posible utilización de este tipo de materiales.

TIPO MATERIAL	GRADO DE ALTERACIÓN	CLASIFICACIÓN (según Apdo. 6 "Terraplenes"	% APROVECHAMIENTO ESTIMADO	UTILIZACIÓN
Arenas, arcillas y limos con fragmentos de roca (facies distales)	VI (suelo)	No apto	70-60	Vertedero
		Apto tipo 1	30-40	Cimiento y núcleo de terraplenes en condiciones hidrogeológicas favorables
Arenas, arcillas y limos y fragmentos de roca (facies proximales)	VI (suelo)	No apto	10-20	Vertedero
		Apto tipo 1 (todo uno)	90-80	Cimiento y núcleo de terraplenes en condiciones hidrogeológicas favorables

Por la posición que ocupan los afloramientos de esta formación, en las laderas de los valles de los ríos Torres y María Aguilar, en zonas topográficamente deprimidas, van a ser atravesados mediante terraplenes y estructuras. En el trazado previsto no se han cortado materiales de esta formación.

1.7.2.2. Bolos y gravas con algún bloque, polimícticos con arenas y limos arenosos y arcillosos **Qag** Cuaternario (Holoceno)

Los materiales de esta formación constituyen afloramientos muy estrechos y alargados que ocupan en fondo de los cursos principales de la red de drenaje actual, como los ríos Torres y María Aguilar, correspondientes a los depósitos aluviales y de terrazas aluviales indiferenciadas.

Se trata de materiales detríticos groseros muy heterométricos y heterogéneos composicionalmente, constituidos por bolos y gravas principalmente de basaltos andesíticos, andesitas y más secundariamente de cuarzo y pedernal, redondeados a subredondeados, con algún bloque aislado y arenas gruesas con limos arenosos y arcillas, de coloraciones marrones claras a marrones grisáceas.

Sobre estos materiales apenas se desarrollan formaciones edáficas de interés, al quedar temporalmente cubiertos por el agua en los períodos de máxima precipitación del período de lluvias; no obstante, podrían aparecer suelos arenolimosos con arcillas, y abundantes bolos y gravas, asociados a zonas más elevadas de terrazas aluviales y a los márgenes próximos a las laderas bajas del valle, aunque de escaso desarrollo vertical (espesores decimétricos a métricos) y coloraciones pardo-oscuras.

En cuanto al espesor de estos materiales, no existen cortes adecuados para cuantificarlo con exactitud, aunque en el río Torres pueden observarse espesores visibles entre 1 y 1,5 m.

Ciertas recomendaciones imp. señalar / recomen

Se les supone una edad Holoceno (Cuaternario).

Se trata de materiales cuyo espesor varía entre decimétrico hasta escasos metros, con escasa continuidad lateral, entre decamétrica y hectométrica, constituida por capas y niveles lenticulares a subtabulares que se imbrican y se yuxtaponen lateralmente entre sí, con una disposición horizontal a subhorizontal, con muy ligero basculamiento hacia el cauce.

Desde el punto de vista hidrogeológico son materiales permeables, con alta porosidad intergranular que favorece la infiltración aunque la presencia del nivel freático en superficie hace que el drenaje profundo sea claramente desfavorable predominando por tanto, la escorrentía superficial.

Debido a su escaso desarrollo lateral y vertical, el acuífero libre asociado a estos materiales va a ser de muy escasa relevancia, con volúmenes muy reducidos y con caudales controlados esencialmente por el caudal de los ríos, presentándose por lo general muy contaminados como resultado de la acción humana.

En lo referente a los aspectos geotécnicos más relevantes, se trata de materiales ripables con medios mecánicos simples, fácilmente erosionables y moderada a escasamente alterables.

Se trata de materiales de compacidad suelta a densa en función de la posición del nivel freático, en general favorables para el apoyo de grandes terraplenes, no siendo previsible la aparición de asientos destacables a corto y medio plazo. En el caso de prever algún tipo de cimentación ésta debería ser profunda, debiendo apoyarse sobre las unidades infrayacentes más resistentes.

Por lo que respecta a su aprovechamiento, existen algunas pequeñas explotaciones que utilizan o han utilizado estos materiales para la extracción de árido fino y grueso para la construcción y obra civil en el área metropolitana; tanto natural, como artificial de machaqueo, para la producción de hormigón hidráulico, zahorra natural y artificial y capas superiores del firme; no obstante a los volúmenes reducidos de estos depósitos, se une su sobreexplotación y el elevado impacto ambiental que éstas generan sobre el cauce, llegándose en la actualidad a un agotamiento casi total de las reservas de estos materiales en todo el área metropolitana.

Cabe destacar que el riesgo geológico más importante asociado a las zonas de afloramiento de estos depósitos, va a estar asociado a posibles inundaciones de tipo catastrófico con probables daños sobre bienes e incluso posible pérdida de vidas humanas.

Debido a la ubicación de estos materiales en las áreas topográficamente más deprimidas, hace que vayan a ser atravesados mediante rellenos o estructuras no habiéndose previsto taludes a excavar sobre ellos.

1.7.3. Relleno Antrópico. Ra

Dentro de este grupo se incluyen aquellos materiales que han sido removilizados y tratados "in situ" y aquellos alóctonos de procedencia diversa que han sido retrabajados por la mano del hombre.

Se ha obviado cartografiar la mayor parte de aquellos rellenos del área metropolitana que no están directamente relacionados con las obras de actuación del actual Proyecto. Se observa que la mayor parte de los rellenos asociados corresponden a la plataforma de la vía férrea actual, así como a pequeños terraplenes de pasos superiores de la vía sobre alguna calle, que raramente van a superar los cinco meros de espesor.

Especial relevancia tiene el relleno ubicado en los estribos del actual paso de la vía férrea sobre el río Torres, ubicado entre los perfiles P. 6+400 al P. 6+800, cuyo espesor detectado puede llegar a superar los 15 metros en la zona central del cauce, con medias de 4 a 6 metros, constituido por materiales piroclásticos finos y laháricos, procedentes de una excavación próxima compactados (relleno controlado).

2. PROCEDENCIA DE MATERIALES: APROVECHAMIENTO DE MATERIALES DE LA TRAZA, YACIMIENTOS Y SUMINISTROS

2.1. Metodología empleada

En la metodología empleada para la elaboración del estudio de materiales se pueden diferenciar a grandes rasgos, al menos cuatro fases. En resumen son las siguientes:

FASE 1: Recopilación y análisis de la información previa disponible.

En esta primera fase, se ha procedido a la recopilación de la información y bibliografía geológica disponible de Costa Rica en su conjunto, obtenida tanto en el propio país, como fuera del mismo.

Posteriormente se realiza un análisis y revisión exhaustiva de la bibliografía y documentación disponible, procurando seleccionar preferentemente aquella que incluya el Gran Área Metropolitana de San José. Así se ha podido recopilar la siguiente información disponible al público en general:

- Mapas topográficos generales de Costa Rica a escala 1:50.000 publicados por el Instituto Geográfico Nacional.
- Mapas geológicos generales de Costa Rica a escala 1:200.000, publicados por el Ministerio de Industria, Energía y Minas. Dirección de Geología, Minas y Petróleo. Año 1982.
- Mapa geológico de los mapas básicos de una parte de Abra y Río grande a escala 1:50.000.
- Tesis de Licenciatura publicadas en la Universidad de Costa Rica, en las Facultades de Ingeniería (Escuela de Ingeniería Civil) y de Ciencias (Escuela Centroamericana de Geología).

FASE 2: Fotointerpretación geológica y localización de huecos de explotación.

Disponibilidad de fotografías aéreas a escala 1:40.000 del corredor del trazado seleccionado, con un ancho mínimo de banda aproximado de 1 Km, abarcando toda la longitud prevista del mismo, con la consiguiente distribución de los pares estereoscópicos.

Se ha procedido a la localización de posibles huecos correspondientes a explotaciones de materiales ya existentes.

Posteriormente se establece el recorrido de campo inicial en el que se incluyan aquellos huecos de explotación localizados que parecen en principio más próximos, adaptando a su vez, dicho recorrido de campo a la disponibilidad de vías de comunicación.

A su vez se planifica una campaña inicial de trabajos de campo, cuyo número y posicionamiento va a depender de la variabilidad litológica de los materiales aflorantes a lo largo del trazado, de la geometría del mismo (distribución de zonas en desmonte y terraplén) y de los accesos disponibles, con el fin de determinar el tipo y grado de aprovechamiento de las diferentes unidades litológicas que afloren en el trazado seleccionado.

FASE 3: Prospección y trabajos de campo. Toma de datos.

- Visita de campo a lo largo del corredor del trazado siguiendo los recorridos previamente establecidos, con el fin de localizar y describir los posibles yacimientos previamente seleccionados.

  Se realizan una serie de fichas donde se recopila la información de cada yacimiento granular y rocoso próximos al trazado actualmente en explotación.

  Se plantea una serie de trabajos de prospección de campo a lo largo del corredor del trazado que consiste en sondeos mecánicos a rotación y sondeos SPT continuos. Se incluye también una información bibliográfica adicional de perfiles geológicos del terreno correspondientes a diversos tramos del corredor suministrados por el Ingeniero D. Roy Bogantes; con el fin de caracterizar los diferentes materiales aflorantes en el corredor su distribución espacial y en profundidad y su posible aprovechamiento para las distintas unidades de obra previstas.

FASE 4: Trabajos de gabinete.

Esta última fase consiste a grandes rasgos en plasmar los datos obtenidos en campo en un documento escrito final, referente a la parte correspondiente al estudio de materiales del corredor del trazado y a los yacimientos seleccionados. En síntesis consiste:

- Estudio detallado del posible aprovechamiento de los materiales atravesados en el trazado previsto en base a los trabajos de prospección de campo. De cada trabajo (sondeos mecánicos y SPT continuo) se incluye un corte geológico detallado y su correspondiente descripción litológica. También se recopilan los resultados de los análisis de laboratorio de una serie de muestras recogidas en campo, así como las fotografías de los emplazamientos de los sondeos mecánicos, así como algún emplazamiento de sondeo SPT continuo. Todos los trabajos se sitúan en los planos topográficos correspondientes, teniendo como referencia el trazado seleccionado.

- Estudio de los yacimientos granulares y rocosos localizados, en función a las necesidades de materiales y su distancia al corredor estudiado. Se incluyen tablas con datos de su ubicación, situación actual, reservas estimadas, utilización, actividad, características de las instalaciones de procesamiento del material, maquinaria y equipo disponible. Todo ello se acompaña del correspondiente reportaje fotográfico y de su localización en los planos topográficos correspondientes, teniendo como referencia el trazado seleccionado.
- Descripción y localización de las instalaciones de suministros más próximas al trazado previsto, incluyendo plantas de tratamiento de áridos, hormigones hidráulicos y aglomerado asfáltico, con datos de la empresa propietaria, personas y teléfonos de contacto, características de las instalaciones, datos de proveedores y si están disponibles, ensayos de control de calidad del producto final y de sus componentes, así como su situación en los planos topográficos correspondientes teniendo como referencia el trazado y el reportaje fotográfico de las instalaciones estudiadas.

En los apéndices del presente anejo, se incluye la información disponible sobre los yacimientos granulares, yacimientos rocosos (canteras), instalaciones de suministro localizadas y los datos de los trabajos de prospección de campo distribuido a lo largo del corredor.

anejo = anexo

2.2. Aprovechamiento de materiales de la traza

La campaña de trabajos de campo para el reconocimiento geotécnico del corredor del trazado seleccionado, realizada durante Junio y Julio de 2.000, consta de un total de ocho (8) sondeos SPT continuo y tres (3) sondeos mecánicos a rotación con recuperación continua de testigo.

Las profundidades de los sondeos mecánicos oscilan entre los 15 m (SROT 3) y los 25 m (SROT 1 y SROT 2) y la de los ensayos SPT continuo entre los 4,95 y 12,15 m, intentando por un lado, estudiar la mayor parte de las formaciones litológicas cartografiadas en el corredor y por otro, procurar prospectar los materiales más profundos donde en principio se piensa situar la solera de la excavación del falso túnel prevista en proyecto.

En la tabla adjunta se resumen los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre diferentes muestras procedentes de los sondeos ordenados por número de trabajo. Además se adjunta una serie de datos referentes al posible aprovechamiento de los materiales ensayados para las diferentes unidades de obra previstas en el Proyecto, así como un gráfico de Casagrande donde quedan reflejados los límites de Atterberg de cada una de las muestras ensayadas.

En el Anejo correspondiente a la "Geotecnia del Corredor" se incluye un estudio detallado de cada formación litológica cartografiada.

Los trabajos de prospección se concentran en los depósitos volcánicos de cenizas (QVtf) y en la parte más alta de los materiales de lahar (QVl).

Con el fin de optimizar el aprovechamiento de los materiales procedentes de la excavación de la zona prevista del falso túnel, en el Anejo correspondiente a la "Geotecnia del Corredor" apartado nº 6 "Terraplenes", se han determinado una clasificación con cinco tipos de suelos, definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares como:

- Suelo no apto
- Suelo apto tipo 1
- Suelo apto tipo 2
- Suelo apto tipo 3
- Espaldones

A continuación se comenta los resultados de los ensayos de las muestras procedentes de sondeos mecánicos y SPT continuo realizados, para las distintas formaciones litológicas que afloran en el corredor del trazado.

- En materiales de la formación litológica sedimentaria cuaternaria **Qag** no se ha recogido ninguna muestra, ya que aflora de manera muy puntual en el valle del río Torres, donde se ha previsto la ubicación de una estructura. No obstante, la escasa extensión de los afloramientos y el reducido espesor que presentan, hace que no sea adecuado su posible utilización como materiales de préstamos. A su vez se trata de zonas de cauce de ríos que normalmente constituyen zonas con un elevado impacto ambiental.

- Los materiales de la formación litológica **Qc** no van a ser atravesados directamente por el trazado, encontrándose por lo general asociados a zonas puntuales de las laderas del valle del río Torres. En consecuencia no se ha tomado ningún tipo de muestras para su posterior ensayo en el laboratorio. En el punto 7.2.1. del presente anejo se reflejan aspectos generales referentes al aprovechamiento estimado y tipo de utilización de los materiales de esta formación sedimentaria superficial.

- La formación litológica **QVtf** van a constituir los afloramientos más extensos y continuos en el corredor, ocupando aproximadamente más de un 98% del trazado previsto.

  De un total de 15 muestras ensayadas correspondientes a los sondeos mecánicos y SPT continuos, once (11) correspondientes al grupo QVtf, dentro del mismo, cuatro (4) corresponden a la zona superior de alteración con grado V a VI (QVtfam1) y siete (7) a la zona inferior con grado de alteración III a IV (QVtfam2).

  Los materiales de esta formación volcánica cuaternaria presentan un contenido en finos (ø <0,076 mm ASTM), alto, con valores situados entre el 73,6 y el 96%, con medias entorno al 88%. Por lo que respecta a los valores de los límites de Atterberg, para el límite líquido varían entre el 52,7 y el 98% con medias del 63% y para el índice de plasticidad entre el 13 y el 63%, con medias del 29%. Según la clasificación de Casagrande, estos materiales corresponden a limos de alta plasticidad MH (diez muestras) y arcillas de alta plasticidad CH en la muestra restante.

  Por lo que se refiere a la humedad natural, ésta presenta valores muy altos que oscilan entre el 67,9 y el 40,9%, con medias del 46,7%; en todas las muestras salvo en dos, estos valores de humedad natural están por encima del índice de plasticidad.

  El peso específico de las partículas oscila entre 2,53 y 2,65 T/m³, con un valor medio de 2,606 T/m³. Por lo que se refiere a la densidad natural y a la densidad seca solo se han ensayado cuatro (4) muestras. Los valores de la primera varían entre un máximo de 1,80 y 0,79 T/m³, con valores medios de 1,49 T/m³ y de la segunda, entre 0,48 y 1,28 T/m³, con medias de 1,02 T/m³. El índice de huecos oscila entre 1,42 y 1,07 con un valor medio de 1,21. Estos valores indican materiales volcánicos con gran cantidad de huecos debido a su alta cantidad de poros y vacuolas, con posible presencia de minerales arcillosos de alteración del grupo de la halloysita, que van a dar lugar también a valores altos del límite líquido y bajos del índice de plasticidad.

  En base a todos estos datos, de las 11 muestras ensayadas, 6 muestras (54,5%) se consideran como "suelos no aptos", debido a que presentan valores del límite líquido muy elevados, superiores al 65%, mientras que las 5 restantes (45,5%) son materiales "aptos tipo 1", utilizables para cimiento y núcleo de terraplenes en condiciones hidrogeológicas favorables.

- En los materiales de la formación litológica **Qvl** se han ensayado un total de tres (3) muestras. Presentan unos contenidos en finos muy altos, con máximos del 94,5% y mínimos del 88% (media 90,4%). Los límites de Atterberg en los valores del límite líquido varían entre el 63 y el 81% con una media del 72% y en los del índice de plasticidad entre 11 y 28%, con medias del 20,7%. En base a la clasificación de Casagrande se trata de limos de alta plasticidad (MH).

  Por lo que se refiere a la humedad natural todas las muestras presentan valores muy altos, superando en todos los casos aquella correspondiente al límite de plasticidad. Estos oscilan entre el 65,3% y el 52,3%, con valores medios del 56,1%.

  El peso específico de las partículas presenta valores relativamente altos que oscilan entre 2,60 y 2,64 T/m³, con medias del 2,62 T/m³; mientras que los valores de la densidad natural y densidad seca varían entre 1,60 y 1,50 T/m³ en el primer caso y 0,9 y 1,02 T/m³ en este último caso, presentando valores muy bajos, con respecto a la densidad natural y aun más con respecto al peso específico de las partículas lo que queda reflejado en valores muy elevados del índices de huecos que varía entre

1,90 y 1,58, lo que denota también el carácter vesicular de las partículas que las constituyen y la presencia probable de minerales arcillosos del grupo de la halloysita.

- Los materiales del grupo **QVz** (tobas) van a aflorar únicamente en los puntos más bajos del cauce de los ríos María Aguilar y Torres, relativamente alejados del trazado, no siendo en principio afectados por él, ni incluso a profundidades por debajo de 25 metros, con lo que no han sido muestreados ni ensayados. No obstante en el punto 7.1.1. del presente anejo quedan recogidos los aspectos referentes al aprovechamiento estimado y tipo de utilización de los materiales de esta formación volcánica cuaternaria.

A continuación se adjunta una tabla resumen correspondiente a los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras procedentes de los tres (3) sondeos mecánicos a rotación y de los ocho (8) sondeos SPT continuos realizados, incluyendo el grupo litológico, así como su clasificación y aprovechamiento según el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (P.P.T.P.) recogido en el anejo correspondiente a la "Geotecnia del Corredor", apartado nº 6 "Terraplenes". Hay que tener en cuenta que dicha clasificación se ha realizado sin tener ensayos de compactación ni capacidad portante.

La tabla resumen de ensayos de sondeos SPT continuos y a rotación está ordenada según el número creciente de trabajo realizado.

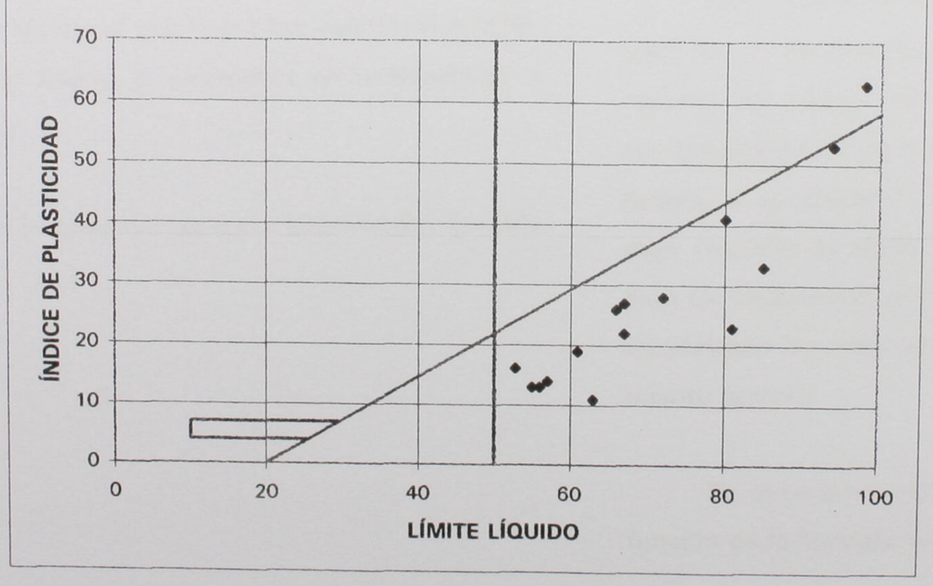
ENSAYOS DE LABORATORIO DE SONDEOS
PROYECTO: VIADUCTOS URBANOS

SONDEO	P-01	P-01	P-01	P-01	P-03	P-05	P-10	P-10	PROT-01	PROT-01	PROT-01	PROT-02	PROT-02	PROT-03	PROT-03
PERFIL	4.600	4.600	4.600	4.600	5.740	7.310	4.270	4.270	5.950	5.950	5.950	6.500	6.500	3.680	3.680
MUESTRA	SPT	SPT	SPT	SPT	SPT	SPT	SPT	SPT	TP	SHELBY	TP	SHELBY	TP	SHELBY	SHELBY
COTA SUPERIOR	3,50	6,50	7,50	9,00	11,00	6,50	1,50	5,00	8,27	9,50	23,50	1,35	18,65	1,05	2,85
COTA INFERIOR									8,85	10,00	25,00	1,80	20,10	1,50	3,30
#4		97,9	99,7		99,7					99,9					
#10	99,6	93,2	99,6	97,7	99,6		99,4	99,6	99,8	99,7					99,0
#40	99,0	91,1	98,6	93,2	98,6	99,0	98,0	97,6	99,2	98,5	99,8	99,0	99,5	99,5	9,7
#200	91,2	83,1	91,9	73,6	91,9	82,5	90,6	88,7	96,1	92,9	94,5	94,9	88,0	79,7	94,0
WL	67	61	94	98	56	53	66	72	55	57	81	67	63	85	80
WP	40	42	40	35	43	37	40	44	42	43	58	45	52	52	39
IP	27	19	53	63	13	16	26	28	13	14	23	22	11	33	41
HUMEDAD NATURAL	48,45		46,06	53,17		41,42	52,33	45,77	40,9	41,5	65,3	45	57,1	64,9	49,4
Sr (%)									100	95,44	89,9	-	95,72	-	92,9
ÍNDICE DE LIQUIDEZ	0,31		0,11	0,29		0,30	0,47	0,06	-0,08	-0,11	0,32	0,00	0,46	0,39	0,25
e (huecos)									1,07	1,13	1,90	-	1,58	-	1,42
Densidad natural (t/m3)									1,80	1,73	1,50	-	1,60	0,79	1,64
Densidad seca (t/m3)									1,28	1,22	0,91		1,02	0,48	1,10
Peso específico (t/m3)	2,53		2,60			2,60	2,62	2,60	2,65	2,60	2,62	2,45	2,64	-	2,64
COMPRESIÓN SIMPLE															
Rp (Kp/cm2)									3,14	1,27	3,91	no	6,15	0,58	0,67
DEFORM. EN ROTURA															
CASAGR.	MH	MH	MH	CH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH
UTILIZACIÓN:	No apto	Apto 1	No apto	No apto	Apto 1	Apto 1	No apto	No apto	Apto 1	Apto 1	No apto	No apto	Apto 1	No apto	No apto
SUCS	MH	MH	MH	CH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH
GRUPO LITOLÓGICO	QVtf(am)1	QVtf(am)1	QVtf(am)2	QVtf(am)2	QVtf(am)2	QVtf(am)2	QVtf(am)2	QVlf	QVtf(am)2	QVtf(am)2	QVlf	Ra	QVlf	QVtf(am)1	QVtf(am)1
OBSERVACIONES															

nº datos	media	máx.	mín.	desviac.
4	99,3	99,9	97,9	0,9
10	98,7	99,8	93,2	2,0
15	92,0	99,8	9,7	22,9
15	88,9	96,1	73,6	6,4
15	70,315	98	52,73	14,295
15	43,438	58	35	6,2075
15	26,8	63,0	11,0	15,2
13	50,1	65,3	40,9	8,2245
5	94,792	100	89,9	3,7388
13	0,21	0,47	-0,11	0,20
6	1,51	1,80	0,79	0,37
11	2,60	2,65	2,45	0,06
6,000	2,62	6,150	0,580	2,20
	-			-

NOTAS: Las clasificaciones se han efectuado sin disponer de ensayos de compactación ni CBR

GRÁFICO DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



2.3. Yacimientos

En los Apéndices del presente Anejo se recopilan los datos disponibles de las posibles zonas de préstamos y yacimientos estudiados. En las tablas adjuntas se resume dicha información.

Se han estudiado un total de tres (3) yacimientos. Han sido localizados en las fotografías aéreas y sólo dos (2), los correspondientes a los yacimientos Yac-1 y Yac-2 aparecen en los planos del corredor del trazado seleccionado a escala 1:5.000.

El conjunto de yacimientos estudiados se encuentra relativamente próximo al trazado seleccionado, a distancias estimadas inferiores a 12 Km. Todos ellos se encuentran actualmente activos y en explotación, aunque el yacimiento nº 10 (**Yc-10**) presenta sus reservas prácticamente agotadas, con extracción puntual y esporádica de material, complementado con otro traído de explotaciones más alejadas. Cabe destacar que todos los yacimientos reflejados presentan instalaciones de procesamiento de áridos, consistentes en quebradores y plantas de clasificación tanto vía seca como húmeda.

En el siguiente cuadro se indica la situación y la procedencia de la información de cada uno de ellos.

YACIMIENTO	COORDENADAS UTM X	Y	Nº HOJA 1:50.000 (NOMBRE	CUADRANTE (Nº)	ORIGEN INFORMACIÓN	LOCALIZACIÓN PLANO 1:10.000 Nº HOJA
Yac-1	528.150 E	217.700 N	3345 I ABRA	NORESTE (1)	FOTO AÉREA	NO
Yac-9	517.900 E	214.400 N	3345 I ABRA	NOROESTE (4)	PLANO TOPOGRÁFICO 1:50.000 "ABRA"	NO
Yac-10	532.300 E	219.100 N	3345 I ABRA	NORESTE (1)	FOTO AÉREA	NO

Únicamente se dispone de reservas fiables en el caso del yacimiento nº 9 (Yc-9). Se trata de un yacimiento con un área de explotación de 20 Ha, habiéndose cuantificado unas reservas de $15x10^6$ m³, fácilmente ampliables ya que el área de explotación se amplía a 60 ha, tratándose de un yacimiento muy grande. Por lo que respecta a los dos yacimientos restantes, el yacimiento nº 10 (**Yc-10**) presenta sus reservas prácticamente agotadas debiendo traer material de otras explotaciones más alejadas y el yacimiento nº 1 (**Yac-1**) presenta un área de explotación próxima a las 5 Ha con frentes de explotación de 45 a 50 m, con lo que en principio las reservas se podrían aproximar a $2,5x10^6$ m³, tratándose también de un yacimiento grande.

En el conjunto de yacimientos estudiados se pueden diferenciar dos grandes grupos en función de la litología del material aprovechable.

Por un lado, existe únicamente un (1) yacimiento granular que explota materiales detríticos del aluvial y terrazas bajas del río Virilla, así como tobas pumítico-ignimbríticas y los dos

(2) restantes explotan materiales vulcano sedimentarios, tobas, ignimbritas, lavas andesítico-basálticas y puntualmente materiales detríticos sedimentarios del aluvial y terrazas del río Virilla.

2.3.1. Yacimientos granulares

Dentro del grupo de yacimientos granulares que explotan materiales detríticos aluviales y de terrazas y puntualmente tobas pumítico-ignimbríticas, solo se ha localizado el yacimiento **Yac-10**, actualmente activo, aunque presenta unas reservas muy escasas, debiendo traerse material complementario de otras explotaciones, no habiéndose estimado oportuno recoger muestras para su posterior ensayo en laboratorio. La empresa explotadora "Quebradores Pedregal" tampoco ha suministrado datos referentes al control de calidad del material.

Actualmente extrae de forma esporádica árido grueso de los materiales aluviales y de las terrazas del río Virilla, complementándose esta producción con árido aluvial de aportación traído de explotaciones situadas en Guapiles a 60 Km de San José, triturándolo para su utilización como árido artificial en hormigón hidráulico y mezclas bituminosas en caliente.

El hueco de explotación generado es susceptible para su posible utilización como vertido de materiales no utilizables generados en la excavación, habiéndose estimado conveniente proponerlo como posible vertedero (**Vert-2**).

2.3.2. Yacimientos rocosos (canteras)

Se han localizado dos (2) yacimientos que explotan en un caso, materiales ignimbríticos, tobas volcánicas, lavas basáltico-andesíticas y puntualmente depósitos detríticos del aluvial y terrazas del río Virilla, en el yacimiento nº 9 (**Yac-9**) y en otro, materiales de coladas de lavas andesítico-basálticas así como tobas volcánicas, en el yacimiento nº 1 (**Yac-1**). En este último caso, el vaciado de la explotación podría ser apto para su relleno y explanación con materiales de rechazo, no aptos para su utilización en las diferentes unidades de obra previstas y que tienen que ser retirados a escombrera, habiéndose propuesto como vertedero para tal fin (**Vert-1**).

En ambos casos se trata de yacimientos que se pueden clasificar en función de las reservas estimadas como grandes, con volúmenes aprovechables superiores a 1×10^6 m³.

- En el yacimiento rocoso nº 1, **Yac-1**, se explotan coladas de lavas andesítico basálticas y tobas pumítico-ignimbríticas. La empresa explotadora "Constructora y Quebrador Arizona, S.A.", no ha suministrado datos de ensayos del material.

  El frente actual de explotación tiene una longitud próxima a los 500 m y una altura media de 45 a 50 m, de los que 20 m corresponderían a las coladas de lavas basáltico-andesíticas y 25 a 30 m a los depósitos de tobas ignimbríticas, estimándose unas reservas totales de $2,5 \times 10^6$ m³, de los que 1×10^6 m³ que correspondería a las lavas y el resto, $1,5 \times 10^6$ a las tobas.

  En base a la litología del material, las lavas andesítico-basálticas van a ser aptas para su utilización como material de trituración para base y subbase granular (zahorra artificial), así como árido grueso para las capas superiores del firme (mezclas bituminosas y árido de capa de rodadura) y para producción de hormigón hidráulico.

  Las tobas pumítico-ignimbríticas cuando aparecen poco soldadas van a ser aptas para su utilización en cimiento y núcleo de terraplenes en condiciones hidrogeológicas favorables, mientras que cuando aparecen soldadas pueden ser materiales utilizables en cimiento y núcleo de terraplenes en condiciones hidrogeológicas desfavorables.

En conjunto estos materiales tobáceos se pueden clasificar como "Apto 1 y 2" según el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares recogido en el anejo de Geotecnia, apartado nº 6 "Terraplenes", utilizables para núcleo y cimiento de rellenos.

- En el yacimiento rocoso nº 9 (**Yac-9**) se explotan materiales diversos constituidos por depósitos vulcano-sedimentarios, ignimbritas, tobas, coladas de lavas andesítico-basálticas y muy puntualmente depósitos aluviales y de terrazas del río Virilla en las inmediaciones de la localidad de San Antonio de Belén. Como en el caso del yacimiento anterior, la empresa explotadora "Corporación Pedregal, S.A." no ha suministrado datos sobre los ensayos de los materiales explotados.
  La superficie explotable actual es de unos 200.000 m² (20 ha), habiéndose estimado unas reservas por parte de la empresa explotadora de unos 15 x 10^6 m³. No obstante, el área a explotar aumentará en breve a 60 ha permitiendo unas reservas útiles para 60 a 70 años de explotación.

  En base a las características litológicas del material, en principio va a ser apto para su utilización como material de trituración para base y subbase granular (zahorra artificial), coronación de terraplenes y explanada, espaldones; así como árido artificial de machaqueo para las capas superiores del firme (aglomerado asfáltico) y hormigón hidráulico.

Las consideraciones generales que cabe destacar como más importantes, referentes al conjunto de yacimientos estudiados son las siguientes:

El yacimiento nº 10 (**Yc-10**) tiene escaso interés debido al agotamiento de sus reservas, aunque sí sería conveniente su utilización como previsible vertedero (**Vert-1**), para el traslado de los materiales de rechazo no utilizables.

Los yacimientos **Yac-1** y **Yac-9** van a ser los más favorables para su utilización como material para obtención de zahorra artificial para base y subbase granular, coronación de terraplenes, espaldones y explanada; así como árido artificial de trituración para hormigón hidráulico y mezclas bituminosas en caliente con unas reservas estimadas conjuntas de 17,5x10^6 m³, lo suficientemente amplias para cubrir las necesidades previstas en el proyecto.

Para la obtención del árido de capa de rodadura para tráfico pesado y drenante va a ser más favorable el obtenido por trituración de las lavas andesíticas del yacimiento Yac-1, al estar más próximo al corredor de proyecto; donde se han previsto unas reservas de aproximadamente 1 x 10^6 m³, que se estiman lo suficientemente amplias para cubrir las necesidades previstas de estos materiales.

En resumen, se puede concluir que las necesidades previstas para las diferentes unidades de obra parecen en principio estar perfectamente cubiertas con el conjunto de yacimientos estudiados, a la vista de las reservas "a priori" estimadas.

Desde el punto de vista medioambiental, el grado de impacto ambiental estimado en el conjunto de los yacimientos estudiados va a ser medio a bajo en el **Yac-9** y medio a alto en los yacimientos **Yac-1** y **Yac-10**. En todo caso no se prevé generar grados de impacto medioambiental considerados como irreversibles, aunque sería conveniente una restauración ambiental que debería preverse durante la fase de ejecución de obra.

A modo de resumen final del estudio de yacimientos, en la siguiente tabla se recogen las necesidades de los distintos tipos de materiales correspondientes a las diferentes unidades de obra previstas en el Proyecto, incluyendo además los yacimientos más recomendables, así como el volumen de reservas estimadas de material disponible para cada tipo de unidad e incluso la previsión de posibles vertederos.

UNIDAD DE OBRA	TIPO DE MATERIAL	YACIMIENTOS RECOMENDADOS	VOLÚMENES ESTIMADOS (m^3)
RELLENOS EN CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS FAVORABLES	DEPÓSITOS DE TEFRA Y LAHARES	MATERIALES DE EXCAVACIÓN (TÚNELES) DEL TRAZADO	>100.000
RELLENOS EN CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS DESFAVORABLES, CORONACIÓN, EXPLANADA Y ESPALDONES	MATERIALES VOLCÁNICOS	Yac-1 y Yac-9	$17,5x10^6$
		MATERIALES DE EXCAVACIÓN (TÚNELES): LAHAR EN BLOQUES	SIN DATO
SUBBASE, CAMINOS DE SERVICIO, ARCENES Y DESVÍOS PROVISIONALES	MATERIALES VOLCÁNICOS	Yac-1 y Yac-9	$17,5x10^6$
HORMIGÓN HIDRÁULICO EN MASA	ROCAS VOLCÁNICAS	Yac-9 y Yac-10	$17,5x10^6$
HORMIGÓN HIDRÁULICO DE ALTA RESISTENCIA	ROCAS VOLCÁNICAS (COLADAS LAVAS)	Yac-1	$1x10^6$
AGLOMERADO ASFÁLTICO	ROCAS VOLCÁNICAS	Yac-1	$1,0x10^6$
AGLOMERADO ASFÁLTICO (CAPA RODADURA)	ROCAS VOLCÁNICAS BASALTO-ANDESÍTICAS	Yac-1	$1x10^6$

A continuación se incluyen las fichas de cada yacimiento y las tablas generales de localización de yacimientos.

PROYECTO VIADUCTOS SAN JOSÉ
TABLA RESUMEN DEL INVENTARIO DE YACIMIENTOS Y PLANTAS DE ÁRIDOS

PUNTO DE INTERES NÚMERO	TIPO DE YACIMIENTO	LITOLOGIA	SITUACIÓN (COORDENADAS X,Y). DIST. (Km) AL CENTRO DE	RESERVAS ESTIMADAS (m3)	UTILIZACIÓN ACTUAL	TIPO DE INSTALACIÓN	CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN	DATOS DE LA EMPRESA	MAQUINARIA Y EQUIPO	APROVECHAMIENTO ESTIMADO	ENSAYOS REALIZADOS
1	Yacimiento Rocoso. **Yac.-1**	Tobas ignimbríticas y lavas andesítico-basálticas. (Cuaternario)	Se ubica al NE de la Hoja ABRA 3345 I 1/50.000. X:528.150; Y:217.700; 8.5 Km.	Sin dato	Se extrae la piedra cuartilla de primera y segunda calidad. Se extrae arena gruesa. Polvo de mezcla 1024 para mezclas asfálticas. Piedra base (cuartilla con arena). Proceso por via seca	Planta de áridos. **Quebrador Nº-1. Posible vertedero (Vert.-1)**	La instalación es un lugar de pequeño tamaño, se encuentra ubicado como a 1 Km de la Ruta 32. Actualmente hay un corte activo, hay cortes de afloramiento no explotados.	Constructora y Quebrador Arizona, S.A. Propietario: D. Jose Angel Alfaro Persona de contacto: D. Jose Luis Chinchilla Tfn.:244-4024	La Planta cuenta con dos quebradores, retroexcavadora, cargadores y vagonetas.	Todo uno: -Cimientos y núcleo de terraplén en cond. hidrogeológicas desfavorables. -Coronación y explanada. -Espaldones. Árido artificial de machaqueo : -Zahorra artificial. -Hormigón hidráulico -Mezclas bituminosas. (Capa de rodadura)	No facilitados
9	Yacimiento Granular. **Yac.-9**	Rocas vulcano-sedimentarias, tobas e ignimbritas y aluvial del río Virilla (Cuaternario).	Se ubica al NO de la Hoja de Abra 1:50.000 en San Antonio de Belén. Coordenadas, X: 517.900, Y: 214.400; 10 Km.	15.000.000. Zona de explotación de 20 ha.	Extracción de arena, polvo de piedra cuartilla (3/4"), cuarta, quinta, 1/2", 1 1/2", 3", 5" y lastre de relleno	Planta de áridos. **Quebrador Nº-9. Posible escombrera**	Se explotan actualmente 20 Ha en Belén	Quebradores Pedregal Propietario: D.Rafael Angel Zamora Persona de contacto: Francisco Jiménez Tfn.: 293-1212 / 239-2511	La Planta cuenta con retroexcavadoras, vagonetas, cargadores, Backhoes, 10 conos marca Norbert 1997, 5 lineas de trituración, 8 primarios y 120 equipos pesados.	Todo uno: -Cimientos y núcleo de terraplén en cond. Hidrogeológicas desfavorables. -Coronación y explanada. -Espaldones. Árido artificial de machaqueo : -Zahorra artificial. -Hormigón hidráulico -Posibles mezclas bituminosas. (Capa de rodadura)	No facilitados
10	Yacimiento Granular. **Yac-10**	Tobas ignimbríticas y aluvial del río Virilla. (Cuaternario)	Se ubica al NO de la hoja de Abra 1:50.000 a 8,5 Km de San José. Coordenadas, X: 532.300, Y: 219.100; 11.5 Km.	Practicamente agotada	Se encuentra en cierre técnico, con proceso de maquina con trituración de arena, polvo de piedra,cuartilla(3/4"), cuarta, quinta.Los agregados provienen de Guápiles. La producción media es de 2000 m3/día.	Planta de áridos. **Quebrador Nº-10. Posible vertedero (Vert.-2)**	En proceso de cierre. Producción intermitente.	Quebradores Pedregal Propietario: D.Rafael Angel Zamora Persona de contacto: Francisco Jiménez Tfn.: 293-1212 / 239-2511	La Planta cuenta con quebrador, 1 primario, 2 conos, 1 secundario, y 1 tractor.	Prácticamente agotada . Piedra para machaqueo de explotación en Guápiles (60 Km de S. José)	No facilitados

ICHAS YACIMIENTOS / INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS

RABAJO: Instalaciones de suministro de piedra y arena cerca de la Ruta 32

INTOS DE INTERÉS No.: 1

YACIMIENTO GRANULAR [ ] **FABRICA DE CEMENTO** [ ]

TUACIÓN: Se ubica al NE de la Hoja ABRA 3345 I 1/50.000

CANTERA [X]

= 528.150
= 217.700

CHA: **21 / 6 / 2000**

PLANTA DE ÁRIDOS [X] **VERTEDERO** [Posible]

OVINCIA: Heredia, Santo Tomás

PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO [ ]

TOGRAFÍAS: PLANTA DE CONCRETO

PLANTA DE CONCRETO [ ]

SCRIPCIÓN SEGÚN ACTIVIDAD:

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

Se extrae la piedra "cuartilla" de primera y segunda calidad

Tobas ignimbríticas y lavas andesítico-basálticas. (Cuaternario)

Se extrae arena gruesa.
Polvo de mezcla 1024 para mezclas asfálticas
Piedra base(cuartilla con arena)
El material se procesa vía seca

MBRE: Constructora y Quebrador Arizona S.A

OPIETARIO: José Angel Alfaro

PRESA: Constructora y Quebrador Arizona S.A

LÉFONO/TELEFAX: 244-4024

RSONA DE CONTACTO: José Luis Chinchilla

TIVIDAD: Extracción de materiales

SERVAS ESTIMADAS (m3): Sin datos.

STALACIONES:

ESCRIPCIÓN)

ugar cuenta con dos quebradores,
roexcabadora,cargadores y vagonetas

OBSERVACIONES:
La instalación es un lugar de pequeño tamaño, se encuentra ubicado como a 1 km de la Ruta 32. Actualmente hay un corte activo, hay cortes de afloramiento no explotados.

FICHAS YACIMIENTOS / INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS

TRABAJO: Instalaciones de suministro de piedra y arena cerca de la Ruta 32

PUNTOS DE INTERÉS No.:9

YACIMIENTO GRANULAR [X] **FABRICA DE CEMENTO** [ ]

SITUACIÓN: Se ubica NO de la Hoja ABRA 1:50.000 en San Antonio de Belén

CANTERA [ ]

X = 517.900
Y = 217.400

FECHA: **3 / 7 / 00**

PLANTA DE ÁRIDOS [X] **VERTEDERO** [Posible]

PROVINCIA: Heredia

PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO [ ]

FOTOGRAFÍAS:

PLANTA DE CONCRETO [ ]

DESCRIPCIÓN SEGÚN ACTIVIDAD:

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

Extracción de arena, polvo de piedra,cuartilla(3/4"),cuarta, quinta, de 1/2",1 1/2", 3", 5" y lastre para relleno.

Rocas vulcano-sedimentarias, aluvial y terrazas del río Virilla, igninbritas y tobas. (Cuaternario).

NOMBRE: Quebradores Pedregal
PROPIETARIO: Rafael Angel Zamora
EMPRESA: Quebradores Pedregal

TELÉFONO/TELEFAX: 293-1212, 239-2511

PERSONA DE CONTACTO: Francisco Jimenéz

ACTIVIDAD: Extracción de agregados

RESERVAS ESTIMADAS (m3): 15 millones

INSTALACIONES:

(DESCRIPCIÓN)
Se cuenta con la siguiente maquinaria:
Retroexcabadoras
Vagonetas
Cargadores
Backhoes

10 conos Marca Norbert 1997

5 líneas de trituración

120 Equipos pesados

OBSERVACIONES:
El agregado es tratado vía seca
La producción es de 9000m3/ día en las tres plantas Belén,Barranca y Nicoya.
Se explotan actualmente 20 Ha en Belén.

Se preve aumentar el área de explotación a 60 Ha, (Reservas estimadas para 80 años)

HAS YACIMIENTOS / INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS

BAJO: Instalaciones de suministro de piedra y arena cerca de la Ruta 32

TOS DE INTERÉS No.:10

YACIMIENTO GRANULAR	X	FABRICA DE CEMENTO	
CANTERA			
PLANTA DE ÁRIDOS	X	VERTEDERO	Posible
PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO			
PLANTA DE CONCRETO			

UACIÓN: Se ubica NO de la Hoja ABRA 1:50.000 a 8.5 km an José.

532.300
219.100

HA: 3 / 7 / 00

OVINCIA: San José

TOGRAFÍAS:

SCRIPCIÓN SEGÚN ACTIVIDAD:

encuentra en cierre técnico, con un quebrador con trituración arena, polvo de piedra,cuartilla(3/4"), cuarta, quinta.Los egados provienen de Guápiles

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

Aluvial y terrazas del río Virilla, tobas ignimbríticas y piroclastos. (Cuaternario)

MBRE: Quebradores Pedregal
OPIETARIO: Rafael Angel Zamora
PRESA: Quebradores Pedregal
ÉFONO/TELEFAX: 293-1212, 239-2511
SONA DE CONTACTO: Francisco Jiménez
TIVIDAD: Trituración de agregados
ERVAS ESTIMADAS (m3): Pácticamente agotadas.

TALACIONES:
SCRIPCIÓN)

cuenta con la siguiente maquinaria:

ebrador
rimario

onos

ecundario

ractor

OBSERVACIONES:

El agregado es tratado vía húmeda

La producción es de 2000m3/ día

2.4. Suministro de materiales

En el área metropolitana de la Ciudad de San José, se han estudiado un conjunto de instalaciones de suministros constituidas por plantas de procesamiento de áridos, plantas de hormigón y plantas de aglomerado asfáltico en caliente, que se sitúan en un radio de acción inferior a 12 Km del eje del trazado de Proyecto. Las instalaciones localizadas son las siguientes:

2.4.1. Plantas de procesamiento de áridos

A unas distancias que oscilan entre 8,5 y 12,5 Km del eje del trazado seleccionado se han localizado tres (3) plantas de procesamiento de áridos. La mayor parte de ellas se trata de instalaciones situadas muy próximas a los frentes de explotación de los cuales se abastecen.

En base a su distribución geográfica, estas instalaciones se agrupan en dos (2) zonas. Éstas son:

* Zona de Santo Domingo-San Isidro, donde se han localizado dos (2) instalaciones de este tipo.

  - Planta de áridos 1 (**Pl. Árido-1**). Situada a 8,5 Km del trazado seleccionado, en el frente de explotación del yacimiento Yac-1, propiedad de la empresa "Constructora y Quebrador Arizona, S.A.".

    Se trata de una planta de clasificación y machaqueo vía seca, de pequeño tamaño, situada a pie de explotación. Presenta dos etapas de machaqueo, produciendo árido artificial de origen volcánico con los siguientes tipos granulométricos: piedra cuartilla de primera (lavas) y de segunda calidad (tobas), arena gruesa, polvo de mezcla 1.024 para aglomerado asfáltico (fíller), cuartilla con arena y piedra base.

    Se provee de material volcánico fragmentario, tobas de la formación QVZ y de coladas de lavas basáltico-andesíticas de la formación QVc, de una explotación propia, inventariada como yacimiento nº 1 (Yac-1), con unas reservas conjuntas estimadas altas de $1x10^6$ m³ y unas reservas de material basáltico-andesítico entorno a los 500.000 m³.

    No dispone del apoyo de ningún laboratorio de control de calidad, quedando esta labor a realizar por parte del contratista.

  - Planta de áridos 10 (**Pl. Árido-10**). Situada a 11,5 Km del trazado previsto, propiedad de la empresa "Corporación Pedregal, S.A.".

    Se trata de una planta de pequeño tamaño, de clasificación y machaqueo vía seca, con una capacidad de producción de 2.000 m³/día. Presenta dos etapas de machaqueo, una primaria con trituradora de dos conos y una secundaria, produciendo árido artificial volcánico con los siguientes tipos granulométricos: polvo de piedra para conglomerado asfáltico (fíller), arena, cuartilla (3,4"), cuarta y quinta.

    Se provee de material volcánico constituido por tobas y depósitos vulcano-sedimentario, así como de material detrítico del aluvial y terrazas de río Chirripó en la zona de Guapiles, en una explotación propiedad de la empresa "Quebrador Chirripó" (**Yac-8**).

    El control de calidad del producto acabado lo realizan en un laboratorio propio denominado "Vieto y Asociados".

* Zona de San Antonio Belén, donde se ha podido localizar una única instalación de este tipo, localizada al sur de San Antonio, a pie de explotación (Yac-9).

- Planta de árido 9 (**Pl. Árido-9**). Situada en las proximidades de San Antonio de Belén, aproximadamente a 10 Km del eje de trazado de Proyecto, propiedad de la empresa "Corporación Pedregal, S.A.".

  Se trata de una instalación de procesamiento de gran tamaño, de clasificación y machaqueo vía seca y húmeda. Presentan cinco líneas de trituración, con seis machacadoras primarias de cono marca Norbert y 4 secundarias. Producen en la actualidad árido volcánico con el siguiente espectro granulométrico: polvo de piedra para aglomerado asfáltico (fíller), arena, piedra cuartilla (3/4"), cuarta, quinta, 1/2", $1^{1/2}$", 3" y 5"; así como lastre para relleno.

  Se provee de material volcánico constituido por tobas, ignimbritas, depósitos vulcano sedimentarios y coladas de lavas basáltico-andesíticas procedente de una explotación propia, inventariada como yacimiento nº 9 (Yac-9), con unas reservas estimadas como altas que rondan los $15x10^6$ m^3.

  El control de calidad del producto acabado lo realiza un laboratorio propio llamado "Vieto y Asociados".

2.4.2. Plantas de aglomerado asfáltico en caliente

A unas distancias medias inferiores a 10 Km del eje del trazado seleccionado se han localizado tres (3) plantas de fabricación de aglomerado asfáltico. Todas ellas se proveen de árido natural procedente de depósitos aluviales, de terrazas y de materiales volcánicos.

- Planta de aglomerado asfáltico 3 (Pl. Agl. Asf.-3). Situada junto al trazado, a la altura del perfil P. 7+000, dentro de la ciudad de San José en el barrio del Tournon, propiedad de la empresa "CONANSA".

  Es una planta automática de tamaño medio-pequeño, con una capacidad de producción de 120 T/h, marca Bach Plan Standart Still 1985. TM-40. Presenta dos (2) tanques de betún de 20.000 galones, uno para acarreo y otro de emulsión y dos (2) tanques de combustible de 6.000 galones.

  Se abastece de árido natural de origen aluvial y terrazas del río Blanco, de una explotación designada como Yac-6, propiedad de la empresa "Quebrador La Esmeralda" en la zona de Guapiles a 60 Km de San José.

  Utiliza betún del tipo AC-20, de la empresa RECOPE.

  El control de calidad del aglomerado y betún lo realiza el laboratorio LANAMME.

- Planta de aglomerado nº 4 (**Pl. Agl. Asf.-4**). Situada en las inmediaciones de San Antonio de Belén, junto a la explotación Yac-9, propiedad de la empresa "Corporación Pedregal, S.A.".

  Es una planta de tamaño grande, con una capacidad de producción de 400 T/h, marca CMI2000 de gas natural. Presenta dos (2) tanques de betún de 30.000 galones y dos (2) tanques de combustible de 6.000 galones.

  Se abastece de materiales volcánicos procedentes de una explotación propia, designada como Yac-9 y también de árido natural de depósitos aluviales y de terrazas del río Chirri-

pó procedente de la empresa "Quebrador Chirripó", designado como Yac-8, situada en el cruce de la carretera a Río Frío a unos 50 Km de San José.

El betún procede de la empresa RECOPE, y el cemento que utiliza es del tipo B1 producido por la empresa costarricense CEMPA.

Posee un laboratorio propio para el control de calidad del producto acabado, tanto del aglomerado como de las emulsiones, llamado "Vieto y Asociados".

- Planta de aglomerado asfáltico 5 (**Pl. Agl. Asf.-5**). Se localiza en el barrio de La Uruca (San José) a 1,5 Km al este del Parque Diversiones, frente al aeropuerto Tobías Bolaños de San José, propiedad de la empresa "Asfaltos MECO, S.A.".

  Es una planta de tamaño medio, con una capacidad de producción de 200 T/h, marca ASTEC-98 de doble barril, con dos tanques de betún de 30.000 galones y un tanque de combustible de 4.000 galones.

  Se abastece de árido natural de origen aluvial y terrazas del río Toro Amarillo, de una explotación designada como Yac-5, perteneciente a la empresa "Quebradores Piedra Grande".

  Utiliza betún del tipo AC-20 procedente de la empresa RECOPE. No se tienen datos del laboratorio de control de calidad del material.

2.4.3. Plantas de hormigón hidráulico

A unas distancias medias inferiores a 10 Km del eje del trazado se han localizado dos (2) plantas de hormigón. Ambas se abastecen de árido natural de origen aluvial y terrazas fluviales.

- Planta de hormigón hidráulico 2 (**Pl. Horm.-2**). Se localiza muy próxima al trazado, a la altura del perfil P. 7+000, dentro de la Ciudad de San José en el barrio del Tournon, perteneciente a la empresa "Concretera Nacional, S.A."

  Esta instalación se abastece de árido natural detrítico del aluvial y terrazas perteneciente a la empresa "Cerro Minas".

  Se trata de una instalación de tamaño pequeño a medio con una capacidad de producción de 75 m^3/h, automática, en vía directa.

  Utiliza cemento de tipo B-1 producido en Costa Rica por la empresa INCSA.

  Tiene un tanque de combustible de 3.000 galones y el mezclador es Besser de 1.980. El agua procede de la red pública de abastecimiento de San José.

- Planta de hormigón hidráulico 3 (**Pl. Horm.-3**). Situada a unos 10 Km del eje del trazado, en las inmediaciones de la localidad de San Antonio de Belén, en el frente de explotación del yacimiento (Yac-9), propiedad de la empresa "Corporación Pedregal, S.A.".

  Se trata de una instalación de tamaño medio, marca Jonson 1.999, eléctrica.

El agua procede de un pozo-manantial propio y utiliza cemento tipo B-1 producido en Costa Rica por la empresa CEMPA.

Esta empresa posee otras instalaciones de procesamiento de hormigón en La Barranca y Nicoya con una producción conjunta de todas elias de 640 m^3/h.

Posee un laboratorio de control de calidad propio del producto acabado y de sus componentes; llamado "Vieto y Asociados".

A continuación se incluyen las fichas de cada instalación y las tablas generales de localización de los principales grupos de instalaciones de suministro, en las que se recogen datos relativos a la empresa propietaria, personas y teléfonos de contacto, tipo de árido y empresas suministradoras, ensayos facilitados y laboratorios de control de calidad de los materiales del producto final acabado.

PROYECTO VIADUCTOS SAN JOSÉ
TABLA RESUMEN DEL INVENTARIO DE YACIMIENTOS Y PLANTAS DE ÁRIDOS

PUNTO DE INTERES NÚMERO	TIPO DE YACIMIENTO	LITOLOGIA	SITUACIÓN (COORDENADAS X,Y). DIST. (Km) AL CENTRO DE	RESERVAS ESTIMADAS (m3)	UTILIZACIÓN ACTUAL	TIPO DE INSTALACIÓN	CARACTERISTICAS INSTALACIÓN	DATOS DE LA EMPRESA	MAQUINARIA Y EQUIPO	APROVECHAMIENTO ESTIMADO	ENSAYOS REALIZADOS
1	Yacimiento Rocoso. Yac.-1	Tobas ignimbríticas y lavas andesítico-basálticas. (Cuaternario)	Se ubica al NE de la Hoja ABRA 3345 I 1/50.000. X:528.150; Y:217.700; 8.5 Km.	Sin dato	Se extrae la piedra cuartilla de primera y segunda calidad. Se extrae arena gruesa. Polvo de mezcla 1024 para mezclas asfálticas. Piedra base (cuartilla con arena). Proceso por via seca	Planta de áridos. **Quebrador Nº-1. Posible vertedero (Vert.-1)**	La instalación es un lugar de pequeño tamaño, se encuentra ubicado como a 1 Km de la Ruta 32. Actualmente hay un corte activo, hay cortes de afloramiento no explotados.	Constructora y Quebrador Arizona, S.A. Propietario: D. Jose Angel Alfaro Persona de contacto: D. Jose Luis Chinchilla Tfn.:244-4024	La Planta cuenta con dos quebradores, retroexcavadora, cargadores y vagonetas.	Todo uno: -Cimientos y núcleo de terraplén en cond. hidrogeológicas desfavorables. -Coronación y explanada. -Espaldones. Árido artificial de machaqueo : -Zahorra artificial. -Hormigón hidráulico -Mezclas bituminosas. (Capa de rodadura)	No facilitados
9	Yacimiento Granular. Yac.-9	Rocas vulcano-sedimentarias, tobas e ignimbritas y aluvial del río Virilla (Cuaternario).	Se ubica al NO de la Hoja de Abra 1:50.000 en San Antonio de Belén. Coordenadas, X: 517.900, Y: 214.400; 10 Km.	15.000.000. Zona de explotación de 20 ha.	Extracción de arena, polvo de piedra cuartilla (3/4"), cuarta, quinta, 1/2", 1 1/2", 3", 5" y lastre de relleno	Planta de áridos. **Quebrador Nº-9. Posible escombrera**	Se explotan actualmente 20 Ha en Belén	Quebradores Pedregal Propietario: D.Rafael Angel Zamora Persona de contacto: Francisco Jiménez Tfn.: 293-1212 / 239-2511	La Planta cuenta con retroexcavadoras, vagonetas, cargadores, Backhoes, 10 conos marca Norbert 1997, 5 lineas de trituración, 8 primarios y 120 equipos pesados.	Todo uno: -Cimientos y núcleo de terraplén en cond. Hidrogeológicas desfavorables. -Coronación y explanada. -Espaldones. Árido artificial de machaqueo : -Zahorra artificial. -Hormigón hidráulico -Posibles mezclas bituminosas. (Capa de rodadura)	No facilitados
10	Yacimiento Granular. Yac-10	Tobas ignimbríticas y aluvial del río Virilla. (Cuaternario)	Se ubica al NO de la hoja de Abra 1:50.000 a 8,5 Km de San José. Coordenadas, X: 532.300, Y: 219.100; 11.5 Km.	Practicamente agotada	Se encuentra en cierre técnico, con proceso de maquina con trituración de arena, polvo de piedra,cuartilla(3/4"), cuarta, quinta.Los agregados provienen de Guápiles. La producción media es de 2000 m3/día.	Planta de áridos. **Quebrador Nº-10. Posible vertedero (Vert.-2)**	En proceso de cierre. Producción intermitente.	Quebradores Pedregal Propietario: D.Rafael Angel Zamora Persona de contacto: Francisco Jiménez Tfn.: 293-1212 / 239-2511	La Planta cuenta con quebrador, 1 primario, 2 conos, 1 secundario, y 1 tractor.	Prácticamente agotada . Piedra para machaqueo de explotación en Guápiles (60 Km de S. José)	No facilitados

TABLA RESUMEN DE SUMINISTROS PLANTAS DE AGLOMERADO ASFALTICO. VIADUCTOS URBANOS DE SAN JOSÉ

TIPO DE PLANTA	TIPO DE INSTALACIÓN/PRODUCCIÓN	ORIGEN DEL ÁRIDO UTILIZADO	DATOS DE LA EMPRESA	TIPO Y ORIGEN DEL BETUN	ORIGEN/TIPO DE CEMENTO	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
PLANTA AGLOMERADO ASFÁLTICO Nº 3 (PLT. AGL. ASF.-3)	Automática 120T/h	Quebrador La Esmeralda (**Yac-6**)(Aluvial y terrazas del río Blanco)	CONANSA Gerente: ING. Gustavo Lora. Jefe de planta o encargado: Alfredo Acosta. Tfno. 222-3322/231-3631	AC-20/RECOPE	NO	Marca Bach Plan Standart Still 1985. TM-40. 2 Tanques de betún de 20000 galones (1 de acarreo 1 de emulsión). 2 tanques de diesel de 6000 galones. Agua procedente de A/A. Laboratorio LANAMME.
PLANTA AGLOMERADO ASFÁLTICO Nº 4 (PLT. AGL. ASF.-4)	Automática 400T/h	Corporación Pedregal (**Yac-9**) Tobas, ignimbritas, lavas y aluvial y Quebrador Chiripó (**Yac-8**) (Aluvial y terrazas del río Chiripó)	Quebradores Pedregal. Propietario: D. Rafael Ángel Zamora. Persona de contacto: Francisco Jimenez. Tfno. 293-1212/239-2511	RECOPE	CEMPA/B1	Planta marca CMI 2000 de gas natural. 2 tanques diesel de 6000 galones. 2 tanques de betún de 30000 galones . Agua de manantial propio.Laboratorio Vieto y Asociados.
PLANTA AGLOMERADO ASFÁLTICO Nº 5 (PLT. AGL. ASF.-5)	Automática. 200 T/h	Quebradores Piedra Grande (**Yac-5**). (Aluvial del río Toro Amarillo)	Asfaltos MECO, S.A. Gerente: Carlos Cerdas Arava. Jefe de planta o encargado: Luis Gutierrez Vargas. Tfno. 291-1135	AC-20/RECOPE	Sin datos.	Planta marca ASTEC 98 de doble barril. 1 tanque diesel de 400 galones. 2 tanques de betún de 30000 galones.

TABLA RESUMEN DE SUMINISTROS PLANTAS DE HORMIGÓN . VIADUCTOS URBANOS DE SAN JOSÉ

TIPO DE PLANTA	TIPO DE INSTALACIÓN/PRODUCCIÓN	ORIGEN DEL ÁRIDO UTILIZADO	DATOS DE LA EMPRESA	TIPO Y ORIGEN DEL BETUN	ORIGEN/TIPO DE CEMENTO	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
PLANTA DE HORMIGÓN Nº 2 (PLT. HORM..-2)	Automática 75 m3/h	Quebradores Cerro Minas (Árido aluvial y de terrazas)	Concretera nacional, S.A. Gerente: Juan Marcos Fernández. Jefe de planta o encargado: Ing. Joge Milanés. Tfno. 286-0717/222-2466. Fax. 226-8179		INCSA/B1	1 Tanque diesel de 3000 galones. Mezclador Besser de 1980. Agua procedente de A/A.
PLANTA DE HORMIGÓN Nº 3 (PLT. HORM..-3)	Automática 640 m3/h (3 plantas)	Quebradores Pedregal (**Yac-9**) (Tobas ignimbritas y aluvial del río Virilla) y Quebrador Chiripó (**Yac-8**) (Aluvial y terrazas del río Chiripó)	Corporación Pedregal Propietario: D. Rafael Ángel Zamora.Jefe de planta: D. Francisco Jimenez. Tfno. 286-0717/222-2466 Fax. 226-8179		CEMPA/B1	Planta marca Johnson 1999 eléctrica. Tienen otras dos (2) plantas en Barranca y Nicoyá. Agua de manantial propio. Laboratorio Vieto y asociados.

HAS YACIMIENTOS / INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS

BAJO: Instalaciones de suministro de piedra y arena cerca de la Ruta 32

TOS DE INTERÉS No.: 1

YACIMIENTO GRANULAR [ ] **FABRICA DE CEMENTO** [ ]

UACIÓN: Se ubica al NE de la Hoja ABRA 3345 I 1/50.000

CANTERA [X]

528.150
217.700

HA: 21 / 6 / 2000

PLANTA DE ÁRIDOS [X] **VERTEDERO** [Posible]

VINCIA: Heredia, Santo Tomás

PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO [ ]

OGRAFÍAS: PLANTA DE CONCRETO

PLANTA DE CONCRETO [ ]

CRIPCIÓN SEGÚN ACTIVIDAD:

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

Se extrae la piedra "cuartilla" de primera y segunda calidad

Tobas ignimbríticas y lavas andesítico-basálticas. (Cuaternario)

Se extrae arena gruesa.
Polvo de mezcla 1024 para mezclas asfálticas
Piedra base(cuartilla con arena)
El material se procesa vía seca

MBRE: Constructora y Quebrador Arizona S.A

OPIETARIO: José Angel Alfaro

PRESA: Constructora y Quebrador Arizona S.A

ÉFONO/TELEFAX: 244-4024

RSONA DE CONTACTO: José Luis Chinchilla

TIVIDAD: Extracción de materiales

SERVAS ESTIMADAS (m3): Sin datos.

TALACIONES:

SCRIPCIÓN)

lgar cuenta con dos quebradores,
excabadora,cargadores y vagonetas

OBSERVACIONES:
La instalación es un lugar de pequeño tamaño, se encuentra ubicado como a 1 km de la Ruta 32. Actualmente hay un corte activo, hay cortes de afloramiento no explotados.

FICHAS YACIMIENTOS / INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS

TRABAJO: Instalaciones de suministro de piedra y arena cerca de la Ruta 32

PUNTOS DE INTERÉS No.:9

YACIMIENTO GRANULAR [X] **FABRICA DE CEMENTO** [ ]

SITUACIÓN: Se ubica NO de la Hoja ABRA 1:50.000 en San Antonio de Belén

CANTERA [ ]

X = 517.900
Y = 217.400

FECHA: 3 / 7 / 00

PLANTA DE ÁRIDOS [X] **VERTEDERO** [Posible]

PROVINCIA: Heredia

PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO [ ]

FOTOGRAFÍAS:

PLANTA DE CONCRETO [ ]

DESCRIPCIÓN SEGÚN ACTIVIDAD:

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

Extracción de arena, polvo de piedra,cuartilla(3/4"),cuarta, quinta, de 1/2",1 1/2", 3", 5" y lastre para relleno.

Rocas vulcano-sedimentarias, aluvial y terrazas del río Virilla, igninbritas y tobas. (Cuaternario).

NOMBRE: Quebradores Pedregal
PROPIETARIO: Rafael Angel Zamora
EMPRESA: Quebradores Pedregal

TELÉFONO/TELEFAX: 293-1212, 239-2511

PERSONA DE CONTACTO: Francisco Jiménéz

ACTIVIDAD: Extracción de agregados

RESERVAS ESTIMADAS (m3): 15 millones

INSTALACIONES:

(DESCRIPCIÓN)
Se cuenta con la siguiente maquinaria:
Retroexcabadoras
Vagonetas
Cargadores
Backhoes

10 conos Marca Norbert 1997

5 líneas de trituración

120 Equipos pesados

OBSERVACIONES:
El agregado es tratado vía seca
La producción es de 9000m3/ día en las tres plantas Belén,Barranca y Nicoya.
Se explotan actualmente 20 Ha en Belén.

Se preve aumentar el área de explotación a 60 Ha, (Reservas estimadas para 80 años)

CHAS YACIMIENTOS / INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS

ABAJO: Instalaciones de suministro de piedra y arena cerca de la Ruta 32

NTOS DE INTERÉS No.:10

YACIMIENTO GRANULAR	X	FABRICA DE CEMENTO	
CANTERA			
PLANTA DE ÁRIDOS	X	VERTEDERO	Posible
PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO			
PLANTA DE CONCRETO			

UACIÓN: Se ubica NO de la Hoja ABRA 1:50.000 a 8.5 km San José.

532.300
219.100

HA: 3 / 7 / 00

OVINCIA: San José

TOGRAFÍAS:

SCRIPCIÓN SEGÚN ACTIVIDAD:

ncuentra en cierre técnico, con un quebrador con trituración rena, polvo de piedra,cuartilla(3/4"), cuarta, quinta.Los egados provienen de Guápiles

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

Aluvial y terrazas del río Virilla, tobas ignimbríticas y piroclastos. (Cuaternario)

MBRE: Quebradores Pedregal
OPIETARIO: Rafael Angel Zamora
PRESA: Quebradores Pedregal

LÉFONO/TELEFAX: 293-1212, 239-2511

RSONA DE CONTACTO: Francisco Jimenéz

TIVIDAD: Trituración de agregados

SERVAS ESTIMADAS (m3):

Pácticamente agotadas.

TALACIONES:
SCRIPCIÓN)

cuenta con la siguiente maquinaria:

ebrador
rimario

onos

ecundario

ractor

OBSERVACIONES:

El agregado es tratado vía húmeda

La producción es de 2000m3/ día

INSTALACIONES DE SUMINISTROS

ESTIONARIO A REALIZAR PARA LAS DIFERENTES INSTALACIONES A VISITAR

ANTAS DE CONCRETO ASFALTICO N° 3

bre de la empresa:	CONANSA			
bre Gerente General:	Ing.Gustavo Lora			
bre Jefe de Planta y/o encargado:	Alfredo Acosta			
fono contacto oficina:	222-3322			
fono contacto planta:	231-3638			
ero de telefax:	223-2123			
o de instalación:	Automática	X	Manual	
ero de tanques de diesel :	2(Acarreo y Emulsión) 2 (1		Capacidad en galones:	6000
ca BACH PLAN Estándar Still 1985 TM40	acarreo 1	Produce		
nques de betún:	emulsión)	120T/hora	Capacidad en galones:	20000
zación cemento:	SI:	NO: X	Tipo de cemento:	
resa cemento:			País:	
edencia del agua:	A / A			
de betun:	AC-20		Procedencia del betun:	RECOPE
			País:	Costa Rica lo importa
de árido:	Natural		Litología:	Aluvial del río Blanco.
	Machacado:	X		
edencia del árido:	Ajena:		Empresa suministradora:	
	Propia:	X	Quebrador La Esmeralda	**Yac-6**
de filler:	Propio:		Litología Filler:	
	Ajeno:			

bre de empresa suministradora:

grafías de las instalaciones:	SI: X	NO:
se enviarán posteriormente	SI:	NO:
ación de las instalaciones en plano 1:50.000:		X

Se ubica en Calle Blancos detrás de la Concretera Nacional en San José. Hoja 3345 I "Abra"

rvas estimadas de la explotación en m3:	600000 a 650000
rficie explotable en m2:	

ación de la explotación en plano 1:50.000:	SI: X	NO:

Se ubica junto al río Blanco Hoja 3446 IV "Guapiles"

ero de frentes de explotación:	1			
logía:	Aluvial y terrazas río Blanco.			
sor(m) del suelo:		1	2	3
		Longitud(m)	5000	
grafías frente explotación:	SI:	NO:	Profundidad(m)	1.5		
			Ancho(m)	50		
oratorio control de calidad:	SI: X	NO:	Ensayos suministrados	SI:	NO: X
bre del laboratorio:	LANAMME				

INSTALACIONES DE SUMINISTROS

CUESTIONARIO A REALIZAR PARA LAS DIFERENTES INSTALACIONES A VISITAR

PLANTAS DE CONCRETO ASFALTICO N° 4

Nombre de la empresa:	Corporación Pedregal			
Nombre Gerente General:	Rafael Angel Zamora			
Nombre Jefe de Planta y/o encargado:	Francisco Jiménez			
Teléfono contacto oficina:	293-1212			
Teléfono contacto planta:	293-1212			
Número de telefax:	239-2511			
Tipo de instalación:	Automática	X	Manual	
Marca CMI 200 de gas, produce 400 T/h Número de tanques de diesel :	2		Capacidad en galones:	6000
Número de tanques de betún:	2		Capacidad en galones:	3000
	SI:	NO:		
Utilización cemento:	X		Tipo de cemento:	Tipo B1
Empresa cemento:	CEMPA		País:	Costa Rica
Procedencia del agua:	Manantial			
Tipo de betun:			Procedencia del betun:	RECOPE
				Costa Rica lo importa
			País:	Costa Rica lo importa
Tipo de árido:	Natural		Litología:	Volcánico y sedimentario
	Machacado:	X		**Yac-9**
Procedencia del árido:	Ajena:		Empresa suministradora:	
	Propia:	X	Quebrador Chiripó	**Yac-8**
Tipo de filler:	Propio:	X	Litología Filler:	
	Ajeno:			
Nombre de empresa suministradora:	Pedregal			

Fotografías de las instalaciones:	SI: X	NO:
Situación de las instalaciones en plano 1:50.000:	X	

Se ubica a 1 km al este del centro de San Antonio de Belén en la provincia de Heredia. Hoja 3345 I "Abra"

Reservas estimadas de la explotación en Ha:	Aprox. 15x10 E6
Superficie explotable en Ha:	20 ha. Se preven 60 Ha (Reservas para 80 años)

Situación de la explotación en plano 1:50.000:	SI: X	NO:

Se ubica a 1 km al este del centro de San Antonio de Belén en la provincia de Heredia. Hoja 3345 I "Abra"

Número de frentes de explotación:	2					
Litología:	Volcánico (propio) Sedimentario (ajeno)			1	2	
Espesor(m) del suelo:			Longitud(m)	100	100	
Fotografías frente explotación:	SI: X	NO:	Profundidad(m)	50	50	
			Ancho(m)	50	50	
Laboratorio control de calidad:	SI: X	NO:	Ensayos suministrados	SI:	NO: X	
Nombre del laboratorio:	Vieto y Asoc.					

INSTALACIONES DE SUMINISTROS

STIONARIO A REALIZAR PARA LAS DIFERENTES INSTALACIONES A VISITAR

NTAS DE CONCRETO ASFALTICO Nº 5

bre de la empresa:	Asfaltos MECO S.A.
bre Gerente General:	Carlos Cerdas Araya
bre Jefe de Planta y/o encargado:	Luis Gitierréz Vargas
ono contacto oficina:	291-1135
ono contacto planta:	291-1135
ero de telefax:	291-1135

o de instalación: Automática X Manual

a: Marca ASTEC 98 de doble barril Número

nques de diesel : 2 Capacidad en galones: 6000

ero de tanques de betún: 2 Produce 200T/h Capacidad en galones: 30000

SI	NO
	X

zación cemento: Tipo de cemento:

resa cemento: País:

edencia del agua: A/A

de betún: AC-20 Procedencia del betún: RECOPE

País: Costa Rica lo importa

de árido: Natural (Río) Litología: Aluvial y terrazas del río Toro Amarillo

Machacado: X

edencia del árido: Ajena: X Empresa suministradora:

Propia: X Quebradores Piedra Grande **Yac-5**

de filler: Propio: Litología Filler:

Ajeno:

bre de empresa suministradora:

SI	NO
X	

grafías de las instalaciones:

SI	NO

ción de las instalaciones en plano 1:50.000: Se ubica enfrente del aeropuerto Tobías Bolaños en La Uruca a 1.5 Km al oeste del Parque de Diversiones. Hoja 3345 I "Abra"

rvas estimadas de la explotación en m3: Estimadas en 250000-300000

rficie explotable en Ha: 9

SI	NO
X	

ción de la explotación en plano 1:50.000: Hoja 3446 IV "Guapiles"

ero de frentes de explotación: 2

ogía:	Aluvial y terrazas del río Toro Amarillo	1	2	
sor(m) del suelo:	Longitud(m)	1800	1800	
grafías frente explotación:	Profundidad(m)	1.5	1.5	
	Ancho(m)	50	50	

SI	NO
X	

SI	NO

ratorio control de calidad: Ensayos suministrados

SI	NO
	X

bre del laboratorio:

INSTALACIONES DE SUMINISTROS

ESTIONARIO A REALIZAR PARA LAS DIFERENTES INSTALACIONES A VISITAR

LANTAS DE CONCRETO N° 2

mbre de la empresa:	CONCRETERA NACIONAL S.A.
mbre Gerente General:	Juan Marcos Fernández
mbre Jefe de Planta y/o encargado:	Ing. Jorge Milanés
léfono contacto oficina:	286-0717
léfono contacto planta:	222-2466
ímero de telefax:	226-8179

ipo de instalación: Automática X Manual

ímero de tanques de diesel : 1 Capacidad en galones: 3000

ezclador Besser de 1980, produce 75m3/h Capacidad en galones:

	SI	NO
tilización cemento:	X	

Tipo de cemento: Tipo 1

mpresa cemento: INCSA

País: Costa Rica

rocedencia del agua: A y A

ipo de betun: Procedencia del betun:

País:

ipo de árido: Natural Litología: Aluvial y terrazas del río Amarillo

Machacado: X

rocedencia del árido: Ajena: X Empresa suministradora:

Propia: Quebradores Cerro Minas **Yac-5**

ipo de filler: Propio: Litología Filler:

Ajeno:

lombre de empresa suministradora:

	SI	NO
otografías de las instalaciones:	X	
lota se enviarán posteriormente	SI	NO

Se ubica en Calle Blancos en San José, tienen plantas en Alajuela, Pavas, Guanacaste, Belén, Caldera y Grecia. Hoja 3345 I "Abra"

ituación de las instalaciones en plano 1:50.000: X

eservas estimadas de la explotación en m3: Sin datos.

uperficie explotable en m2:

SI	NO
	X

ituación de la explotación en plano 1:50.000:

lúmero de frentes de explotación:

itología:

spesor(m) del suelo:

	1	2	3
Longitud(m)			
Profundidad(m)			
Ancho(m)			

	SI	NO
otografías frente explotación:		X
aboratorio control de calidad:	SI	NO
	X	

Ensayos suministrados	SI	NO
		X

lombre del laboratorio:

INSTALACIONES DE SUMINISTROS

CUESTIONARIO A REALIZAR PARA LAS DIFERENTES INSTALACIONES A VISITAR

PLANTAS DE CONCRETO N° 3

Nombre de la empresa:	Corporación Pedregal
Nombre Gerente General:	Rafael Angel Zamora
Nombre Jefe de Planta y/o encargado:	Francisco Jiménez
Teléfono contacto oficina:	293-1212
Teléfono contacto planta:	293-1212
Número de telefax:	239-2511

Tipo de instalación: Automática X Manual

Planta de concreto es eléctrica marca Johnson 1999 tienen tres plantas(Belén,(la n° 2) Barranca, y Nicoya) en conjunto ,640m3/h. N° de tanques diesel:

Capacidad en galones:

Número de tanques de betun:

Capacidad en galones:

	SI	NO
Utilización cemento:	X	

Tipo de cemento: BI

Empresa cemento: CEMPA

País: Costa Rica

Procedencia del agua: Manantial.

Tipo de betun: Procedencia del betún:

País:

Tipo de árido: Natural Litología: Volcánico, aluvial terrazas del río Chiripó

Machacado: X

Procedencia del árido: Ajena: Empresa suministradora: Pedregal **Yac-9**

Propia: X y Quebrador Chiripó **Yac-8**

Tipo de filler: Propio: Litología Filler:

Ajeno:

Nombre de empresa suministradora: Pedregal

	SI	NO
Fotografías de las instalaciones:	X	

Situación de las instalaciones en plano 1:50.000: X

Se ubica a 1 km al este del centro de San Antonio de Belén en la provincia de Heredia. Hoja 3345 I "Abra"

Reservas estimadas de la explotación en m3: Aprox. 15x10

Superficie explotable en Ha. 20 ha Se preven 60 (Reservas para 80 años)

	SI	NO
Situación de la explotación en plano 1:50.000	X	

Se ubica a 1 km al este del centro de San Antonio de Belén en la provincia de Heredia. Hoja 3345 I "Abra"

Número de frentes de explotación: 2

Litología:

Espesor(m) del suelo:

	1	2	
Longitud(m)	100	100	
Profundidad(m)	50	50	
Ancho(m)	50	50	

	SI	NO
Fotografías frente explotación:	X	
Laboratorio control de calidad:	SI	NO
	X	

Ensayos suministrados	SI	NO
		X

Nombre del laboratorio: Vieto y Asoc.

3. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS NATURALES EN EL CORREDOR

En el área urbana de San José, donde se ubica el corredor se han estudiado aquellos riesgos naturales que podrían interferir en mayor o menor medida en el proyecto a realizar. Los riesgos naturales estudiados son los siguientes:

- Riesgo volcánico
- Riesgo sísmico
- Riesgo geológico

3.1. Riesgo volcánico

La ciudad de San José se encuentra en el sector occidental del Valle Central, quedando limitada al norte y noreste por la Cordillera Volcánica Central.

Los macizos volcánicos más próximos a la ciudad, son los macizos correspondientes a los volcanes Irazu (3.432 m) y Turrialba (3.329 m), situados a 25-35 Km al este y el del volcán Barva (2.906 m) a unos 21 Km al norte de la ciudad, respectivamente.

A continuación, se incluye un cuadro en el que se detallan las últimas erupciones de los volcanes Irazu, Turrialba y Barva en tiempos históricos.

EDIFICIO VOLCÁNICO	AÑO	TIPO DE ERUPCIÓN	OBSERVACIONES
Irazu (3.432 m)	1939-1940	Estromboliana freato-magmática	Proyección de ceniza y dispersión hacia oeste y suroeste (área metrópolitana)
	1963-1965	Estromboliana, vulcaniana y freatomagmática	Proyección de cenizas con dispersión al oeste y suroeste que afectó de manera muy importante al sector occidental del Valle Central. Flujos lahárico destructivos en el sector oriental (área de Cartago)
	1965-actualidad	Fumarólica	Fumarolas menores en cráter de baja temperatura. Actividad sísmica en cráter e inmediaciones
Turrialba (3.329 m)	1864-1866	Estromboliana, vulcánica, freática y freato-magmática	Oleadas de lavas, flujos piroclásticos y proyección de ceniza al Valle Central
	1866-actualidad	Fumarólica	Fumarolas de baja temperatura (90°C) en el cráter. Solfataras (depósitos de azufre)
Barva (2.906 m)	ÉPOCA HISTÓRICA	INACTIVO/FUMARÓLICA	Sin actividad en tiempo histórico. Emisión de colador de lavas (Los Ángeles y Guaraní) cuyas edades deben ser de varios miles de años

En base a los datos obtenidos en el "Mapa de Amenaza Volcánica de la Gran Área Metropolitana", incluido en el Atlas Geológico del Gran Área Metropolitana de Costa Rica en el año 1.993, de la Escuela de Geología de la Universidad de Costa Rica, el corredor de estudio presenta riesgo de caída de cenizas procedentes de los Volcanes Irazú y Turrialba, debiendo considerarse como un riesgo moderado al menos a corto y medio plazo, pues estos edificios volcánicos no presentan actividad desde el año 1.965 (Irazú). De todos modos este fenómeno no afecta de manera importante al diseño de la carretera objeto de estudio.

En los apéndices en el presente anejo se incluye un mapa de riesgo volcánico de la Gran Área Metropolitana de San José a escala 1:200.000.

3.2. Riesgo sísmico

El Valle Central es una cuenca intermontana rellena de material vulcano-sedimentario, así en sus bordes más septentrionales predominan los materiales volcánicos terciarios y cuaternarios procedentes de los edificios volcánicos de la Cordillera Central, mientras que en el borde meridional predominan los depósitos sedimentarios terciarios y cuaternarios.

En la evaluación del riesgo sísmico hay que considerar una serie de aspectos como la profundidad del sustrato rocoso competente, el tipo y consistencia de los suelos y profundidad del nivel freático (grado de saturación del material), tipo de fuentes generadoras de sismos y la profundidad del sismo.

En el corredor del proyecto afloran niveles de materiales piroclásticos blandos constituidos por cenizas volcánicas con espesores que oscilan entre los 5 y 15 m, que se apoyan sobre depósitos laháricos que por lo general presentan una zona superior poco consolidada, con espesor medio de 2 a 10 m, a lo que se une un nivel freático que se sitúa entre los 2 y los 12 m. En ambos casos la velocidad de la onda cortante va a oscilar entre los 250 y 300 m/s en los primeros y 800 a 1.200 m/s en los segundos, tratándose por tanto "a priori" de materiales con una susceptibilidad de amplificación sísmica importante, pero el moderado espesor que presentan, entre 7 y 25 m, hasta la aparición del sustrato rocoso considerado competente, es muy inferior a los 50 m que es considerado como nivel umbral de riesgo alto, minimizándose de manera destacada el rango de susceptibilidad de amplificación sísmica, aminorando en gran medida sus efectos.

En la siguiente tabla se incluyen datos referidos a los períodos de amplificación sísmica de suelos en diferentes zonas del área metropolitana de San José.

SITUACIÓN	ESPESOR DE SUELO ARCILLA/LIMO (m)	ACELERACIÓN MÁXIMA (g)	PERÍODO FUNDA. DE OSCILACIÓN (s)	AMPLIFICACIÓN MÁXIMA	PERÍODO PREDOMINANTE	TERREMOTO USADO
Tibas (zona metropolitana)	15,5	0,07-0,25	0,56-0,91	9,31-4,96	0,35	21/07/52
Parque Morazan (zona urbana)	15,6	0,07-0,25	0,50-0,83	9,66-5,10	0,35	21/07/52
Ins. Tecnológico de Costa Rica (zona urbana)	3,5	0,10-0,25	0,17-0,25	11,39-6,59	0,25	18/05/40
Fábrica Nacional de cemento (zona metropolitana)	30,5	0,25	1,1	5,59	0,25	18/05/40
Escuela de Derecho (zona urbana)	5	0,07-0,25	0,24-0,45	11,45-5,07	0,35	21/07/52

GETINSA - NOVOTECNI Y ASOCIADOS, S. A.

En base a la profundidad del epicentro sísmico en el valle central se pueden diferenciar dos categorías de sismos:

- Sismos superficiales, con profundidad del epicentro inferior a 30 Km y que se supone se han generado en la placa Caribe (pasiva), tanto de origen tectónico como magmático, siendo los sismos más destructivos por sus efectos en superficie.

- Sismos profundos, con profundidades del epicentro superiores a los 30 Km y que se supone generados en la placa Cocos (activa), originados como resultado de cambios súbitos de estado de los componentes minerales de las rocas a grandes profundidades por debajo del plano subducción. Estos sismos van a ser menos destructivos por sus efectos en superficie.

En base a la tipología de los sismos, en el Valle Central se pueden definir a grandes rasgos varias zonas sísmicas, referidas todas ellas a sismos superficiales asociados en su mayor parte a grandes estructuras tectónicas (fallas).

Las zonas sísmicas más próximas al corredor del estudio son las siguientes:

I.- Zona sísmica de las fallas del sector norte del Área metropolitana (Alajuela)

Una zona de sismicidad escasa y de actividad sísmica moderada, con sismos de intensidad máxima entre 3,5 y 5,0 en la escala Ritcher, cuyos eventos más recientes fueron en 1.888, 1.911-1.912 y de 1.952 a 1.955. El más actual es el ocurrido el 16 de febrero de 1.991 (Md: 4,6), que causó daños en Alejuela y cuyo mecanismo focal fue debido al movimiento de una falla inversa (falla de Alajuela) de dirección E-O a ONO-ESE, que hacia el norte y este se continúa con el alineamiento las fallas de Sabanilla y San Isidro respectivamente de marcada dirección NO-SE.

Esta zona se ubica al norte de la localidad de Alajuela a unos 20 Km al noroeste del corredor.

II.- Zona sísmica del sur de San José

Los sismos han ocurrido a través de enjambres o bien aislados en los últimos 17 años.

El sismo más importante fue el del 9 de Agosto de 1.991 (M: 4,9) con mecanismo focal de falla de desgarre.

La mayoría de los temblores aparecen asociados al sector central y sur de la falla de Corralillo y a la falla Corís, ambas de dirección NO-SE. Se localizan entre los 15 a 20 Km al sur del corredor.

III.- Zona sísmica de San José-Cartago-Orosí

Es una zona de aparente tranquilidad sísmica en fechas recientes, aunque en otros períodos históricos tuvo una importante actividad. Las fechas más destacadas son las de 1.841, 1.910-1.912 y 1.951, con temblores destructivos.

Son sismos asociados a los sistemas de fallas Agua Caliente-Guarco-Corís-Paraíso y Orosí y a los lineamientos Tobosí y Navarro, de dirección NO-SE que pasa progresivamente hacia el este a direcciones E-O. Se localiza a una distancia de 10 y 20 Km del corredor.

IV.- Zona sísmica del Puriscal

Se localiza en los alrededores del Puriscal, al oeste de San José, a una distancia de 25 a 28 Km del corredor.

Es la zona sísmica actualmente más importante, cuyos temblores se iniciaron en Mayo de 1.990 con algunos que alcanzaron magnitudes 4,5 a 4,8 en la escala Ritcher. Sobresale el sismo del 30 de Junio de magnitud 5,2 y el del 22 de Diciembre de magnitud 5,7, que provocaron daños en el área metropolitana y urbana de San José.

Los eventos sísmicos parecen estar ligados a los sistemas de fallas Virilla-San Antonio-Preagres, más al sur a la falla Víbora (seis eventos sísmicos con magnitudes de 3,5 a 4,5) y al sureste, al extremo más noroeste de la falla Jaris (eventos sísmicos en 1.991-1.991 entre 3,5 y 4,9 de magnitud). Todas ellas son fallas de marcada dirección NE-SO, con algún lineamiento aislado N-S.

Los sismos de mayor magnitud del período 1.990 a 1.991 tuvieron mecanismo focal tipo falla transcurrente.

A continuación se incluye una tabla de las diferentes zonas sísmicas del Valle Central más próximas al corredor del estudio, donde se resumen diversos aspectos.

ZONA SÍSMICA	FALLAS/ LINEAMIENTOS	RUMBO LONGITUD (Km)	MAGNITUD Me	MECANISMO RUPTURA FOCAL	PROFUNDIDAD EPICENTRAL (Km)	EVENTOS SÍSMICOS RELACIONADOS
Zona Sísmica 1: Sector norte del área metropolitana (Aleajuela)	F. Alajuela	N 80° O (32)	5,0-6,5	Inverso	<15	28/03/1.951 Destrucción Alajuela
	F. Sabanilla-San Isidro	N 60° O (27)		Transcurrente		29/08/1.911
	F. Río Segundo	Lineamiento		Transcurrente		30/12/1.888 Destrucción Fraijanes y Alajuela
Zona Sísmica 2: Sector Sur de San José	F. Corralillo	N 26° O (10)	4,5-5,5	Transcurrente	<10	09/08/1.991
Zona Sísmica 3: Sector San José-Cartago-Orosí	F. Loris-Guarco	N 15°-60° O (12)	5,0-6,5	Transcurrente	<10	13/04/1.910, 21/02/1.912 y 02/09/1.841 Destrucción de Cartago
	F. Agua Caliente-Orosí	N 45°-70° O (39)				21/08/1.951 y 01/05/1.910 Destrucción de Cartago y Paraíso
Zona Sísmica 4: Sector Puriscal (IV)	F. Virilla	N 45°-60° E	5,0-6,5	Transcurrente	5	30/06/1.990
	F. Víbora	N 70° W				22/12/1.990

En el terremoto de Limón-Telire, ocurrido el 22 de Abril de 1.941 (Ms: 7,6), cuyo epicentro se ubica a unos 160 km al este de San José en el área metropolitana se alcanzó una intensidad de grado VI en la escala de Mercalli, caracterizada por provocar daños bajos a moderados.

Según los datos del "Mapa de Amenaza Sísmica de la Gran Área Metropolitana", (escala 1:200.000), publicado en el Atlas Geológico del Gran Área Metropolitana, de la Escuela de Geología de la Universidad de Costa Rica, elaborado por Luis Diego Morales y Álvaro Aguilar (1.933), el corredor del estudio se ubica dentro de la zona con intensidad VIII, lo que indica que se trata de un área de efectos moderados a medios. Según estos autores los datos de aceleración horizontal máxima medidos oscilan entre 0,17 g y 0,20 g.

Los datos del "Mapa de Aceleraciones Horizontales Máximas Posibles a 50 años, del Gran Área Metropolitana" (escala 1:200.000), elaborado por el Laboratorio de Ingeniería Sísmica de la Universidad de Costa Rica (Ramírez, Chacón & Taylor; 1.994), muestranque la ciudad de San José se encuentra en un área con aceleraciones máximas previstas a 50 años comprendidas entre 0,25 g y 0,32 g (medias a elevadas). Estos datos se obtuvieron a partir de las intensidades máximas registradas en sismos en el periodo comprendido entre 1.638 y 1.994. Se observa que el promedio aproximado de grado VIII para el Valle Central es de 50 años.

En base a los datos del Mapa de Amenaza de Amplificación Sísmica del Gran Área Metropolitana (escala 1:200.000), elaborado por el Laboratorio de Ingeniería Sísmica de la Universidad de Costa Rica (Ramírez y Chacón, 1.994), la ciudad de San José se encuentra en un área de amenaza de amplificación sísmica media.

Este mapa de amplificación sísmica se obtuvo superponiendo los mapas geológicos de superficie y de aceleración horizontal máxima a 50 años, considerando a su vez que la curva de aceleración 0,40 g y los materiales de consistencia blanda a muy blanda son los más susceptibles de presentar estos fenómenos de amplificación sísmica.

Estos valores de aceleración sísmica horizontal máxima y de amplificación sísmica para el área metropolitana son sensiblemente mayores que los propuestos por el "Código Sísmico de Costa Rica" para la misma región, para un periodo de retorno de 100 años, donde los valores de aceleración sísmica oscilarían entre 0,17 y 0,18 g.

En los apéndices del presente anejo se incluye un mapa sismológico, neotectónico y de riesgo sísmico de la Gran Área Metropolitana de San José a escala 1:200.000.

3.3. Riesgo geológico

En el corredor del estudio se pueden destacar dos tipos de riesgos geológicos que pueden llegar a incidir, aunque de manera puntual, en el diseño de la carretera a proyectar. Estos riesgos son:

- Riesgos litológicos. Representados por pequeñas inestabilidades puntuales en zonas del trazado con pendientes significativas.

- Riesgo hidrológico. Referentes a posibles zonas inundables con riesgos de avenidas catastróficas que pueden causar daños en bienes y haciendas.

3.3.1. Riesgo litológico

En el corredor del trazado y de manera puntual pueden aparecer pequeños desplomes, deslizamientos superficiales y reptaciones en las laderas del valle de encajamiento del río Torres (perfil P. 6+620), a favor de materiales superficiales de recubrimiento y de cenizas vol-

cánicas, muy saturadas (nivel freático a 3 m de profundidad) en zonas con pendientes superiores a los 30 a 40°. A su vez, la erosión lateral que pueden provocar las socavaciones en la parte baja del cauce en zonas de meandros puede favorecer estos procesos.

No obstante estos fenómenos no van a afectar en principio de manera significativa al diseño de la carretera.

3.3.2. Riesgo hidrológico

Este tipo de riesgo geológico va a afectar de manera muy puntual al trazado previsto, circunscribiéndose únicamente al valle del río Torres (perfil P. 6+620). Se trata de un valle de encajamiento muy estrecho, de laderas con fuertes pendientes y marcada sección transversal en "V", que en el punto de cruce con el trazado previsto presentan alturas hasta el nivel del agua de 16 a 18 m.

En la zona urbana de San José que se sitúa en el interfluvio de los ríos Torres (norte) y María Aguilar (sur), la precipitación anual oscila entre 3.000-4.000 mm/año, con una precipitación media máxima diaria anual de 77 mm/día, con picos 100 mm/día. Teniendo en cuenta que se trata de un área urbana donde predomina casi con exclusividad la escorrentía sobre la infiltración, el valle del río Torres va a ser una zona de riesgo elevado, susceptible de sufrir inundaciones en grandes avenidas que pueden originar daños en bienes e inmuebles.

No obstante, al igual que en el caso del riesgo geológico, estos fenómenos no tienen por que afectar el diseño de la carretera, estando en este punto previsto el diseño de una gran estructura. No obstante, sería conveniente la protección de los terraplenes de los estribos ante la erosión y ante las posibles oscilaciones bruscas del caudal.

APÉNDICES

APÉNDICES

Apéndice 1.- Planos geológicos

1.1. Mapa geológico del Gran Área Metropolitana a escala 1:200.000
1.2. Mapa geológico de los Mapas Básicos de "Abra" y Río Grande" a escala 1:50.000
1.3. Mapa hidrogeológico del Gran Área Metropolitana a escala 1:200.000
1.4. Mapa Geomorfológico del Gran Área Metropolitana a escala 1:200.000
1.5. Mapa geológico y de situación de puntos de reconocimiento a escala 1:10.000
1.6. Perfil geológico con situación de los puntos de reconocimiento a escala 1:5.000
1.7. Mapa de riesgo volcánico en el Gran Área Metropolitana de San José a escala 1:200.000
1.8. Mapa de riesgo sísmico en el Gran Área Metropolitana de San José a escala 1:200.000

Apéndice 2.- Procedencia de materiales

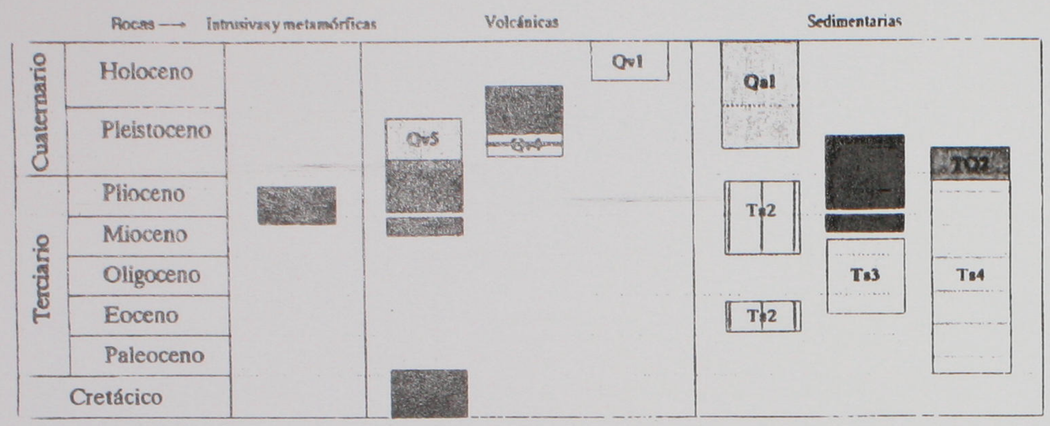
2.1. Mapa de situación de yacimientos, instalaciones de suministros y vertederos a escala 1:50.000
2.2. Tabla resumen y fichas de yacimientos
2.3. Tabla resumen y fichas de instalaciones de suministros
2.4. Reportaje fotográfico de yacimientos
2.5. Reportaje fotográfico de instalaciones de suministros

Apéndice 1.- Planos geológicos



1.1. Mapa geológico del Gran Área Metropolitana a escala 1:200.000

LEYENDA



Rocas Sedimentarias (litología)

Qal	Aluviones y coluvios
	Diatomitas, lutitas y tobas
	Conglomerados
	Conglomerados y areniscas
Ts2	Areniscas, lutitas y conglomerados de la cuenca Pacífico Central
Ts3	Areniscas, lutitas, brechas y calizas de la cuenca Candelaria
Ts4	Areniscas, lutitas, calizas, brechas y conglomerados de la cuenca Limón

Rocas intrusivas y metamórficas

	Intrusivas: granodioritas, monzonitas, gabros y sienitas. Metamórficas: cornubianitas

Rocas volcánic s (litología)

Qv1	Lahares y cenizas
	Coladas de lav asociadas a los volcanes de la Cordillera Central
	Coladas de lav y depósitos piroclásticos de la Cordillera Central
Qv4	Lavas basáltica-andesíticas de la Paleo-Cordillera Central
Qv5	Ignimbritas
	Flujos piroclásticos, lavas y lahares
	Andesitas y basaltos
	Basaltos oceánicos

- Contacto geológico
- Contacto geomórfico-fotogeológico
- Separación entre los macizos volcánicos
- Centro de emisión volcánica Pleistoceno
- Centro de emisión volcánica Holoceno
- Cráter
- Caldera
- Falla normal
- Falla transcurrente
- Falla inversa
- Falla pliegue
- Movimiento horizontal relativo
- Movimiento vertical relativo
- Pliegue
- Buzamiento regional

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS: ORIGINALES / GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 1 DE 2	DESIGNACION: LEYENDA MAPA GEOLOGICO ESCALA 1/200.000	FECHA: NOVIEMBRE 2.000

1.2. Mapa geológico de los Mapas Básicos de "Abra" y Río Grande" a escala 1:50.000

Explicación

Cuaternario

Qal — Aluvión (Alluvium)

Discordancia (Unconformity)

Plioceno

Superior

Medio

Tm-c — Formación Coris (Coris Formation)

Terciario Mioceno

Bajo

Tm-sm — Caliza de San Miguel (San Miguel Limestone)

Tmo-t — Formación Térraba (Térraba Formation)

Discordancia (Disconformity)

Oligoceno-Eoceno

Toe-p — Formación Pacacua (Pacacua Formation)

Tm-t — Formación Turrúcares (Turrúcares Formation)

Discordancia (Disconformity)

Tm-a — Formación Aguacate (Aguacate Formation)

Discordancia (Unconformity)

Tm-e — Intrusivo de Escazú (Escazú Intrusive)

TQ-V — Rocas volcánicas, lahares y aluviones no diferenciados (undifferentiated volcanic rocks, mudflow deposits and alluvium)

(Discordancia (Unconformity)

Simbolos

CONTACTO (Contact)
Con rayas donde se subone
(Dashed where inferred)

FALLA (Fault)
U Bloque levantado
D Bloque hundido
con rayas donde se supone,
con puntos donde esta cubierto
(U upthrown block,
dashed where inferred
dotted where concealed)

FALLA (Fault)
Mostrando dirección del movimiento relativo
(Showing direction of relative movement)

BUZAMIENTO (Dip)

BUZAMIENTO FOTOGEOLOGICO (Photogeologic dip)

ESTRATIFICACION HORIZONTAL
(Horizontal bedding)

EJE DE ANTICLINAL
con dirección de sumergimiento
(Axis and direction of plunge)

EJE DE SINCLINAL
con dirección de sumergimiento
(Axis and direction of plunge)

LINEA DE SECCION TRANSVERSAL
(Line of cross section)

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS: ORIGINALES / GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 1 DE 2	DESIGNACION: LEYENDA ESCALA 1/50.000 MAPA GEOLOGICO DE LOS MAPAS BASICOS DE "ABRA" Y DE PARTE DE "RIO GRANDE"	FECHA: NOVIEMBRE 2.000

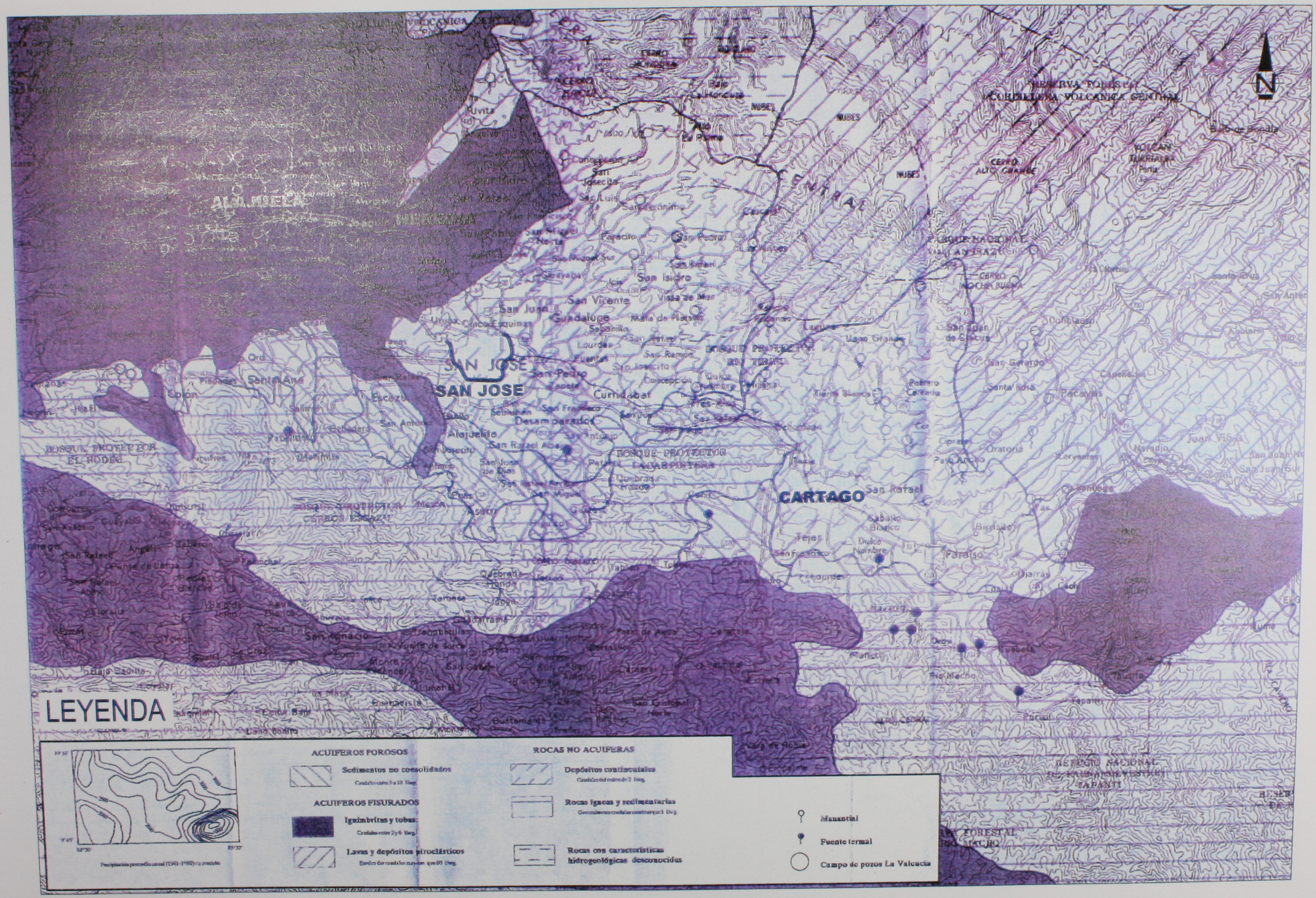
SAN JOSE

SITUACION DE PROYECTO

N

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO S. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS: 1\50.000 (0 0,5 1Km.) ORIGINALES / GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 2 DE 2	DESIGNACION: MAPA GEOLOGICO DE LOS MAPAS BASICOS DE "ABRA" Y DE PARTE DE "RIO GRANDE"	FECHA: NOVIEMBRE 2.000

1.3. Mapa hidrogeológico del Gran Área Metrópolitana a escala 1:200.000



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: 1\200.000 (0 1 2 3 4 5Km) ORIGINALES / GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01-99	Nº PLANO: HOJA 1 DE 1	DESIGNACION: MAPA HIDROGEOLOGICO	FECHA: NOVIEMBRE 2.000

1.4. Mapa Geomorfológico del Gran Área Metropolitana a escala 1:200.000

LEYENDA

Deslizamientos

Movimiento de masa

Abanico aluvial

Ladera escarpada, el rectángulo hacia la dirección de la pendiente

Falla

Dirección de colada de lava

Frente de colada de lava

Cono volcánico

Cráter

Caldera

Formas de denudación

11 Cerro Turrúcares
12 Lomas de pendiente suave

Formas de origen volcánico

21 Volcán Barba
22 Volcán Irazú
23 Volcán Turrialba
24 Relleno volcánico del Valle Central
25 Serranías de fuerte pendiente
26 Topografía plana de ignimbritas
27 Cerro Turrubares
28 Colada Cervantes
29 Superficie plano-ondulada

Formas de sedimentación aluvial

31 Aluvial del río Grande de Tárcoles
32 Abanico aluvial del río Toro Amarillo
33 Abanico aluvial del río Reventado
34 Valle de Orosi-Cachí
35 Planicie aluvial de Dota y San Marcos
36 Valle de Turrialba
37 Abanico del río Reventazón
38 Abanicos del Sur del Valle Central
39 Abanicos al Oeste y Sur de los cerros de Escazú
310 Lacustre de Palmares
311 Lacustre de Turrúcares
312 Lacustre de Coris
313 Abanico aluvial Colíbianco

Formas de origen estructural

41 Laderas del cerro Caraigres
42 Falla-pliegue de Alajuela
43 Falla río Pejibaye
44 Falla Aserrí
45 Falla Coris
46 Falla de Orosi
47 Falla del río Navarro
48 Escarpe de falla del río Turrialba
49 Escarpe de falla del río Sucio
410 Falla del río Candelaria
411 Lineamiento Toro Amarillo

Formas originadas por la acción intrusiva

51 Macizo de Escazú
52 Alto de las Palomas
53 Cordillera de Talamanca
54 Cerros del Rayo

Formas originadas por remoción en masa

61 Deslizamiento de Santiago de Puriscal
62 Deslizamiento de Alto Tapezco
63 Deslizamientos del río Reventado
64 Deslizamientos de Lajas y Chitaría

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS ORIGINALES GRAFICAS	TITULO TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 01-99	Nº PLANO HOJA 1 DE 2	DESIGNACION LEYENDA MAPA GEOMORFOLOGICO ESCALA 1/200.000	FECHA NOVIEMBRE 2.000



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: 1\200.000 ORIGINALES; 0 1 2 3 4 5Km GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ — ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 2 DE 2	DESIGNACION: MAPA GEOMORFOLOGICO	FECHA: NOVIEMBRE 2.000

1.5. Mapa geológico y de situación de puntos de reconocimiento a escala 1:10.000

I- VALLE CENTRAL DE COSTA RICA (SECTOR SEPTENTRIONAL).CUENCA

Ra Relleno Antrópico

A GRUPO SEDIMENTARIO CUATERNARIO

Qag * Depósitos aluviales y terrazas indiferenciadas
Bolos y gravas polimicticos con algún bloque,arenas y limos arenosos y arcillosos
Holoceno (Cuaternario)

Qc * Depósitos coluviales ,de vertientes y recubrimiento de laderas
Arenas,limos y arcillas con gravas,bolos y bloques polimicticos
Holoceno (Cuaternario)

B GRUPO SEDIMENTARIO VOLCANICO

QVtf * Depósitos volcanicos extrusivos de caida (piroclastos) y eluvial de alteración
Cenizas finas a gruesas con lapilli y fragmentos de roca,limos
arcillosos y arenosos y arcillas grises
Holoceno(Cuaternario)

QVl * Depositos de lahar
Limos arcillosos y arenosos con fragmentos polimícticos de roca(Lahar limoarcilloso:facies fina)
y aglomerado/brecha polimictico limoso y arcilloso(Lahar de bloques:facies gruesa)
Holoceno(Cuaternario)

QVz * Depositos de avalancha y nube ardiente
Tobas finas-gruesas pumítico-ignimbríticas con limos tobaceos,cenizas
finas-gruesas,lapilli fino y fragmentos escoriáceos basalto-andesíticos
localmente aglomerado tobaceo
Holoceno(Cuaternario)

SIMBOLOS GEOLOGICOS

CONTACTO GEOLOGICO

CONTACTO GEOLOGICO SUPUESTO (FOTOGEOLOGICO) ENTRE FORMACIONES LITOLOGICAS

SIMBOLOS DE RIESGOS GEOLOGICOS

LADERAS CON ZONAS INESTABLES PROBABLES
(REPTACIONES,DESLIZAMIENTOS SUPERFICIALES Y DESPLOMES)

OTROS SIMBOLOS

P.ROT-20 SONDEOS MECANICOS A ROTACION

P-20 SONDEOS S.P.T. CONTINUO

P.R.V.-20 PUNTOS DE RECONOCIMIENTO VISUAL

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO JOSE J. IAURUZABAL – PEDRO D. GOMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS ORIGINALES / GRAFICAS	TITULO TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 01–99	Nº PLANO / HOJA DE	DESIGNACION PLANTA GEOLOGICA Y SITUACION DE PUNTOS DE RECONOCIMIENTO	FECHA OCTUBRE 2.000

AUTOPISTA GENERAL CANAS

0+000

Qvz

Qag

Qc

Qvf

Ra

Qag

QVt

Qc

Ra

P.R.V.-6

P.R.V.-3

P.R.V.-5

7+000

6+500

Ra

P.R.V.-2

P.R.V.-1

Qag

Qc

P.ROT-2

P-4

ESTACIÓN SAN JOSE-ATLÁNTICO

6+000

P-5

P.ROT-1

PARQUE NACIONAL

P-6

1+000

LA SABANA

AUTOPISTA PROSPERO FERNANDEZ

SAN JOSE

HOSPITAL

QVtf

1+500

2+000

FERROCARRIL DE COSTA RICA

CEMENTERIO GENERAL

P-8

2+500

Qag

Qc

QVt

Qag

Qc

P.R.V.-4(Rio María Aguilar)

3+000

3+500

P.ROT-3

ESTACIÓN SAN JOSE-PACIFICO

4+000

P-10

4+500

PLAZA GONZALEZ VIQUEZ

P-2

5+000

6+500

QVt

P-1

QVt

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSÉ J. MURUZABAL – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: 1\10.000 ORIGINALES; 0 100 200 M. GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 1 DE 2	DESIGNACION: PLANTA GEOLOGICA Y SITUACION DE PUNTOS DE RECONOCIMIENTO	FECHA: OCTUBRE 2.000



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSÉ J. MURUZABAL – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: 1\10.000 ORIGINALES; 0 100 200 M. GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 2 DE 2	DESIGNACION: PLANTA GEOLOGICA Y SITUACION DE PUNTOS DE RECONOCIMIENTO	FECHA: OCTUBRE 2.000

1.6. Perfil geológico con situación de los puntos de reconocimiento a escala 1:5.000

LEYENDA

R. Relleno antrópico. Cuaternario (Holoceno)

TV. Terreno vegetal. Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LAS CENIZAS VOLCANICAS

QVtf(ar). Arcillas grises. (Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)1. Limos arcillosos y arenosos con arcillas limosas de consistencia blanda -firme (Nspt < 10). (Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)2. Cenizas volcanicas finas a gruesas con lapilli y limos arcillosos y arenosos de consistencia rigida a dura (Nspt > 10). Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LOS DEPOSITOS DE LAHAR (LAVINA)

QVlf. Facies fina.- (Lahares arcillosos). Arcillas y limos consolidados con arenas y fragmentos de roca polimicticos (bolos y bloques). Cuaternario (Holoceno)

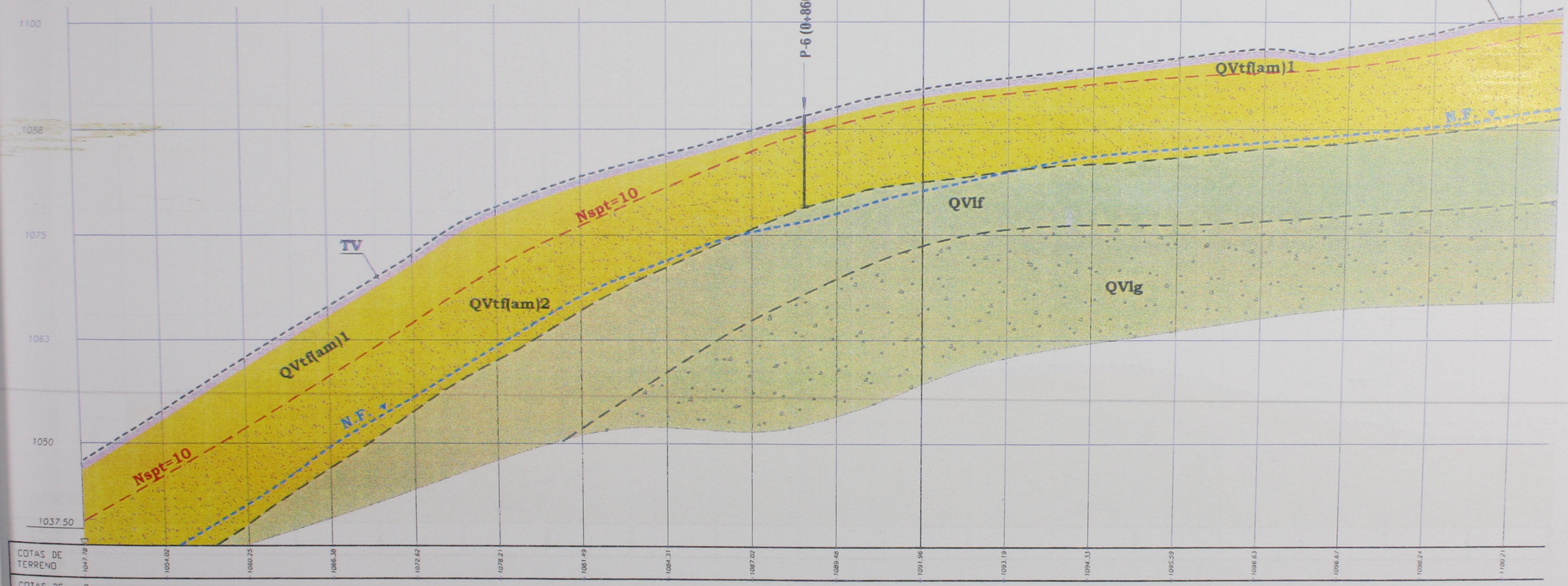
QVlg. Facies gruesa.- (Lahares de bloques). Fragmentos de roca polimicticos (bolos y bloques) y arcillas, limos con arenas (aglomerado y brechas polimicticas arcillosas y limosas con arenas). Cuaternario (Holoceno)

SIMBOLOS

— — Contacto geológico supuesto entre formaciones litológicas

Nspt=10 Contacto geotécnico supuesto entre formaciones litoiógicas

N.F. Linea de posición apróximada del nivel freático



P-6

TV 0,00
QVtf(am)1 0,90
1,35
QVtf(am)2
QVlf 9,90
10,35

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSE J. MURUZABAL – PEDRO D. GOMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: HORIZONTAL 1\5.000; VERTICAL 1/500; ORIGINALES GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	N°: No. PP 01–99	N° PLANO: HOJA 1 DE 5	DESIGNACION: PERFIL GEOTECNICO	FECHA: OCTUBRE 2.000

LEYENDA

R. Relleno antrópico. Cuaternario (Holoceno)

TV. Terreno vegetal. Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LAS CENIZAS VOLCANICAS

QVtf(ar). Arcillas grises.(Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)1. Limos arcillosos y arenosos con arcillas limosas de consistencia blanda -firme (Nspt < 10). (Eluvial de alteración).Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)2. Cenizas volcanicas finas a gruesas con lapilli y limos arcillosos y arenosos de consistencia rigida a dura(Nspt > 10). Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LOS DEPOSITOS DE LAHAR (LAVINA)

QVlf. Facies fina.- (Lahares arcillosos).Arcillas y limos consolidados con arenas y fragmentos de roca polimicticos (bolos y bloques). Cuaternario (Holoceno)

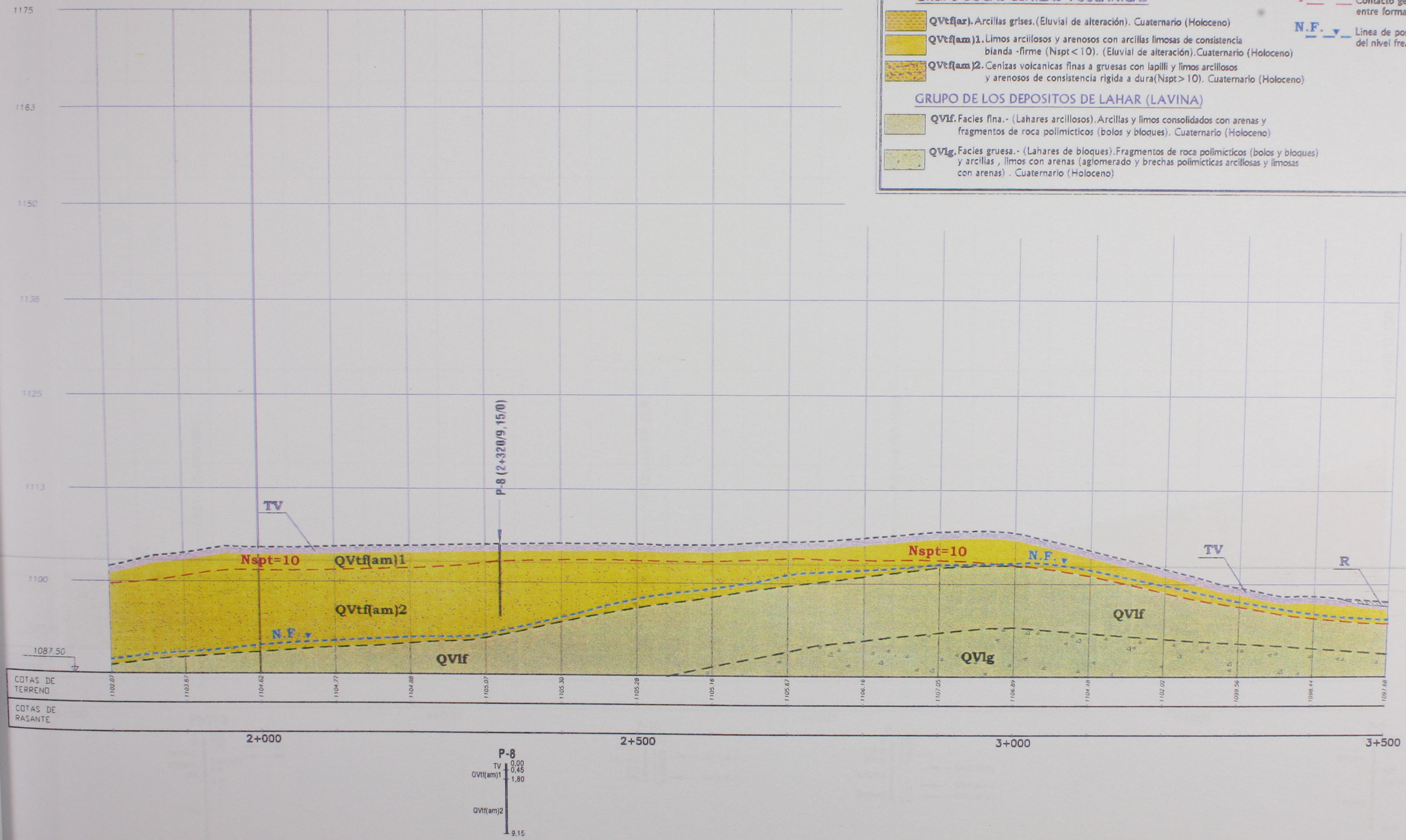
QVlg. Facies gruesa.- (Lahares de bloques).Fragmentos de roca polimicticos (bolos y bloques) y arcillas , limos con arenas (aglomerado y brechas polimicticas arcillosas y limosas con arenas) . Cuaternario (Holoceno)

SIMBOLOS

Contacto geológico supuesto entre formaciones litológicas

Nspt=10 Contacto geotécnico supuesto entre formaciones litológicas

N.F. Linea de posición apróximada del nivel freático



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSÉ J. MURUZABAL – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: HORIZONTAL 1:5.000 (0 50 100m.) VERTICAL 1/500 (0 5 10m.) ORIGINALES GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESION DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 2 DE 5	DESIGNACION: PERFIL GEOTECNICO	FECHA: OCTUBRE 2.000

LEYENDA

R. Relleno antrópico. Cuaternario (Holoceno)

TV. Terreno vegetal. Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LAS CENIZAS VOLCANICAS

QVtf(ar). Arcillas grises. (Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)1. Limos arcillosos y arenosos con arcillas limosas de consistencia blanda -firme (Nspt < 10). (Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)2. Cenizas volcanicas finas a gruesas con lapilli y limos arcillosos y arenosos de consistencia rigida a dura(Nspt > 10). Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LOS DEPOSITOS DE LAHAR (LAVINA)

QVlf. Facies fina.- (Lahares arcillosos). Arcillas y limos consolidados con arenas y fragmentos de roca polimícticos (bolos y bloques). Cuaternario (Holoceno)

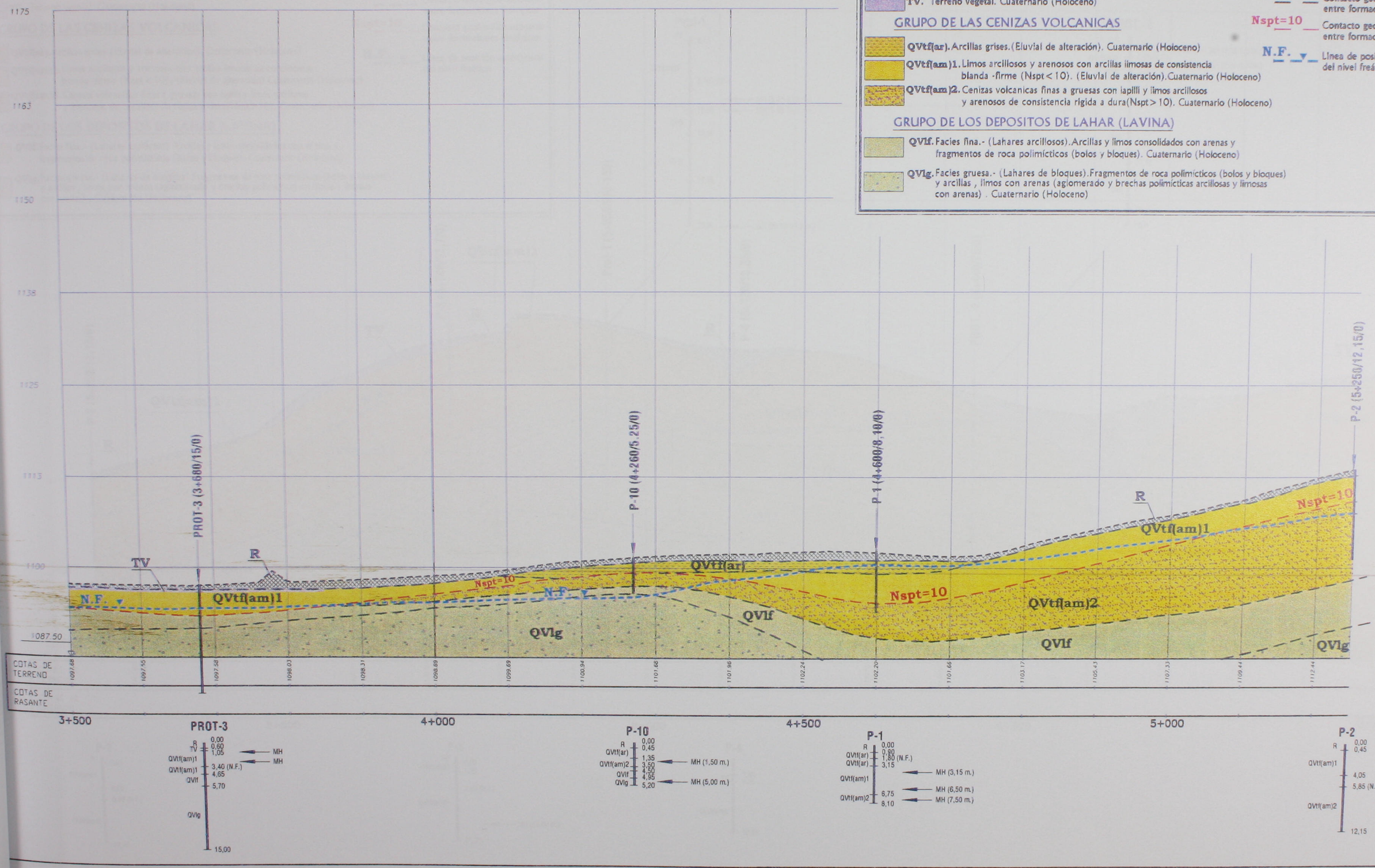
QVlg. Facies gruesa.- (Lahares de bloques). Fragmentos de roca polimicticos (bolos y bloques) y arcillas , limos con arenas (aglomerado y brechas polimícticas arcillosas y limosas con arenas) . Cuaternario (Holoceno)

SIMBOLOS

Contacto geológico supuesto entre formaciones litológicas

Nspt=10 Contacto geotécnico supuesto entre formaciones litológicas

N.F. Linea de posición apróximada del nivel freático



PROT-3

R	0,00	
TV	0,60	
QVtf(am)1	1,05	← MH
	3,40 (N.F.)	← MH
QVtf(am)1	4,65	
QVlf	5,70	
QVlg	15,00	

P-10

R	0,00	
QVtf(ar)	0,45	
	1,35	← MH (1,50 m.)
QVtf(am)2	3,50	
QVlf	4,50	
QVlg	4,95	
	5,20	← MH (5,00 m.)

P-1

R	0,00	
QVtf(ar)	0,80	
QVtf(ar)	1,80 (N.F.)	
	3,15	← MH (3,15 m.)
QVtf(am)1	6,75	← MH (6,50 m.)
QVtf(am)2	8,10	← MH (7,50 m.)

P-2

R	0,00	
	0,45	
QVtf(am)1	4,05	
	5,85 (N.F.)	
QVtf(am)2	12,15	

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSÉ J. MURUZABAL – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS HORIZONTAL 1:5.000; VERTICAL 1/500; ORIGINALES	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 3 DE 5	DESIGNACION: PERFIL GEOTECNICO	FECHA: OCTUBRE 2.000

LEYENDA

R. Relleno antrópico. Cuaternario (Holoceno)

TV. Terreno vegetal. Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LAS CENIZAS VOLCANICAS

QVtf(ar). Arcillas grises.(Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)1. Limos arcillosos y arenosos con arcillas limosas de consistencia blanda -firme (Nspt < 10). (Eluvial de alteración).Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)2. Cenizas volcanicas finas a gruesas con lapilli y limos arcillosos y arenosos de consistencia rigida a dura(Nspt> 10). Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LOS DEPOSITOS DE LAHAR (LAVINA)

QVlf. Facies fina.- (Lahares arcillosos).Arcillas y limos consolidados con arenas y fragmentos de roca polimícticos (bolos y bloques). Cuaternario (Holoceno)

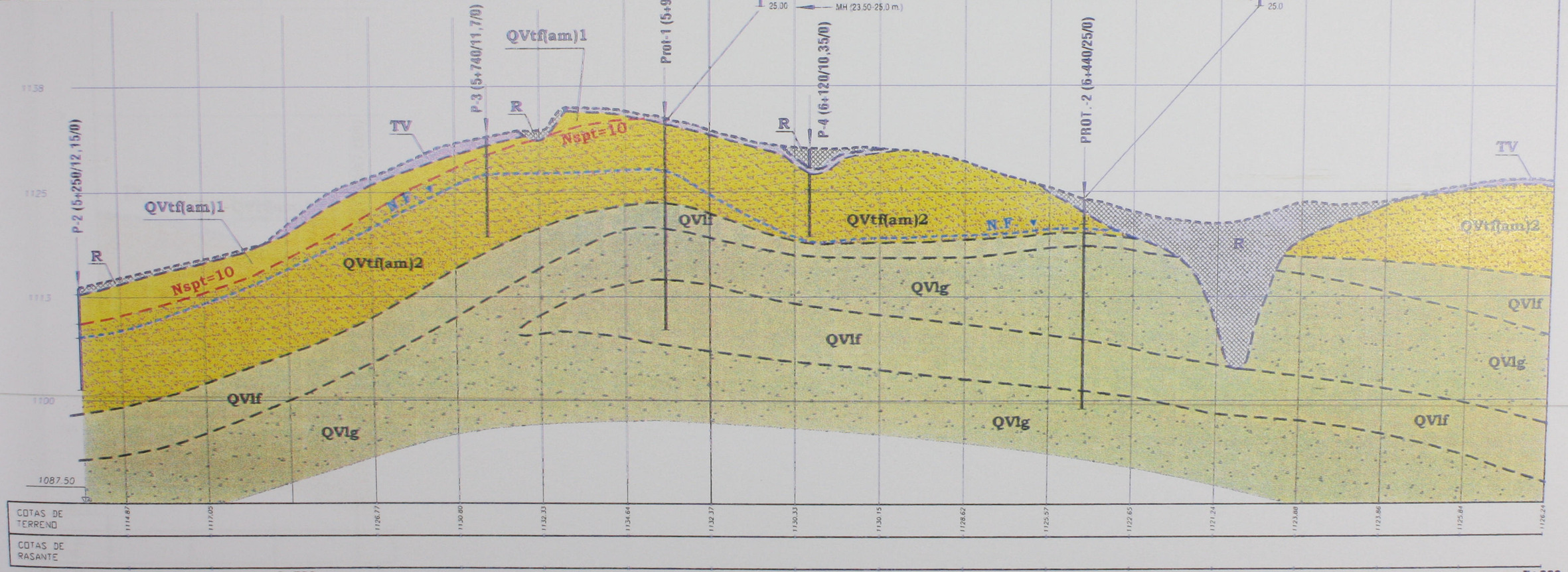
QVlg. Facies gruesa.- (Lahares de bloques).Fragmentos de roca polimícticos (bolos y bloques) y arcillas , limos con arenas (aglomerado y brechas polimicticas arcillosas y limosas con arenas) . Cuaternario (Holoceno)

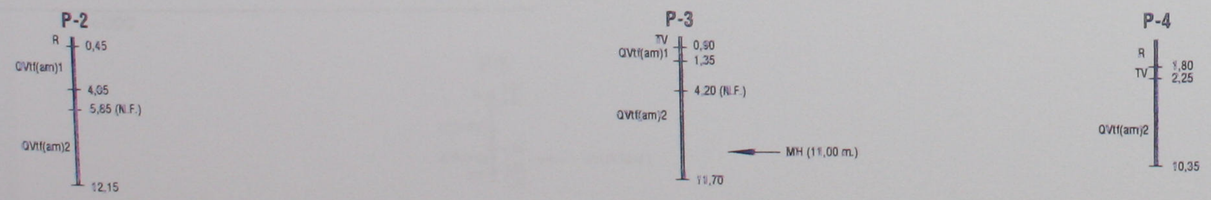
SIMBOLOS

Contacto geológico supuesto entre formaciones litológicas

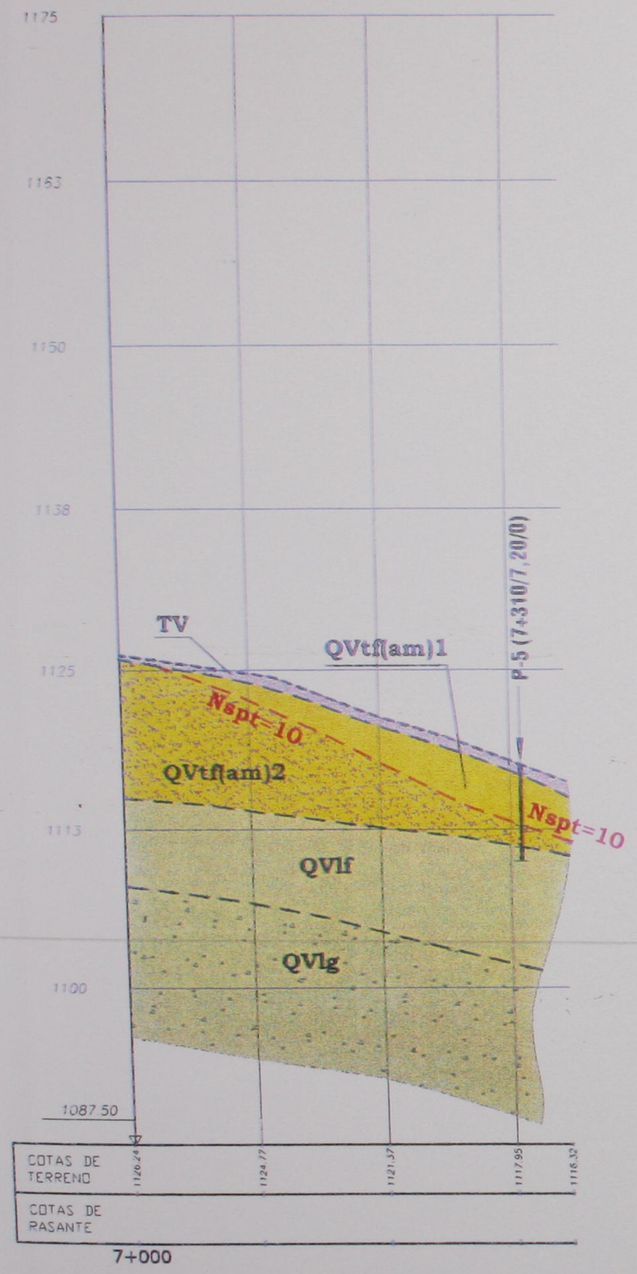
Nspt=10 Contacto geotécnico supuesto entre formaciones litológicas

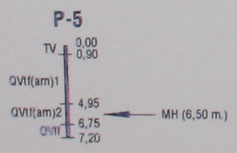
N.F. Linea de posición apróximada del nivel freático





MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSÉ J. MURUZABAL – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS HORIZONTAL 1\5.000 (0 50 100m.) VERTICAL 1/500 (0 5 10m.) ORIGINALES GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 4 DE 5	DESIGNACION: PERFIL GEOTECNICO	FECHA: OCTUBRE 2.000





LEYENDA

R. Relleno antrópico. Cuaternario (Holoceno)

TV. Terreno vegetal. Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LAS CENIZAS VOLCANICAS

QVtf(ar). Arcillas grises. (Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)1. Limos arcillosos y arenosos con arcillas limosas de consistencia blanda -firme (Nspt < 10). (Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)2. Cenizas volcanicas finas a gruesas con lapilli y limos arcillosos y arenosos de consistencia rigida a dura (Nspt > 10). Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LOS DEPOSITOS DE LAHAR (LAVINA)

QVlf. Facies fina.- (Lahares arcillosos). Arcillas y limos consolidados con arenas y fragmentos de roca polimícticos (bolos y bloques). Cuaternario (Holoceno)

QVlg. Facies gruesa.- (Lahares de bloques). Fragmentos de roca polimicticos (bolos y bloques) y arcillas, limos con arenas (aglomerado y brechas polimicticas arcillosas y limosas con arenas). Cuaternario (Holoceno)

SIMBOLOS

— — Contacto geológico supuesto entre formaciones litológicas

Nspt=10 Contacto geotécnico supuesto entre formaciones litológicas

N.F. ▼ Linea de posición apróximada del nivel freático

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSE J. MURUZABAL – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: HORIZONTAL 1\5.000 (0 50 100m.); VERTICAL 1/500 (0 5 10m.); ORIGINALES GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 5 DE 5	DESIGNACION: PERFIL GEOTECNICO	FECHA: OCTUBRE 2.000

1.7. **Mapa de riesgo volcánico en el Gran Área Metropolitana de San José a escala 1:200.000**

LEYENDA

MAPA DE RIESGO VOLCANICO DE LA GRAN ÁREA METROPOLITANA DE SAN JOSÉ

Área de máxima amenaza por caida de piroclsatos (tamaños >30 cm. diametro)

Área de máxima amenaza por caida de piroclsatos (tamaños <30 cm. diametro)

Área de amenaza por caida de ceniza

Área de máxima amenaza de flujos de barro, lodo, y detritos

Área de amenaza moderada de flujos de barro, lodo, y detritos

Área propensa a abanicos aluviales (avalanchas) y labores

Área susceptible a explosiones laterales de bajo angulo

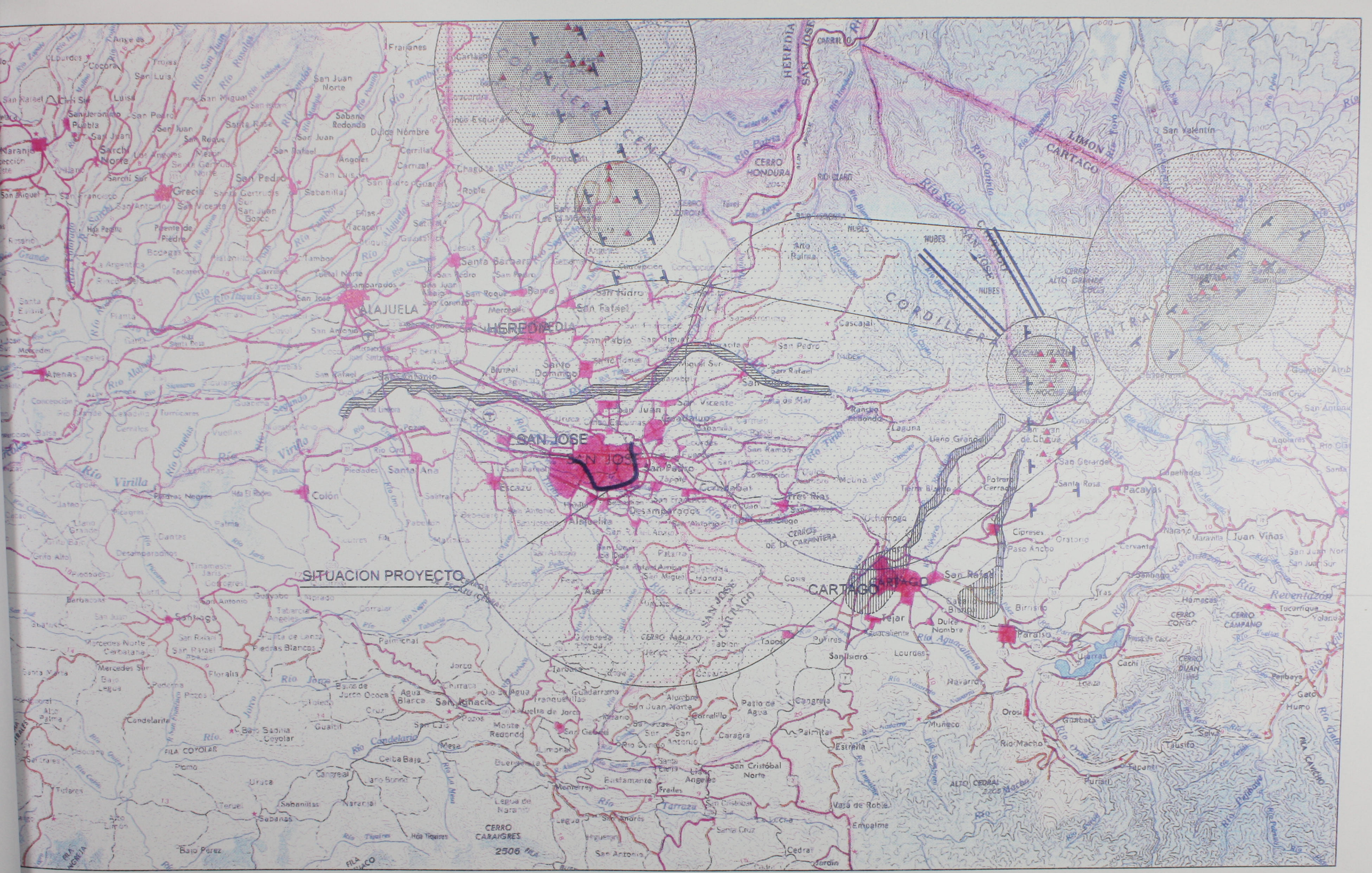
Zona de "rift" (hundimiento). Área propensa a la formación de nuevos conos volcánicos

Conos volcánicos

FUENTE:

* Mapa de amenaza volcánica de La Grán Área Metropolitana
Escuela de Geología. Universidad de Costa Rica. Sergio Paniagua (1993)

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: 1\200.000 ORIGINALES; 0 1 2 3 4 5Km GRAFICAS	TITULO: CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 02-99	Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 2	DESIGNACION: MAPA DE RIESGO VOLCANICO DE LA GRAN ÁREA METROPOLITANA DE SAN JOSÉ	FECHA: OCTUBRE 2.000


SITUACION PROYECTO
SAN JOSE
CARTAGO
HEREDIA
ALAJUELA
LIMON
CORDILLERA CENTRAL
CERRO HONDURA
CERRO CARAIGRES 2506
ALTO CEDRAL 2200
CERRO ALTO GRANDE
CERRO CONGO
CERRO CAMPANO
CERRO JUAN VIÑAS
NUBES
Río Sucio
Río Virilla
Río Reventazón
Río Pirrís
Río Tiribí
Río Torres
Río Tárcoles
Río Grande de Tárcoles
Río Aguacaliente
Río Macho
Río Navarro
Río Purires
Río Jorco
Río Candelaria
Río Turrialba
Río Pejibaye
Río Parismina
Río Chirripó
Río Pacuare
Río Matina
Río Reventazón
Río Toro Amarillo
Río Sarapiquí
Río Peje
Río Frío
Río Cuarto
Río Sarapiquí
Río Sucio
Río Cuarto
Río Sucio
Río Cuarto
Río Sucio
Río Cuarto

1.8. **Mapa de riesgo sísmico en el Gran Área Metropolitana de San José a escala 1:200.000**

LEYENDA

MAPA SISMOLÓGICO, NEOTECTÓNICO Y DE RIESGO SÍSMICO DE LA GRAN ÁREA METROPOLITANA DE SAN JOSÉ

A- SÍMBOLOS NEOTECTÓNICOS

- Falla-pliege anticlinal
- Falla de desplazamiento de rumbo (se indica el movimiento horizontal relativo de los bloques)
- Falla normal. (+) bloque ascendente, (-) bloque descendente
- Lineamiento fuerte, sugestivo de ser falla reciente
- Lineamiento fuerte, sugestivo de ser falla reciente con desplazamiento de rumbo (se indica el movimiento horizontal relativo de los bloques)

B- SÍMBOLOS SISMOLÓGICOS

B.1.-Situación epicentral de sismos

MAGNITUD (RICHTER)	SIGNOS SUPERFICIALES (epicentro 0 - 30 Km.)	SIGNOS PROFUNDOS (epicentro >30 Km.)
3,5 - 3,9	○	□
4,0 - 4,9	○	□
5,0 - 5,9	○	□

13/4/10 (2) Día, mes y año del sismo (el nº entre parentesis indica el número de eventos)

○ Terremotos históricos (1888 - 1991)

B.2.- Intensidad sísmica y aceleraciones sísmicas registradas

VIII Isosista , intensidad escala Mercalli

17% Aceleración horizontal máxima medida (en % de g)

B.3.- Zonas sísmicas

Aceleración horizontal máxima medida (en % de g)

Zona 1 : Zona símica de las fallas del sector norte del Área metropolitana (Alajuela)
Zona 2 : Zona sísmica de las fallas del sur de San José
Zona 3 : Zona sísmica de San José - Cartago - Orosí
Zona 4 : Zona sísmica del Puriscal

B.4.- Aceleración sísmica (50 años)

Curvas de isoaceleración cada 0,1 g para 50 años

B.5.- Amplificación sísmica (50 años)

- Alta (aceleraciones de 0,40 g - 0,70 g)
- Media (aceleraciones de 0,30 g - 0,40 g)
- Baja (aceleraciones de 0,15 g - 0,30 g)
- Muy baja (aceleraciones de 0,00 g - 0,15 g)

FUENTES:

* Mapa de amenaza de amplificación sísmica de la Gran Área Metropolitana. Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Universidad de Costa Rica. Ramírez y Chacón, 1994.
* Mapa de aceleraciones máximas posibles Gran area Metropolitana (50 años). Laboratorio de Ingeniería Sísmica . Universidad de Costa Rica. Ramírez, Chacón & Taylor, 1994.
* Mapa de amenaza de amplificación sísmica de la Gran Área Metropolitana. Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica. Luis Diego Montes & Alvaro Aguilar, 1993.
* Mapa sismológico y neotectónico de la Gran Área Metropolitana. Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica. Walter Montero, 1993.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA - NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ - PEDRO D. GOMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: 1\200.000 ORIGINALES; 0 1 2 3 4 5Km GRAFICAS	TITULO: CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ - GUÁPILES - LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 02-99	Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 2	DESIGNACION: MAPA SISMOLÓGICO, NEOTECTÓNICO Y DE RIESGO SISMICO DE LA GRAN ÁREA ,METROPOLITANA DE SAN JOSÉ	FECHA: OCTUBRE 2.000

28/3/1851
30/12/1988

30/11/1952

16/2/91

22/12/90

21/2/12

5/4/1910
2/9/1841

13/4/10

30/6/90

21/8/1951

9/8/1991

SITUACION DE PROYECTO

Zona 1
Zona 2
Zona 3
Zona 4

ALAJUELA
HEREDIA
SAN JOSE
CARTAGO

Falla Platanar
Falla La Garita
Falla Vara Blanca
Falla Ángeles
Falla Aserrí
Falla Jaris
Falla Candelá
Falla Cariblanco
Falla Río Grande
Falla Río Navarro
Falla Río Agua Caliente
Lineamiento San Pedro
Lineamiento San Rafael

VII
VIII

0.1g
0.2g
0.3g
0.4g
0.5g
0.6g
0.8g

19%
20%
17%
12%
27%
15%

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS: 1\200.000 ORIGINALES; 0 1 2 3 4 5Km GRAFICAS	TITULO: CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 02–99	Nº DE PLANO: HOJA 2 DE 2	DESIGNACION: MAPA SISMOLÓGICO, NEOTECTÓNICO Y DE RIESGO SISMICO DE LA GRAN ÁREA METROPOLITANA DE SAN JOSÉ	FECHA: OCTUBRE 2.000

Apéndice 2.- Procedencia de materiales

2.1. Mapa de situación de yacimientos, instalaciones de suministros y vertederos a escala 1:50.000

ABRA

HOJA 3345I

Planta Aglomerado Asfaltico nº4
Pl.Agl.Asf. - 4

PLANTA ARIDOS -1
P.Aridos - 1
(Quebrador)

PLANTA ARIDOS -10
P.Aridos - 10
(Quebrador)

Planta Hormigón nº3
Pl - Horm - 3

Yacimiento nº10
Yac - 10

Vertedero nº2
Vert - 2

PLANTA ARIDOS -9
P.Aridos - 9
(Quebrador)

Yacimiento nº1
Yac - 1

Vertedero nº1
Vert - 1

Yacimiento nº9
Yac - 9

Planta Hormigón nº2
Pl - Horm - 2

Planta Aglomerado Asfaltico nº5
Pl.Agl.Asf. - 5

Planta Aglomerado Asfaltico nº3
Pl.Agl.Asf. - 3

SITUACION DEL PROYECTO

ESCALA 1:50.000

0 0,5 1Km.

PLANTA DE SITUACIÓN DE YACIMIENTOS,
INSTALACIONES DE SUMINISTROS Y VERTEDEROS

HOJA 1 DE 1

2.2. Tabla resumen y fichas de yacimientos

PROYECTO VIADUCTOS SAN JOSÉ
TABLA RESUMEN DEL INVENTARIO DE YACIMIENTOS Y PLANTAS DE ÁRIDOS

PUNTO DE INTERES NÚMERO	TIPO DE YACIMIENTO	LITOLOGIA	SITUACIÓN (COORDENADAS X,Y). DIST. (Km) AL CENTRO DE	RESERVAS ESTIMADAS (m3)	UTILIZACIÓN ACTUAL	TIPO DE INSTALACIÓN	CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN	DATOS DE LA EMPRESA	MAQUINARIA Y EQUIPO	APROVECHAMIENTO ESTIMADO	ENSAYOS REALIZADOS
1	Yacimiento Rocoso. Yac.-1	Tobas ignimbríticas y lavas andesítico-basálticas. (Cuaternario)	Se ubica al NE de la Hoja ABRA 3345 I 1/50.000. X:528.150; Y:217.700; 8.5 Km.	Sin dato	Se extrae la piedra cuartilla de primera y segunda calidad. Se extrae arena gruesa. Polvo de mezcla 1024 para mezclas asfálticas. Piedra base (cuartilla con arena). Proceso por via seca	Planta de áridos. **Quebrador Nº-1. Posible vertadero (Vert.-1)**	La instalación es un lugar de pequeño tamaño, se encuentra ubicado como a 1 Km de la Ruta 32. Actualmente hay un corte activo, hay cortes de afloramiento no explotados.	Constructora y Quebrador Arizona, S.A. Propietario: D. Jose Angel Alfaro Persona de contacto: D. Jose Luis Chinchilla Tfn.:244-4024	La Planta cuenta con dos quebradores, retroexcavadora, cargadores y vagonetas.	Todo uno: -Cimientos y núcleo de terraplén en cond. hidrogeológicas desfavorables. -Coronación y explanada. -Espaldones. Árido artificial de machaqueo : -Zahorra artificial. -Hormigón hidráulico -Mezclas bituminosas. (Capa de rodadura)	No facilitados
9	Yacimiento Granular. Yac.-9	Rocas vulcano-sedimentarias, tobas e ignimbritas y aluvial del río Virilla (Cuaternario).	Se ubica al NO de la Hoja de Abra 1:50.000 en San Antonio de Belén. Coordenadas, X: 517.900, Y: 214.400; 10 Km.	15.000.000. Zona de explotación de 20 ha.	Extracción de arena, polvo de piedra cuartilla (3/4"), cuarta, quinta, 1/2", 1 1/2", 3", 5" y lastre de relleno	Planta de áridos. **Quebrador Nº-9. Posible escombrera**	Se explotan actualmente 20 Ha en Belén	Quebradores Pedregal Propietario: D.Rafael Angel Zamora Persona de contacto: Francisco Jiménez Tfn.: 293-1212 / 239-2511	La Planta cuenta con retroexcavadoras, vagonetas, cargadores, Backhoes, 10 conos marca Norbert 1997, 5 lineas de trituración, 6 primarios y 120 equipos pesados.	Todo uno: -Cimientos y núcleo de terraplén en cond. Hidrogeológicas desfavorables. -Coronación y explanada. -Espaldones. Árido artificial de machaqueo : -Zahorra artificial. -Hormigón hidráulico -Posibles mezclas bituminosas. (Capa de rodadura)	No facilitados
10	Yacimiento Granular. Yac-10	Tobas ignimbríticas y aluvial del río Virilla. (Cuaternario)	Se ubica al NO de la hoja de Abra 1:50.000 a 8,5 Km de San José. Coordenadas, X: 532.300, Y: 219.100; 11.5 Km.	Practicamente agotada	Se encuentra en cierre técnico, con proceso de maquina con trituración de arena, polvo de piedra,cuartilla(3/4"), cuarta, quinta.Los agregados provienen de Guápiles. La producción media es de 2000 m3/día.	Planta de áridos. **Quebrador Nº-10. Posible vertedero (Vert.-2)**	En proceso de cierre. Producción intermitente.	Quebradores Pedregal Propietario: D.Rafael Angel Zamora Persona de contacto: Francisco Jiménez Tfn.: 293-1212 / 239-2511	La Planta cuenta con quebrador, 1 primario, 2 conos, 1 secundario, y 1 tractor.	Prácticamente agotada . Piedra para machaqueo de explotación en Guápiles (60 Km de S. José)	No facilitados

FICHAS YACIMIENTOS / INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS

TRABAJO: Instalaciones de suministro de piedra y arena cerca de la Ruta 32

PUNTOS DE INTERÉS No.: 1

SITUACIÓN: Se ubica al NE de la Hoja ABRA 3345 I 1/50.000

X = 528.150
Y = 217.700

FECHA: 21 / 6 / 2000

PROVINCIA: Heredia, Santo Tomás

FOTOGRAFÍAS: PLANTA DE CONCRETO

DESCRIPCIÓN SEGÚN ACTIVIDAD:

- Se extrae la piedra "cuartilla" de primera y segunda calidad
- Se extrae arena gruesa.
- Polvo de mezcla 1024 para mezclas asfálticas
- Piedra base(cuartilla con arena)
- El material se procesa vía seca

NOMBRE: Constructora y Quebrador Arizona S.A

PROPIETARIO: José Angel Alfaro

EMPRESA: Constructora y Quebrador Arizona S.A

TELÉFONO/TELEFAX: 244-4024

PERSONA DE CONTACTO: José Luis Chinchilla

ACTIVIDAD: Extracción de materiales

RESERVAS ESTIMADAS (m3): Sin datos.

INSTALACIONES:

(DESCRIPCIÓN)

El lugar cuenta con dos quebradores, retroexcabadora,cargadores y vagonetas

YACIMIENTO GRANULAR	
FABRICA DE CEMENTO	
CANTERA	X
PLANTA DE ÁRIDOS	X
VERTEDERO	Posible
PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO	
PLANTA DE CONCRETO	

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

Tobas ignimbríticas y lavas andesítico-basálticas. (Cuaternario)

OBSERVACIONES:
La instalación es un lugar de pequeño tamaño, se encuentra ubicado como a 1 km de la Ruta 32. Actualmente hay un corte activo, hay cortes de afloramiento no explotados.

FICHAS YACIMIENTOS / INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS

TRABAJO: Instalaciones de suministro de piedra y arena cerca de la Ruta 32

PUNTOS DE INTERÉS No.:9

SITUACIÓN: Se ubica NO de la Hoja ABRA 1:50.000 en San Antonio de Belén

X = 517.900
Y = 217.400

FECHA: 3 / 7 / 00

PROVINCIA: Heredia

FOTOGRAFÍAS:

DESCRIPCIÓN SEGÚN ACTIVIDAD:

Extracción de arena, polvo de piedra,cuartilla(3/4"),cuarta, quinta, de 1/2",1 1/2", 3", 5" y lastre para relleno.

NOMBRE: Quebradores Pedregal
PROPIETARIO: Rafael Angel Zamora
EMPRESA: Quebradores Pedregal

TELÉFONO/TELEFAX: 293-1212, 239-2511

PERSONA DE CONTACTO: Francisco Jimenéz

ACTIVIDAD: Extracción de agregados

RESERVAS ESTIMADAS (m3): 15 millones

INSTALACIONES:

(DESCRIPCIÓN)
Se cuenta con la siguiente maquinaria:
Retroexcabadoras
Vagonetas
Cargadores

Backhoes

10 conos Marca Norbert 1997

5 líneas de trituración

120 Equipos pesados

YACIMIENTO GRANULAR	X
FABRICA DE CEMENTO	
CANTERA	
PLANTA DE ÁRIDOS	X
VERTEDERO	Posible
PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO	
PLANTA DE CONCRETO	

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

Rocas vulcano-sedimentarias, aluvial y terrazas del río Virilla, igninbritas y tobas. (Cuaternario).

OBSERVACIONES:
El agregado es tratado vía seca
La producción es de 9000m3/ día en las tres plantas Belén,Barranca y Nicoya.
Se explotan actualmente 20 Ha en Belén.

Se preve aumentar el área de explotación a 60 Ha, (Reservas estimadas para 80 años)

FICHAS YACIMIENTOS / INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS

TRABAJO: Instalaciones de suministro de piedra y arena cerca de la Ruta 32

PUNTOS DE INTERÉS No.:10

YACIMIENTO GRANULAR	X	**FABRICA DE CEMENTO**	
CANTERA			
PLANTA DE ÁRIDOS	X	**VERTEDERO**	Posible
PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO			
PLANTA DE CONCRETO			

SITUACIÓN: Se ubica NO de la Hoja ABRA 1:50.000 a 8.5 km de San José.

X = 532.300
Y = 219.100

FECHA: 3 / 7 / 00

PROVINCIA: San José

FOTOGRAFÍAS:

DESCRIPCIÓN SEGÚN ACTIVIDAD:

Se encuentra en cierre técnico, con un quebrador con trituración de arena, polvo de piedra,cuartilla(3/4"), cuarta, quinta.Los agregados provienen de Guápiles

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

Aluvial y terrazas del río Virilla, tobas ignimbríticas y piroclastos. (Cuaternario)

NOMBRE: Quebradores Pedregal
PROPIETARIO: Rafael Angel Zamora
EMPRESA: Quebradores Pedregal

TELÉFONO/TELEFAX: 293-1212, 239-2511

PERSONA DE CONTACTO: Francisco Jimenéz

ACTIVIDAD: Trituración de agregados

RESERVAS ESTIMADAS (m3):

Pácticamente agotadas.

INSTALACIONES:
(DESCRIPCIÓN)

Se cuenta con la siguiente maquinaria:

Quebrador
1 Primario

2 Conos

1 Secundario

1 Tractor

OBSERVACIONES:

El agregado es tratado vía húmeda

La producción es de 2000m3/ día

2.3. Tabla resumen y fichas de instalaciones de suministros

PROYECTO VIADUCTOS SAN JOSÉ
TABLA RESUMEN DEL INVENTARIO DE YACIMIENTOS Y PLANTAS DE ÁRIDOS

PUNTO DE INTERES NÚMERO	TIPO DE YACIMIENTO	LITOLOGIA	SITUACIÓN (COORDENADAS X,Y). DIST. (Km) AL CENTRO DE	RESERVAS ESTIMADAS (m3)	UTILIZACIÓN ACTUAL	TIPO DE INSTALACIÓN	CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN	DATOS DE LA EMPRESA	MAQUINARIA Y EQUIPO	APROVECHAMIENTO ESTIMADO	ENSAYOS REALIZADOS
1	Yacimiento Rocoso. **Yac.-1**	Tobas ignimbríticas y lavas andesítico-basálticas. (Cuaternario)	Se ubica al NE de la Hoja ABRA 3345 I 1/50.000. X:528.150; Y:217.700; 8.5 Km.	Sin dato	Se extrae la piedra cuartilla de primera y segunda calidad. Se extrae arena gruesa. Polvo de mezcla 1024 para mezclas asfálticas. Piedra base (cuartilla con arena). Proceso por via seca	Planta de áridos. **Quebrador Nº-1. Posible vertedero (Vert.-1)**	La instalación es un lugar de pequeño tamaño, se encuentra ubicado como a 1 Km de la Ruta 32. Actualmente hay un corte activo, hay cortes de afloramiento no explotados.	Constructora y Quebrador Arizona, S.A. Propietario: D. Jose Angel Alfaro Persona de contacto: D. Jose Luis Chinchilla Tfn.:244-4024	La Planta cuenta con dos quebradores, retroexcavadora, cargadores y vagonetas.	Todo uno: -Cimientos y núcleo de terraplén en cond. hidrogeológicas desfavorables. -Coronación y explanada. -Espaldones. Árido artificial de machaqueo : -Zahorra artificial. -Hormigón hidráulico -Mezclas bituminosas. (Capa de rodadura)	No facilitados
9	Yacimiento Granular. **Yac.-9**	Rocas vulcano-sedimentarias, tobas e ignimbritas y aluvial del río Virilla (Cuaternario).	Se ubica al NO de la Hoja de Abra 1:50.000 en San Antonio de Belén. Coordenadas, X: 517.900, Y: 214.400; 10 Km.	15.000.000. Zona de explotación de 20 ha.	Extracción de arena, polvo de piedra cuartilla (3/4"), cuarta, quinta, 1/2", 1 1/2", 3", 5" y lastre de relleno	Planta de áridos. **Quebrador Nº-9. Posible escombrera**	Se explotan actualmente 20 Ha en Belén	Quebradores Pedregal Propietario: D.Rafael Angel Zamora Persona de contacto: Francisco Jiménez Tfn.: 293-1212 / 239-2511	La Planta cuenta con retroexcavadoras, vagonetas, cargadores, Backhoes, 10 conos marca Norbert 1997, 5 lineas de trituración, 6 primarios y 120 equipos pesados.	Todo uno: -Cimientos y núcleo de terraplén en cond. Hidrogeológicas desfavorables. -Coronación y explanada. -Espaldones. Árido artificial de machaqueo : -Zahorra artificial. -Hormigón hidráulico -Posibles mezclas bituminosas. (Capa de rodadura)	No facilitados
10	Yacimiento Granular. **Yac-10**	Tobas ignimbríticas y aluvial del río Virilla. (Cuaternario)	Se ubica al NO de la hoja de Abra 1:50.000 a 8,5 Km de San José. Coordenadas, X: 532.300, Y: 219.100; 11.5 Km.	Practicamente agotada	Se encuentra en cierre técnico, con proceso de maquina con trituración de arena, polvo de piedra,cuartilla(3/4"), cuarta, quinta.Los agregados provienen de Guápiles. La producción media es de 2000 m3/día.	Planta de áridos. **Quebrador Nº-10. Posible vertedero (Vert.-2)**	En proceso de cierre. Producción intermitente.	Quebradores Pedregal Propietario: D.Rafael Angel Zamora Persona de contacto: Francisco Jiménez Tfn.: 293-1212 / 239-2511	La Planta cuenta con quebrador, 1 primario, 2 conos, 1 secundario, y 1 tractor.	Prácticamente agotada . Piedra para machaqueo de explotación en Guápiles (60 Km de S. José)	No facilitados

TABLA RESUMEN DE SUMINISTROS PLANTAS DE AGLOMERADO ASFALTICO. VIADUCTOS URBANOS DE SAN JOSÉ

TIPO DE PLANTA	TIPO DE INSTALACIÓN/PRODUCCIÓN	ORIGEN DEL ÁRIDO UTILIZADO	DATOS DE LA EMPRESA	TIPO Y ORIGEN DEL BETUN	ORIGEN/TIPO DE CEMENTO	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
PLANTA AGLOMERADO ASFÁLTICO Nº 3 (PLT. AGL. ASF.-3)	Automática 120T/h	Quebrador La Esmeralda (**Yac-6**)(Aluvial y terrazas del río Blanco)	CONANSA Gerente: ING. Gustavo Lora. Jefe de planta o encargado: Alfredo Acosta. Tfno. 222-3322/231-3631	AC-20/RECOPE	NO	Marca Bach Plan Standart Still 1985. TM-40. 2 Tanques de betún de 20000 galones (1 de acarreo 1 de emulsión). 2 tanques de diesel de 6000 galones. Agua procedente de A/A. Laboratorio LANAMME.
PLANTA AGLOMERADO ASFÁLTICO Nº 4 (PLT. AGL. ASF.-4)	Automática 400T/h	Corporación Pedregal (**Yac-9**) Tobas, ignimbritas, lavas y aluvial y Quebrador Chiripó (**Yac-8**) (Aluvial y terrazas del río Chiripó)	Quebradores Pedregal. Propietario: D. Rafael Ángel Zamora. Persona de contacto: Francisco Jimenez. Tfno. 293-1212/239-2511	RECOPE	CEMPA/B1	Planta marca CMI 2000 de gas natural. 2 tanques diesel de 6000 galones. 2 tanques de betún de 30000 galones . Agua de manantial propio.Laboratorio Vieto y Asociados.
PLANTA AGLOMERADO ASFÁLTICO Nº 5 (PLT. AGL. ASF.-5)	Automática. 200 T/h	Quebradores Piedra Grande (**Yac-5**). (Aluvial del río Toro Amarillo)	Asfaltos MECO, S.A. Gerente: Carlos Cerdas Arava. Jefe de planta o encargado: Luis Gutierrez Vargas. Tfno. 291-1135	AC-20/RECOPE	Sin datos.	Planta marca ASTEC 98 de doble barril. 1 tanque diesel de 400 galones. 2 tanques de betún de 30000 galones.

TABLA RESUMEN DE SUMINISTROS PLANTAS DE HORMIGÓN . VIADUCTOS URBANOS DE SAN JOSÉ

TIPO DE PLANTA	TIPO DE INSTALACIÓN/PRODUCCIÓN	ORIGEN DEL ÁRIDO UTILIZADO	DATOS DE LA EMPRESA	TIPO Y ORIGEN DEL BETUN	ORIGEN/TIPO DE CEMENTO	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
PLANTA DE HORMIGÓN Nº 2 (PLT. HORM..-2)	Automática 75 m3/h	Quebradores Cerro Minas (Árido aluvial y de terrazas)	Concretera nacional, S.A. Gerente: Juan Marcos Fernández. Jefe de planta o encargado: Ing. Joge Milanés. Tfno. 286-0717/222-2466. Fax. 226-8179		INCSA/B1	1 Tanque diesel de 3000 galones. Mezclador Besser de 1980. Agua procedente de A/A.
PLANTA DE HORMIGÓN Nº 3 (PLT. HORM..-3)	Automática 640 m3/h (3 plantas)	Quebradores Pedregal (**Yac-9**) (Tobas ignimbritas y aluvial del río Virilla) y Quebrador Chiripó (**Yac-8**) (Aluvial y terrazas del río Chiripó)	Corporación Pedregal Propietario: D. Rafael Ángel Zamora.Jefe de planta: D. Francisco Jimenez. Tfno. 286-0717/222-2466 Fax. 226-8179		CEMPA/B1	Planta marca Johnson 1999 eléctrica. Tienen otras dos (2) plantas en Barranca y Nicoyá. Agua de manantial propio. Laboratorio Vieto y asociados.

FICHAS YACIMIENTOS / INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS

TRABAJO: Instalaciones de suministro de piedra y arena cerca de la Ruta 32

PUNTOS DE INTERÉS No.: 1

YACIMIENTO GRANULAR [ ] **FABRICA DE CEMENTO** [ ]

SITUACIÓN: Se ubica al NE de la Hoja ABRA 3345 I 1/50.000

X = 528.150
Y = 217.700

CANTERA [X]

FECHA: 21 / 6 / 2000

PLANTA DE ÁRIDOS [X] **VERTEDERO** [Posible]

PROVINCIA: Heredia, Santo Tomás

PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO [ ]

FOTOGRAFÍAS: PLANTA DE CONCRETO

PLANTA DE CONCRETO [ ]

DESCRIPCIÓN SEGÚN ACTIVIDAD:

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

- Se extrae la piedra "cuartilla" de primera y segunda calidad Tobas ignimbríticas y lavas andesítico-basálticas. (Cuaternario)
- Se extrae arena gruesa.
- Polvo de mezcla 1024 para mezclas asfálticas
- Piedra base(cuartilla con arena)
- El material se procesa vía seca

NOMBRE: Constructora y Quebrador Arizona S.A

PROPIETARIO: José Angel Alfaro

EMPRESA: Constructora y Quebrador Arizona S.A

TELÉFONO/TELEFAX: 244-4024

PERSONA DE CONTACTO: José Luis Chinchilla

ACTIVIDAD: Extracción de materiales

RESERVAS ESTIMADAS (m3): Sin datos.

INSTALACIONES:

(DESCRIPCIÓN)

El lugar cuenta con dos quebradores, retroexcabadora,cargadores y vagonetas

OBSERVACIONES:

La instalación es un lugar de pequeño tamaño, se encuentra ubicado como a 1 km de la Ruta 32. Actualmente hay un corte activo, hay cortes de afloramiento no explotados.

FICHAS YACIMIENTOS / INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS

TRABAJO: Instalaciones de suministro de piedra y arena cerca de la Ruta 32

PUNTOS DE INTERÉS No.:9

YACIMIENTO GRANULAR [X] **FABRICA DE CEMENTO** [ ]

SITUACIÓN: Se ubica NO de la Hoja ABRA 1:50.000 en San Antonio de Belén

X = 517.900
Y = 217.400

CANTERA [ ]

FECHA: 3 / 7 / 00

PLANTA DE ÁRIDOS [X] **VERTEDERO** [Posible]

PROVINCIA: Heredia

PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO [ ]

FOTOGRAFÍAS:

PLANTA DE CONCRETO [ ]

DESCRIPCIÓN SEGÚN ACTIVIDAD:

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

Extracción de arena, polvo de piedra,cuartilla(3/4"),cuarta, quinta, de 1/2",1 1/2", 3", 5" y lastre para relleno.

Rocas vulcano-sedimentarias, aluvial y terrazas del río Virilia, igninbritas y tobas. (Cuaternario).

NOMBRE: Quebradores Pedregal
PROPIETARIO: Rafael Angel Zamora
EMPRESA: Quebradores Pedregal

TELÉFONO/TELEFAX: 293-1212, 239-2511

PERSONA DE CONTACTO: Francisco Jimenéz

ACTIVIDAD: Extracción de agregados

RESERVAS ESTIMADAS (m3): 15 millones

INSTALACIONES:

(DESCRIPCIÓN)

Se cuenta con la siguiente maquinaria:
Retroexcabadoras
Vagonetas
Cargadores
Backhoes

10 conos Marca Norbert 1997

5 líneas de trituración

120 Equipos pesados

OBSERVACIONES:

El agregado es tratado vía seca
La producción es de 9000m3/ día en las tres plantas Belén,Barranca y Nicoya.
Se explotan actualmente 20 Ha en Belén.

Se preve aumentar el área de explotación a 60 Ha, (Reservas estimadas para 80 años)

ICHAS YACIMIENTOS / INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO DE ÁRIDOS

RABAJO: Instalaciones de suministro de piedra y arena cerca de la Ruta 32

UNTOS DE INTERÉS No.:10

SITUACIÓN: Se ubica NO de la Hoja ABRA 1:50.000 a 8.5 km de San José.

X = 532.300
Y = 219.100

FECHA: 3 / 7 / 00

PROVINCIA: San José

FOTOGRAFÍAS:

DESCRIPCIÓN SEGÚN ACTIVIDAD:

Se encuentra en cierre técnico, con un quebrador con trituración de arena, polvo de piedra,cuartilla(3/4"), cuarta, quinta.Los agregados provienen de Guápiles

YACIMIENTO GRANULAR	X	FABRICA DE CEMENTO	
CANTERA			
PLANTA DE ÁRIDOS	X	VERTEDERO	Posible
PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO			
PLANTA DE CONCRETO			

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA:

Aluvial y terrazas del río Virilla, tobas ignimbríticas y piroclastos. (Cuaternario)

NOMBRE: Quebradores Pedregal
PROPIETARIO: Rafael Angel Zamora
EMPRESA: Quebradores Pedregal
TELÉFONO/TELEFAX: 293-1212, 239-2511

PERSONA DE CONTACTO: Francisco Jimenéz

ACTIVIDAD: Trituración de agregados

RESERVAS ESTIMADAS (m3):

Pácticamente agotadas.

INSTALACIONES:
(DESCRIPCIÓN)

Se cuenta con la siguiente maquinaria:

Quebrador
1 Primario

2 Conos

1 Secundario

1 Tractor

OBSERVACIONES:

El agregado es tratado vía húmeda

La producción es de 2000m3/ día

INSTALACIONES DE SUMINISTROS

CUESTIONARIO A REALIZAR PARA LAS DIFERENTES INSTALACIONES A VISITAR

PLANTAS DE CONCRETO ASFALTICO N° 3

Nombre de la empresa:	CONANSA		
Nombre Gerente General:	Ing.Gustavo Lora		
Nombre Jefe de Planta y/o encargado:	Alfredo Acosta		
Teléfono contacto oficina:	222-3322		
Teléfono contacto planta:	231-3638		
Número de telefax:	223-2123		
Tipo de instalación:	Automática X	Manual	
Número de tanques de diesel :	2(Acarreo y Emuisión) 2 (I	Capacidad en galones:	6000
Marca BACH PLAN Estándar Still 1985 TM40 Nº tanques de betún:	acarreo 1 emulsión)	Produce 120T/hora Capacidad en galones:	20000
Utilización cemento:	SI:	NO: X	Tipo de cemento:
Empresa cemento:			País:
Procedencia del agua:	A / A		
Tipo de betun:	AC-20	Procedencia del betun:	RECOPE
		País:	Costa Rica lo importa
Tipo de árido:	Natural	Litología:	Aluvial del río Blanco.
	Machacado: X		
Procedencia del árido:	Ajena:	Empresa suministradora:	
	Propia: X	Quebrador La Esmeralda	Yac-6
Tipo de filler:	Propio:	Litología Filler:	
	Ajeno:		
Nombre de empresa suministradora:			

Fotografías de las instalaciones:	SI: X	NO:
Nota se enviarán posteriormente	SI:	NO:
Situación de las instalaciones en plano 1:50.000:		X — Se ubica en Calle Blancos detrás de la Concretera Nacional en San José. Hoja 3345 I "Abra"
Reservas estimadas de la explotación en m3:	600000 a 650000	
Superficie explotable en m2:		
Situación de la explotación en plano 1:50.000:	SI: X	NO: — Se ubica junto al río Blanco Hoja 3446 IV "Guapiles"
Número de frentes de explotación:	1	

Litología:	Aluvial y terrazas río Blanco.		1	2	3
Espesor(m) del suelo:		Longitud(m)	5000		
Fotografías frente explotación:	SI:	NO: Profundidad(m)	1.5		
		Ancho(m)	50		
Laboratorio control de calidad:	SI: X	NO: Ensayos suministrados		SI:	NO: X
Nombre del laboratorio:	LANAMME				

INSTALACIONES DE SUMINISTROS

CUESTIONARIO A REALIZAR PARA LAS DIFERENTES INSTALACIONES A VISITAR

PLANTAS DE CONCRETO ASFALTICO N° 4

Nombre de la empresa:	Corporación Pedregal		
Nombre Gerente General:	Rafael Angel Zamora		
Nombre Jefe de Planta y/o encargado:	Francisco Jiménez		
Teléfono contacto oficina:	293-1212		
Teléfono contacto planta:	293-1212		
Número de telefax:	239-2511		
Tipo de instalación:	Automática X	Manual	
Marca CMI 200 de gas, produce 400 T/h Número de tanques de diesel :	2	Capacidad en galones:	6000
Número de tanques de betún:	2	Capacidad en galones:	3000
Utilización cemento:	SI: X	NO:	Tipo de cemento: Tipo B1
Empresa cemento:	CEMPA		País: Costa Rica
Procedencia del agua:	Manantial		
Tipo de betun:		Procedencia del betun:	RECOPE
			Costa Rica lo importa
		País:	Costa Rica lo importa
Tipo de árido:	Natural	Litología:	Volcánico y sedimentario
	Machacado: X		Yac-9
Procedencia del árido:	Ajena:	Empresa suministradora:	
	Propia: X	Quebrador Chiripó	Yac-8
Tipo de filler:	Propio: X	Litología Filler:	
	Ajeno:		
Nombre de empresa suministradora:	Pedregal		

Fotografías de las instalaciones:	SI: X	NO:
Situación de las instalaciones en plano 1:50.000:	X	Se ubica a 1 km al este del centro de San Antonio de Belén en la provincia de Heredia. Hoja 3345 I "Abra"
Reservas estimadas de la explotación en Ha:	Aprox. 15x10 E6	
Superficie explotable en Ha:	20 ha. Se preven 60 Ha (Reservas para 80 años)	
Situación de la explotación en plano 1:50.000:	SI: X	NO: — Se ubica a 1 km al este del centro de San Antonio de Belén en la provincia de Heredia. Hoja 3345 I "Abra"
Número de frentes de explotación:	2	

Litología:	Volcánico (propio) Sedimentario (ajeno)		1	2	
Espesor(m) del suelo:		Longitud(m)	100	100	
Fotografías frente explotación:	SI: X	NO: Profundidad(m)	50	50	
		Ancho(m)	50	50	
Laboratorio control de calidad:	SI: X	NO: Ensayos suministrados		SI:	NO: X
Nombre del laboratorio:	Vieto y Asoc.				

INSTALACIONES DE SUMINISTROS

TIONARIO A REALIZAR PARA LAS DIFERENTES INSTALACIONES A VISITAR

NTAS DE CONCRETO ASFALTICO Nº 5

re de la empresa:	Asfaltos MECO S.A.
re Gerente General:	Carlos Cerdas Araya
re Jefe de Planta y/o encargado:	Luis Gitierréz Vargas
ono contacto oficina:	291-1135
ono contacto planta:	291-1135
ero de telefax:	291-1135

de instalación: Automática X Manual

a: Marca ASTEC 98 de doble barril Número

nques de diesel : 2 Capacidad en galones: 6000

Produce

ero de tanques de betún: 2 200T/h Capacidad en galones: 30000

SI	NO
	X

zación cemento: Tipo de cemento:

resa cemento: País:

edencia del agua: A/A

de betún: AC-20 Procedencia del betún: RECOPE

País: Costa Rica lo importa

de árido: Natural (Río) Litología: Aluvial y terrazas del río Toro Amarillo

Machacado: X

edencia del árido: Ajena: X Empresa suministradora:

Propia: X Quebradores Piedra Grande **Yac-5**

de filler: Propio: Litología Filler:

Ajeno:

bre de empresa suministradora:

SI	NO
X	

grafías de las instalaciones:

SI	NO

ción de las instalaciones en plano 1:50.000: Se ubica enfrente del aeropuerto Tobías Bolaños en La Uruca a 1.5 Km al oeste del Parque de Diversiones. Hoja 3345 I "Abra"

rvas estimadas de la explotación en m3: Estimadas en 250000-300000

rficie explotable en Ha: 9

SI	NO
X	

ción de la explotación en plano 1:50.000: Hoja 3446 IV "Guapiles"

ero de frentes de explotación: 2

ogía:	Aluvial y terrazas del río Toro Amarillo		1	2	
sor(m) del suelo:		Longitud(m)	1800	1800	
grafías frente explotación:	SI NO	Profundidad(m)	1.5	1.5	
	X	Ancho(m)	50	50	
ratorio control de calidad:	SI NO	Ensayos suministrados		SI	NO
					X

bre del laboratorio:

INSTALACIONES DE SUMINISTROS

UESTIONARIO A REALIZAR PARA LAS DIFERENTES INSTALACIONES A VISITAR

LANTAS DE CONCRETO N° 2

ombre de la empresa:	CONCRETERA NACIONAL S.A.
ombre Gerente General:	Juan Marcos Fernández
ombre Jefe de Planta y/o encargado:	Ing. Jorge Milanés
eléfono contacto oficina:	286-0717
eléfono contacto planta:	222-2466
úmero de telefax:	226-8179

Tipo de instalación: Automática X Manual

Número de tanques de diesel : 1 Capacidad en galones: 3000

Mezclador Besser de 1980, produce 75m3/h Capacidad en galones:

Utilización cemento:	SI	NO
	X	

Empresa cemento: INCSA — Tipo de cemento: Tipo 1

Procedencia del agua: A y A — País: Costa Rica

Tipo de betun: Procedencia del betun:

País:

Tipo de árido: Natural — Litología: Aluvial y terrazas del río Amarillo

Machacado: X

Procedencia del árido: Ajena: X — Empresa suministradora: Quebradores Cerro Minas **Yac-5**

Propia:

Tipo de filler: Propio: — Litología Filler:

Ajeno:

Nombre de empresa suministradora:

Fotografías de las instalaciones:	SI	NO
	X	

Nota se enviarán posteriormente

Situación de las instalaciones en plano 1:50.000:	SI	NO
		X

Se ubica en Calle Blancos en San José, tienen plantas en Alajuela, Pavas, Guanacaste, Belén, Caldera y Grecia. Hoja 3345 I "Abra"

Reservas estimadas de la explotación en m3: Sin datos.

Superficie explotable en m2:

Situación de la explotación en plano 1:50.000:	SI	NO
		X

Número de frentes de explotación:

Litología:				1	2	3
Espesor(m) del suelo:			Longitud(m)			
Fotografías frente explotación:	SI	NO	Profundidad(m)			
		X	Ancho(m)			
Laboratorio control de calidad:	SI	NO	Ensayos suministrados	SI	NO	
	X				X	

Nombre del laboratorio:

INSTALACIONES DE SUMINISTROS

CUESTIONARIO A REALIZAR PARA LAS DIFERENTES INSTALACIONES A VISITAR

PLANTAS DE CONCRETO N° 3

Nombre de la empresa:	Corporación Pedregal
Nombre Gerente General:	Rafael Angel Zamora
Nombre Jefe de Planta y/o encargado:	Francisco Jiménez
Teléfono contacto oficina:	293-1212
Teléfono contacto planta:	293-1212
Número de telefax:	239-2511

Tipo de instalación: Automática X Manual

Planta de concreto es eléctrica marca Johnson 1999 tienen tres plantas(Belén,(la n° 2) Barranca, y Nicoya) en conjunto ,640m3/h. N° de tanques diesel: Capacidad en galones:

Número de tanques de betun: Capacidad en galones:

Utilización cemento:	SI	NO
	X	

Empresa cemento: CEMPA — Tipo de cemento: B1

Procedencia del agua: Manantial. — País: Costa Rica

Tipo de betun: Procedencia del betún:

País:

Tipo de árido: Natural — Litología: Volcánico, aluvial terrazas del río Chiripó

Machacado: X

Procedencia del árido: Ajena: — Empresa suministradora: Pedregal **Yac-9**

Propia: X — y Quebrador Chiripó **Yac-8**

Tipo de filler: Propio: — Litología Filler:

Ajeno:

Nombre de empresa suministradora: Pedregal

Fotografías de las instalaciones:	SI	NO
	X	

Situación de las instalaciones en plano 1:50.000:	SI	NO
	X	

Se ubica a 1 km al este del centro de San Antonio de Belén en la provincia de Heredia. Hoja 3345 I "Abra"

Reservas estimadas de la explotación en m3: Aprox. 15x10

Superficie explotable en Ha. 20 ha Se preven 60 (Reservas para 80 años)

Situación de la explotación en plano 1:50.000	SI	NO
	X	

Se ubica a 1 km al este del centro de San Antonio de Belén en la provincia de Heredia. Hoja 3345 I "Abra"

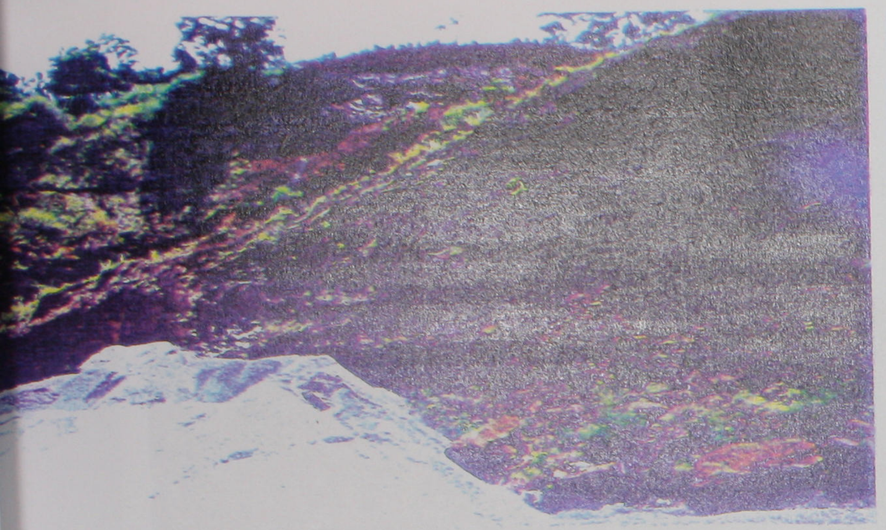
Número de frentes de explotación: 2

Litología:				1	2	
Espesor(m) del suelo:			Longitud(m)	100	100	
Fotografías frente explotación:	SI	NO	Profundidad(m)	50	50	
	X		Ancho(m)	50	50	
Laboratorio control de calidad:	SI	NO	Ensayos suministrados	SI	NO	
	X				X	

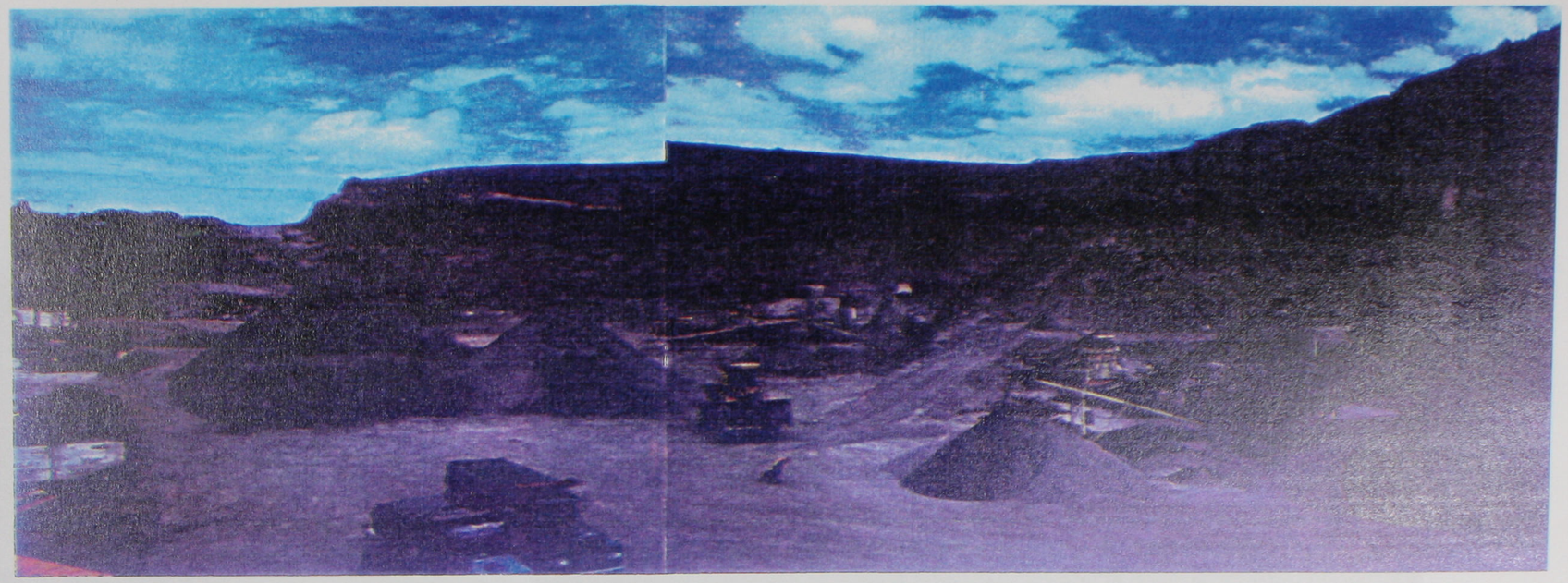
Nombre del laboratorio: Vieto y Asoc.

2.4. Reportaje fotográfico de yacimientos

2.5. Reportaje fotográfico de instalaciones de suministros



Yacimiento nº 1 **Yac- 1**
Frente de explotación, vista general.
Empresa: Constructora y Quebrador Arizona S.A.
Posible vertedero. Vertedero nº 1 **Vert-1**



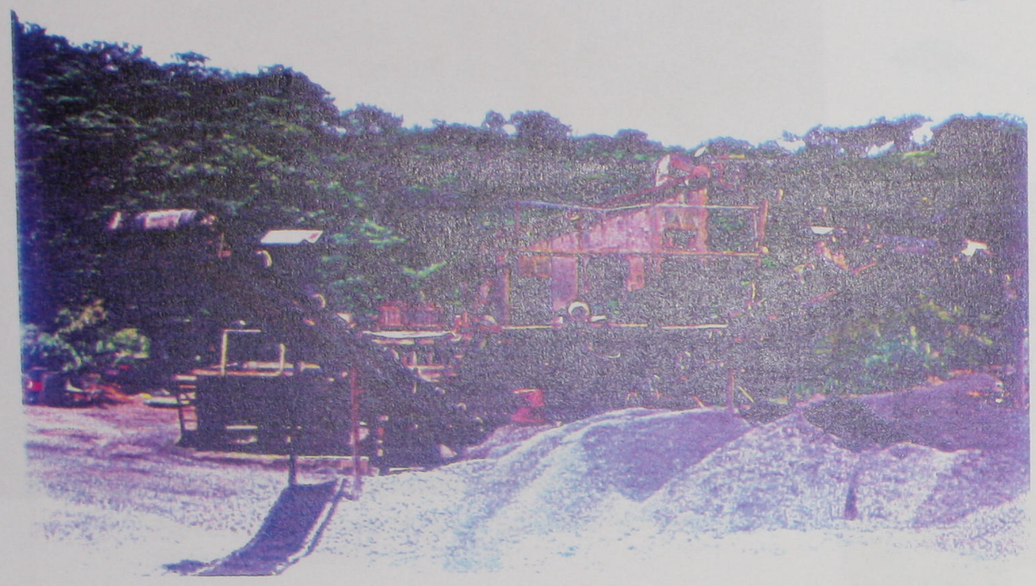
Yacimiento nº 9 **Yac- 9**
Vista panorámica general
Empresa: Corporación Pedregal S.A.



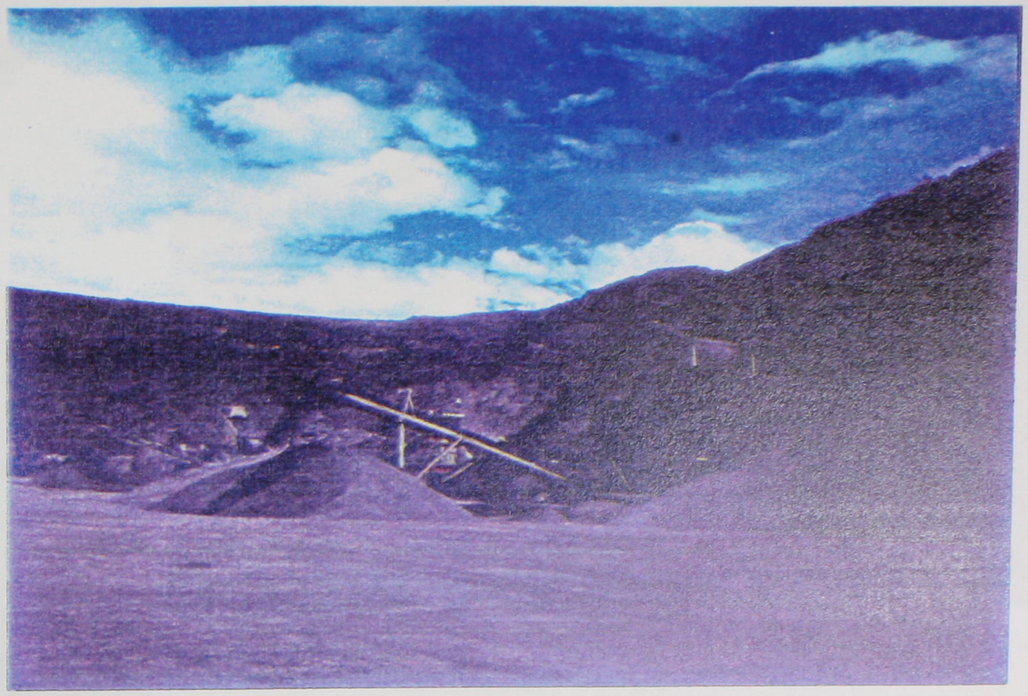
Yacimiento nº 1 **Yac- 1**
Frente de explotación, detalle de coladas de lavas
Empresa: Constructora y Quebrador Arizona S.A.
Posible vertedero. Vertedero nº 1 **Vert-1**



Yacimiento nº 10 **Yac- 10**
Vista panorámica general
Empresa: Corporación Pedregal S.A.
Posible vertedero. Vertedero nº 2 **Vert-2**



Planta de áridos nº 1 **Pta. Ar- 1**
Quebrador
Empresa: Constructora y Quebrador Arizona S.A.



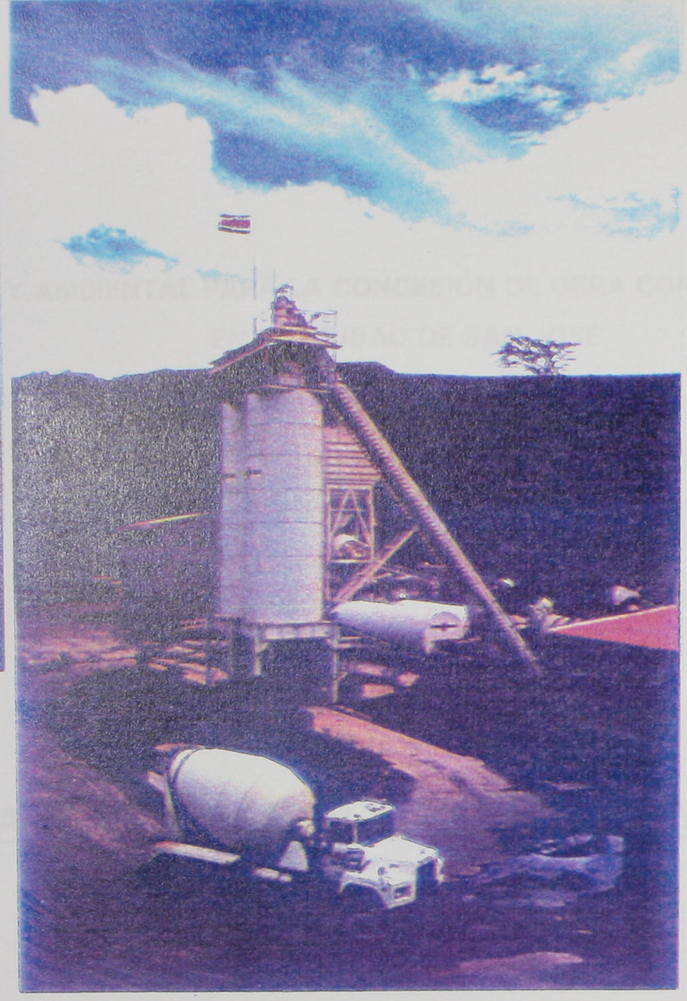
Planta de áridos nº 9 **Pta. Ar- 9**
Quebrador
Empresa: Corporación Pedregal S.A.



Planta de áridos nº 10 **Pta. Ar- 10**
Quebrador
Empresa: Corporación Pedregal S.A.



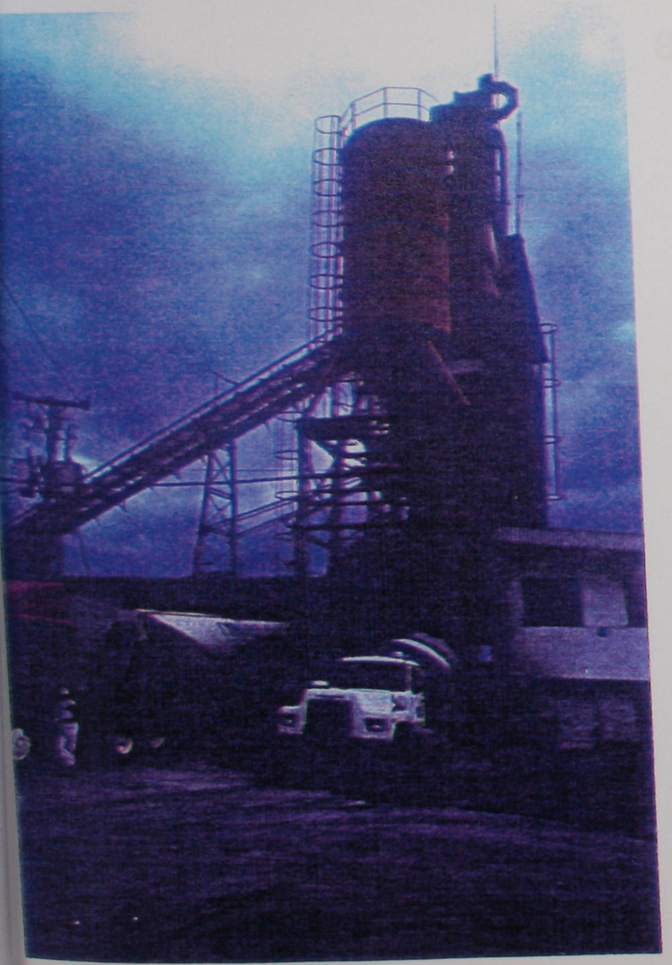
Planta de aglomerado asfáltico nº 3 **Pta. Agl. Asf.- 3**
Empresa: CONANSA



Planta de aglomerado asfáltico nº 4 **Pta. Agl. Asf.- 4**
Empresa: Corporación Pedregal S.A.



Planta de aglomerado asfáltico nº 5 **Pta. Agl. Asf.- 5**
Empresa: MECO S.A.



Planta de hormigón nº 2 **Pta. horm.- 2**
Empresa: Concretera Nacional S.A.



Planta de hormigón nº 3 **Pta. horm.- 3**
Empresa: Corporación Pedregal S.A.

8. GEOTECNIA DEL CORREDOR Y CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

GETINSA - NOVOTECNI Y ASOCIADOS, S. A.

8. GEOTECNIA DEL CORREDOR Y CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO
   - 2.1. Reconocimiento de Superficie
   - 2.2. Sondeos continuos SPT
   - 2.3. Sondeos mecánicos
   - 2.4. Ensayos de laboratorio
3. INFORMACIÓN PROCEDENTE DE ESTUDIOS PREVIOS
   - *a) Documento 8: "Propiedades Físicas, Hidráulicas y Mecánicas de suelos de Origen Volcánico, en Sitios Seleccionados del Valle Central, Costa Rica"*
   - *b) Documento 2: "Propuesta de Zonificación Geotécnica del Área Metropolitana"*
4. RIESGOS NATURALES
   - *a) Riesgo volcánico*
   - *b) Sismicidad*
5. PERFIL GEOTÉCNICO
6. TERRAPLENES
7. DESMONTES
8. EXPLANADA
9. TRAMIFICACIÓN CONSIDERADA. CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS Y TÚNELES
   - *a) Viaducto calle 42 y Tramo Oeste – Este hasta Liceo del Sur (origen a P. 3+000)*
   - *b) Viaducto Oeste – Este. Tramo Liceo del Sur a Plaza Víquez (P. 3+000 a P. 4+500)*
   - *c) Plaza Víquez (P. 4+500) – Parque Nacional*
   - *d) Viaducto sobre el río Torres*
   - *e) Viaducto sobre el río Torres – Carretera Braulio – Carrillo*

APÉNDICES

APÉNDICE 1.- PLANO DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

APÉNDICE 2.- SONDEOS SPT

Apéndice 2.1.- Descripción

Apéndice 2.2.- Maquinaria empleada en los sondeos SPT

APÉNDICE 3.- SONDEOS A ROTACIÓN

Apéndice 3.1.- Descripción

Apéndice 3.2.- Maquinaria empleada en los sondeos a rotación

APÉNDICE 4.- PUNTOS DE RECONOCIMIENTO VISUAL

Apéndice 4.1.- Descripción

Apéndice 4.2.- Fotografías de los puntos de reconocimiento visual

APÉNDICE 5.- ENSAYOS DE LABORATORIO

8. GEOTECNIA DEL CORREDOR Y CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio expone y comenta los resultados de los trabajos realizados para el reconocimiento geotécnico del estudio de factibilidad del proyecto vial del Viaducto en el Área Metropolitana de San José.

Para la elaboración del estudio se ha recopilado la información de los siguientes trabajos:

- Documento 1: Mapa Geológico de Costa Rica (escala 1:500.000)
- Documento 2: "Propuesta de Zonificación Geotécnica del Área Metropolitana", redactado por el Ingeniero Roy Bogantes (1.999).
- Documento 3: "Estudio Geotécnico de Prefactibilidad para el Proyecto de Viaductos Urbanos" redactado por el Ingeniero Roy Bogantes, en el que recoge información complementaria a la obtenida en los trabajos de reconocimiento actuales e incluye unos perfiles geotécnicos preliminares.
- Documento 4: "Atlas Geológico del Gran Área Metropolitana de Costa Rica" (1.994).
- Documento 5: "Terremoto de Limón". Volumen especial de la Revista Geológica de América Central (Abril de 1.994"
- Documento 6: "Costa Rica Earthquake Reconnaissance Report". Earthquake Spectra. Supplement B to Volume 7 (October 1.991).
- Documento 7: "Mapa de Amplificación Sísmica del Valle Central, Costa Rica". Ramírez, R. et al. Revista Geológica de América Central, 19/20, 1.996.
- Documento 8: "Propiedades Físicas, Hidráulicas y Mecánicas de suelos de Origen Volcánico, en Sitios Seleccionados del Valle Central, Costa Rica". Rolando Mora Ch. Revista Geológica de América Central, 19, 1.998.
- Documento 9: "Mapa de aceleraciones máximas posibles Gran Área Metropolitana (50 años)" elaborado por el Laboratorio de Ingeniería Sísmica de la Universidad de Costa Rica (1.994).
- Documento 10: Código Sísmico de Costa Rica.

2. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO

En los apéndices del presente Anejo se recopila la información disponible para la redacción del estudio.

Se han realizado los siguientes trabajos:

- Reconocimiento de superficie. Puntos de reconocimiento visual.
- Sondeos SPT.
- Sondeos mecánicos con extracción continua de testigo.
- Ensayos de laboratorio sobre las muestras procedentes de los sondeos SPT y de los sondeos a rotación.

En las tablas siguientes se relacionan los trabajos de reconocimiento realizados. Se presentan tres tablas, con los trabajos ordenados por su identificación, por su situación y por su grupo geológico.

TRABAJOS ORDENADOS POR IDENTIFICACIÓN

TRABAJO	TRAMO	PERFIL	DISTANCIA	GRUPO	L (m)
P-01	Plaza Víquez-Parque Nacional	4.600		QVtf	
P-02	Plaza Víquez-Parque Nacional	5.250		QVtf	
P-03	Plaza Víquez-Parque Nacional	5.740		QVtf	
P-04	Plaza Víquez-Parque Nacional	6.120		QVtf	
P-05	Norte-Sur	7.310		QVtf	
P-06	Viaducto calle 42	970		QVtf	
P-08	Viaducto Este - Oeste	2.320		QVtf	
P-10	Viaducto Este - Oeste	4.270		QVtf	
PROT-01	Plaza Víquez-Parque Nacional	5.950	-130	QVtf	25
PROT-02	Viaducto río Torres	6.500		QVtf	25
PROT-03	Viaducto Este - Oeste	3.680	50	QVtf	15
PRV-1	Viaducto río Torres	6500	10	QVtn	
PRV-2	Viaducto río Torres	6480	150	Ra	
PRV-3	Viaducto río Torres	6600	100	QVl	
PRV-4	Viaducto Este - Oeste	2600	600	QVtn	
PRV-25	Plaza Víquez-Parque Nacional	6100	-800	QVtn	

TRABAJOS ORDENADOS POR PERFIL

TRABAJO	TRAMO	PERFIL	DISTANCIA	GRUPO	L (m)
P-06	Viaducto calle 42	970		QVtf	
P-08	Viaducto Este - Oeste	2.320		QVtf	
PRV-4	Viaducto Este - Oeste	2600	600	QVtn	
P-10	Viaducto Este - Oeste	4.270		QVtf	
P-01	Plaza Víquez-Parque Nacional	4.600		QVtf	
P-02	Plaza Víquez-Parque Nacional	5.250		QVtf	
P-03	Plaza Víquez-Parque Nacional	5.740		QVtf	
PROT-01	Plaza Víquez-Parque Nacional	5.950	-130	QVtf	25
PRV-25	Plaza Víquez-Parque Nacional	6100	-800	QVtn	
P-04	Plaza Víquez-Parque Nacional	6.120		QVtf	
PRV-2	Viaducto río Torres	6480	150	Ra	
PROT-02	Viaducto río Torres	6.500		QVtf	25
PRV-1	Viaducto río Torres	6500	10	QVtn	
PRV-3	Viaducto río Torres	6600	100	QVl	
P-05	Norte-Sur	7.310		QVtf	
PROT-03	Viaducto Este - Oeste	3.680	50	QVtf	15

TRABAJOS ORDENADOS POR GRUPO GEOLÓGICO

TRABAJO	TRAMO	PERFIL	DISTANCIA	GRUPO	L (m)
P-01	Plaza Víquez-Parque Nacional	4.600		QVtf	
P-02	Plaza Víquez-Parque Nacional	5.250		QVtf	
P-03	Plaza Víquez-Parque Nacional	5.740		QVtf	
P-04	Plaza Víquez-Parque Nacional	6.120		QVtf	
P-05	Norte-Sur	7.310		QVtf	
P-06	Viaducto calle 42	970		QVtf	
P-08	Viaducto Este - Oeste	2.320		QVtf	
P-10	Viaducto Este - Oeste	4.270		QVtf	
PROT-01	Plaza Víquez-Parque Nacional	5.950	-130	QVtf	25
PROT-02	Viaducto río Torres	6.500		QVtf	25
PROT-03	Viaducto Este - Oeste	3.680	50	QVtf	15
PRV-1	Viaducto río Torres	6500	10	QVtn	
PRV-4	Viaducto Este - Oeste	2600	600	QVtn	
PRV-25	Plaza Víquez-Parque Nacional	6100	-800	QVtn	
PRV-2	Viaducto río Torres	6480	150	Ra	
PRV-3	Viaducto río Torres	6600	100	QVl	

2.1. Reconocimiento de superficie

Se ha realizado un recorrido detallado del trazado tomando información sistematizada de los puntos de interés geotécnico. Dentro de este reconocimiento se ha dado especial importancia al estado de los desmontes circundantes, intersecciones con carreteras existentes, laderas circundantes y presencia de signos de inestabilidad.

Se han realizado 5 puntos de reconocimiento visual para el estudio de la geotecnia del corredor y cimentación de estructuras. En la tabla siguiente se indica la situación de estos trabajos:

Trabajo	Perfil	Distancia	Grupo geológico
PRV-1	6500	10	QVtn
PRV-2	6480	150	Ra
PRV-3	6600	100	QVl
PRV-4	2600	600	QVtn
PRV-25	6100	-800	QVtn

En los apéndices del presente Anejo se incluyen los partes descriptivos de los puntos de reconocimiento visual y fotos anejas.

2.2. Sondeos continuos SPT

En los planos incluidos en el Apéndice 1 se define la situación de los sondeos continuos SPT realizados.

El ensayo SPT consiste en medir el número de golpes necesario para hincar tramos sucesivos de 15 cm. de un sacamuestras normalizado (35 mm. de diámetro interior, 51 mm. de diámetro exterior y 550 mm. de longitud del cuerpo cilíndrico). En cada golpe se aplica una energía de unos 48 kg·m. Los 15 cm iniciales se desprecian y se define como N el golpeo necesario para hincar los siguientes 30 cm.

El proceso seguido consiste en la hinca de un sacamuestras, su recuperación, y la introducción e hinca del segundo sacamuestras mientras se procede a la limpieza del primero y a la recuperación del material.

Se han realizado 8 sondeos continuos SPT para el reconocimiento tanto del corredor como para la cimentación de estructuras.

Estos sondeos han sido realizados por la empresa INSUMA S.A. (Ingeniería de Suelos y Materiales).

En los apéndices del presente Anejo se incluyen los cortes de los sondeos continuos SPT, los resultados de los ensayos efectuados durante su ejecución y las medidas del nivel del agua realizadas en su interior. En la siguiente tabla se relacionan los resultados de los valores N_{SPT} de los ensayos de hinca.

S.P.T: PK: GRUPO: Prof. (m)	P-01 4600 QVtf	P-02 5250 QVtf	P-03 5740 QVtf	P-04 6120 QVtf	P-05 7310 QVtf	P-06 970 QVtf	P-08 2320 QVtf	P-10 4270 QVtf
0,45	4	6	4	6	2	4	5	17
0,90	6	4	9	5	2	7	5	5
1,35	7	7	9	4	6	6	7	7
1,80	3	5	15	5	8	26	8	12
2,25	5	6	20	5	10	25	30	19
2,70	6	8	30	8	15	19	54	39
3,15	12	3	17	7	15	19	29	21
3,60	15	4	34	11	4	21	50	28
4,05	24	7	54	19	4	30	28	30
4,50	11	13	19	18	6	26	26	37
4,95	7	20	28	13	7	47	21	50
5,40	7	22	27	18	16	29	26	>100
5,85	12	13	17	19	25	39	27	
6,30	9	23	22	25	37	34	58	
6,75	9	31	25	26	34	27	23	
7,20	13	33	43	20	51	33	17	
7,65	31	25	18	24		24	21	
8,10	30	15	16	34		27	30	
8,55		22	13	23		24	23	
9,00		20	10	27		24	14	
9,45		15	19	14		20	20	
9,90		25	24	17		29		
10,35		18	16	9		48		
10,80		19	19					
11,25		21	27					
11,70		16	23					
12,15		17						
12,60								
PROF. NF	1,80	5,85	4,20	>10,35	>7,20	>10,35	>9,45	>5,40

2.3. Sondeos mecánicos

En los planos incluidos en el Apéndice 1 se define la situación de los sondeos mecánicos realizados.

Los sondeos se efectuarán a rotación, con recuperación continua del testigo, realizando ensayos SPT en los niveles de suelo para estimar resistencia y tomar muestras, también mediante tubos Shelby para su posterior análisis en laboratorio.

Se han realizado 3 sondeos a rotación para el reconocimiento tanto del trazado de los viaductos urbanos como para la cimentación de estructuras.

Estos sondeos han sido realizados por la empresa INSUMA S.A. (Ingeniería de Suelos y Materiales).

En los apéndices del presente Anejo se incluyen los cortes de los sondeos mecánicos, las fotografías de las cajas, los resultados de los ensayos efectuados durante su ejecución y las medidas del nivel del agua realizadas en su interior En la siguiente tabla se relacionan los resultados de los valores N_{SPT} de los ensayos de hinca.

PD PK GRUPO Prof. (m)	PROT-01 5950 QVtf	PROT-02 6500 QVtf	PROT-03 3680 QVtf
0,45	21	7	relleno gravas
0,90	11	12	10
1,35	26	7	shelby
1,80	41	shelby	2
2,25	58	13	5
2,70	41	28	11
3,15	a rotación	32	shelby
3,60	a rotación	35	8
4,05	a rotación	continúa	6
4,50	a rotación	a rotación	10
4,95	a rotación		52
5,40	a rotación		continúa
5,85	11		a rotación
6,30	a rotación		
6,75	a rotación		
7,20	a rotación		
7,65	a rotación		
8,10	a rotación		
8,55	a rotación		
9,00	a rotación		
9,45	23		
9,90	continúa		
PROF. NF	5,90	2,95	-

2.4. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio sobre las muestras procedentes de las calicatas y sondeos mecánicos han sido realizados por LANAMME (Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales).

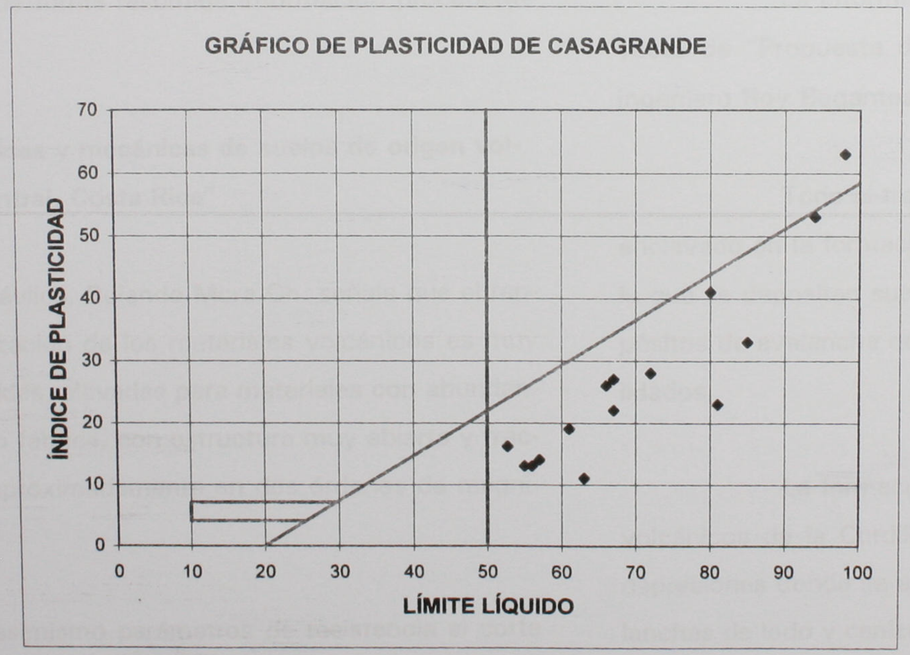
Sobre las muestras procedentes de los sondeos mecánicos y sondeos continuos SPT se han realizado ensayos de identificación y ensayos mecánicos (compresiones simples y determinaciones de resistencia con el penetrómetro de bolsillo) para su caracterización geotécnica. Dadas las características de las muestras procedentes de los sondeos no ha sido posible efectuar los ensayos de corte directo, triaxiales y ensayos edométricos previstos.

En los apéndices del presente Anejo se incluyen los resultados de los ensayos de laboratorio realizados. En las tablas adjuntas se resumen los resultados de estos ensayos.

ENSAYOS DE LABORATORIO DE SONDEOS
PROYECTO: VIADUCTOS URBANOS

SONDEO	P-01	P-01	P-01	P-01	P-03	P-05	P-10	P-10	PROT-01	PROT-01	PROT-01	PROT-02	PROT-02	PROT-03	PROT-03	nº datos	media	máx.	mín.	desviac.
PERFIL	4,600	4,600	4,600	4,600	5,740	7,310	4,270	4,270	5,950	5,950	5,950	6,500	6,500	3,680	3,680					
MUESTRA	SPT	SPT	SPT	SPT	SPT	SPT	SPT	SPT	TP	SHELBY	TP	SHELBY	TP	SHELBY	SHELBY					
COTA SUPERIOR	3.50	6.50	7.50	9.00	11.00	6.50	1.50	5.00	8.27	9.50	23.50	1.35	18.65	1.05	2.85					
COTA INFERIOR									8.85	10.00	25.00	1.80	20.10	1.50	3.30					
#4		97.9	99.7		99.7					99.9						4	99.3	99.9	97.9	0.9
#10	99.6	93.2	99.6	97.7	99.6		99.4	99.6	99.8	99.7					99.0	10	98.7	99.8	93.2	2.0
#40	99.0	91.1	98.6	93.2	98.6	99.0	98.0	97.6	99.2	98.5	99.8	99.0	99.5	99.5	9.7	15	92.0	99.8	9.7	22.9
#200	91.2	83.1	91.9	73.6	91.9	82.5	90.6	88.7	96.1	92.9	94.5	94.9	88.0	79.7	94.0	15	88.9	96.1	73.6	6.4
WL	67	61	94	98	56	53	66	72	55	57	81	67	63	85	80	15	70.32	98	52.73	14.29
WP	40	42	40	35	43	37	40	44	42	43	58	45	52	52	39	15	43.44	58	35	6.208
IP	27	19	53	63	13	16	26	28	13	14	23	22	11	33	41	15	26.8	63.0	11.0	15.2
HUMEDAD NATURAL	48.45		46.06	53.17		41.42	52.33	45.77	40.9	41.5	65.3	45	57.1	64.9	49.4	13	50.1	65.3	40.9	8.225
Sr (%)									100	95.44	89.9	-	95.72	-	92.9	5	94.79	100	89.9	3.739
ÍNDICE DE LIQUIDEZ	0.31		0.11	0.29		0.30	0.47	0.06	-0.08	-0.11	0.32	0.00	0.46	0.39	0.25	13	0.21	0.47	-0.11	0.20
e (huecos)									1.07	1.13	1.90	-	1.58	-	1.42					
Densidad natural (t/m3)									1.80	1.73	1.50	-	1.60	0.79	1.64	6	1.51	1.80	0.79	0.37
Densidad seca (t/m3)									1.28	1.22	0.91		1.02	0.48	1.10					
Peso específico (t/m3)	2.53		2.60			2.60	2.62	2.60	2.65	2.60	2.62	2.45	2.64	-	2.64	11	2.60	2.65	2.45	0.06
COMPRESIÓN SIMPLE																				
Rp (Kp/cm2)									3.14	1.27	3.91	no	6.15	0.58	0.67	6.00	2.62	6.15	0.58	2.20
DEFORM. EN ROTURA																0	-	0	0	-
CASAGR.	MH	MH	MH	CH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH					
UTILIZACIÓN:	No apto	Apto 1	No apto	No apto	Apto 1	Apto 1	No apto	No apto	Apto 1	Apto 1	No apto	No apto	Apto 1	No apto	No apto					
SUCS	MH	MH	MH	CH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	MH					
GRUPO LITOLÓGICO	QVtf(am)1	QVtf(am)1	QVtf(am)2	QVtf(am)2	QVtf(am)2	QVtf(am)2	QVtf(am)2	QVlf	QVtf(am)2	QVtf(am)2	QVlf	Ra	QVlf	QVtf(am)1	QVtf(am)1					
OBSERVACIONES																				

NOTAS: Las clasificaciones se han efectuado sin disponer de ensayos de compactación ni CBR



3. INFORMACIÓN PROCEDENTE DE ESTUDIOS PREVIOS

En el anejo de geología se incluye una descripción geológico-geotécnica general de las distintas formaciones geológicas afectadas por los ejes estudiados, junto con una valoración estadística de sus propiedades índice. Las formaciones aquí afectadas pertenecen al Valle Central de Costa Rica (sector septentrional). En la tabla siguiente se tramifica el trazado:

Tramificación			
PKi	**PKf**	**Grupo geológico**	**Descripción**
0	6590	QVtf	Mantos de tefra, cenizas finas y gruesas con lapilli
6590	6610	QVl	Depósitos de lahares (lavina)
6610	Final	QVtf	Mantos de tefra, cenizas finas y gruesas con lapilli

En los puntos siguientes se recoge, de forma resumida información procedente de los estudios previos disponibles:

a) **Documento 8: "propiedades físicas, hidráulicas y mecánicas de suelos de origen volcánico, en sitios seleccionados del valle central, Costa Rica"**

En relación con la conductividad hidráulica, Rolando Mora Ch. señala que el rango de variación para los productos de la meteorización de los materiales volcánicos es muy amplio ($1 \cdot 10^{-2}$ a $1 \cdot 10^{-5}$ cm/sg). Estas permeabilidades, elevadas para materiales con abundantes finos limosos, pueden justificarse por su micro fábrica, con estructura muy abierta y fracturas por desecación. Estos valores se reducen aproximadamente en dos órdenes de magnitud con la compactación.

En la referencia citada se recogen asimismo parámetros de resistencia al corte efectivos de materiales de origen volcánico de Costa Rica. En la tabla siguiente se resumen los rangos de variación de dichos parámetros, determinados con ensayos de corte directo consolidado – drenado:

RANGO DE VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE EFECTIVOS DE SUELOS VOLCÁNICOS (ROLANDO MORA CH., 1.998)		
LITOLOGÍA	COHESIÓN (Kp/cm^2)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO
Brechas	0,08 - 0,09	30° - 31°
Tobas	0 - 0,22	20° – 38°
Cenizas	0,02 - 0,16	14° - 38°
Lapilli	0,11	33°
Lahar	0	35°
Lavas	0,06 - 0,10	31°

b) **Documento 2: "Propuesta de Zonificación Geotécnica del Área Metropolitana"**

La información resumida en este apartado se ha obtenido del borrador del proyecto de "Propuesta de zonificación geotécnica del área metropolitana" redactado por el ingeniero Roy Bogantes González.

Todo el trazado de los viaductos situados en la ciudad de San José se encuentra enclavado en la formación geológica compuesta de lahares y depósitos de ceniza (QVl) sobre la que se depositan suelos de espesor variable. Esta formación se encuentra formada por depósitos de avalancha de lodos (lahares), y mantos intemperizados de ceniza-arcilla, no consolidados.

La formación QVl se produce como consecuencia de la elevación de los edificios volcánicos de la Cordillera Volcánica Central durante el Pleistoceno – Holoceno, formando depresiones donde se acumularon materiales procedentes de los volcanes como lahares, avalanchas de lodo y cenizas.

Los lahares llegan a tener espesores de hasta 60m, compuestos por materiales muy heterogéneos, con fragmentos volcánicos (andesíticos) subangulares de más de 1m de diámetro pudiendo disponer de intercalaciones de cenizas provenientes de erupciones volcánicas. En general las capas de ceniza se encuentran en superficie sobre estos depósitos, con espesores de entre 15 y 20m.

En general los materiales situados en San José son poco permeables, con materiales impermeables situados al este del tercer viaducto.

Según la descripción taxonómica, los suelos de esta formación son blandos, con presencia de vidrio volcánico (ceniza) no meteorizado.

Sobre estos depósitos volcánicos compuestos por lahares y cenizas volcánicas se presentan formaciones arcillosas y limosas, con espesores en general inferiores a 10m, situándose el nivel freático entre 5 y 15m de profundidad.

Estas formaciones edáficas superficiales tienen las siguientes características:

- Arcillas expansivas:

  Se trata de suelos transportados o residuales, de color negro, marrón amarillento, y gris. Se originan por el depósito de materiales orgánicos, producto de la erosión y transporte o por la descomposición meteórica y la actividad orgánica de suelos piroclásticos. Se encuentran afectadas por la altura del nivel freático, pudiendo contraerse y provocando asientos diferenciales en edificios y construcciones.

  Los espesores de arcilla varían en general entre 0,5 y 4m situándose sobre ignimbritas o materiales coluviales y laháricos, constituidos por bloques subredondeados de roca envueltos en una matriz arcillosa de color café amarillento de igual o mayor plasticidad que la misma arcilla negra.

  Estos depósitos arcillosos se localizan al sur y en el centro del área metropolitana de la ciudad de San José en forma de capa continua, mientras que en el resto se pueden encontrar en forma de lentejones aislados.

- Limos de baja resistencia:

  Su origen está asociado con la alteración de materiales piroclásticos bajo condiciones de alta pluviosidad. Ocasionalmente estas formaciones limosas pueden plantear problemas de colapso. Asociados a estos materiales también es común la presencia de materiales arcillosos expansivos en forma de lentejones.

  Los espesores de limos pueden llegar a los 9m, con valores de N_{SPT} comprendidos entre 1 y 5 golpes. También presentan cambios drásticos de consistencia al variar del estado natural al seco. Se caracterizan por su baja densidad seca, en ocasiones de 0,7T/m^3 y humedades óptimas del 100%.

  Se pueden localizar al norte del área metropolitana.

Según el comportamiento geotécnico de estos materiales se pueden diferenciar 3 zonas dentro del área metropolitana de la ciudad de San José. Esta zonificación viene recogida en la figura adjunta:

- Suelo A (suelo 8 de Documento 2): Suelos transportados, derivados de depósitos piroclásticos, de consistencia blanda, con una profundidad superior a los 15m.

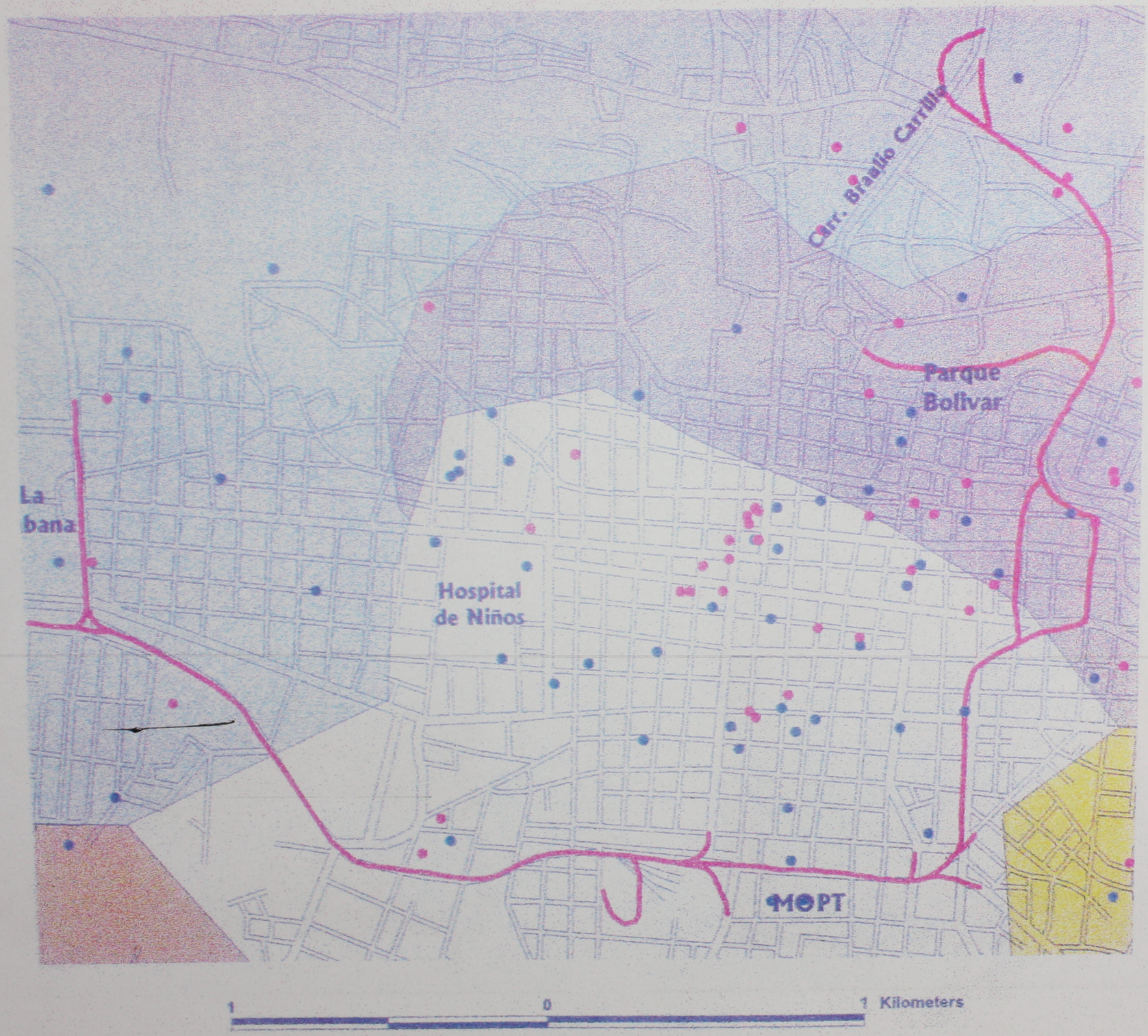
- Suelo B (suelo 15 de Documento 2): Suelos transportados, derivados de depósitos piroclásticos de consistencia blanda. Presencia de suelos blandos y de arcilla gris CH de muy alto potencial expansivo. Nivel freático a menos de 10m todo el año. Profundidad entre 10 y 15m.

- Suelo C (suelo 3 de Documento 2): Suelos transportados, derivados de depósitos piroclásticos, de consistencia blanda. Nivel freático a menos de 10m de profundidad. La estratigrafía usualmente comprende una capa de arcilla expansiva, del tipo CH. Registra una profundidad variable.

El primer viaducto denominado "Sección Sabana-este" situado en la calle 42, de dirección Norte-Sur y 750m de longitud se sitúa en el suelo A. El segundo viaducto, "Sección este-oeste" de 3,2km de longitud, comienza en el suelo A, aunque la mayor parte del trazado se encuentra emplazado en el suelo B. El siguiente tramo "Sección Plaza Víquez – Parque Nacional" comienza en el suelo B y acaba en el C. Los tramos "Sección Parque Nacional Oeste" y "Sección Parque Nacional Este" se encuentran situados en el suelo C. La "Sección Parque Nacional – Carretera Braulio Carrillo" parte del suelo C acabando en el suelo A. El "Ramal Río Torres" se sitúa casi en su totalidad en el suelo A encontrándose el comienzo del tramo en el suelo C. Los ramales de intersección con la carretera Braulio Carrillo se encuentran ambos situados en el suelo A.

En los gráficos siguientes se presenta la medición de las profundidades a las que se encuentran los niveles freáticos y la profundidad del sustrato rocoso en la ciudad de San José.

Características de los suelos en la zona del Viaducto Metropolitano.



SUELO A

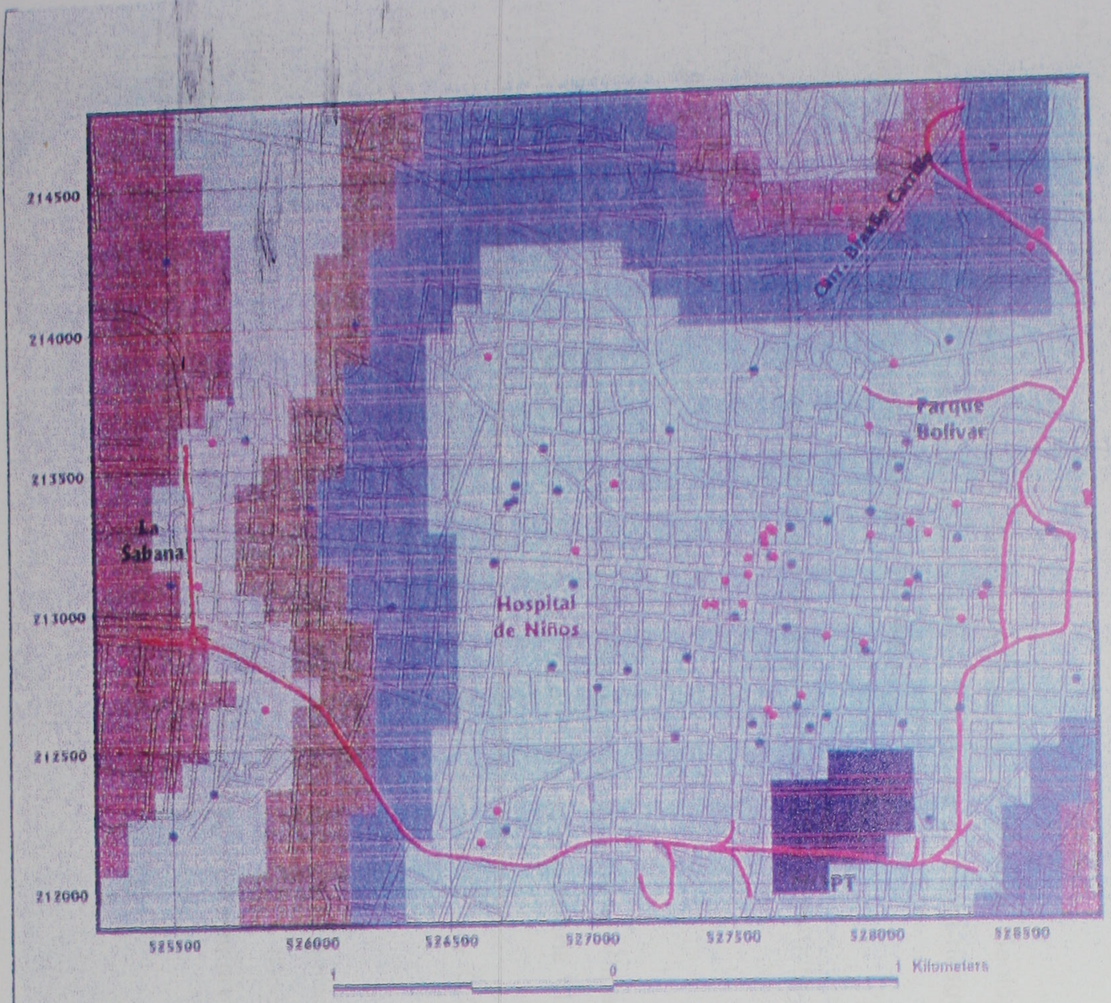
Suelos transportados,
Derivados de depósitos
piroclásticos,
de consistencia blanda.
Profundidad mayor de 10m

SUELO B

Suelos transportados,
Derivados de depósitos
piroclásticos,
de consistencia blanda. Nivel
freático a menos de 10m
de profundidad.
La estratigrafía usualmente
comprende
una capa de arcilla
expansiva, del tipo CH.
Profundidad variable

SUELO C

Suelos transportados,
Derivados de depósitos
piroclásticos,
de consistencia blanda.
Profundidad entre 10
y 15m.
Nivel freático a menos de
10m



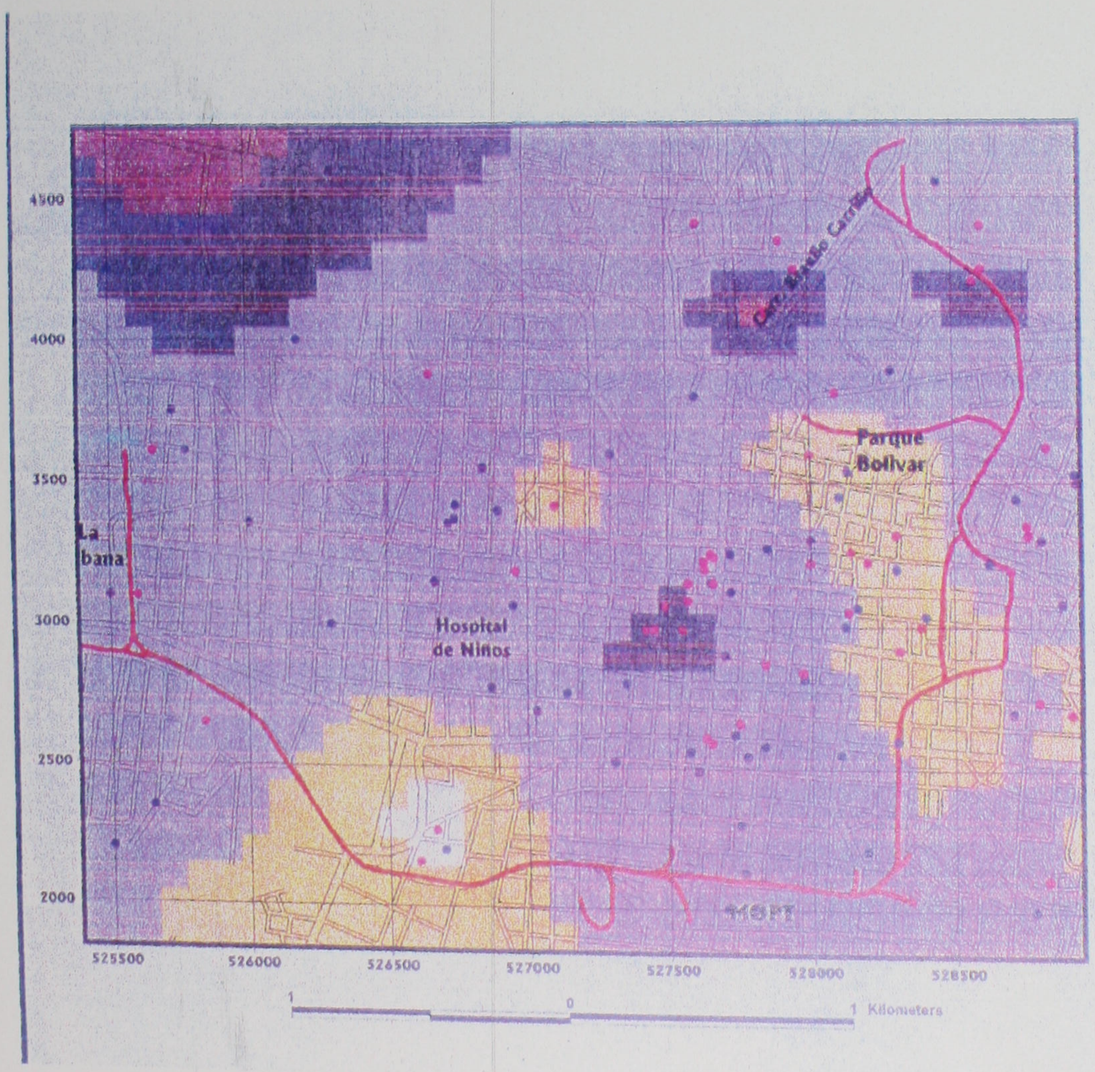
Nivel freático en la zona del Viaducto Metropolitano.

- Pozo
- Estudio de suelos
- Viaducto.

Profundidad del nivel freático (m)

- 0-5
- 5-10
- 10-15
- 15-20
- 20-30
- 30 o más

N W E S



Nivel freático en la zona del Viaducto Metropolitano.

- Pozo
- Estudio de suelos
- Viaducto.

Profundidad del sustrato rocoso (m):

- 0-5
- 5-10
- 10-15
- 15-20
- 20 o más

N W E S

4. RIESGOS NATURALES

En el Anejo de Geología se recoge un mapa de riesgos naturales de la zona de San José. En los puntos siguientes se resumen los aspectos más significativos en este sentido.

a) Riesgo volcánico

Según el mapa de Amenaza Volcánica, incluido en el Atlas Geológico de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica la zona objeto de estudio presenta riesgo de caída de cenizas procedente de los volcanes Irazú y Turrialba.

Este fenómeno no afecta al diseño de la carretera objeto de estudio.

b) Sismicidad

El área metropolitana está situada en una zona con intensidad VIII en la escala de Mercalli. En el terremoto de Limón (22/4/91), se alcanzó una intensidad de VI.

Las aceleraciones máximas registradas oscilan entre 0,17·g y 0,20·g (Atlas Geológico de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica).

Según el Mapa de aceleraciones máximas posibles a 50 años elaborado por el Laboratorio de Ingeniería Sísmica de la Universidad de Costa Rica, 1.994 (Documento 9), La ciudad de San José se encuentra en un área con aceleraciones máximas previstas comprendidas entre 0,25·g y 0,32·g.

LEYENDA

R. Relleno antrópico. Cuaternario (Holoceno)

TV. Terreno vegetal. Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LAS CENIZAS VOLCANICAS

QVtf(ar). Arcillas grises. (Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)1. Limos arcillosos y arenosos con arcillas limosas de consistencia blanda -firme (Nspt < 10). (Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)2. Cenizas volcanicas finas a gruesas con lapilli y limos arcillosos y arenosos de consistencia rigida a dura(Nspt > 10). Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LOS DEPOSITOS DE LAHAR (LAVINA)

QVlf. Facies fina.- (Lahares arcillosos). Arcillas y limos consolidados con arenas y fragmentos de roca polimicticos (bolos y bloques). Cuaternario (Holoceno)

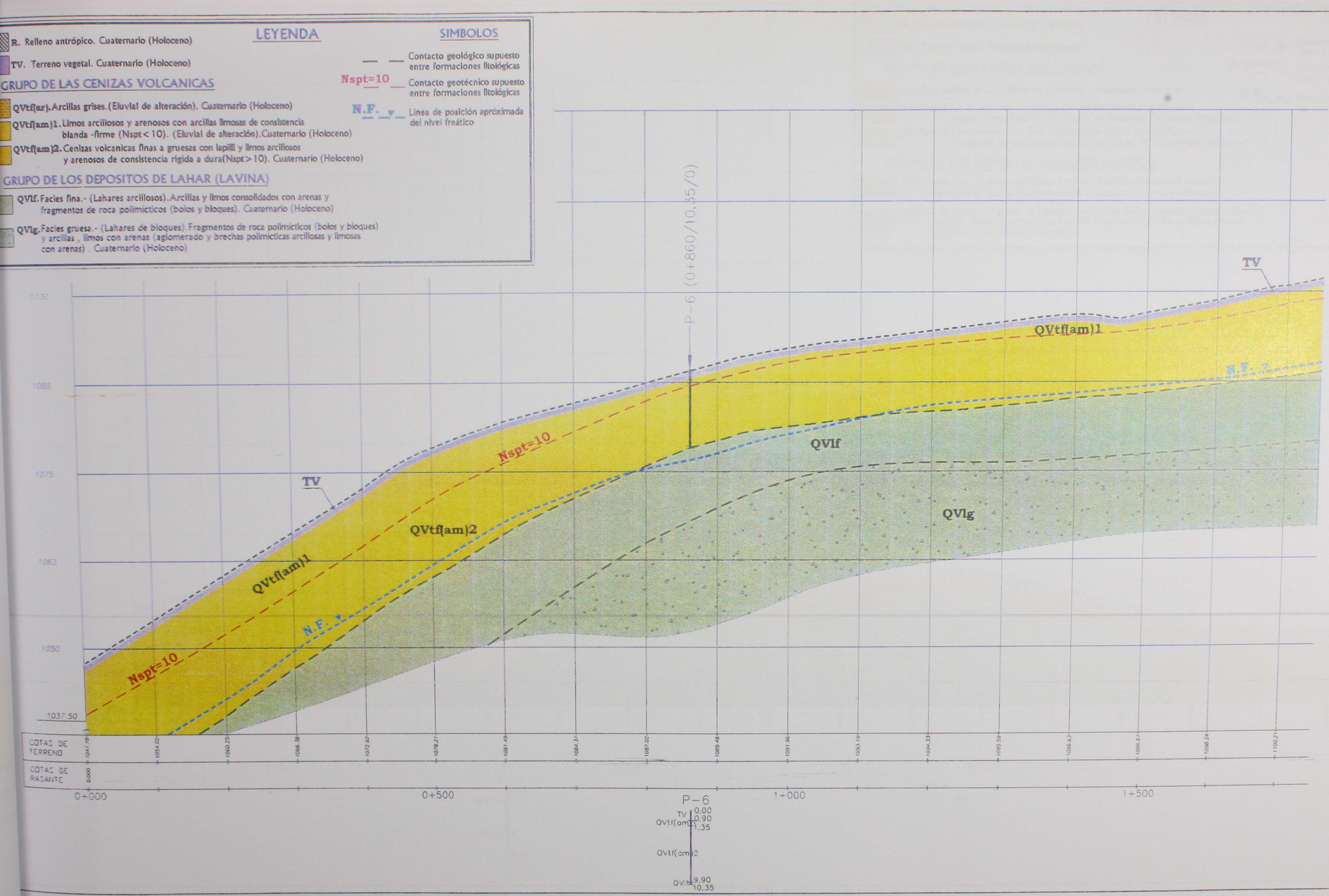
QVlg. Facies gruesa.- (Lahares de bloques). Fragmentos de roca polimicticos (bolos y bloques) y arcillas , limos con arenas (aglomerado y brechas polimicticas arcillosas y limosas con arenas) . Cuaternario (Holoceno)

SIMBOLOS

— — Contacto geológico supuesto entre formaciones litológicas

Nspt=10 Contacto geotécnico supuesto entre formaciones litológicas

N.F. Linea de posición apróximada del nivel freático



P-6

TV 0,00

QVtf(am)1 0,90 / 1,35

QVtf(am)2

QVlf 9,90 / 10,35

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSE J. MURUZABAL – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS HORIZONTAL 1\5.000 VERTICAL 1/500 ORIGINALES	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 1 DE 5	DESIGNACION: PERFIL GEOTECNICO	FECHA: OCTUBRE 2.000

LEYENDA

R. Relleno antrópico. Cuaternario (Holoceno)

TV. Terreno vegetal. Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LAS CENIZAS VOLCANICAS

QVtf(ar). Arcillas grises.(Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)1. Limos arcillosos y arenosos con arcillas limosas de consistencia blanda -firme (Nspt < 10). (Eluvial de alteración).Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)2. Cenizas volcanicas finas a gruesas con lapilli y limos arcillosos y arenosos de consistencia rigida a dura(Nspt > 10). Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LOS DEPOSITOS DE LAHAR (LAVINA)

QVlf. Facies fina.- (Lahares arcillosos).Arcillas y limos consolidados con arenas y fragmentos de roca polimícticos (bolos y bloques). Cuaternario (Holoceno)

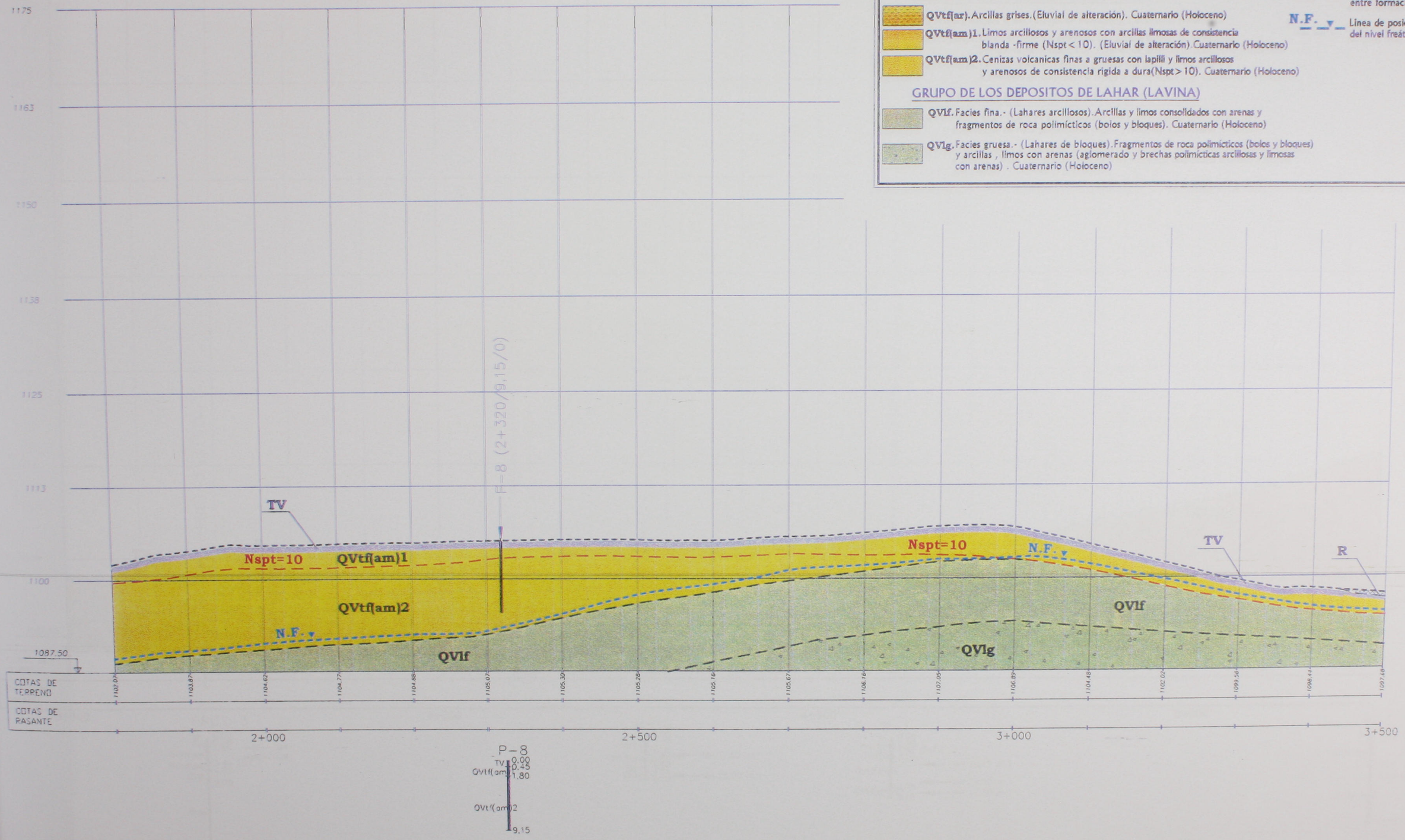
QVlg. Facies gruesa.- (Lahares de bloques).Fragmentos de roca polimicticos (bolos y bloques) y arcillas , limos con arenas (aglomerado y brechas polimicticas arcillosas y limosas con arenas) . Cuaternario (Holoceno)

SIMBOLOS

Contacto geológico supuesto entre formaciones litológicas

Nspt=10 Contacto geotécnico supuesto entre formaciones litológicas

N.F. Linea de posición apróximada del nivel freático



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – MOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSÉ J. MURUZABAL – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: HORIZONTAL 1:5.000; VERTICAL 1/5C0; ORIGINALES GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 2 DE 5	DESIGNACION: PERFIL GEOTECNICO	FECHA: OCTUBRE 2.000

LEYENDA

R. Relleno antrópico. Cuaternario (Holoceno)

TV. Terreno vegetal. Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LAS CENIZAS VOLCANICAS

QVtf(ar). Arcillas grises. (Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)1. Limos arcillosos y arenosos con arcillas limosas de consistencia blanda -firme (Nspt < 10). (Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)2. Cenizas volcanicas finas a gruesas con lapilli y limos arcillosos y arenosos de consistencia rigida a dura (Nspt > 10). Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LOS DEPOSITOS DE LAHAR (LAVINA)

QVlf. Facies fina.- (Lahares arcillosos). Arcillas y limos consolidados con arenas y fragmentos de roca polimícticos (bolos y bloques). Cuaternario (Holoceno)

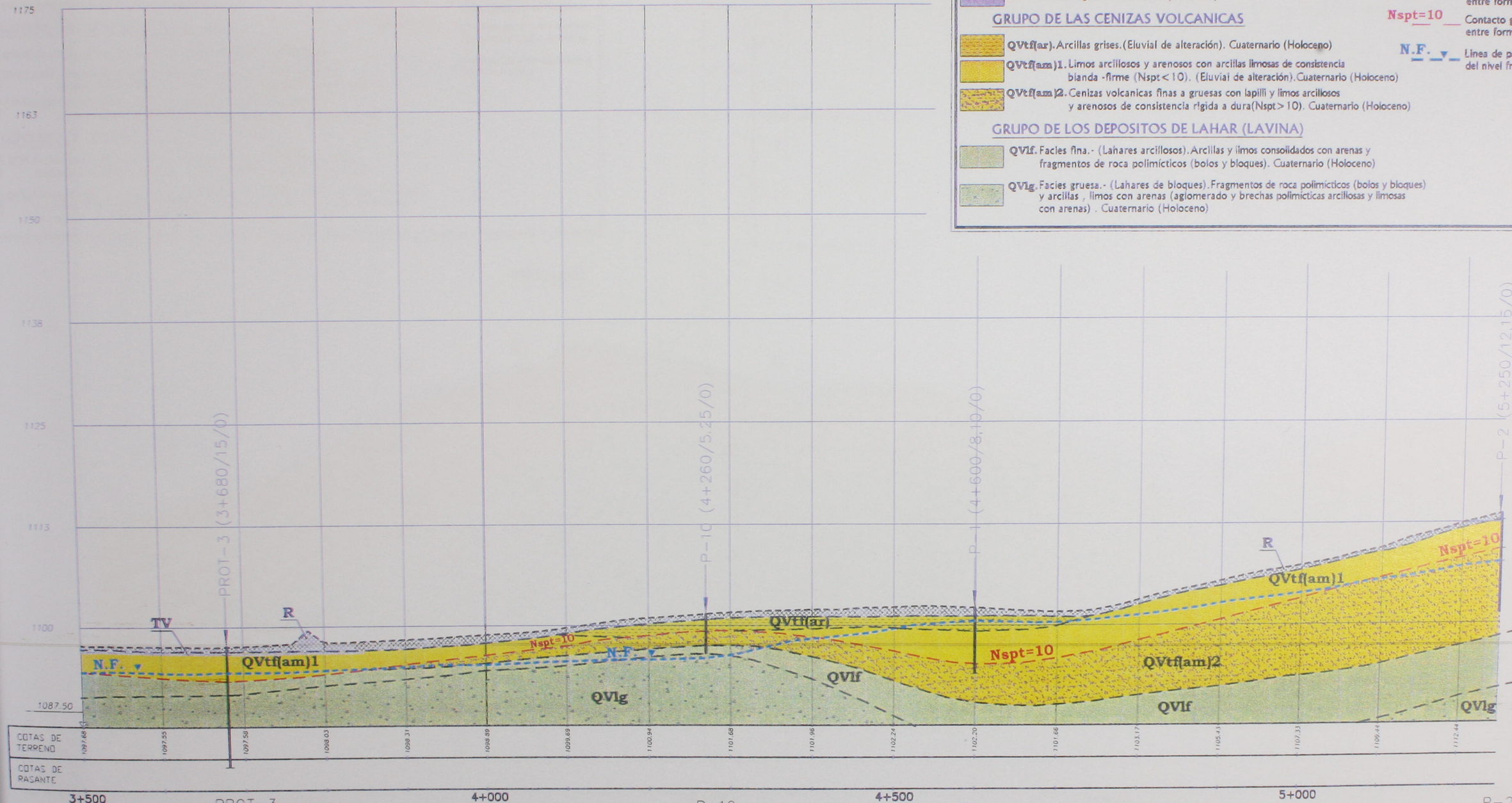
QVlg. Facies gruesa.- (Lahares de bloques). Fragmentos de roca polimicticos (bolos y bloques) y arcillas , limos con arenas (aglomerado y brechas polimicticas arcillosas y limosas con arenas) . Cuaternario (Holoceno)

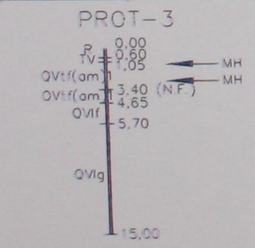
SIMBOLOS

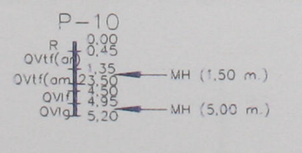
Contacto geológico supuesto entre formaciones litológicas

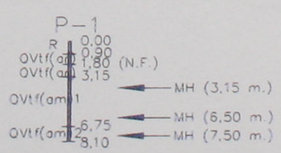
Nspt=10 Contacto geotécnico supuesto entre formaciones litológicas

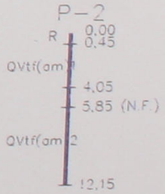
N.F. Linea de posición apróximada del nivel freático











MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA - NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSÉ J. MURUZABAL - PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: HORIZONTAL 1\5.000; VERTICAL 1/500; ORIGINALES; GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01-99	Nº PLANO: HOJA 3 DE 5	DESIGNACION: PERFIL GEOTECNICO	FECHA: OCTUBRE 2.000

LEYENDA

R. Relleno antrópico. Cuaternario (Holoceno)

TV. Terreno vegetal. Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LAS CENIZAS VOLCANICAS

QVtf(ar). Arcillas grises. (Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)1. Limos arcillosos y arenosos con arcillas limosas de consistencia blanda -firme (Nspt < 10). (Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)2. Cenizas volcanicas finas a gruesas con lapilli y limos arcillosos y arenosos de consistencia rigida a dura (Nspt > 10). Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LOS DEPOSITOS DE LAHAR (LAVINA)

QVlf. Facies fina.- (Lahares arcillosos). Arcillas y limos consolidados con arenas y fragmentos de roca polimicticos (bolos y bloques). Cuaternario (Holoceno)

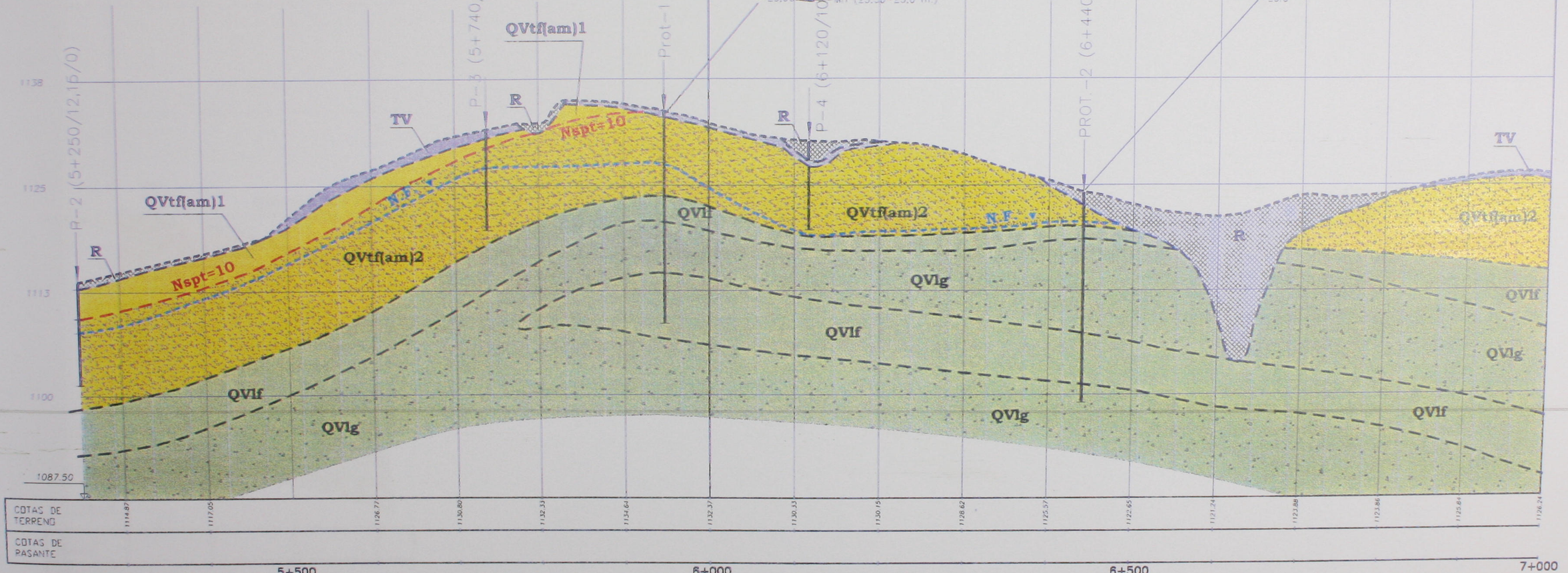
QVlg. Facies gruesa.- (Lahares de bloques). Fragmentos de roca polimicticos (bolos y bloques) y arcillas, limos con arenas (aglomerado y brechas polimicticas arcillosas y limosas con arenas). Cuaternario (Holoceno)

SIMBOLOS

Contacto geológico supuesto entre formaciones litológicas

Nspt=10 Contacto geotécnico supuesto entre formaciones litológicas

N.F. Linea de posición apróximada del nivel freático

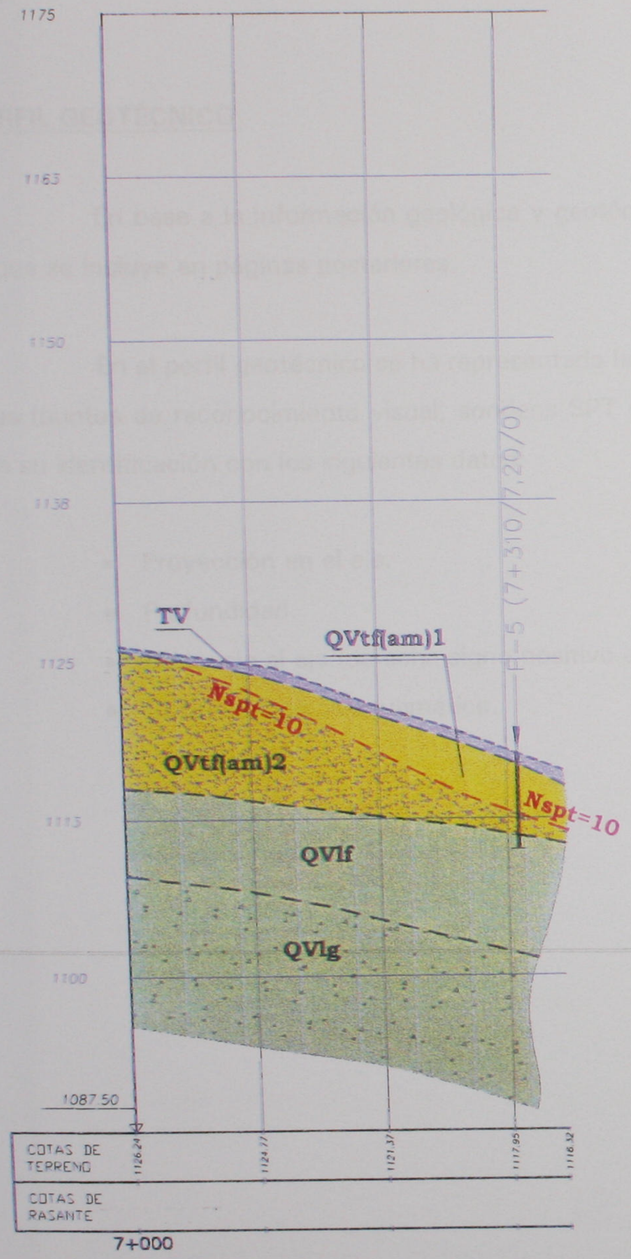


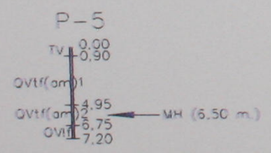
P-2
R 0,45
QVtf(am)1 4,05
5,85 (N.F.)
QVtf(am)2 12,15

P-3
TV 0,90
QVtf(am)1 1,35
4,20 (N.F.)
QVtf(am)2
MH (11,00 m.)
11,70

P-4
R 1,80
TV 2,25
QVtf(am)2 10,35

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA - NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSÉ J. MURUZABAL - PEDRO O. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS HORIZONTAL 1\5.000 (0 50 100m.) VERTICAL 1/500 (0 5 10m.) ORIGINALES GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	N°: No. PP 01-99	N° PLANO: HOJA 4 DE 5	DESIGNACION: PERFIL GEOTECNICO	FECHA: OCTUBRE 2.000





LEYENDA

R. Relleno antrópico. Cuaternario (Holoceno)

TV. Terreno vegetal. Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LAS CENIZAS VOLCANICAS

QVtf(ar). Arcillas grises.(Eluvial de alteración). Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)1. Limos arcillosos y arenosos con arcillas limosas de consistencia blanda -firme (Nspt < 10). (Eluvial de alteración).Cuaternario (Holoceno)

QVtf(am)2. Cenizas volcanicas finas a gruesas con lapilli y limos arcillosos y arenosos de consistencia rigida a dura(Nspt > 10). Cuaternario (Holoceno)

GRUPO DE LOS DEPOSITOS DE LAHAR (LAVINA)

QVlf. Facies fina.- (Lahares arcillosos).Arcillas y limos consolidados con arenas y fragmentos de roca polimícticos (bolos y bloques). Cuaternario (Holoceno)

QVlg. Facies gruesa.- (Lahares de bloques).Fragmentos de roca polimícticos (bolos y bloques) y arcillas , limos con arenas (aglomerado y brechas polimícticas arcillosas y limosas con arenas) . Cuaternario (Holoceno)

SIMBOLOS

— — Contacto geológico supuesto entre formaciones litológicas

Nspt=10 Contacto geotécnico supuesto entre formaciones litológicas

N.F. Linea de posición apróximada del nivel freático

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSE J. MURUZABAL – PEDRO G. GOMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS HORIZONTAL 1\5.000 (0 50 100m) VERTICAL 1/500 (0 5 10m) ORIGINALES GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01–99	Nº PLANO: HOJA 5 DE 5	DESIGNACION: PERFIL GEOTECNICO	FECHA: OCTUBRE 2.000

5. PERFIL GEOTÉCNICO

En base a la información geológica y geotécnica se ha realizado el perfil geotécnico que se incluye en páginas posteriores.

En el perfil geotécnico se ha representado la situación de las investigaciones realizadas (puntos de reconocimiento visual, sondeos SPT y sondeos a rotación), en las que se indica su identificación con los siguientes datos:

- Proyección en el eje.
- Profundidad.
- Distancia al eje (derecha signo positivo e izquierda negativo).
- Corte litológico esquemático.

6. Terraplenes

Los terraplenes de altura inferior a 3m, situados sobre terreno natural, no deben presentar problemas de estabilidad.

Los suelos a emplear en la ejecución de terraplenes se han clasificado según los siguientes criterios:

- **No apto**: Material que no cumplen las condiciones de material apto, tipo 1.
- **Apto tipo 1**: Núcleo y cimiento de terraplenes en condiciones hidrogeológicas favorables:
  - Tamaño máximo no superior a 150 mm
  - Límite líquido inferior a 65%
  - Densidad seca en ensayo Proctor Modificado superior a 1,1 T/m^3 (norma NLT-108 o la AASHTO T-180)
  - Índice CBR superior a 3 con hinchamiento inferior al 5%
  - Contenido de yeso inferior al 5%
  - Contenido de otras sales solubles distintas del yeso inferior al 1%
  - Contenido en materia orgánica inferior al 2%
  - Asiento en ensayo de colapso inferior al 1% según NLT-254 para muestra remoldeada según Proctor Normal y presión de ensayo de 0,1 MPa.
  - Hinchamiento en ensayo de expansión inferior al 3% según UNE 103-601 para muestra remoldeada según Proctor Normal.
- **Apto tipo 2**: Núcleo y cimiento de terraplenes en condiciones hidrogeológicas desfavorables:
  - Cernido por el tamiz 10 de la serie ASTM inferior al 80%
  - Cernido por el tamiz 200 de la serie ASTM inferior al 35%
  - Tamaño máximo no superior a 100 mm
  - Límite líquido inferior a 40%
  - Densidad seca superior a 1,3 T/m^3
  - Índice CBR superior a 5 con hinchamiento inferior al 2%
  - Contenido en sales solubles (incluido el yeso) inferior al 1%
  - Contenido en materia orgánica inferior al 1%
  - Asiento en ensayo de colapso inferior al 1% según NLT-254 para muestra remoldeada según Proctor Normal y presión de ensayo de 0,1 MPa.
  - Hinchamiento en ensayo de expansión inferior al 3% según UNE 103-601 para muestra remoldeada según Proctor Normal.
- **Apto tipo 3**: Coronación de terraplén y explanada:
  - Cernido por el tamiz 40 de la serie ASTM inferior al 15% o en caso contrario:
    - Cernido por el tamiz 10 de la serie ASTM inferior al 80%
    - Cernido por el tamiz 40 de la serie ASTM inferior al 75%
    - Cernido por el tamiz 200 de la serie ASTM inferior al 25%
    - Límite líquido inferior a 30%
    - Indice de plasticidad menor de 10
  - Tamaño máximo no superior a 100 mm
  - Densidad seca superior a 1,75 T/m^3
  - Índice CBR superior a 10 con hinchamiento inferior al 0,2%
  - Contenido en sales solubles (incluido el yeso) inferior al 0,2%
  - Contenido en materia orgánica inferior al 0,2 por ciento
  - Asiento en ensayo de colapso inferior al 1% según NLT-254 para muestra remoldeada según Proctor Normal y presión de ensayo de 0,1 MPa.
  - Hinchamiento en ensayo de expansión inferior al 3% según UNE 103-601 para muestra remoldeada según Proctor Normal.
- **Espaldones**: El material de espaldones será suelo apto de categoría 2 con las siguientes condiciones adicionales:
  - Cernido por el tamiz 200 de la serie ASTM inferior al 25%
  - Densidad seca superior a 1,75 T/m^3

En base a la información disponible, el material procedente de la excavación de los desmontes y túneles presenta las siguientes características medias en relación con su posible aprovechamiento para la ejecución de terraplenes:

- QVtf(ar) y QVtf(am)1:No apto. Plasticidad muy elevada (1 de las 4 muestras ensayadas corresponde a apto tipo 1).
- QVtf(am)2: 50% apto 1 y 50% no apto.
- QVlf y QVlg: 35% apto 1 y 65% no apto.

Estas clasificaciones se han efectuado considerando los ensayos disponibles durante la redacción del estudio. No se dispone de ensayos de compactación ni CBR.

Para la ejecución del núcleo de los terraplenes se recomienda emplear materiales de características no inferiores a las de suelo apto tipo 1.

En coronación de los terraplenes la densidad que se alcance no será inferior a la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado. Esta determinación se efectuará según la norma NLT-108 o la AASHTO T-180. En los cimientos y núcleos de terraplenes, la densidad que se alcance no será inferior al 95% de la máxima obtenida en dicho ensayo. La humedad de puesta en obra del material no diferirá en más de 2 puntos de la humedad óptima correspondiente a la energía de compactación correspondiente.

Se prevé utilizar como referencia el ensayo Proctor Modificado, con una energía de compactación superior a la del ensayo Proctor Normal, con el fin de favorecer la rotura de las partículas que formarían el terraplén.

Dada la fragilidad que presentan gran parte de los materiales de origen volcánico, se considera conveniente forzar, mediante los procesos de excavación, extendido y compactación, el desmoronamiento de las partículas de material, forzando la ejecución de rellenos de tipo terraplén.

Previamente a la construcción de los terraplenes deberá retirarse la capa de tierra vegetal, suelo blando o material procedente de relleno, efectuar un escarificado y compactación del terreno de asiento del terraplén y sustituir por suelo de características no inferiores a las de suelo apto tipo 1, para reducir los posibles asientos. En los tramos en los que el terraplén queda situado sobre material aluvial blando, de fondo de vaguada se recomienda sustituir al menos 0,5 m por suelo con características no inferiores a las de suelo apto tipo 2, compactando la superficie de asiento, hasta el 100 % de la densidad máxima proctor, previamente al relleno de sustitución.

Se considera importante el que la superficie de los rellenos presente una pendiente transversal de al menos el 4% con el fin de evitar el encharcamiento del agua de lluvia.

Las superficies de apoyo de los rellenos deben acondicionarse de forma que se evite en lo posible la entrada de agua a las mismas. En este sentido se dispondrán zanjas drenantes en el pie de terraplenes en los que se prevea la afluencia de agua a su cimiento a favor de las capas superficiales del terreno. Así mismo, se dispondrán zanjas drenantes en el cimiento de rellenos en los que pueda producirse afluencia de agua freática en la superficie cubierta por ellos.

En los tramos inundables, se dispondrá material con características no inferiores a las de suelo apto tipo 2 hasta 0,5 m sobre el nivel máximo de inundación previsto para un período de retorno de 100 años. En aquellos terraplenes que se vean afectados por cursos de agua, se protegerá su superficie mediante encachado hasta 1 m por encima del nivel máximo de inundación previsto.

Con el fin de limitar los asientos postconstructivos (durante el primer año se producen del orden de la mitad), es conveniente planificar las obras de forma que no se proceda al extendido de las capas del firme de los rellenos de más de 10 m hasta al menos 4 meses después de su terminación.

En los casos en los que la pendiente natural del terreno supere el talud 3H:1V, debe preverse el escalonamiento del asiento del terraplén con banquetas del orden de 1 m de altura y una anchura inicial de unos 3 m.

Se recomienda dimensionar los terraplenes considerando un talud 2H:1V. Los rellenos que se efectúen con suelo apto tipo 2 o pedraplén podrán dimensionarse considerando un talud 1,5H:1V.

En los terraplenes se dispondrán bermas intermedias de 3m de anchura cada 15m de altura, con cunetas. El objetivo básico de estas bermas es el disminuir los efectos de la erosión, canalizando el agua de escorrentía y facilitar el desarrollo de vegetación.

La erosionabilidad de estos materiales y, en su caso, su baja densidad hace necesario protegerlos en la superficie de los terraplenes mediante las siguientes medidas:

- Disposición de espaldones de material estable. Esto es especialmente importante en caso de proyectarse terraplenes de altura superior a 10m. Deberán disponerse espaldones de al menos 2 m de anchura.
- Disposición de bordillos o cunetas de captación de agua en la coronación de los terraplenes y en las bermas intermedias, así como bajantes de fábrica. En caso de disponer bordillos en coronación, el relleno debe realizarse con material de características no inferiores a las de suelo apto tipo 2 para evitar su degradación.
- Tratamiento de la superficie de los taludes mediante plantaciones.

En caso de proyectarse terraplenes de altura superior a 15m, éstos deberán efectuarse con material con características no inferiores a las de suelo apto tipo 2 desde cimiento hasta unos 10m bajo la coronación.

7. DESMONTES

En capítulos anteriores se describe la campaña de trabajos de reconocimiento realizada.

Se prevé realizar desmontes de altura inferior a 3m. Estos desmontes pueden dimensionarse considerando un talud 1,5H:1V.

En los apéndices del presente Anejo se definen las profundidades a las que se ha detectado el agua en los sondeos realizados.

Los desmontes previstos afectan a materiales fácilmente erosionables. En este sentido es importante cuidar el drenaje de su coronación, evitando la afluencia de agua a la misma y favorecer el crecimiento de vegetación en su superficie.

La transición de desmonte a terraplén debe realizarse de forma gradual especialmente en los tramos rocosos, para reducir el posible desarrollo de asientos diferenciales. Por este motivo, la superficie del terreno en estos tramos debe tener una pendiente suave, no superior a la 3H:1V.

El material a excavar es empujable o fácilmente ripable.

8. EXPLANADA

En la zona objeto de estudio aparece en superficie un terreno natural formado por cenizas de baja consistencia ($N_{SPT} < 10$ y resistencia al corte sin drenaje, s_u, de 0,3 a 0,5 Kp/cm^2) y material procedente de relleno.

Para la ejecución de los viales deberá retirarse el material procedente de relleno y disponer, bajo el paquete del firme, al menos 50 cm de suelo apto tipo 3 (definido en el capítulo de terraplenes).

Dada la baja capacidad portante del suelo en superficie, su elevada plasticidad y bajo peso unitario, se considera conveniente sustituir, bajo la capa de suelo apto tipo 3 citada anteriormente, al menos 50 cm de terreno natural por material con características no inferiores a las del suelo apto tipo 1 definido en el capítulo de terraplenes.

Previamente al extendido de este material deberá escarificarse y compactarse el fondo de la excavación hasta alcanzar una densidad no inferior al 95% de su densidad máxima Proctor Modificado.

Es importante retirar la tierra vegetal y el material procedente de relleno previamente a la ejecución de los terraplenes o al extendido de la explanada mejorada en los tramos de desmonte.

Durante la ejecución de la obra deben comprobarse las características del material aflorante en la superficie final de excavación de los desmontes, una vez realizada ésta.

El drenaje proyectado debe conseguir que el nivel freático quede situado a una profundidad bajo la superficie de la explanada de al menos 60 cm.

9. Tramificación considerada. Cimentación de estructuras y túneles

A efectos del presente estudio, se ha considerado la siguiente tramificación:

a) Viaducto calle 42 y Tramo Oeste – Este hasta Liceo del Sur (origen a P. 3+000)

En este tramo se dispone de los sondeos P-6 y P-8 realizados en la presente campaña y la información complementaria recogida en el estudio geotécnico de prefactibilidad del ingeniero Roy Bogantes (Documento 3).

A la vista de la información disponible se diferencian 3 niveles en este tramo:

- Rellenos y cobertera de cenizas descompuestas que en P-6 presenta 1,35m de espesor, de los cuales, 90 cm corresponden a la tierra vegetal, y en P-8, 1,80m con un suelo vegetal de 0,45m de espesor. Según el estudio de prefactibilidad, la cobertera puede alcanzar hasta 8m de espesor en este tramo, con valores de N_{SPT} inferiores a 10, lo que la hace inadecuada para cimentar.

- Limos arenosos y arcillosos de color café, veteado de gris y amarillento con valores de N_{SPT} comprendidos entre 20 y 27.

  Se obtienen límites de Atterberg correspondientes a limos arcillosos de plasticidad alta, que quedan situados bajo la línea "A" del gráfico de Casagrande.

  Según los valores del SPT serían previsibles tensiones admisibles en cimentación del orden de 2,0 Kp/cm^2. Sin embargo, la bibliografía existente señala presiones límite en edómetro del orden de 1 Kp/cm^2 para estos materiales. Como también se señalan índices de huecos iguales o superiores a 1, la presión límite anterior podría ser ocasionada por fenómenos de colapso. Adicionalmente, una presión de preconsolidación de 1 Kp/cm^2 no sería correlacionable con valores de SPT iguales o superiores a 20. Por estos motivos parece recomendable no adoptar tensiones admisibles condicionadas por resistencia (la anteriormente señalada de 2 Kp/cm^2), sino en función de asientos permisibles, lo que obligaría a mantenerse bajo la presión de colapso del orden de 1 Kp/cm^2.

- Lahares. Según la información disponible, el techo de esta formación se encontraría a profundidades iguales o superiores a los 13-15m en este tramo. Por otra parte, parece existir una zona superior del orden de 6 m de potencia más blanda por incluir una proporción importante de matriz arcillosa. Inferiormente, la formación de lahar se encuentra mejor cementada (lavina).

En los sondeos realizados en este tramo no se señala la presencia de nivel freático.

a. Cimentación del viaducto

Las características anteriores del terreno aconsejan la adopción de cimentaciones profundas que transmitan las cargas a la formación de lahar de adecuada consistencia. Por otra parte, las condiciones geométricas del entorno pueden exigir el superponer calzadas de diferente sentido de circulación. En estas condiciones, si una se deprime, el viaducto podría cimentarse sobre los elementos de pantalla que se describen en el punto siguiente. Esto podría aconsejar el prolongar los elementos de pantalla de apoyo hasta garantizar la transmisión de cargas al lahar duro. Los restantes elementos de pantalla cuya

misión sería únicamente de contención, podrían empotrarse bajo nivel de solera la longitud estrictamente necesaria por condicionamientos de resistencia a empujes laterales.

Asimismo puede plantearse el solidarizar la losa de solera a los elementos de pantalla de forma que el conjunto actúe como cimentación del viaducto superior, en cuyo caso podría considerarse la compensación de cargas debida a la excavación del falso túnel (cimentación compensada).

Para el cálculo de la capacidad portante de las cimentaciones profundas (pilotes o elementos de pantalla), se considerarán los siguientes parámetros resistentes:

- Limo arcilloso con SPT inferior a 20 (hasta profundidades comprendidas entre 1,3 y 8m):
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.

- Limo arcilloso con SPT superior a 20:
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,8 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,6 T/m^3.
  - su = 0,75 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 20° (cohesión efectiva nula)

- Lahar blando (a partir de 13 a 15m de profundidad, con unos 6m de potencia):
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
  - su = 1,2 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 25°. c' = 0,3 Kp/cm^2.

- Lahar duro:
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
  - su = 1,7 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 32°. c' = 0,5 Kp/cm^2.

A efectos del predimensionamiento de los elementos de pantalla, se estiman empotramientos medios en lahar resistente de 6 a 8 veces el ancho de la pantalla para cargas admisibles en torno a los 25 Kp/cm^2. En el caso de los pilotes excavados se estiman empotramientos medios de 8 a 10 veces el diámetro para cargas admisibles en torno a los 30 Kp/cm^2.

b. Falso túnel

Se plantea la ejecución de la calzada deprimida mediante falso túnel constituido por 2 muros pantalla laterales acodalados en cabeza por la losa de restitución de rasante. Este acodalamiento es importante en relación con el entorno, por reducir notablemente la deformabilidad horizontal de los muros pantalla así como la influencia de la excavación en construcciones vecinas.

Los muros pantalla se excavarían bajo lodo y se hormigonarían desde el fondo mediante tubo tremie y hormigón de consistencia líquida (cono de Abrams de 19-20 cm).

Dada la consistencia del terreno que aparece en los sondeos, el material será fácilmente excavable con la maquinaria de ejecución de las pantallas. Tan solo bajo apoyos de cimentaciones del viaducto será necesario prolongar los paneles de pantalla correspondientes hasta empotrarse en el lahar de adecuada consistencia. Para la realización de este empotramiento puede ser necesario, localmente, realizar una preperforación a rotación que facilite la excavación a través de materiales de consistencia rocosa. La inexistencia de re-

vestimiento de los paneles de pantalla facilita las inestabilidades de las paredes de excavación en el caso de quebrantar un material rocoso con trépano.

Para el cálculo de empujes sobre estas pantallas acodaladas en cabeza, habrán de emplearse diagramas semiempíricos del tipo propuesto por Terzaghi – Peck con preferencia a los basados en estados límite de Rankine.

A efectos del cálculo de los empujes sobre la pantalla debe considerarse el nivel freático en superficie. Dada la elevada pluviometría de la zona y la posible presencia de conducciones de agua en el entorno de la obra, no puede garantizarse que durante la vida de la obra el agua freática no ascienda hasta nivel de superficie. En estas condiciones, como empuje sobre la pantalla en trasdós de excavación se recomienda adoptar una tensión uniforme equivalente a $0{,}3 \cdot \gamma' \cdot H$, siendo H la altura de la excavación y γ' el peso unitario sumergido del terreno. Se estima, a efectos de Proyecto, considerar un peso unitario seco de 1,3 T/m^3 lo que correspondería a un peso unitario sumergido de 0,8 T/m^3.

Para la resistencia en el empotramiento se adoptará el empuje pasivo minorado, considerando un coeficiente de minoración de 2 a 2,5 para tener en cuenta que el grado de deformabilidad del muro pantalla impide el desarrollo del estado pasivo. A efectos de cálculo puede considerarse un ángulo de rozamiento de 20° y una cohesión nula.

Dada la baja resistencia de los niveles superiores del terreno, no es previsible que se desarrollen empujes relacionados con procesos de expansividad en la zona superior de las pantallas.

A pesar del elevado contenido de finos del material, la experiencia de la zona indica que este presenta una permeabilidad que parece justificarse por la presencia de poros y micro fisuras. En este sentido, se recomienda proyectar una solera drenada (dotada de manto drenante y filtro geotextil) debido al elevado coste que representaría dimensionar la solera resistente a la subpresión.

En las zonas en las que el falso túnel quede situado junto a edificaciones o servicios, éstos deberán instrumentarse para controlar los posibles movimientos inducidos.

b) Viaducto Oeste – Este. Tramo Liceo del Sur a Plaza Víquez (P. 3+000 a P. 4+500).

El trazado sigue la zona de servidumbre del ferrocarril, encontrándose limitado lateralmente por la presencia de instalaciones industriales.

En este tramo se dispone de los sondeos P-10 y PROT-3, realizados en la presente campaña y la información complementaria recogida en el estudio geotécnico de prefactibilidad del ingeniero Roy Bogantes.

A la vista de la información disponible se diferencian 2 niveles en este tramo:

- Rellenos de plataforma de ferrocarril de unos 50 cm de espesor, y arcilla y limo de alta plasticidad. Los límites de Atterberg determinados en la campaña de reconocimiento actual corresponden al material limo-arcilloso de alta plasticidad, ya que sus puntos representativos quedan claramente por debajo de la línea "A".
  En los sondeos realizados la potencia de esta formación alcanza 5m. Según datos de otras campañas puede alcanzar los 8m.
  Este material presenta valores de N_{SPT} inferiores a 10 y resistencias a compresión simple de laboratorio del orden de 0,5 Kp/cm^2 lo que le hace inadecuado para cimentar.

- Lahares. En el sondeo PROT-3 se han atravesado 10 m de este material, que exhibe la condición de lahar blando en toda esta longitud.

El nivel freático no se ha detectado en los dos sondeos disponibles, pero según la información disponible puede encontrarse próximo a superficie.

c. Cimentación del viaducto

El perfil del terreno detectado en los trabajos de reconocimiento disponibles permitiría una cimentación directa a profundidades del orden de 5m, considerando una tensión admisible de 2 Kp/cm^2.

La ejecución de este tipo de cimentación podría verse comprometida por la presencia de agua superficial y de suelo blando hasta cerca de 5m lo que requeriría entibaciones y control del agua freática con posible repercusión de su rebajamiento en edificaciones próximas. El coste de esta alternativa no diferiría esencialmente, en consecuencia, del de una cimentación profunda.

Asimismo, y en función del entorno urbano en que se ubica el viaducto, la extensión lateral de las cimentaciones por zapatas podría interferir con servicios enterrados.

A la vista de lo expuesto anteriormente, puede considerarse como alternativa la tipología de cimentación referida para el tramo anterior, es decir, la adopción de cimentaciones profundas que transmitan las cargas a la formación de lahar de adecuada consistencia. Por otra parte, las condiciones geométricas del entorno pueden exigir el superponer calzadas de diferente sentido de circulación. En estas condiciones, podrían considerarse los criterios definidos en el apartado anterior.

Para el cálculo de la capacidad portante de las cimentaciones profundas se considerarán los siguientes parámetros resistentes:

- Relleno (50 cm) y limo arcilloso con SPT inferior a 20 (5 a 8m de potencia):
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
- Lahar blando:
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
  - su = 1,2 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 25°. c' = 0,3 Kp/cm^2.
- Lahar duro (a partir de 5/12m de profundidad):
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
  - su = 1,7 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 32°. c' = 0,5 Kp/cm^2.

d. Falso túnel

Se plantea la ejecución de la calzada deprimida mediante falso túnel constituido por 2 muros pantalla laterales acodalados en cabeza por la losa de restitución de rasante.

Los muros pantalla se excavarían bajo lodo y se hormigonarían desde el fondo mediante tubo tremie y hormigón de consistencia líquida (cono de Abrams de 19-20 cm).

Dada la consistencia del terreno que aparece en los sondeos, el material será fácilmente excavable con la maquinaria de ejecución de las pantallas. Tan solo bajo apoyos de cimentaciones del viaducto será necesario prolongar los paneles de pantalla correspondientes hasta empotrarse en el lahar de adecuada consistencia. Para la realización de este empotramiento puede ser necesario, localmente, realizar una preperforación a rotación que facilite la excavación a través de materiales de consistencia rocosa. La inexistencia de revestimiento de los paneles de pantalla facilita las inestabilidades de las paredes de excavación en el caso de quebrantar un material rocoso con trépano.

Para el cálculo de empujes sobre estas pantallas acodaladas en cabeza, habrán de emplearse los criterios definidos en el apartado "a".

A efectos del cálculo de los empujes sobre la pantalla debe considerarse el nivel freático en superficie.

Dada la baja resistencia de los niveles superiores del terreno, no es previsible que se desarrollen empujes relacionados con procesos de expansividad en la zona superior de las pantallas.

A pesar del elevado contenido de finos del material, la experiencia de la zona indica que este presenta una permeabilidad que parece justificarse por la presencia de poros y microfisuras. En este sentido, se recomienda proyectar una solera drenada (dotada de manto drenante y filtro geotextil) debido al elevado coste que representaría dimensionar la solera resistente a la subpresión.

c) Plaza Víquez (P. 4+500) – Parque Nacional

En este tramo se dispone de los sondeos P-1 y P-2 y ya en la zona del Parque Nacional, los sondeos P-3, P-4 y PROT-1 así como la información complementaria recogida en el estudio geotécnico de prefactibilidad del ingeniero Roy Bogantes.

A la vista de la información disponible se diferencian 3 niveles en este tramo:

- Rellenos y cobertera de cenizas descompuestas con un espesor total variable de 3 a 6m, con valores de N_{SPT} inferiores a 10 lo que los hace inadecuada para cimentar.

- Limos arenosos y arcillosos de color café, veteado de gris y amarillento con valores de N_{SPT} comprendidos entre 20 y 27 (localmente N_{SPT} de 9). Presentan un espesor comprendido entre 3 y 8m.

  Se obtienen límites de Atterberg correspondientes a limos arcillosos de plasticidad alta, que quedan situados bajo la línea "A" del gráfico de Casagrande. En este tramo aparecen también niveles arcillosos de alta plasticidad que se sitúan por encima de dicha línea.

- Lahares. Según la información disponible, el techo de esta formación se encontraría a profundidades iguales o superiores a los 10m en este tramo. Se ha reconocido el material designado como lahar blando.

En los sondeos realizados en este tramo se señala la presencia de nivel freático a profundidades variables, comprendidas entre 1,8 y 5,9 m de profundidad (P-4 permaneció seco).

e. Cimentación del viaducto

A la vista de lo expuesto anteriormente, se pueden considerar extensibles a esta zona los criterios de cimentación referidos para el tramo inicial.

Las características anteriores del terreno aconsejan la adopción de cimentaciones profundas que transmitan las cargas a la formación de lahar de adecuada consistencia o bien cimentación compensada sobre las pantallas del falso túnel. Por otra parte, las condiciones geométricas del entorno pueden exigir el superponer calzadas de diferente sentido de circulación. En estas condiciones, podrían considerarse los criterios definidos en el apartado inicial.

Para el cálculo de la capacidad portante de las cimentaciones profundas se considerarán los siguientes parámetros resistentes:

- Limo arcilloso con SPT inferior a 20 (3 a 6m):
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
- Limo arcilloso con SPT superior a 20:
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,8 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,6 T/m^3.
  - su = 0,75 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 20° (cohesión efectiva nula)
- Lahar blando (a partir de 10m de profundidad):
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
  - su = 1,2 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 25°. c' = 0,3 Kp/cm^2.
- Lahar duro (detectada a partir de 19m de profundidad en SROT-1):
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
  - su = 1,7 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 32°. c' = 0,5 Kp/cm^2.

f. Falso túnel

En el tramo en que la traza afecta al Parque Nacional y a los edificios singulares adyacentes, se deprimen las dos calzadas lo que aconseja, por la posible presencia de lahar resistente o bloques de roca, que dificultarían la excavación, disponerlas a un nivel o separarlas, independizando sus dos trazados. Como en casos anteriores, se plantea la ejecución mediante falso túnel constituido por 2 muros pantalla laterales acodalados en cabeza por la losa de restitución de rasante.

Los muros pantalla se excavarían bajo lodo y se hormigonarían desde el fondo mediante tubo tremie y hormigón de consistencia líquida (cono de Abrams de 19-20 cm).

Dada la consistencia del terreno que aparece en los sondeos, el material será fácilmente excavable con la maquinaria de ejecución de las pantallas, pudiendo aparecer de forma local, intercalaciones de material difícilmente excavable.

Al igual que se indicaba en el tramo inicial, bajo apoyos de cimentaciones del viaducto puede ser necesario prolongar los paneles de pantalla correspondientes hasta empotrarse en el lahar de adecuada consistencia. Para la realización de este empotramiento puede ser necesario, localmente, realizar una preperforación a rotación que facilite la exca-

vación a través de materiales de consistencia rocosa. La inexistencia de revestimiento de los paneles de pantalla facilita las inestabilidades de las paredes de excavación en el caso de quebrantar un material rocoso con trépano.

Para el cálculo de empujes sobre estas pantallas acodaladas en cabeza, debe considerarse el nivel freático en superficie y emplearse diagramas semiempíricos definidos en el apartado "a".

Para la resistencia en el empotramiento se adoptará el empuje pasivo minorado, considerando un coeficiente de minoración de 2 – 2,5 para tener en cuenta que el grado de deformabilidad del muro pantalla impide el desarrollo del estado pasivo. A efectos de cálculo puede considerarse un ángulo de rozamiento de 20° y una cohesión nula.

Dada la baja resistencia de los niveles superiores del terreno, no es previsible que se desarrollen empujes relacionados con procesos de expansividad en la zona superior de las pantallas. Por otro lado, las muestras tomadas en los niveles superficiales de los sondeos efectuados en este tramo están representadas por puntos que quedan situados por debajo de la línea "A" en el gráfico de Casagrande.

A pesar del elevado contenido de finos del material, la experiencia de la zona indica que este presenta una permeabilidad que parece justificarse por la presencia de poros y microfisuras. En este sentido, se recomienda proyectar una solera drenada (dotada de manto drenante y filtro geotextil) debido al elevado coste que representaría dimensionar la solera resistente a la subpresión.

d) Viaducto sobre el río Torres

Para el estudio de este viaducto se dispone de la información proporcionada por el reconocimiento visual de la zona, el sondeo PROT-2 y la información complementaria recogida en el estudio geotécnico de prefactibilidad del ingeniero Roy Bogantes.

El tronco principal de las alternativas proyectadas discurre siguiendo el eje del ferrocarril, que cruza el río sobre un relleno que presenta unos 16m de altura sobre el cauce y taludes fuertes, claramente superiores al 1H:1V.

El río está encauzado, en la base del relleno, mediante una obra de fábrica de unos 5m de luz.

En los 3 a 4m inferiores (unos 12-13m bajo el nivel de rasante del ferrocarril actual), aflora el lahar con consistencia de roca blanda.

El sondeo PROT-2 proporciona, de forma resumida, la siguiente información:

- Hasta 3,6m de profundidad se efectuó de tipo SPT (ensayos SPT consecutivos), presentando golpeos correspondientes a suelo blando hasta 2,25m de profundidad y valores de N_{SPT} superiores a 20 de 2,25 a 3,6m. Este material se describe como un limo arenoso que en los ensayos realizados presenta un contenido de finos (material que pasa por el tamiz 200 de la serie ASTM) superior al 90% con límites de Atterberg correspondientes a limos de alta plasticidad.

- A 3,6m el sondeo se continúa a rotación, encontrándose lavina arcillosa a 5 m de profundidad. A partir de 5,5m aparece lavina con matriz arenosa y bloques de consistencia rocosa. A 17,05m la lavina presenta

mejor comportamiento geotécnico. La muestra tomada de 18,6 a 20,1m de profundidad presenta un contenido de finos del 88%; límites de Atterberg correspondientes a limos de alta plasticidad y una resistencia a compresión simple de 6 Kp/cm^2.

El terraplén actual del ferrocarril no se considera adecuado como plataforma de la carretera y deberá sustituirse por un viaducto.

En base a los datos disponibles, la estructura proyectada puede cimentarse mediante zapatas empotradas al menos 1m en lavina, y dimensionarse, a nivel del presente estudio de factibilidad, considerando una tensión admisible de 2 Kp/cm^2. La superficie de cimentación debe quedar situada a una distancia del borde del talud no inferior a 2 veces la anchura de ésta.

Previamente a la ejecución de las cimentaciones deberá retirarse el material procedente de relleno y el terraplén existente del ferrocarril.

En caso de no retirarse el material de relleno en los emplazamientos previstos para las cimentaciones, la información disponible indica que el terreno natural con consistencia suficiente para cimentar el viaducto (lavina), se encuentra a excesiva profundidad bajo la cota de rasante para plantear una cimentación de los estribos mediante zapatas y las características del terreno aconsejan la adopción de cimentaciones profundas que transmitan las cargas a la formación de lahar de adecuada consistencia.

Para el cálculo de la capacidad portante de las cimentaciones profundas, pueden considerarse los siguientes parámetros resistentes:

- Limo arcilloso con SPT inferior a 20:
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
- Limo arcilloso con SPT superior a 20:
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,8 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,6 T/m^3.
  - su = 0,75 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 20º (cohesión efectiva nula)
- Lahar blando:
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
  - su = 1,2 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 25º. c' = 0,3 Kp/cm^2.
- Lahar duro (se estima que aparece a unos 12-13m bajo el nivel de rasante del ferrocarril actual):
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
  - su = 1,7 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 32º. c' = 0,5 Kp/cm^2.

A efectos del predimensionamiento de los pilotes, se estiman empotramientos medios en lahar resistente de unas 8 veces el diámetro para cargas admisibles en torno a los 30 Kp/cm^2.

e) Viaducto sobre el río Torres – Carretera Braulio – Carrillo

Para el estudio de este tramo se dispone de la información proporcionada por el sondeo SPT-5 de la campaña actual y de la procedente del estudio geotécnico de prefactibilidad.

De forma resumida, el sondeo SPT-5 presenta la siguiente información:

0 a 0,9m: Tierra vegetal.
0,9 a 5,4m: Relleno arcillo-limoso con $N_{SPT} < 10$
5,4 a 7,2m: Arcilla limosa de alta plasticidad (LL = 52) y consistencia dura (NSPT < 10)

En este sondeo no se detectó el nivel freático.

En el estudio de prefactibilidad se definen espesores de suelo blando ($N_{SPT} < 10$) de unos 5m y se alcanza la formación de lahar a unos 15m de profundidad.

g. Cimentación del viaducto

El perfil de terreno disponible en los trabajos de reconocimiento permitiría plantear cimentaciones directas a profundidades medias del orden de los 6m, considerando una tensión admisible de 2 Kp/cm^2.

Los trabajos de reconocimiento han detectado el nivel freático profundo en las fechas en las que se realizaron estos trabajos. A la vista de esta información, se estima que en periodo seco podrían efectuarse las excavaciones de las cimentaciones sin verse afectadas por el nivel freático.

Las excavaciones de las cimentaciones deberán realizarse protegidas con entibaciones provisionales.

Como alternativa puede plantearse la ejecución de cimentaciones profundas mediante pilotes que transmitan las cargas a la formación de lahar de adecuada consistencia. Por otra parte, las condiciones geométricas del entorno pueden exigir el superponer calzadas de diferente sentido de circulación. En estas condiciones, podrían considerarse los criterios definidos en el apartado anterior.

En caso de prever una de las calzadas en falso túnel, puede considerarse la cimentación apoyada sobre los muros del falso túnel según los criterios que se definen en puntos anteriores.

Para el cálculo de la capacidad portante de las cimentaciones profundas se considerarán los siguientes parámetros resistentes:

- Relleno (50 cm) y limo arcilloso con SPT inferior a 20:
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
- Limo arcilloso con SPT superior a 20 (a partir de 5m de profundidad):
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,8 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,6 T/m^3.
  - su = 0,75 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 20° (cohesión efectiva nula)
- Lahar blando (a partir de unos 15m de profundidad):
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.

- $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
- su = 1,2 Kp/cm^2.
- ϕ' = 25°. c' = 0,3 Kp/cm^2.

- Lahar duro (no alcanzado por los trabajos de reconocimiento realizados):
  - $\gamma_{saturada}$ = 1,6 T/m^3.
  - $\gamma_{natural}$ = 1,5 T/m^3.
  - su = 1,7 Kp/cm^2.
  - ϕ' = 32°. c' = 0,5 Kp/cm^2.

h. Falso túnel

Se plantea la ejecución de la calzada deprimida mediante falso túnel constituido por 2 muros pantalla laterales acodalados en cabeza por la losa de restitución de rasante.

Los muros pantalla se excavarían bajo lodo y se hormigonarían desde el fondo mediante tubo tremie y hormigón de consistencia líquida (cono de Abrams de 19-20 cm).

Dada la consistencia del terreno que aparece en los sondeos, el material será fácilmente excavable con la maquinaria de ejecución de las pantallas. Tan solo bajo apoyos de cimentaciones del viaducto será necesario prolongar los paneles de pantalla correspondientes hasta empotrarse en el lahar de adecuada consistencia. Para la realización de este empotramiento puede ser necesario, localmente, realizar una preperforación a rotación que facilite la excavación a través de materiales de consistencia rocosa. La inexistencia de revestimiento de los paneles de pantalla facilita las inestabilidades de las paredes de excavación en el caso de quebrantar un material rocoso con trépano.

Para el cálculo de empujes sobre estas pantallas acodaladas en cabeza, habrán de emplearse los criterios definidos en el apartado "a".

A efectos del cálculo de los empujes sobre la pantalla debe considerarse el nivel freático en superficie.

Dada la baja resistencia de los niveles superiores del terreno, no es previsible que se desarrollen empujes relacionados con procesos de expansividad en la zona superior de las pantallas.

A pesar del elevado contenido de finos del material, la experiencia de la zona indica que este presenta una permeabilidad que parece justificarse por la presencia de poros y microfisuras. En este sentido, se recomienda proyectar una solera drenada (dotada de manto drenante y filtro geotextil) debido al elevado coste que representaría dimensionar la solera resistente a la subpresión.

APÉNDICE 1.- PLANO DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

Viaductos

I- VALLE CENTRAL DE COSTA RICA (SECTOR SEPTENTRIONAL).CUENCA

Ra Relleno Antrópico

A GRUPO SEDIMENTARIO CUATERNARIO

Qag * Depósitos aluviales y terrazas indiferenciadas
Bolos y gravas polimicticos con algun bloque,arenas y limos arenosos y arcillosos
Holoceno (Cuaternario)

Qc * Depósitos coluviales ,de vertientes y recubrimiento de laderas
Arenas,limos y arcillas con gravas,bolos y bloques polimicticos
Holoceno (Cuaternario)

B GRUPO SEDIMENTARIO VOLCANICO

QVtf * Depósitos volcanicos extrusivos de caida (piroclastos) y eluvial de alteración
Cenizas finas a gruesas con lapilli y fragmentos de roca,limos arcillosos y arenosos y arcillas grises
Holoceno(Cuaternario)

QVl * Depositos de lahar
Limos arcillosos y arenosos con fragmentos polimicticos de roca(Lahar limoarcilloso:facies fina) y aglomerado/brecha polimictico limoso y arcilloso(Lahar de bloques:facies gruesa)
Holoceno(Cuaternario)

QVz * Depositos de avalancha y nube ardiente
Tobas finas-gruesas pumítico-ignimbríticas con limos tobaceos,cenizas finas-gruesas,lapilli fino y fragmentos escoriáceos basalto-andesíticos localmente aglomerado tobaceo
Holoceno(Cuaternario)

SIMBOLOS GEOLOGICOS

CONTACTO GEOLOGICO

CONTACTO GEOLOGICO SUPUESTO (FOTOGEOLOGICO) ENTRE FORMACIONES LITOLOGICAS

SIMBOLOS DE RIESGOS GEOLOGICOS

LADERAS CON ZONAS INESTABLES PROBABLES (REPTACIONES,DESLIZAMIENTOS SUPERFICIALES Y DESPLOMES)

OTROS SIMBOLOS

P.ROT-20 SONDEOS MECANICOS A ROTACION

P-20 SONDEOS S.P.T. CONTINUO

P.R.V.-20 PUNTOS DE RECONOCIMIENTO VISUAL

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA - NOVOTECHI Y ASOCIADOS	INC. AUTORES DEL ESTUDIO: JOSE J. MURUZABAL - PEDRO D. GOMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: ORIGINALES / GRAFICAS	TITULO: TRES VIADUCTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESION DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 01-99	Nº PLANO / HOJA DE	DESIGNACION: PLANTA GEOLOGICA Y SITUACION DE PUNTOS DE RECONOCIMIENTO	FECHA: OCTUBRE 2.000

APÉNDICE 2.- SONDEOS SPT

Apéndice 2.1.- Descripción

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES
nsuma s.a.
INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *5 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-1*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

ARRA USADA: *Estándar*
IVEL FREÁTICO: *1,80 m*

Intervalo (m) De	A	Vel. cm/min	%Recup.	N_{SPT}	Descripción
0,00			56	4	Relleno, mezcla de capa vegetal con partículas de ladrillo
	0,45				
0,45			56	6	
	0,90				
0,90			67	7	Arcilla gris muy plástica y humeda
	1,35				
1,35			88	3	
	1,80	*Nivel Freático= 1,80 m*			
1,80			100	5	
	2,25				
2,25			56	6	
	2,70				
2,70			56	12	
	3,15				
3,15			67	15	Limo areno arcilloso de color café grisáceo con vetas de color beige, negras y amarillas
	3,60				
3,60			56	24	
	4,05				
4,05			33	11	
	4,50				
4,50			56	7	
	4,95				
4,95			67	7	
	5,40				
5,40			44	12	
	5,85				
5,85			67	9	Arcilla gris
	6,30				
6,30			22	9	
	6,75				
6,75			0	13	No se recuperó la muestra
	7,20				
7,20			67	31	Limo arenoso color café amarillento con vetas gris y negras
	7,65				
7,65			33	30	
	8,10				Fin de Perforación 8,10 m
8,10					
	8,55				
8,55					
	9,00				

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES
nsuma s.a.
INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *7 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-2*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *5,85 m*

Intervalo (m) De	A	Vel. cm/min	%Recup.	N_{SPT}	Descripción
0,00			56	6	Losa de concreto y limo arcilloso café claro
	0,45				
0,45			0	4	No se recuperó muestra
	0,90				
0,90			56	7	Limo arcilloso de color café oscuro con vetas gris y beige
	1,35				
1,35			67	5	
	1,80				
1,80			67	6	
	2,25				
2,25			67	8	
	2,70				
2,70			78	3	
	3,15				
3,15			67	4	
	3,60				
3,60			89	7	
	4,05				
4,05			78	13	
	4,50				
4,50			89	20	
	4,95				
4,95			67	22	
	5,40				
5,40			56	13	
	5,85	*Nivel Freático= 5,85 m*			
5,85			78	23	
	6,30				
6,30			89	31	
	6,75				
6,75			56	33	
	7,20				
7,20			33	25	
	7,65				
7,65			56	15	Limo arcilloso de color beige con vetas café, negras y rojizas
	8,10				
8,10			67	22	
	8,55				
8,55			44	20	
	9,00				

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES

nsuma s.a.

INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *7 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-2 (Continuación)*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

ARRA USADA: *Estándar*
VEL FREÁTICO: *5,85 m*

Intervalo (m) De	A	Vel. cm/min	%Recup.	N_{SPT}	N_{SPT} 0 25 50 75 100	Descripción
,00			89	15		Limo arcilloso de color beige con vetas café, negras y rojizas
	9,45					
,45			67	25		
	9,90					
,90			67	18		
	10,35					
0,35			78	19		
	10,80					
0,80			78	21		
	11,25					
1,25			44	16		
	11,70					
1,70			0	17		
	12,15					
2,15						Fin de Perforación 12,15 m
	12,60					
2,60						
	13,05					
3,05						
	13,50					
3,50						
	13,95					
3,95						
	14,40					
4,40						
	14,85					
4,85						
	15,30					
5,30						
	15,75					
5,75						
	16,20					
6,20						
	16,65					
6,65						
	17,10					
7,10						
	17,55					
7,55						
	18,00					

ERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES

nsuma s.a.

INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *7 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-3*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *4,20 m*

Intervalo (m) De	A	Vel. cm/min	%Recup.	N_{SPT}	N_{SPT} 0 25 50 75 100	Descripción
0,00			56	4		Capa vegetal
	0,45					
0,45			56	9		
	0,90					
0,90			78	9		
	1,35					
1,35			89	15		Limo arenoso de color café, con vetas negras, gris y beige
	1,80					
1,80			89	20		
	2,25					
2,25			78	30		
	2,70					
2,70			67	17		
	3,15					
3,15			67	34		
	3,60					
3,60			78	54		
	4,05					
4,05	*Nivel Freático= 4,20 m*			19		
	4,50					
4,50			89	28		
	4,95					
4,95			78	27		
	5,40					
5,40			67	17		
	5,85					
5,85			78	22		
	6,30					
6,30			89	25		Limo arcilloso de color café grisáceo con pintas negras, amarillas y gris
	6,75					
6,75			67	43		
	7,20					
7,20			67	18		
	7,65					
7,65			56	16		
	8,10					
8,10			56	13		
	8,55					
8,55			78	10		
	9,00					

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES

nsuma s.a.

INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *7 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-3 (Continuación)*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

ARRA USADA: *Estándar*
IVEL FREÁTICO: *4,20 m*

Intervalo (m) De	A	*Vel.* *cm/min*	*%Recup.*	N_{SPT}	N_{SPT} 0 25 50 75 100	*Descripción*
9,00			67	19		Limo arcilloso de color café grisáceo con pintas negras, amarillas y gris
	9,45					
9,45			67	24		
	9,90					
9,90			67	16		
	10,35					
10,35			56	19		
	10,80					
10,80			67	27		
	11,25					
11,25			44	23		
	11,70					Fin de Perforación 11,70 m
11,70						
	12,15					
12,15						
	12,60					
12,60						
	13,05					
13,05						
	13,50					
13,50						
	13,95					
13,95						
	14,40					
14,40						
	14,85					
14,85						
	15,30					
15,30						
	15,75					
15,75						
	16,20					
16,20						
	16,65					
16,65						
	17,10					
17,10						
	17,55					
17,55						
	18,00					

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES

nsuma s.a.

INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *6 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-4*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *No se detecto*

Intervalo (m) De	A	*Vel.* *cm/min*	*%Recup.*	N_{SPT}	N_{SPT} 0 25 50 75 100	*Descripción*
0,00			67	6		Limo arenosos de color café oscuro con pintas café claro
	0,45					
0,45			0	5		No se recuperaron muestras
	0,90					
0,90			0	4		
	1,35					
1,35			0	5		
	1,80					
1,80			44	5		Suelo vegetal
	2,25					
2,25			78	8		Limo areno arcilloso de color café con vetas rojas y amarillas
	2,70					
2,70			44	7		
	3,15					
3,15			89	11		
	3,60					
3,60			44	19		
	4,05					
4,05			44	18		
	4,50					
4,50			44	13		
	4,95					
4,95			67	18		
	5,40					
5,40			67	19		
	5,85					
5,85			44	25		
	6,30					
6,30			78	26		
	6,75					
6,75			67	20		
	7,20					
7,20			22	24		
	7,65					
7,65			67	34		
	8,10					
8,10			67	23		
	8,55					
8,55			44	27		
	9,00					

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES

nsuma s.a.

INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *6 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-4 (Continuación)*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

ARRA USADA: *Estándar*
VEL FREÁTICO: *No se detecto*

Intervalo (m) De	Intervalo (m) A	Vel. cm/min	%Recup.	N_{SPT}	N_{SPT} 0 25 50 75 100	Descripción
,00			67	14		Limo areno arcilloso de color café con vetas rojas y amarillas
	9,45					
,45			78	17		
	9,90					
,90			33	9		
	10,35					
0,35						Fin de Perforación 10,35 m
	10,80					
0,80						
	11,25					
1,25						
	11,70					
1,70						
	12,15					
2,15						
	12,60					
2,60						
	13,05					
3,05						
	13,50					
3,50						
	13,95					
3,95						
	14,40					
4,40						
	14,85					
4,85						
	15,30					
5,30						
	15,75					
5,75						
	16,20					
6,20						
	16,65					
6,65						
	17,10					
7,10						
	17,55					
7,55						
	18,00					

ERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES

nsuma s.a.

INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *10 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-5*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *No se detecto*

Intervalo (m) De	Intervalo (m) A	Vel. cm/min	%Recup.	N_{SPT}	N_{SPT} 0 25 50 75 100	Descripción
0,00			22	2		Capa Vegetal
	0,45					
0,45			22	2		
	0,90					
0,90			0	6		No se recuperó Muestra
	1,35					
1,35			22	8		Relleno. Consiste en una arcilla limosa de color café claro
	1,80					
1,80			33	10		
	2,25					
2,25			56	15		
	2,70					
2,70			78	15		
	3,15					
3,15			67	4		
	3,60					
3,60			56	4		
	4,05					
4,05			56	6		
	4,50					
4,50			33	7		
	4,95					
4,95			33	16		
	5,40					
5,40			44	25		Arcilla limosa de color café amarillento de consistencia dura
	5,85					
5,85			56	37		
	6,30					
6,30			100	34		
	6,75					
6,75			67	51		
	7,20					
7,20						Fin de Perforación 7,20 m
	7,65					
7,65						
	8,10					
8,10						
	8,55					
8,55						
	9,00					

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES
nsuma s.a.
INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *16 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-6*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *No se detecto*

Intervalo (m) De	A	Vel. cm/min	%Recup.	N_{SPT}	N_{SPT} 0 25 50 75 100	Descripción
0,00			22	4		Suelo Vegetal
	0,45					
0,45			56	7		
	0,90					
0,90			78	6		Limo arcilloso de color café con vetas gris y amarillas
	1,35					
1,35			78	26		
	1,80					
1,80			22	25		
	2,25					
2,25			56	19		
	2,70					
2,70			44	19		
	3,15					
3,15			56	21		
	3,60					
3,60			11	30		
	4,05					
4,05			78	26		
	4,50					
4,50			78	47		
	4,95					
4,95			78	29		
	5,40					
5,40			44	39		Limo arenoso de color café amarillento En algunos tramos aparecen pequeños bloques de roca
	5,85					
5,85			56	34		
	6,30					
6,30			56	27		
	6,75					
6,75			44	33		
	7,20					
7,20			78	24		
	7,65					
7,65			78	27		
	8,10					
8,10			89	24		
	8,55					
8,55			78	24		
	9,00					

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES
nsuma s.a.
INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *16 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-6 (Continuación)*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *No se detecto*

Intervalo (m) De	A	Vel. cm/min	%Recup.	N_{SPT}	N_{SPT} 0 25 50 75 100	Descripción
9,00			89	20		Idem
	9,45					
9,45			78	29		Limo arcilloso de color café oscuro con vetas de color negro
	9,90					
9,90			89	48		
	10,35					Fin de Perforación 10,35 m
10,35						
	10,80					
10,80						
	11,25					
11,25						
	11,70					
11,70						
	12,15					
12,15						
	12,60					
12,60						
	13,05					
13,05						
	13,50					
13,50						
	13,95					
13,95						
	14,40					
14,40						
	14,85					
14,85						
	15,30					
15,30						
	15,75					
15,75						
	16,20					
16,20						
	16,65					
16,65						
	17,10					
17,10						
	17,55					
17,55						
	18,00					

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES
nsuma s.a.
INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *19 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-8*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

ARRA USADA: *Estándar*
VEL FREÁTICO: *No se detecto*

Intervalo (m) De	A	Vel. cm/min	%Recup.	N_{SPT}	N_{SPT} 0 25 50 75 100	Descripción
,00			56	5		Suelo Vegetal
	0,45					
,45			56	5		Limo arenoso de color café oscuro con vetas gris y negras
	0,90					
0,90			78	7		
	1,35					
1,35			22	8		
	1,80					
1,80			56	30		
	2,25					
2,25			78	54		
	2,70					
2,70			89	29		
	3,15					
3,15			89	50		
	3,60					
3,60			78	28		
	4,05					
4,05			89	26		
	4,50					
4,50			44	21		Limo arenosos de color café grisáceo con vetas negras
	4,95					
4,95			67	26		
	5,40					
5,40			67	27		
	5,85					
5,85			44	58		
	6,30					
6,30			67	23		
	6,75					
6,75			56	17		
	7,20					
7,20			67	21		
	7,65					
7,65			44	30		
	8,10					
8,10			67	23		
	8,55					
8,55			56	14		
	9,00					

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES
nsuma s.a.
INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *19 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-8 (Continuación)*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *No se detecto*

Intervalo (m) De	A	Vel. cm/min	%Recup.	N_{SPT}	N_{SPT} 0 25 50 75 100	Descripción
9,00			56	20		Limo arenosos de color café grisáceo con vetas negras
	9,45					Fin de Perforación 9,45 m
9,45						
	9,90					
9,90						
	10,35					
10,35						
	10,80					
10,80						
	11,25					
11,25						
	11,70					
11,70						
	12,15					
12,15						
	12,60					
12,60						
	13,05					
13,05						
	13,50					
13,50						
	13,95					
13,95						
	14,40					
14,40						
	14,85					
14,85						
	15,30					
15,30						
	15,75					
15,75						
	16,20					
16,20						
	16,65					
16,65						
	17,10					
17,10						
	17,55					
17,55						
	18,00					

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES

nsuma s.a.

INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

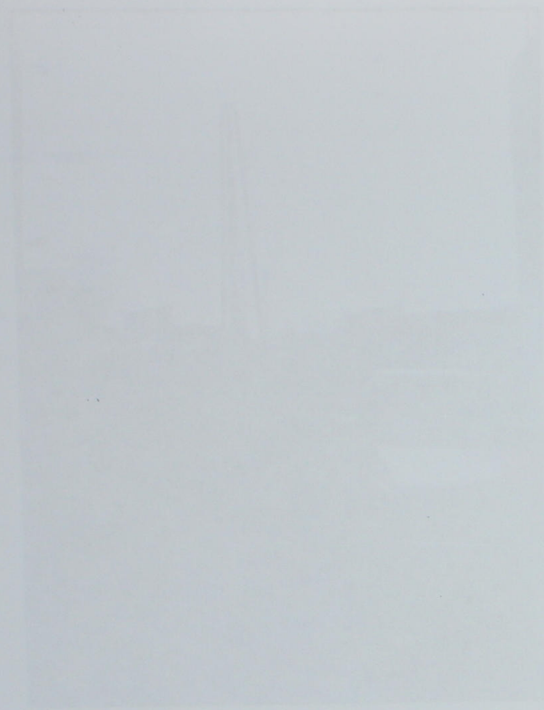
REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *6 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-10*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

RRA USADA: *Estándar*
EL FREÁTICO: *No se detecto*

ervalo (m)		*Vel.*	*%Recup.*	N_{SPT}	N_{SPT}	*Descripción*
e	*A*	*cm/min*			*0 25 50 75 100*	
00			44	17		Relleno de lastre
	0,45					
45			44	5		Arcilla plástica de color mezcla de beige y gris
	0,90					
90			44	7		
	1,35					
35			56	12		Limo arcillosa y/o arcilla limosa de color café con vetas beige y amarillas en algunos tramos aumenta la plasticidad
	1,80					
,80			67	19		
	2,25					
,25			44	39		
	2,70					
,70			89	21		
	3,15					
3,15			33	28		
	3,60					
3,60			56	30		
	4,05					
4,05			78	37		
	4,50					
4,50			56	50		Limo areno arcillosos de color café con vetas rojas, amarillas y gris
	4,95					
4,95			33	>100		
	5,40				***Rebote de Equipo SPT***	Fin de Perforación 5,25 m
5,40						
	5,85					
5,85						
	6,30					
6,30						
	6,75					
6,75						
	7,20					
7,20						
	7,65					
7,65						
	8,10					
8,10						
	8,55					
8,55						
	9,00					

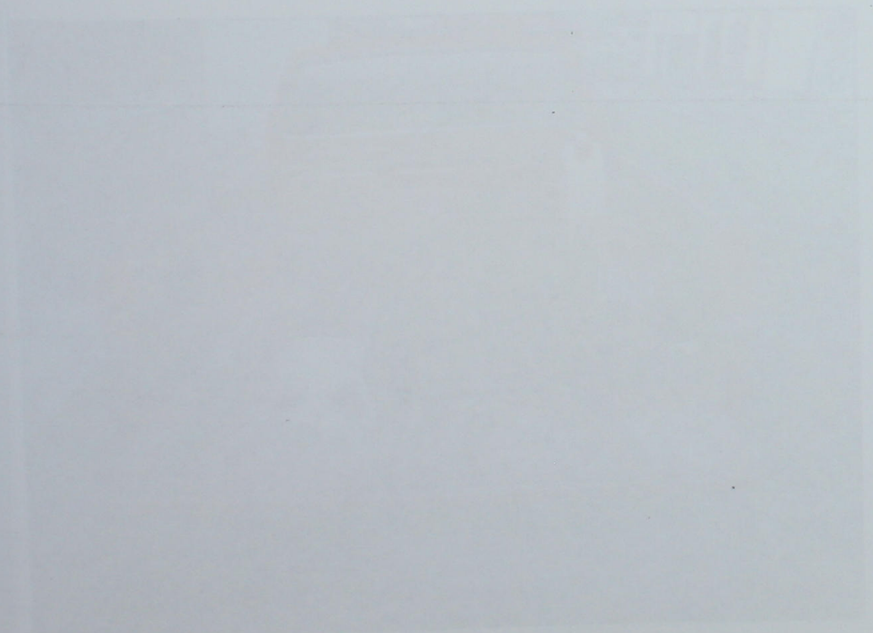
ERFORADORA: ***SPT Estándar***



Máquina SPT montada en el emplazamiento de perforación SPT nº 2. (TP-2)
Vista hacia P.K. decreciente.



Apéndice 2.2.- Maquinaria empleada en los sondeos SPT



Detalle de martillo y cuerda a SPT, con dispositivo de liberación para maniobra.



Vista de la línea férrea en Sevilla, al fondo la nueva estación de Santa Justa.



Máquina SPT manual en el emplazamiento
de perforación SPT nº 2 (P-2)
Vista hacia P.K. decreciente.



Máquina SPT manual en el emplazamiento
de perforación SPT nº 2 (P-2)
Vista hacia P.K. creciente.



Detalle de varillaje y cuchara SPT, con obtención de muestras para ensayo.



Vista de la línea férrea en San José, al fondo se observa el tren.

APÉNDICE 3.- SONDEOS A ROTACIÓN

Apéndice 3.1.- Descripción

Viaductos

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES
nsuma s.a.
INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *Del 8 al 13 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-1 Rotación*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *5,90 m*

Intervalo (m) De	A	*%RQD*	*%Recup.*	N_{SPT}	N_{SPT}/ %Recup. 0 25 50 75 100	*Descripción*
0,00			78	21		Suelo Vegetal
	0,45					
0,45			56	11		Limo arcilloso de color café oscuro muy compacto
	0,90					
0,90			56	26		
	1,35					
1,35			67	41		
	1,80					
1,80			89	58		
	2,25					
2,25			78	41		
	2,70					
2,70		***Método a Rotación***				
			93			
	4,20					
4,20						Limo arcilloso de color café claro Sin fuga de agua de perforación
			92			
	5,50					
5,50	***Nivel Freático= 5,90 m***			11		
	5,95					
5,95			-	**Shelby**		
	6,05					
6,05						
			53			Lavina alterada con matriz areno-arcillosa Sin fuga de agua de perforación
	7,55					
7,55						
			93			
	9,05					
9,05			56	23		Limo arcilloso de color café
	9,50					

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES
nsuma s.a.
INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *Del 8 al 13 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-1 Rotación (Continuación)*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *5,90 m*

Intervalo (m) De	A	*%RQD*	*%Recup.*	N_{SPT}	N_{SPT}/ %Recup. 0 25 50 75 100	*Descripción*
9,50			70	**Shelby**		Limo arcillo-arenoso de color café grisáceo con pintas amarillas
	10,00					
10,00						Limo arenoso con bloques de roca de variado tamaño de color beige. Sin fuga de agua de perforación
			67			
	11,50					
11,50						
			70			
	13,00					
13,00			44	30		
	13,45					
13,45						Bloque de roca envueltos en matriz arenosa, la cual se lava con el agua de perforación
			47			
	14,95					
14,95						
			33			
	16,45					
16,45						Lavina meteorizada, la cual se desintegra con el proceso de perforación Sin fuga de agua de perforación
			90			
	17,45					
17,45						
			20			
	18,95					
18,95						Lavina en mejor condición
			90			

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES

nsuma s.a.

INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *Del 8 al 13 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-1 Rotación (Continuación)*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

ARRA USADA: *Estándar*
IVEL FREÁTICO: *5,90 m*

Intervalo (m) De	Intervalo (m) A	%RQD	%Recup.	N_{SPT}	N_{SPT}/%Recup. 0 25 50 75 100	Descripción
			90			
	20,50					
20,50						
			93			
	22,00					
22,00						
			90			
	23,50					
23,50						
			93			
	25,00					

Lavina. No hay fuga del agua de perforación

Fin de Perforación 25,0 m

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES

nsuma s.a.

INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *Del 20 al 22 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-2 (Rotación)*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *2,95 m*

Intervalo (m) De	Intervalo (m) A	%RQD	%Recup.	N_{SPT}	N_{SPT}/%Recup. 0 25 50 75 100	Descripción
0,00			44	7		
	0,45					
0,45			56	12		
	0,90					
0,90			67	7		
	1,35					
1,35			44	-		
	1,80					
1,80			67	13		
	2,25					
2,25			44	28		
	2,70					
2,70	*Nivel Freático= 2,95 m*			32		
	3,15					
3,15			67	35		
	3,60					
3,60	*Método a Rotación*					
	4,00					
4,00						
			47			
	5,50					
5,50						
			16			
	7,05					
7,05						
			27			
	8,55					
8,55						
			33			
	9,45					
9,45						
			21			

Limo arenoso de color café oscuro con vetas amarillas, gris y negras.

Al final aparece mezclado con bloques de roca de variado tamaño

Bloques de lava en matriz arenosa de color amarillento, sin fuga del agua de perforación

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES
nsuma s.a.
INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *Del 20 al 22 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-2 Rotación (Continuación)*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *2,95 m*

Intervalo (m) De	A	*%RQD*	*%Recup.*	N_{SPT}	N_{SPT}/%Recup. 0 25 50 75 100	*Descripción*
			21			Bloques de lava en matriz arenosa de color amarillento, sin fuga del agua de perforación
	10,95					
10,95						
			15			
	12,50					
12,50						
			17			
	14,00					
14,00						
			45			Idem, aparece material de color blancuzco
	15,55					
15,55						
			13			Idem, matriz arenosa de color amarillento
	17,05					
17,05						17,15 m
			61			Lavina en mejor condición física
	18,60					
18,60						
			100			
	20,10					

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES
nsuma s.a.
INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *Del 20 al 22 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-2 Rotación (Continuación)*
LOCALIZACIÓN: *San José, Costa Rica*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *2,95 m*

Intervalo (m) De	A	*%RQD*	*%Recup.*	N_{SPT}	N_{SPT}/%Recup. 0 25 50 75 100	*Descripción*
20,10						
			90			Lavina, no hay fuga del agua de perforación
	21,65					
21,65						
			80			Lavina un poco alterada
	23,15					
23,15						
			52			Lavina muy fracturada, aparecen bloques de lava
	24,70					
24,70			0			Zona muy alterada y suave, no se recuperó muestra
	25,00					
						Fin de Perforación 25,0 m

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES

nsuma s.a.

INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *14 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-3 Rotación*
LOCALIZACIÓN: *Estación al Pacífco, San José*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *No se detecto*

Intervalo (m) De	A	*%RQD*	*%Recup.*	N_{SPT}	N_{SPT}/ *%Recup.* 0 25 50 75 100	*Descripción*
0,00						Relleno de Grava
	0,60					
0,60			67	10		Suelo Vegetal
	1,05					
1,05			67	Shelby		Limo arcilloso y/o arcilla limosa de color café grisáceo con vetas amarillas y beige
	1,50					
1,50			33	2		
	1,95					
1,95			78	5		
	2,40					
2,40			33	11		
	2,85					
2,85			100	Shelby		
	3,30					
3,30			78	8		
	3,75					
3,75			56	6		
	4,20					
4,20			33	10		
	4,65					
4,65			56	52		
	5,10					
5,10		*Método a Rotación*				Bloques de lava envueltos en matriz arenosa, la cual se lava con el prceso de perforación No hay fuga del agua de perforación
	5,70					
5,70						
			32			
	7,20					
7,20						
			39			
	8,70					
8,70						
			29			

PERFORADORA: *SPT Estándar*

INGENIERIA SUELOS Y MATERIALES

nsuma s.a.

INGENIEROS Y GEOLOGOS CONSULTORES

REGISTRO DE CAMPO

FECHA: *14 de Junio del 2000*
PROYECTO: *Viaducto Metropolitano*
PERFORACIÓN: *P-3 Rotación (Continuación)*
LOCALIZACIÓN: *Estación al Pacífco, San José*
ELEVACIÓN:
PERFORADOR: *Virgilio Murillo González*

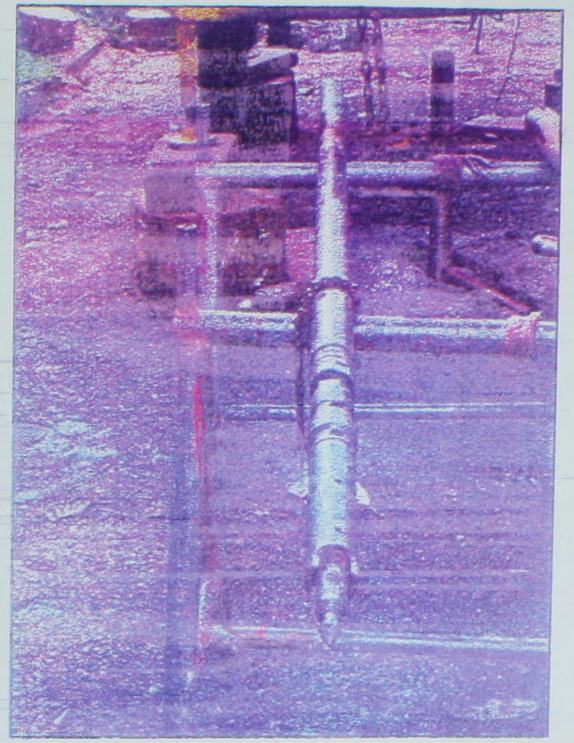
BARRA USADA: *Estándar*
NIVEL FREÁTICO: *No se detecto*

Intervalo (m) De	A	*%RQD*	*%Recup.*	N_{SPT}	N_{SPT}/ *%Recup.* 0 25 50 75 100	*Descripción*
	10,25		29			Bloques de lava envueltos en matriz arenosa, la cual se lava con el prceso de perforación No hay fuga del agua de perforación
10,25						
			17			
	11,75					
11,75						
			19			
	13,30					
13,30						
			24			
	15,00					Fin de Perforación 15,0 m

Apéndice 3.2.- Maquinaria empleada en los sondeos a rotación



Sondeo de rotación PROT-1. Máquina de perforación AKER.



Sondeo de rotación PROT-1. Detalle de batería y ensanchador.



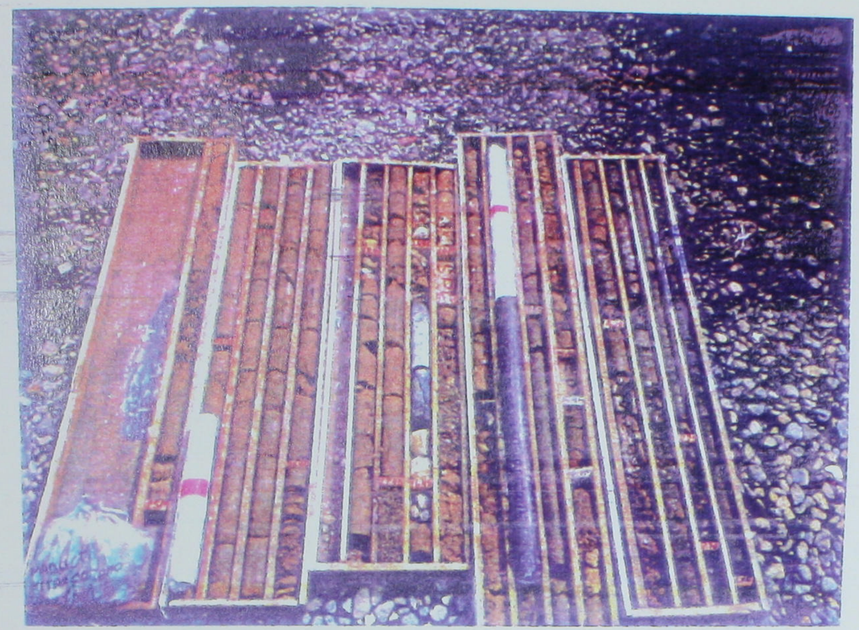
Sondeo de rotación PROT-1. Detalle de tubería de revestimiento y varillaje sobre borriquetas.



Sondeo de rotación PROT-1. Detalle de tubería de revestimiento y del varillaje.



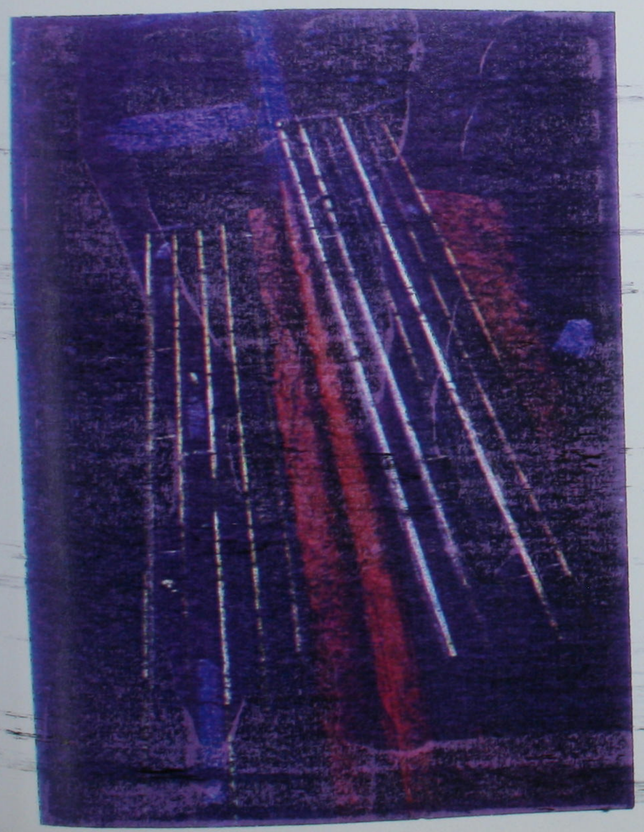
PROT-1



PROT-1



PROT-



PROT-2



PROT-3



PROT-

APÉNDICE 4.- PUNTOS DE RECONOCIMIENTO VISUAL

LISTADO DE PUNTOS DE RECONOCIMIENTO VISUAL

PUNTO Nº: P.R.V.-1

SITUACIÓN: P. 6+500 (300 m derecha)

DESCRIPCIÓN: Antiguo frente de excavación donde se observa el contacto entre las formaciones volcánicas cuaternarias **QVtf** y **QVl**.

En la parte baja y media del talud afloran depósitos de laar (lavina), constituidos por fragmentos de roca polimícticos tamaños bloque y bolo y limos arcillosos y arenosos, poco consolidados en los primeros metros (suelo duro) y consolidados en la parte baja pudiendo ser considerados como una roca blanda, de coloraciones grisáceas y marrones claras (lavina).

Encima de ellos aparecen los depósitos piroclásticos finos constituidos por cenizas finas-gruesas con lapillis y algunos fragmentos de roca y escorias aisladas de color marrón oscuro con tonos anaranjados.

Entre ambas formaciones aparentemente existe continuidad litológica, observándose en el contacto un fuerte paleorelieve.

FOTOGRAFÍAS: 1 (Panorámica)

PUNTO Nº: P.R.V.-2

SITUACIÓN: P. 6+470 (150 m derecha)

DESCRIPCIÓN: Antiguo frente de excavación donde afloran depósitos piroclásticos finos, constituidos por cenizas gruesas a finas con lapilli y fragmentos de roca y escorias aisladas de color marrón oscuro con tonos anaranjados.

Se observan importantes fenómenos de inestabilidad en el talud debido con toda probabilidad a una sobreexcavación a pie, con el fin de realizar la calle de acceso, así como la presencia de humedad e incluso la presencia de colectores de desagüe de los edificios y el vertido de restos orgánicos y basura.

Se ha planteado un tratamiento de corrección con la situación de cuatro muros de gaviones a pie, no habiéndose establecido medidas de drenajes adicionales, observándose incluso como la caída de suelo por erosión sobre los muros provoca la invasión de vegetación.

En la parte alta del talud se han producido desplomes y pequeños deslizamientos que dejan por una parte, la zona de la coronación en voladizo, como puede observarse con ciertas estructuras de hormigón a modo de techos y por otra, provoca la verticalidad de la superficie que impide el normal desarrollo de la vegetación lo que favorece la erosión del material, agravando la situación en coronación.

En la zona de coronación se complica la situación al encontrarse los edificios prácticamente alineados con el borde del talud, habiendo puntos donde se observan voladizos.

FOTOGRAFÍAS: 1 (Panorámica)

PUNTO Nº: P.R.V.-3

SITUACIÓN: P. 6+570 (100 m derecha)

DESCRIPCIÓN: Ladera derecha aguas abajo del río Torres unos 100 m antes del paso del ferrocarril, que presenta una altura de entre 20 a 25 m y paredes subverticales, con importantes fenómenos de inestabilidad.

En la actualidad se produce en la parte alta (hasta 5 a 8 m) el deslizamiento de los depósitos superficiales piroclásticos (cenizas), mientras en la parte baja se observan desplomes y caída de bloques de material lahárico (lavina), de tamaño decimétrico hasta métrico que caen directamente al cauce del río.

En época de lluvias, con el nivel alto de las aguas se llegan a producir en la parte baja del talud fenómenos de sobreexcavación por erosión lateral que favorecen los procesos de inestabilidad.

Otro factor que favorece los procesos de inestabilidad es el escaso desarrollo del manto vegetal en la superficie del talud. Se produce la erosión de los materiales piroclásticos superiores más láviles.

FOTOGRAFÍAS: 1 (Panorámica)

PUNTO Nº: P.R.V.-4

SITUACIÓN: P. 2+600 (750 m derecha)

DESCRIPCIÓN: Depósitos aluviales y de terrazas indiferenciados (**Qag**) del río María Aguilar. Se trata de materiales detríticos muy heterométricos y heterogéneos, constituido por bolos y bloques subredondeados polimícticos con gravas, arenas limosas y limos arenosos de color marrón claro, sin un ordenamiento interno visible.

Se trata de un valle erosivo de encajamiento, de un curso meandriforme, con laderas de pendientes elevadas y fondo plano, con típica sección en "V" cerrada.

Las laderas aparecen puntualmente recubiertas por depósitos coluviales y de vertientes. Son zonas de previsible riesgo por fenómenos de inestabilidad (deslizamientos y desplomes de terrenos), favorecidos por la presencia de humedad y de niveles freáticos colgados, así como por la erosión lateral y sobreexcavación del cauce del río en el lado convexo de los meandros. La presencia de abundante vegetación minimiza, en gran medida este tipo de riesgo.

En las inmediaciones del cauce el riesgo previsible más desfavorable es de tipo hidrológico. Se trata de una zona baja sometida a inundaciones que pueden llegar a ser catastróficas con afectación a bienes e inmuebles e incluso a vidas humanas (zonas de viviendas).

FOTOGRAFÍAS: 2 (Panorámica)

PUNTO Nº: P.R.V.-5

SITUACIÓN: P. 6+620 (Paso del ferrocarril sobre el río Torres)

DESCRIPCIÓN: Valle erosivo de encajamiento del río Torres, correspondiente a un curso meandriforme, con laderas de pendientes elevadas y fondo muy estrecho, con típica sección en "V" cerrada.

Puntualmente las pendientes de las laderas pueden llegar a ser subverticales, con alturas hasta el nivel del agua de 20 a 25 m y con una anchura media entre 5 y 12 m.

Las laderas pueden aparecer recubiertas puntualmente por delgados depósitos coluviales y de vertientes, estando por lo general muy vegetadas.

El paso del ferrocarril sobre el río se realiza mediante un gran terraplén con una altura máxima de unos 16 metros y pendiente próxima a los 40-45°, con laderas actualmente bastante vegetadas, no observándose en la plataforma de la vía signos aparentes que indiquen procesos de inestabilidad.

Bajo terraplén en el cauce hay una pequeña obra de fábrica con un vano de unos 3 a 4 m de anchura por 4 metros de altura, parcialmente relleno de sedimentos en sus bordes.

En las laderas podrían aparecer puntualmente zonas con posibles riesgos de inestabilidad, representados por reptaciones y pequeños

deslizamientos superficiales, favorecidos por la elevada humedad del terreno, la posible presencia de niveles freáticos colgados (entre 2 y 3 m), y por procesos de erosión lateral y sobreexcavación del cauce en zonas de meandros. La abundante presencia de vegetación mitiga en gran medida este tipo de riesgos.

Se trata de una zona con predominio de riesgo hidrológico debido a posibles inundaciones catastróficas en grandes avenidas, con afectación a bienes e inmuebles e incluso a vidas humanas (barriadas de viviendas). Este tipo de riesgo representa el mayor grado de afección a lo largo de todo el trazado, debiendo prever un dimensionamiento adecuado de las estructuras en este punto, con protección para los terraplenes de los estribos.

FOTOGRAFÍAS: 1 (Panorámica)

PUNTO Nº: P.R.V.-6

SITUACIÓN: P. 6+100 (640 m izquierda)

DESCRIPCIÓN: Puente sobre el río Torres. Paso superior de una calle paralela al Tournon.

En el fondo del cauce afloran depósitos lahári cos en bloques (facies gruesa) constituidos por aglomerados polimícticos arcillolimosos con arenas (lavina), de color marrón claro con tonos anaranjados, sobre los que se apoya una delgada capa de sedimentos detríticos de espesor inferior a un metro, constituido por bolos y gravas gruesas redondeadas, polimícticas con matriz arenolimosa de color marrón a gris claro.

En esta zona, el valle del río Torres presenta un menor grado de encajamiento con alturas sobre el nivel de agua inferiores a los 10 m, apareciendo depósitos coluviales limoarenosos con fragmentos de roca en las laderas bajas hasta el cauce del río.

Los edificios llegan hasta el mismo borde del cauce, incluso invadiendo parte del mismo, habiéndose producido desplomes de paredes y parte de los bordes del cauce e incluso erosión de muros de gaviones, por erosión lateral del río.

El paso se realiza mediante un puente con un vano de unos 3 m de anchura y de 2 a 3 m de altura, con terraplenes protegidos de la erosión por hormigón (aletas), aunque en algunos puntos aparece so-

breexcavación y con caídas de bloques por efecto de la erosión en avenidas, aunque el estado general se puede considerar como aceptable.

FOTOGRAFÍAS: No



PRV-1. Formación Qvtf sobre Qvl



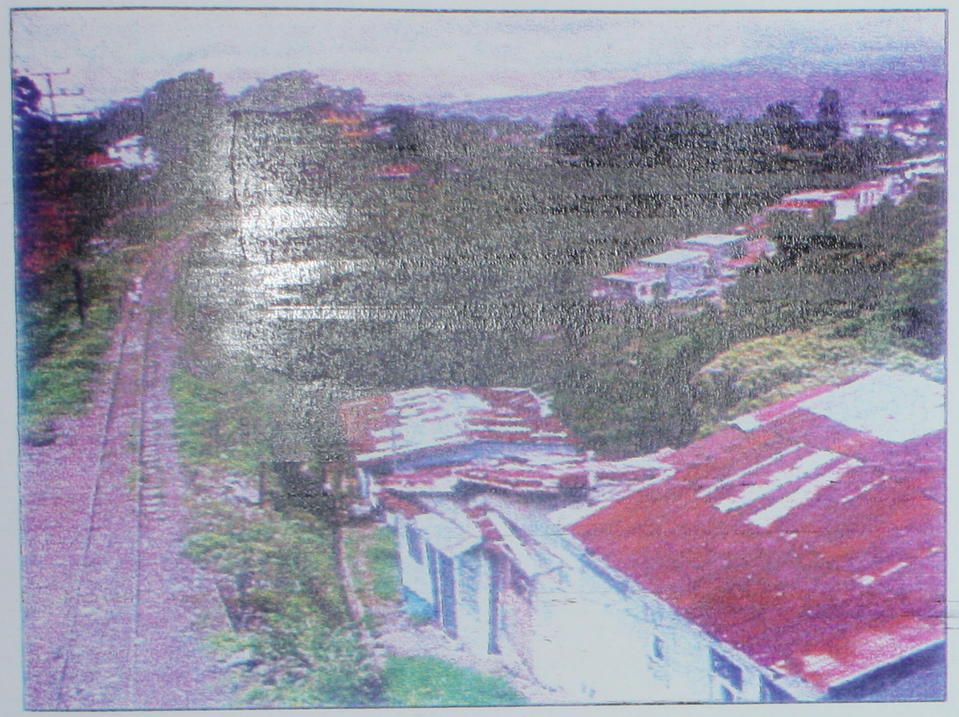
PRV-2. Detalle de deslizamiento en materiales de la formación Qvtf.



PRV-3. Deslizamiento en el río Torres, grupo Qvtf/Qvl. San José.



PRV-4. Depósitos aluviales y aluvio-coluviales del río María Aguilar. Grupo Qag.



PRV-5. Detalle del paso del ferrocarril sobre el río Torres. Vista aguas abajo.



PRV-5. Valle de encajamiento del río Torres. Viaductos urbanos de San José. Vista aguas arriba.

APÉNDICE 5.- ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO VIADUCTO URBANO

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Provincia de San José

Agosto, 2000

INGENIERIA Y PERFORACION LTDA.

INGENIERIA Y PERFORACION LTDA.
Tel. 234-7761 Fax 225-9551 Apdo. 544-2050 San Pedro de Montes de Oca.

San José, 4 de agosto del 2000 IP -162-00

INGENIERO
Roy Bogantes
Presente

Estimado ingeniero:

Nos permitimos presentar los resultados de las pruebas realizadas a las muestras que trajeron a nuestro laboratorio con el fin de evaluar las características físico-mecánicas de dichos materiales. El proyecto se ubica en San José.

El estudio incluye la determinación del perfil típico de los sondeos para el Proyecto Viaducto Urbano.

Quedando en la mejor disposición de aclarar cualquier consulta relacionada con este informe, suscribe, atentamente

Ing. Grettel Ibáñez Palomo
GEOTECNIA Y MATERIALES
cc: Archivo

I- INTRODUCCION

A solicitud del Ing. Roy Bogantes nuestra empresa procedió a realizar los ensayos de laboratorio solicitados para el Proyecto Viaducto Urbano. Se solicitó llevar a cabo los siguientes ensayos de laboratorio:

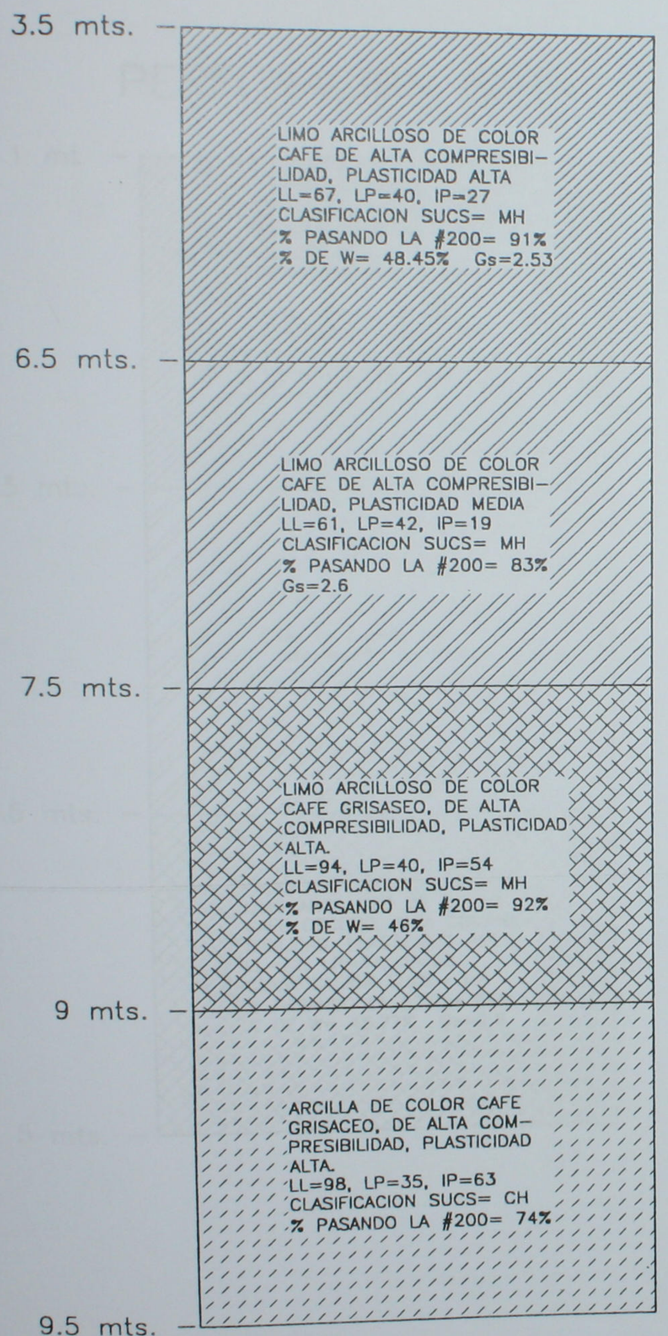
- Límites de Attemberg
- Análisis Granulométrico
- Porcentaje de Humedad
- Compresión Inconfinada

Este informe incluye el trabajo de laboratorio realizado a partir de las muestras traídas a nuestro laboratorio, con el cual se pudo describir el perfil del subsuelo del sitio y la caracterización geotécnica correspondiente.

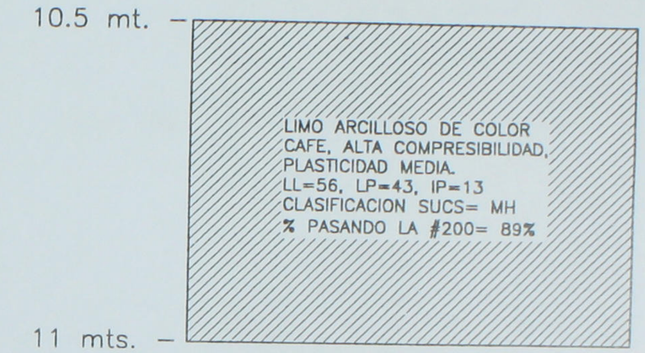
II- PERFIL TIPICO DE CADA SONDEO

El siguiente perfil se considera representativo del terreno a estudiar. Este fue establecido mediante las perforaciones y el proceso de laboratorio.

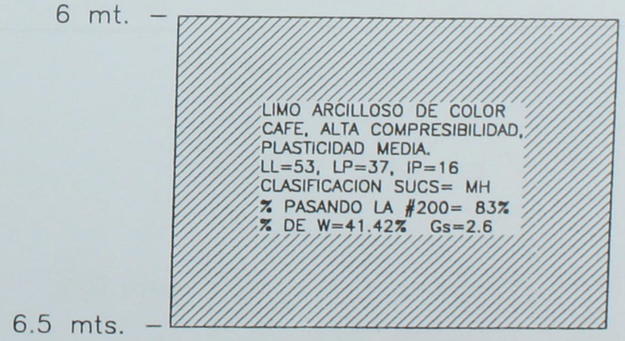
PERFORACION SPT–1



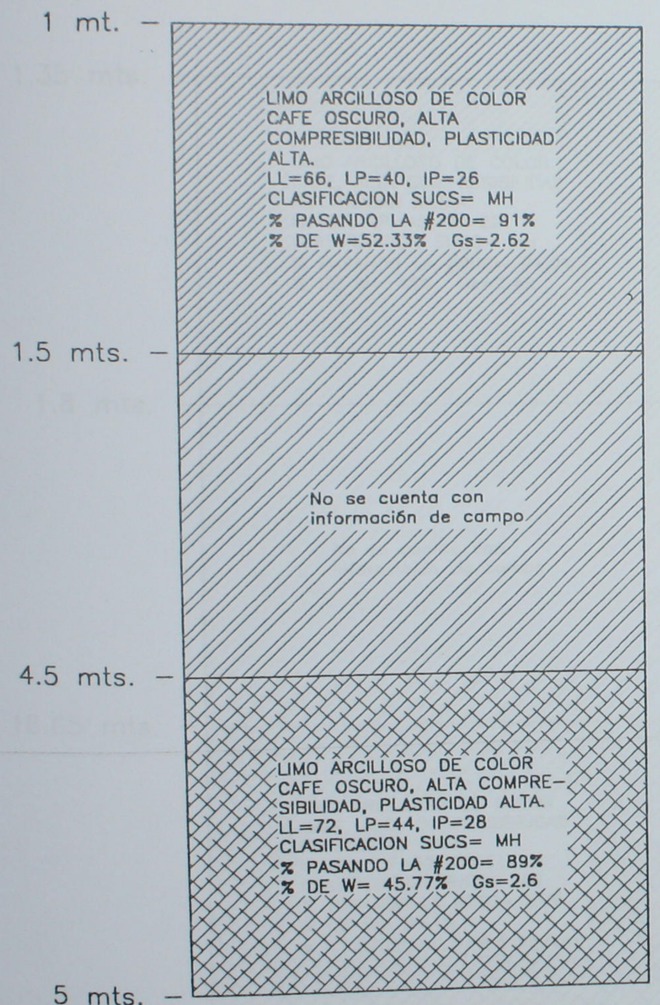
PERFORACION SPT–3



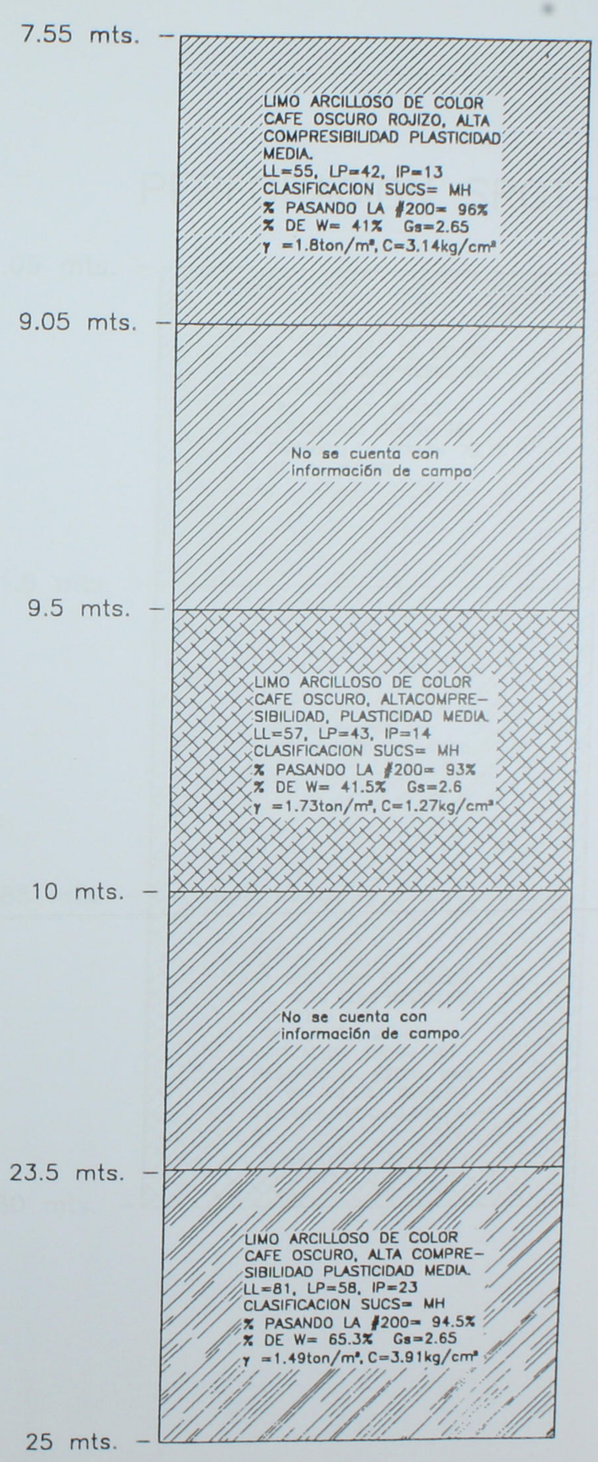
PERFORACION SPT–5



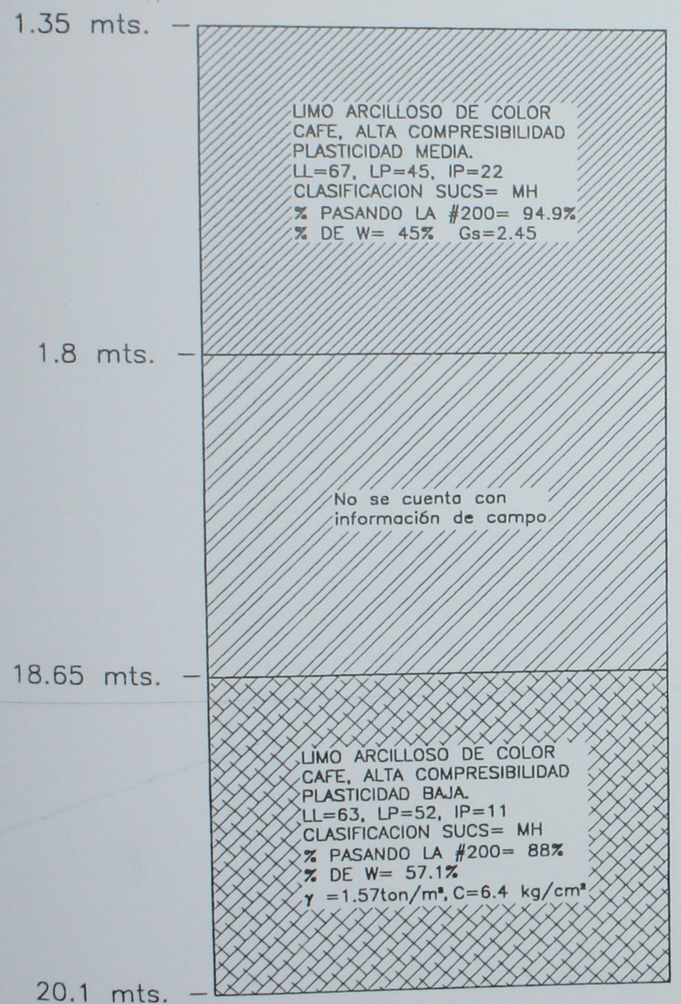
PERFORACION SPT–10



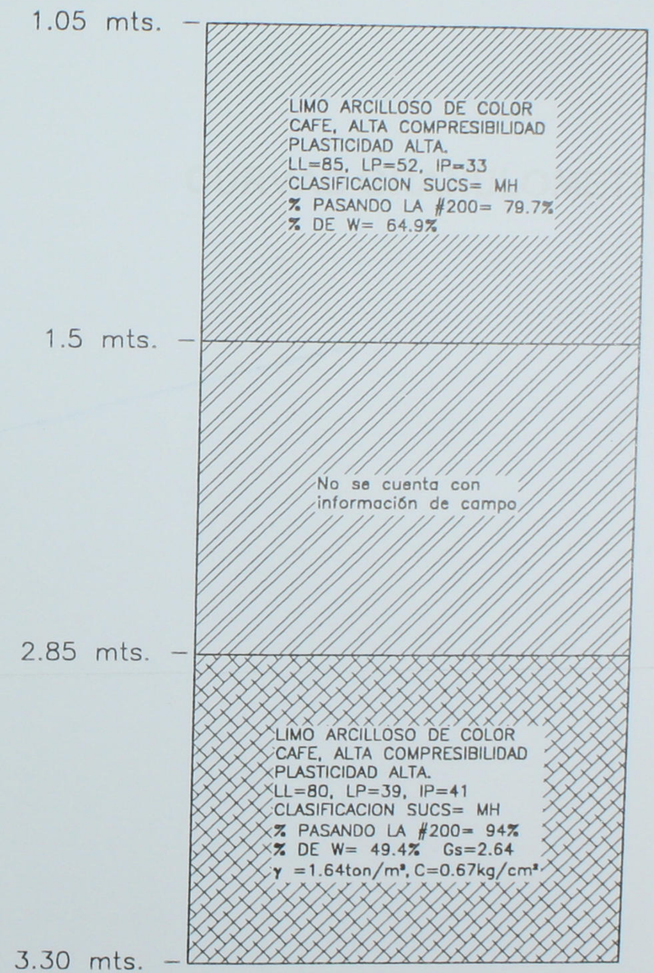
PERFORACION SROT–1



PERFORACION SROT–2



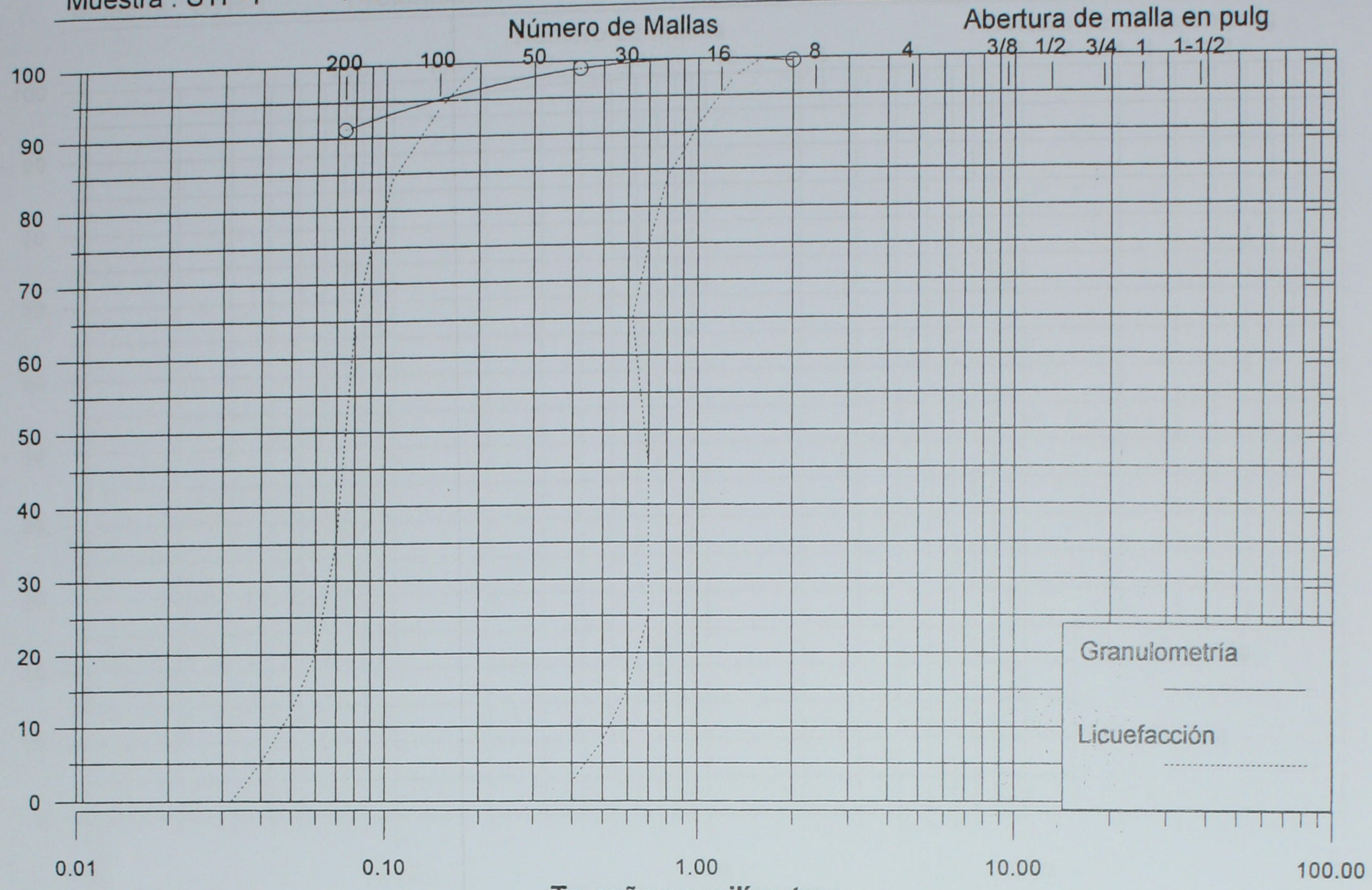
PERFORACION SROT–3



CURVAS GRANULOMETRICAS

ANALISIS GRANULOMETRICO
INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

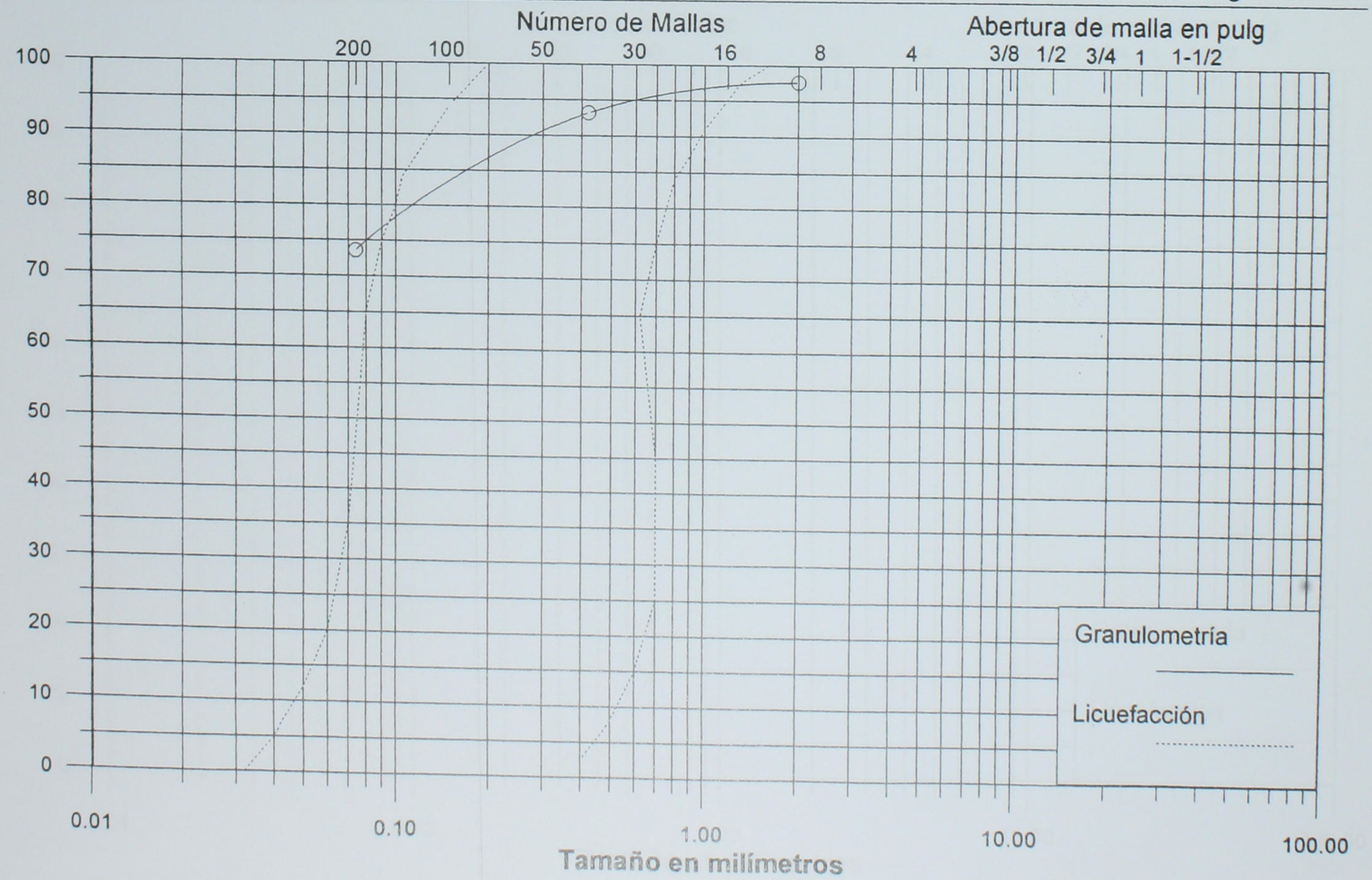
Muestra : STP-1 Profundidad: 3.5 m Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 2000



LIMO O ARCILLA	ARENA			GRAVA	
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

ANALISIS GRANULOMETRICO
INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

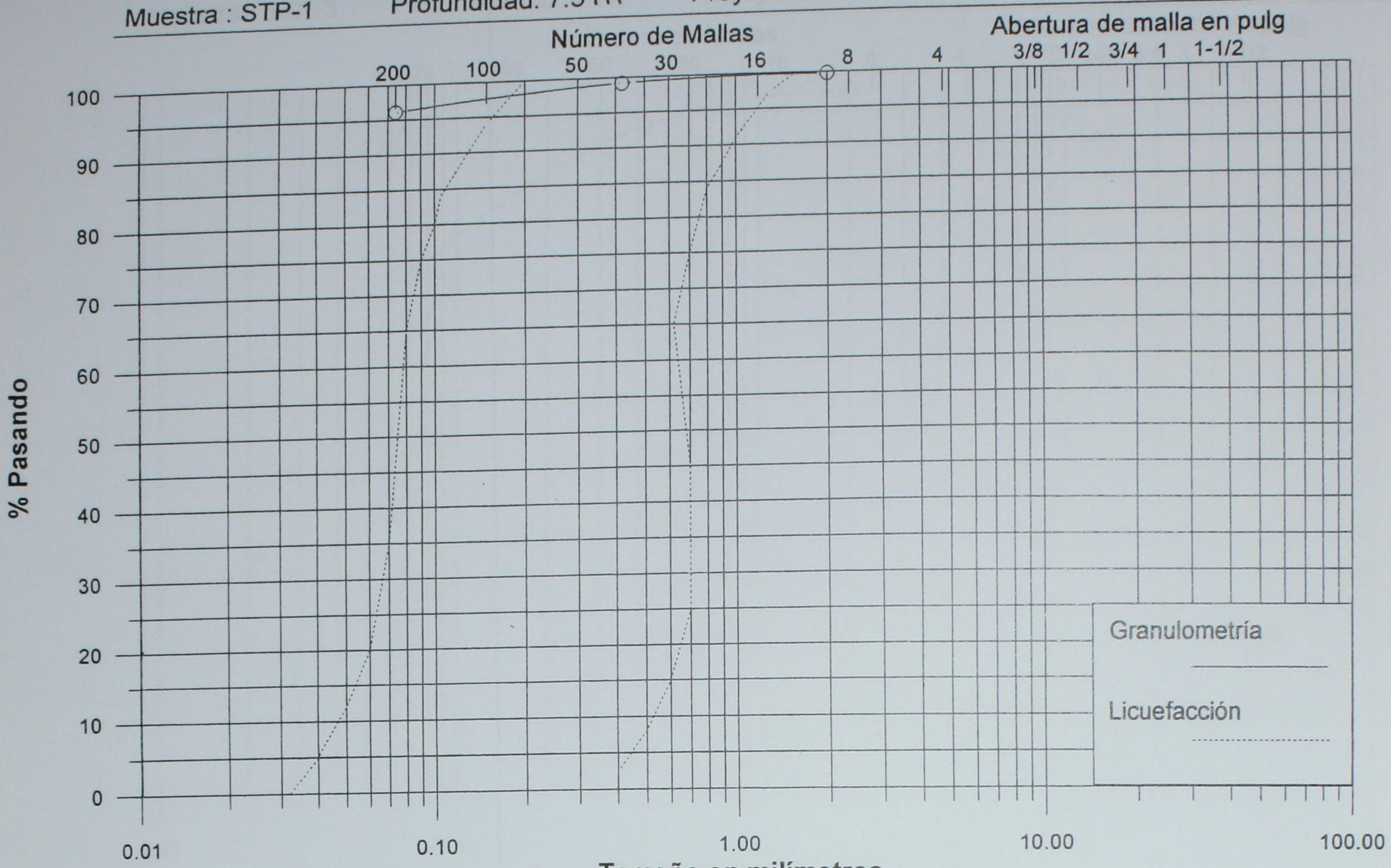
Muestra : STP-1 Profundidad: 6.5 m Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 2000



LIMO O ARCILLA	ARENA			GRAVA	
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

ANALISIS GRANULOMETRICO
INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

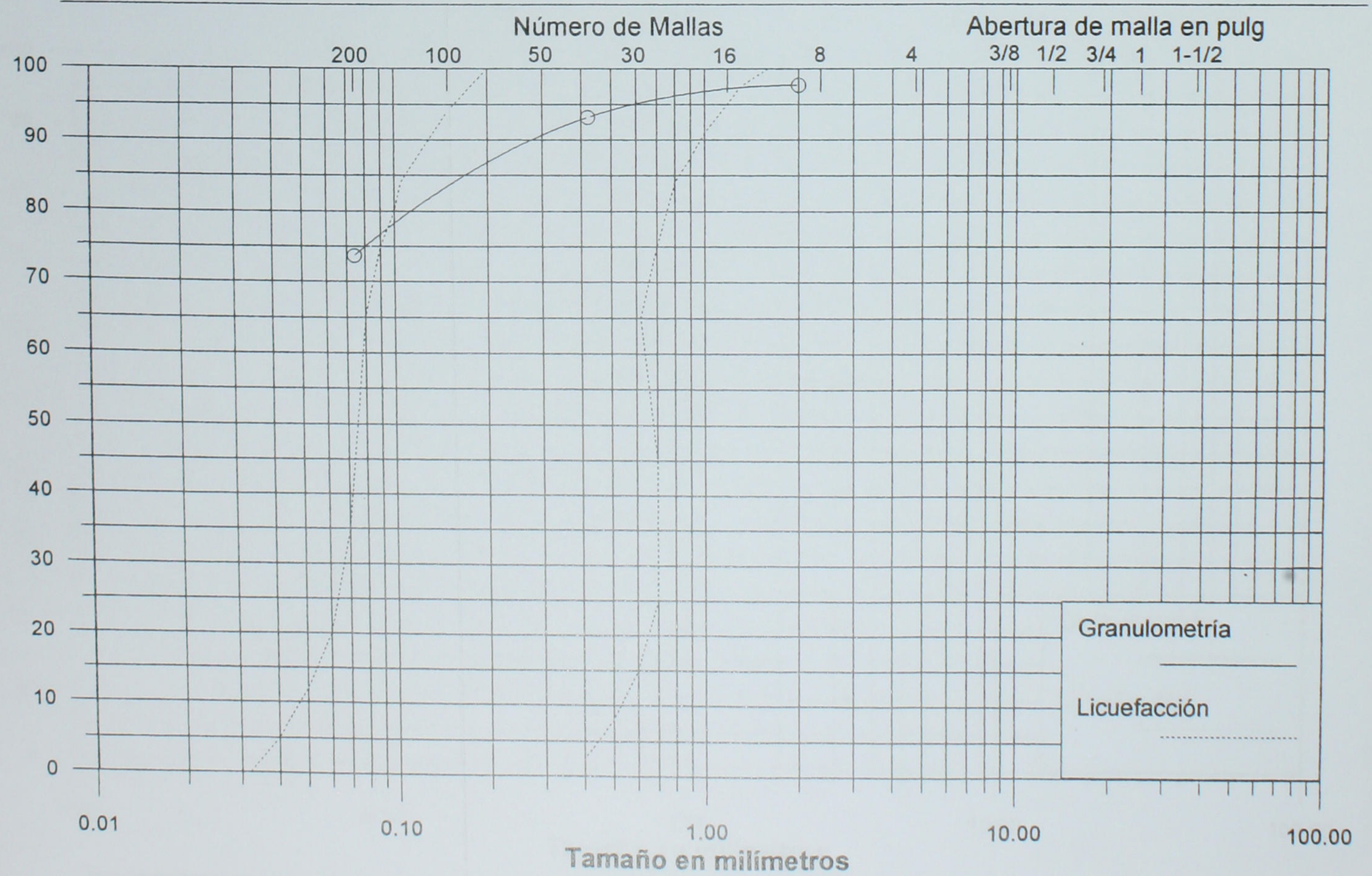
Muestra : STP-1 Profundidad: 7.5 m Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 2000



LIMO O ARCILLA	ARENA			GRAVA	
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

ANALISIS GRANULOMETRICO
INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

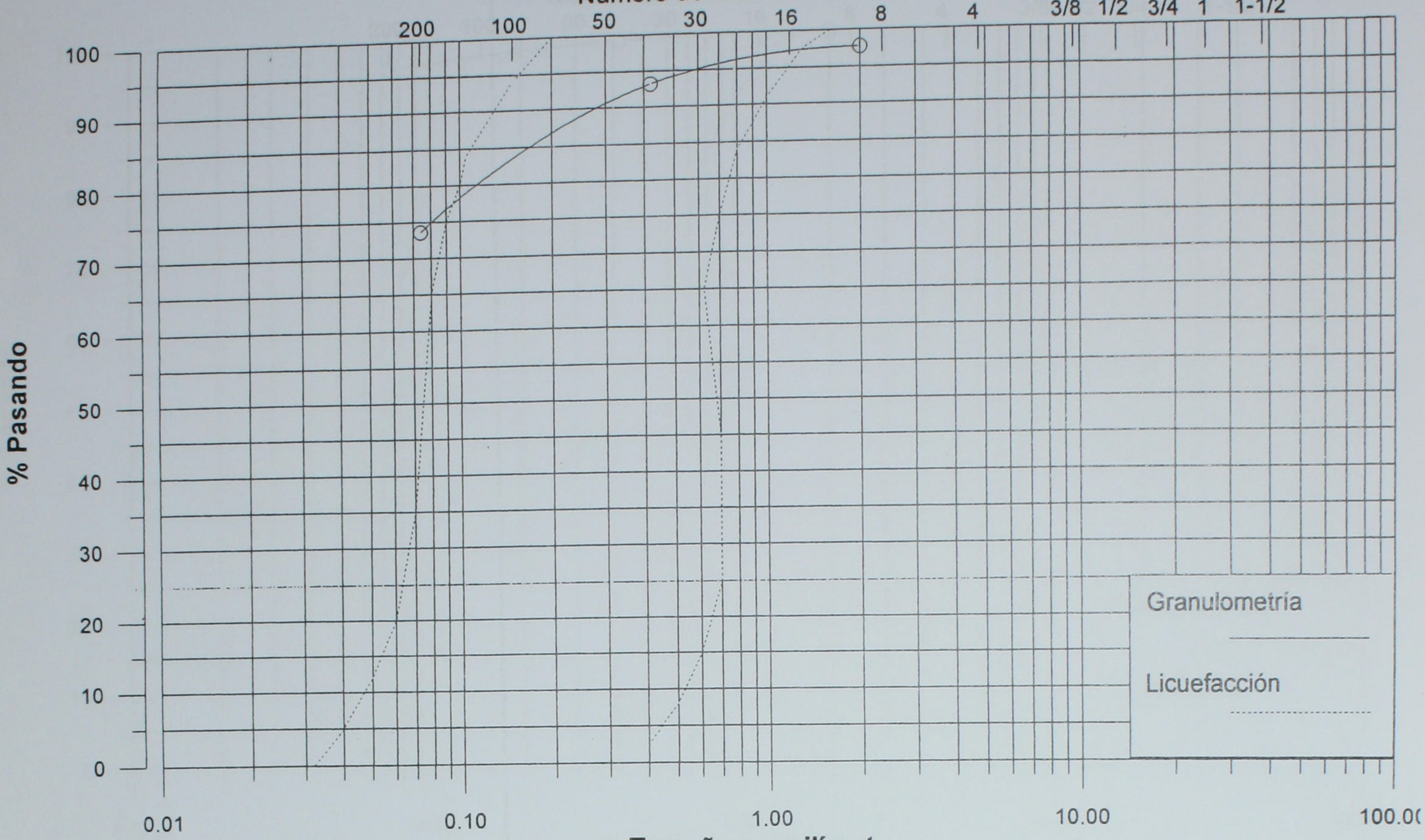
Muestra : STP-1 Profundidad: 9 m Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 2000



LIMO O ARCILLA	ARENA			GRAVA	
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

ANALISIS GRANULOMETRICO
INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

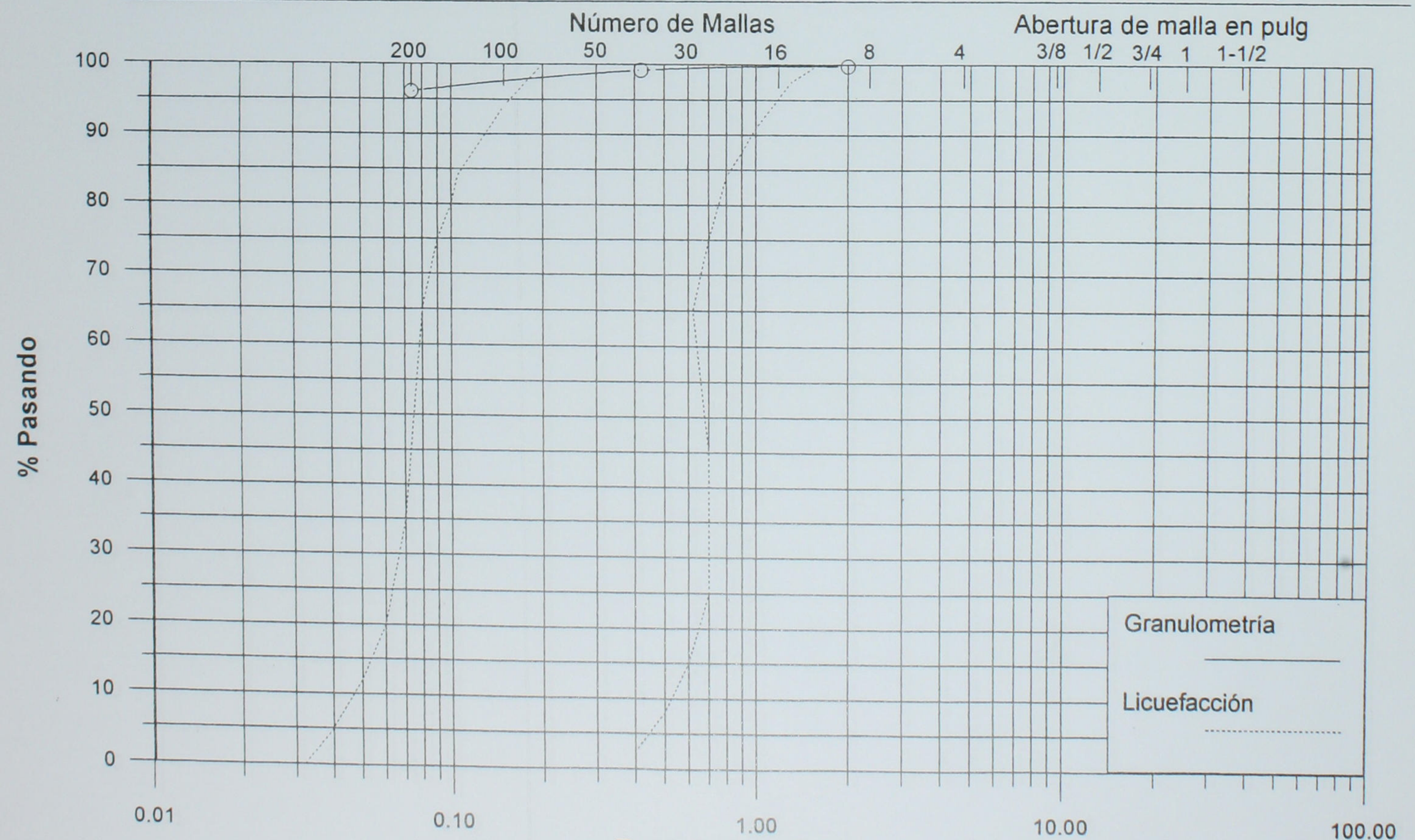
Muestra : STP-3 Profundidad: 9 m Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 200(



LIMO O ARCILLA	ARENA			GRAVA	
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

ANALISIS GRANULOMETRICO
INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

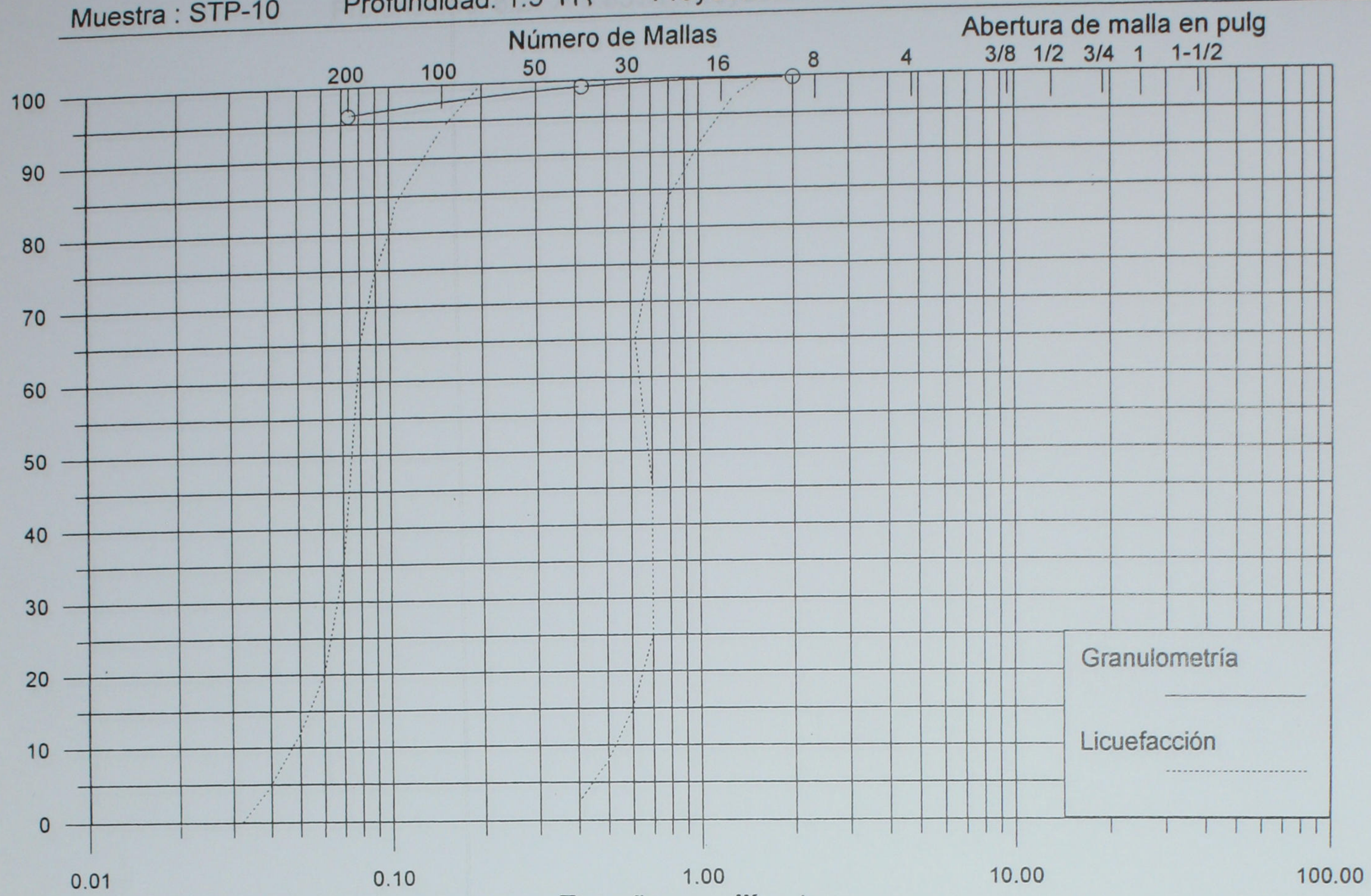
Muestra : STP-5 Profundidad: 6.5 m Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 2000



LIMO O ARCILLA	ARENA			GRAVA	
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

ANALISIS GRANULOMETRICO
INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

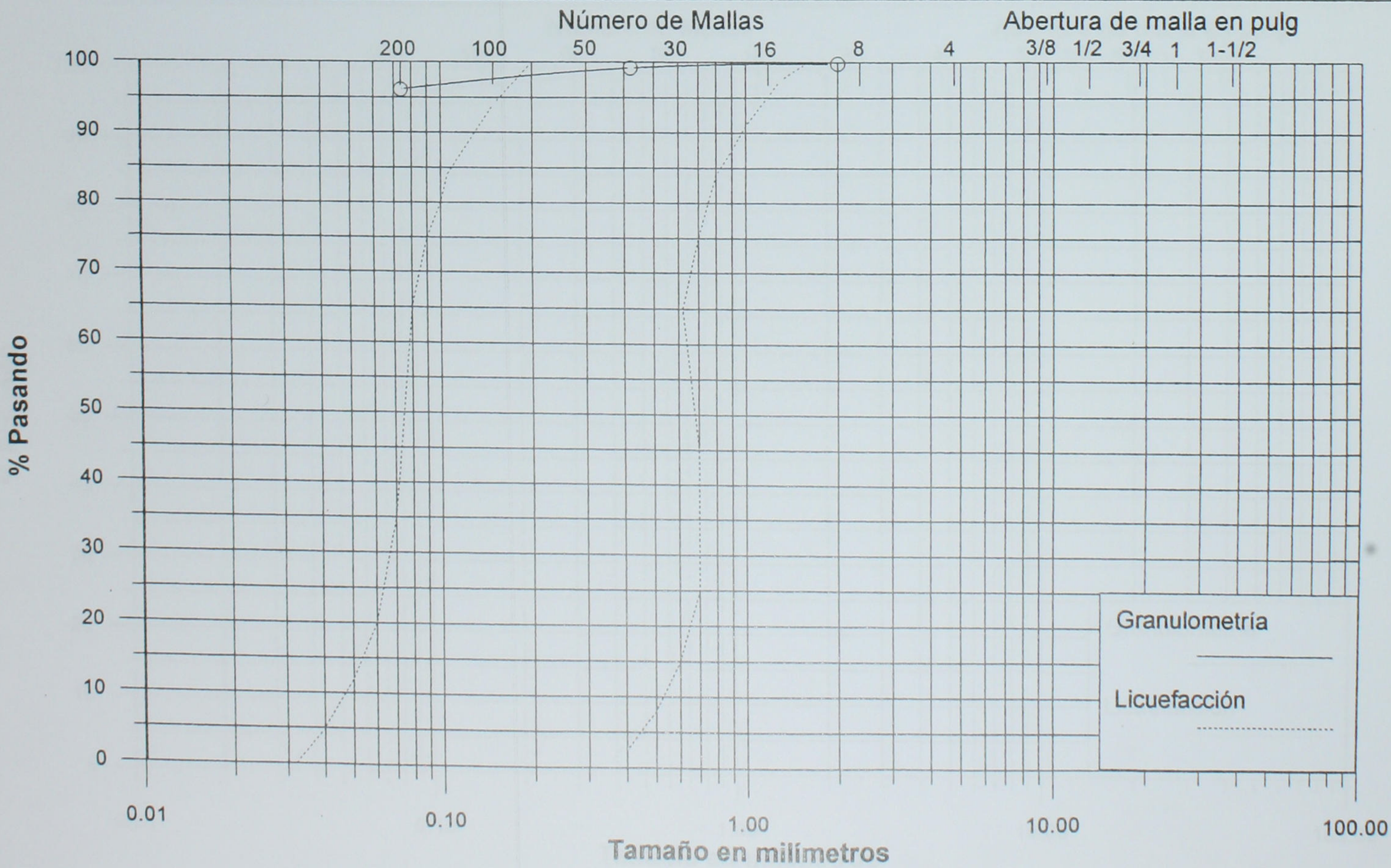
Muestra : STP-10 Profundidad: 1.5 m Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 2000



LIMO O ARCILLA	ARENA			GRAVA	
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

ANALISIS GRANULOMETRICO
INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

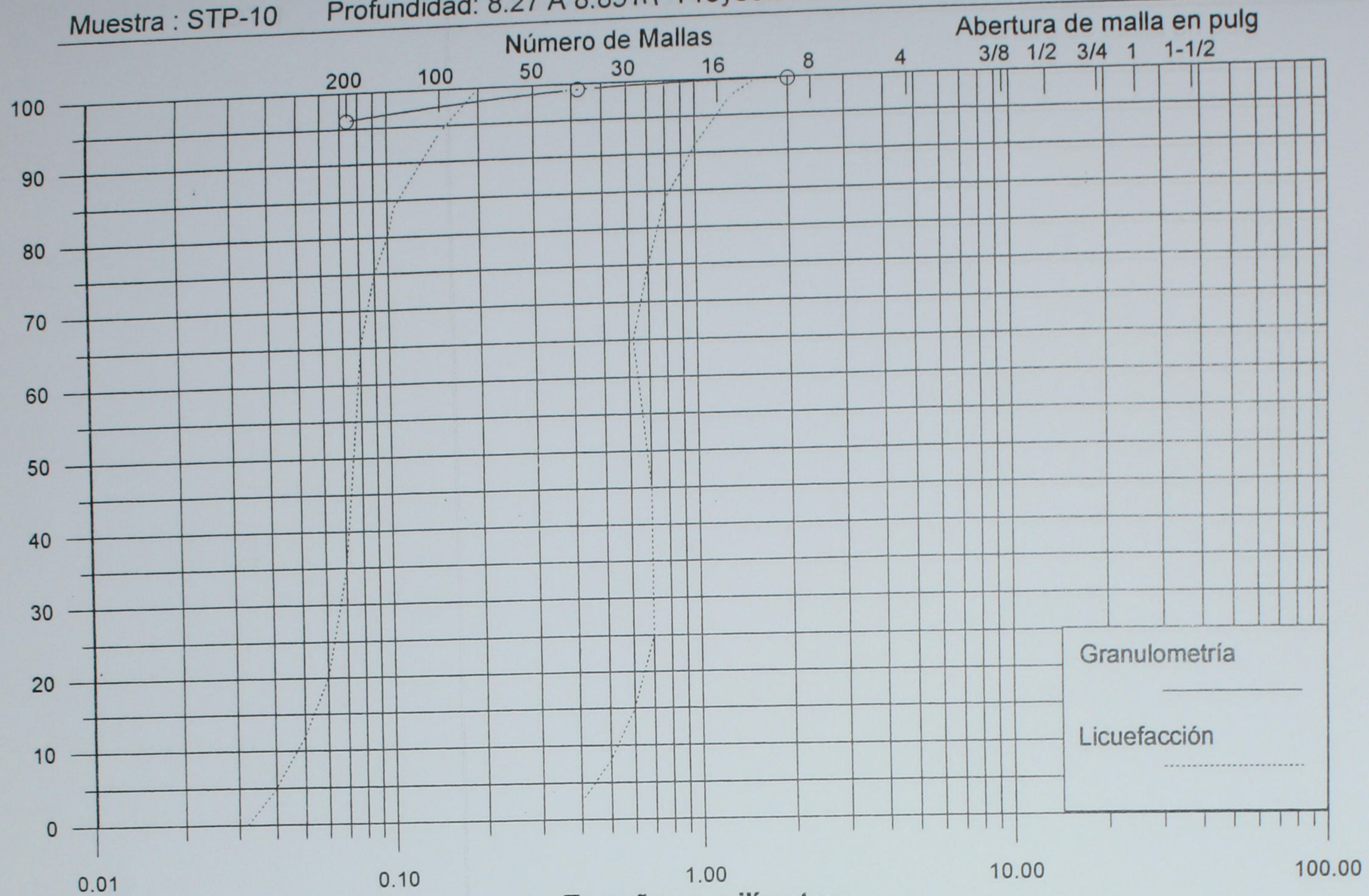
Muestra : STP-10 Profundidad: 5 m Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 2000



LIMO O ARCILLA	ARENA			GRAVA	
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

ANALISIS GRANULOMETRICO
INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

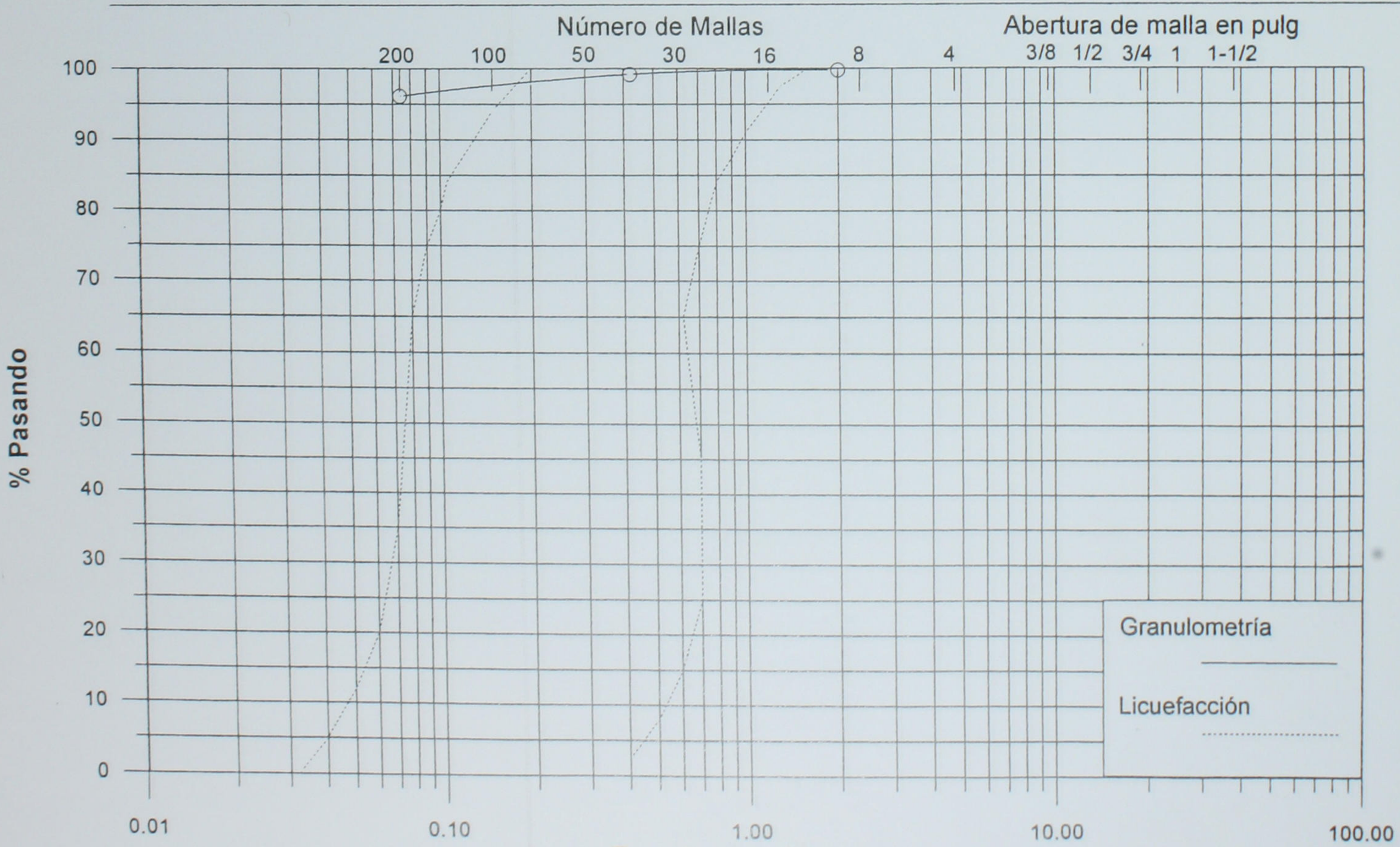
Muestra : STP-10 Profundidad: 8.27 A 8.85 m Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 2000



LIMO O ARCILLA	ARENA			GRAVA	
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

ANALISIS GRANULOMETRICO
INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

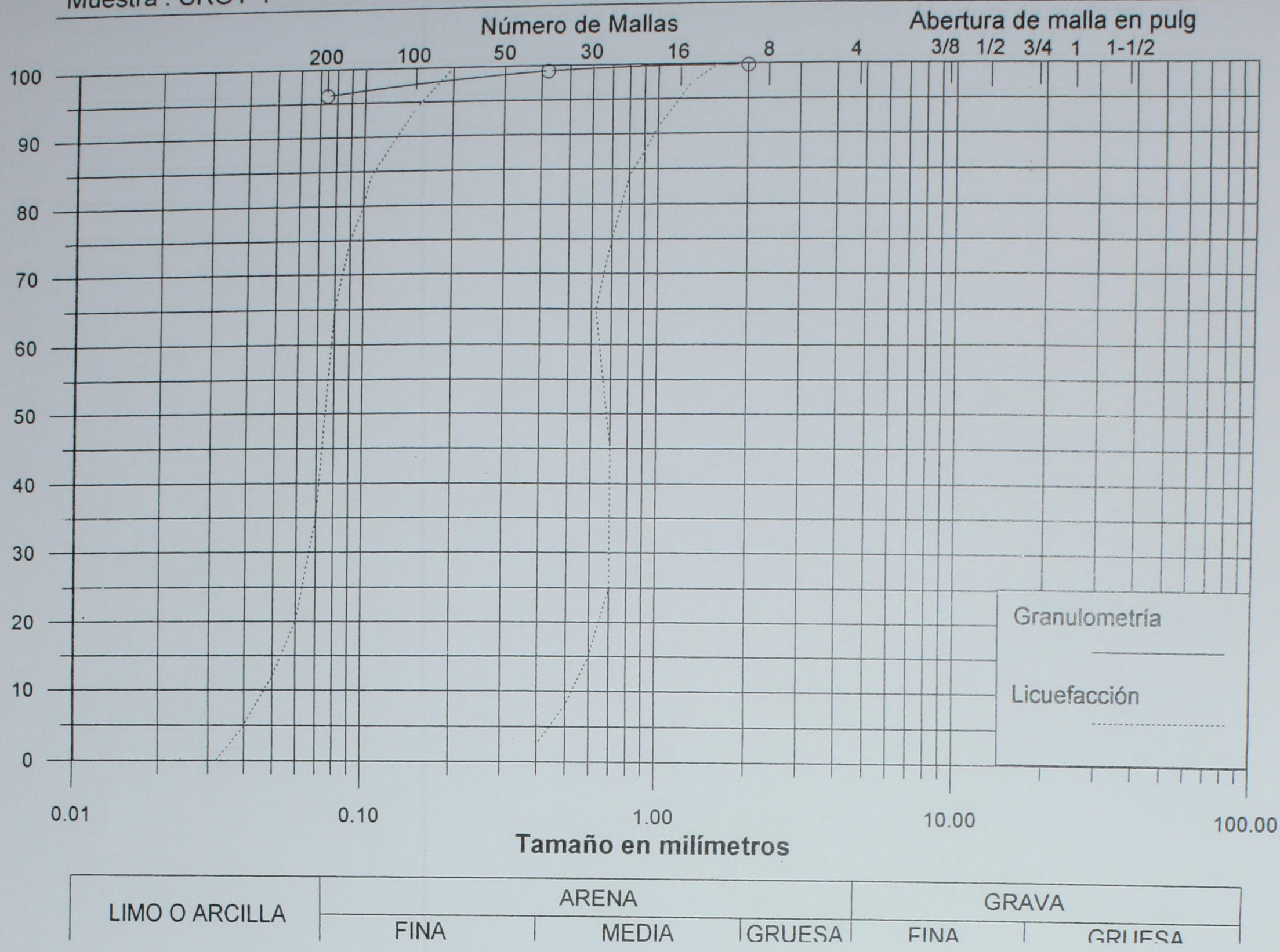
Muestra : SROT-1 Profundidad: 9.50 A 10.00 m Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 2000



LIMO O ARCILLA	ARENA			GRAVA	
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

ANALISIS GRANULOMETRICO
INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

Muestra : SROT-1 Profundidad: 23.50 A 25.00 m. Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 2000



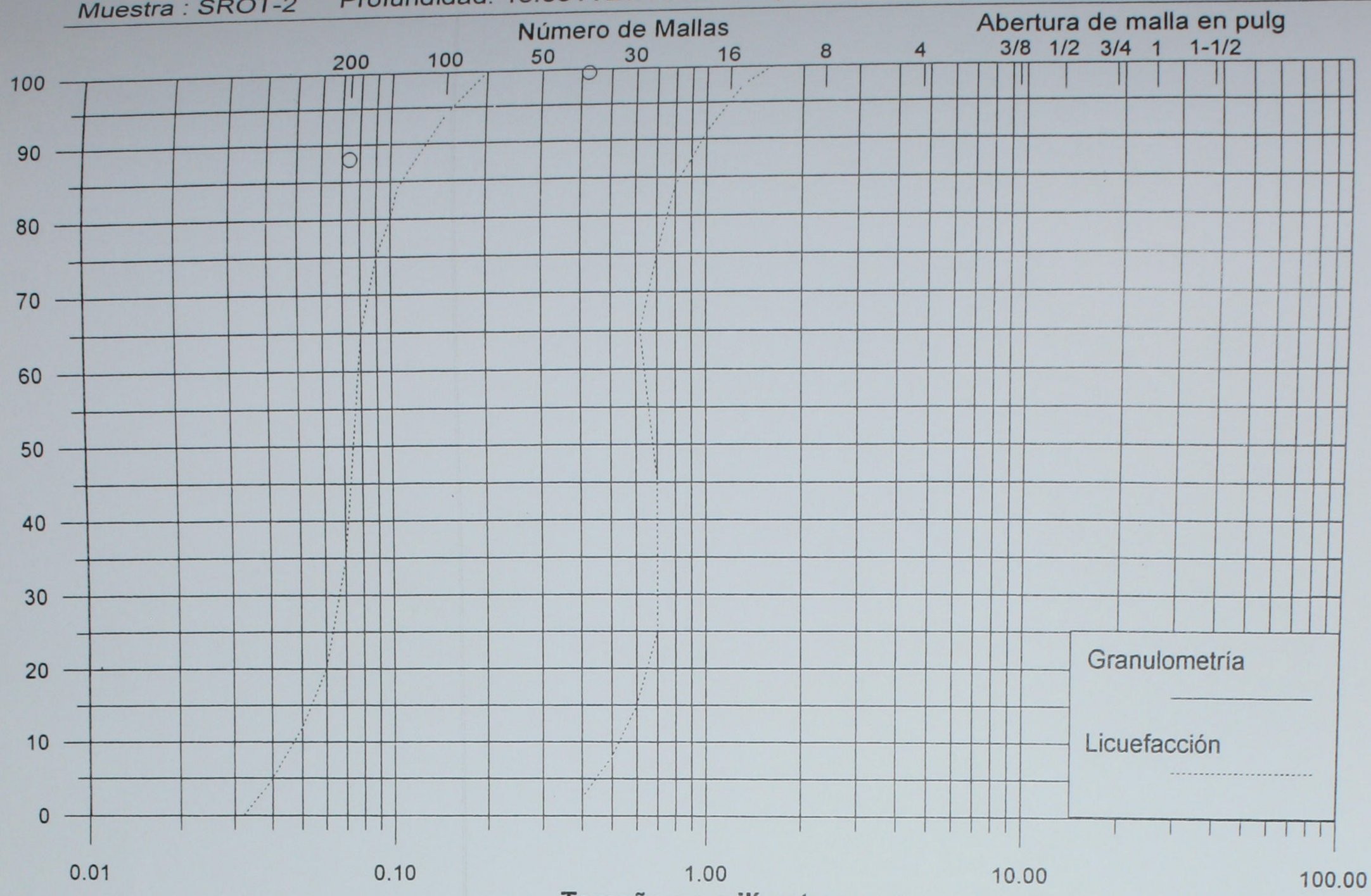
ANALISIS GRANULOMETRICO
INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

Muestra : SROT-2 Profundidad: 1.35 A 1.80 m Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 2000



INGENIERIA Y PERFORACION LTDA

Muestra : SROT-2 Profundidad: 18.65 A 20.10 m Proyecto : Viaducto Urbano Fecha : Agosto 2000



LIMO O ARCILLA	ARENA			GRAVA	
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

HOJAS RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

SPT-1

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS

Muestra	Prof (m)
1/7	3.5
1/13	6.5
1/15	7.5
1/18	9

LL	LP	IP	SUCS	GS (20°C)	Humedad
67	40	27	MH	2.53	48.45
61	42	19	MH	-	-
94	40	53	MH	2.6	46.06
98	35	63	CH	-	53.17

ANALISIS GRANULOMETRICO

1/15	
7.5	metros

Malla No.	%finos
4	99.7
10	99.6
40	98.6
200	91.9

1/7	
3.5	metros

Malla No.	%finos
4	
10	99.6
40	99.0
200	91.2

1/13	
6.5	metros

Malla No.	%finos
4	97.9
10	93.2
40	91.1
200	83.1

1/18	
9	metros

Malla No.	%finos
4	
10	97.7
40	93.2
200	73.6

SPT-3

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS

Muestra	Prof (m)
3/22	11

LL	LP	IP	SUCS
56	43	13	MH

ANALISIS GRANULOMETRICO

3/22	
11	metros

Malla No.	%finos
4	99.7
10	99.6
40	98.6
200	91.9

SPT-5

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS

Muestra	Prof (m)
5/13	6.5

LL	LP	IP	SUCS	GS (20ºC)	Humedad
52.73	36.57	16.15	MH	2.6	41.42

ANALISIS GRANULOMETRICO

5/13	
6.5	metros

Malla No.	%finos
4	
10	
40	99.0
200	82.5

SPT-10

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS

Muestra	Prof (m)
10/3	1.5
10/10	5

LL	LP	IP	SUCS	GS (20ºC)	Humedad
66	40	26	MH	2.62	52.33
72	44	28	MH	2.6	45.77

ANALISIS GRANULOMETRICO

10/3	
1.5	metros

Malla No.	%finos
4	
10	99.4
40	98.0
200	90.6

10/10	
5	metros

Malla No.	%finos
4	
10	99.6
40	97.6
200	88.7

SROT-1

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS

Muestra	Prof (m)
1	8.27-8.85
2	9.5-10.0
3	23.50-25.00

LL	LP	IP	SUCS	GS (20°C)	Humedad	qu (kg/cm2)	Gamma (t/m3)	e	% de sat (%)
55	42	13	MH	2.65	40.9	3.14	1.8	1.07	100
57	43	14	MH	2.6	41.5	1.27	1.73	1.13	95.44
81	58	23	MH	2.62	65.3	3.91	1.5	1.9	89.9

ANALISIS GRANULOMETRICO

1	
8.27-8.85	metros

Malla No.	%finos
4	
10	99.8
40	99.2
200	96.1

2	
9.5-10.0	metros

Malla No.	%finos
4	99.9
10	99.7
40	98.5
200	92.9

2	
23.50-25.00	metros

Malla No.	%finos
4	
10	
40	99.8
200	94.5

SROT-2

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS

Muestra	Prof (m)
1	1.35-1.80
2	18.65-20.10

LL	LP	IP	SUCS	GS (20°C)	Humedad	qu (kg/cm2)	Gamma (t/m3)	e	% de sat (%)
67	45	22	MH	2.45	45	-	-	-	-
63	52	11	MH	2.64	57.1	6.15	1.6	1.58	95.72

ANALISIS GRANULOMETRICO

1	
1.35-1.80	metros

Malla No.	%finos
4	
10	
40	99.0
200	94.9

2	
18.65-20.10	metros

Malla No.	%finos
4	
10	
40	99.5
200	88.0

SROT-3

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS

Muestra	Prof (m)
1	1.05-1.50
2	2.85-3.30

LL	LP	IP	SUCS	GS (20°C)	Humedad	qu (kg/cm2)	Gamma (t/m3)	e	% de sat (%)
85	52	33	MH	-	64.9	0.58	0.79	-	-
80	39	41	MH	2.64	49.4	0.67	1.64	1.42	92.9

ANALISIS GRANULOMETRICO

1	
1.05-1.50	metros

Malla No.	%finos
4	
10	
40	99.5
200	79.7

2	
2.85-3.30	metros

Malla No.	%finos
4	
10	99.0
40	97.7
200	94.0

9. DISEÑO FUNCIONAL

GETINSA - NOVOTECNI

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. DATOS DE PARTIDA Y PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS
3. RESULTADOS

1. INTRODUCCIÓN

Se ha realizado un estudio para determinar el funcionamiento futuro de los viaductos urbanos en la ciudad de San José, evaluando los niveles de servicio que se alcanzarán.

2. DATOS DE PARTIDA Y PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS

Los datos de partida han sido, por una parte, los datos de tránsito procedentes del análisis de demanda realizado para este Proyecto y, por otra, las características geométricas definidas en las vías proyectadas.

Se ha estudiado el escenario que implica mayor tránsito, escenario D1E1OT1, correspondiente a un crecimiento demográfico alto, una evolución económica alta y un proceso de desconcentración de la población bajo.

Se han utilizado los procedimientos detallados y criterios de capacidad y niveles de servicio definidos en el Manual de Capacidad de Carreteras de 1994 y, tal y como indican los Términos de Referencia del Estudio, se han tenido en cuenta las adaptaciones a las condiciones de Costa Rica procedentes de las investigaciones realizadas en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica. En concreto, se ha considerado una capacidad ideal en rampas de entrada y salida de 3400 vehlig/h.

De acuerdo con los Términos de Referencia, se considera agotada la capacidad de la vía cuando alcanza un grado de congestionamiento (relación Intensidad/Capacidad) del 90%, o cuando el nivel de servicio exceda el nivel E.

La sección principal de los viaductos (sección al oeste de la Estación San José- Pacífico y sección al este de la Estación San José-Pacífico) se ha estudiado con la metodología para autopistas que recoge el capítulo 3 del Manual de Capacidad.

Las rampas de entrada y salida estudiadas (González Víquez Norte y Escazú), con un carril por sentido, se han estudiado como carreteras de dos carriles, de acuerdo con el capítulo 8 del Manual de Capacidad, aunque con una capacidad ideal de 3400 vehlig/h.

3. RESULTADOS

A continuación se adjuntan las hojas de cálculo en las que se obtienen los niveles de servicio y relación I/c para los siguientes casos:

- Sección oeste de Estación San José-Pacífico
  - Año 2005
  - Año 2015
  - Año 2030
- Sección este de Estación San José-Pacífico
  - Año 2005
  - Año 2015
  - Año 2030
- González Víquez Norte
  - Año 2005
  - Año 2015
  - Año 2030
- Escazú
  - Año 2005
  - Año 2015
  - Año 2030

GETINSA - NOVOTECNI

SECCIÓN OESTE DE ESTACIÓN SAN JOSÉ-PACÍFICO

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN EN AUTOPISTA
AÑO 2005
SECCIÓN OESTE DE ESTACIÓN SAN JOSÉ - PACÍFICO

Anchura carriles (m)	Anchura arcenes (m)	Vproyecto (km/h)	Tipo de terreno	Qi/FHP	% pesados
3.30	0.90-1.70	80	Terreno llano	2398	27.8%

$$IMS=Q_i/(FHP*N*f_A*f_{VP}*f_c)$$

IMS (veh/h)	Q_i/FHP	N	f_A	f_{VP}	f_c
1468	**2398**	2.00	0.93	0.878	1.00

$f_{VP}=100/(100-P_c+E_c*P_c)$	P_c	E_c
0.878	27.8%	1.5

Intensidad máxima de servicio =	**1468**	**vl/h/carril**
Nivel de servicio =	**D**	
Velocidad media del flujo de tráfico ideal =	80	km/h
$Densidad_{vl}$ = IMS/Velocidad =	18.4	vl/km/carril
Densidad = $Densidad_{vl}/(P_{vl}+P_c*E_c)$ =	**16.1**	**v/km/carril**
Velocidad prevaleciente del tráfico = Q_i/(Densidad*N*FHP) =	**74.4**	**km/h**
I/c=	**0.67**	

que los arcenes

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN EN AUTOPISTA
AÑO 2015
SECCIÓN OESTE DE ESTACIÓN SAN JOSÉ - PACÍFICO

Anchura carriles (m)	Anchura arcenes (m)	Vproyecto (km/h)	Tipo de terreno	Qi/FHP	% pesados
3.30	0.90-1.70	80	Terreno llano	3569	25.6%

$IMS=Q_i/(FHP*N*f_A*f_{VP}*f_c)$

IMS (veh/h)	Q_i/FHP	N	f_A	f_{VP}	f_c
2165	3569	2.00	0.93	0.886	1.00

$f_{VP}=100/(100-P_c+E_c*P_c)$	P_c	E_c
0.886	25.6%	1.5

Intensidad máxima de servicio = 2165 vl/h/carril

Nivel de servicio = F

I/c= 0.98

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN EN AUTOPISTA
AÑO 2030
SECCIÓN OESTE DE ESTACIÓN SAN JOSÉ - PACÍFICO

Anchura carriles (m)	Anchura arcenes (m)	Vproyecto (km/h)	Tipo de terreno	Qi/FHP	% pesados
3.30	0.90-1.70	80	Terreno llano	4428	23.2%

$IMS=Q_i/(FHP*N*f_A*f_{VP}*f_c)$

IMS (veh/h)	Q_i/FHP	N	f_A	f_{VP}	f_c
2657	**4428**	2.00	0.93	0.896	1.00

$f_{VP}=100/(100-P_c+E_c*P_c)$	P_c	E_c
0.896	23.2%	1.5

Intensidad máxima de servicio = 2657 vl/h/carril

Nivel de servicio = F

I/c= 1.21

SECCIÓN ESTE DE ESTACIÓN SAN JOSÉ-PACÍFICO

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN EN AUTOPISTA

AÑO 2005

SECCIÓN ESTE DE ESTACIÓN SAN JOSÉ - PACÍFICO

Anchura carriles (m)	Anchura arcenes (m)	Vproyecto (km/h)	Tipo de terreno	Qi/FHP	% pesados
3.30	0.90-1.70	80	Terreno llano	1568	27.8%

$IMS=Q_i/(FHP*N*f_A*f_{VP}*f_c)$

IMS (veh/h)	Q_i/FHP	N	f_A	f_{VP}	f_c
960	**1568**	2.00	0.93	0.878	1.00

$f_{VP}=100/(100-P_c+E_c*P_c)$	P_c	E_c
0.878	27.8%	1.5

Intensidad máxima de servicio =	**960**	**vl/h/carril**
Nivel de servicio =	**C**	
Velocidad media del flujo de tráfico ideal =	80	km/h
$Densidad_{vl}$ = IMS/Velocidad =	12.0	vl/km/carril
Densidad = $Densidad_{vl}/(P_{vl}+P_c*E_c)$ =	**10.5**	**v/km/carril**
Velocidad prevaleciente del tráfico = Q_i/(Densidad*N*FHP) =	**74.4**	**km/h**
I/c=	**0.44**	

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN EN AUTOPISTA
AÑO 2015
SECCIÓN ESTE DE ESTACIÓN SAN JOSÉ - PACÍFICO

Anchura carriles (m)	Anchura arcenes (m)	Vproyecto (km/h)	Tipo de terreno	Qi/FHP	% pesados
3.30	0.90-1.70	80	Terreno llano	2425	25.6%

$$IMS=Q_i/(FHP*N*f_A*f_{VP}*f_c)$$

IMS (veh/h)	Q_i/FHP	N	f_A	f_{VP}	f_c
1471	**2425**	2.00	0.93	0.886	1.00

$f_{VP}=100/(100-P_c+E_c*P_c)$	P_c	E_c
0.886	25.6%	1.5

Intensidad máxima de servicio =	**1471**	**vl/h/carril**
Nivel de servicio =	**D**	
Velocidad media del flujo de tráfico ideal =	80	km/h
$Densidad_{vl}$ = IMS/Velocidad =	18.4	vl/km/carril
Densidad = $Densidad_{vl}/(P_{vl}+P_c*E_c)$ =	**16.3**	**v/km/carril**
Velocidad prevaleciente del tráfico = Q_i/(Densidad*N*FHP) =	**74.4**	**km/h**
I/c=	**0.67**	

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN EN AUTOPISTA
AÑO 2030
SECCIÓN ESTE DE ESTACIÓN SAN JOSÉ - PACÍFICO

Anchura carriles (m)	Anchura arcenes (m)	Vproyecto (km/h)	Tipo de terreno	Qi/FHP	% pesados
3.30	0.90-1.70	80	Terreno llano	3025	23.2%

$$IMS=Q_i/(FHP*N*f_A*f_{VP}*f_c)$$

IMS (veh/h)	Q_i/FHP	N	f_A	f_{VP}	f_c
1815	**3025**	2.00	0.93	0.896	1.00

$f_{VP}=100/(100-P_c+E_c*P_c)$	P_c	E_c
0.896	23.2%	1.5

Intensidad máxima de servicio =	**1815**	**vl/h/carril**
Nivel de servicio =	**E**	
Velocidad media del flujo de tráfico ideal =	80	km/h
$Densidad_{vl}$ = IMS/Velocidad =	22.7	vl/km/carril
Densidad = $Densidad_{vl}/(P_{vl}+P_c*E_c)$ =	**20.3**	**v/km/carril**
Velocidad prevaleciente del tráfico = Q_i/(Densidad*N*FHP) =	**74.4**	**km/h**
I/c=	**0.83**	

GONZÁLEZ VÍQUEZ NORTE

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN EN CARRETERA DE DOS CARRILES (1+1)

AÑO 2005

C_i=3400 veh/h

GONZÁLEZ VÍQUEZ NORTE

Anchura carriles (m)	Anchura arcenes (m)	Vproyecto (km/h)	% prohibido adelantar	Inclinación especial o tipo de terreno	Volumen hora punta (veh/h)/FHP en el sentido más cargado	% vehículos pesados
3.30	0.4-0.4	50	100	Terreno llano	239	28%

$IS=3400*(I/c)*f_A*f_{VP}$

NS	IS (veh/h)	(I/c)	f_A	f_{VP}	P_c	E_c
A	**80**	0.04	0.75	0.78	28%	2.0
B	**306**	0.16	0.75	0.75	28%	2.2
C	**612**	0.32	0.75	0.75	28%	2.2
D	**1138**	0.57	0.75	0.78	28%	2.0
E	**2342**	1.00	0.88	0.78	28%	2.0

Intensidad = Volumen hora punta / FHP = 239 veh/h

NS = B

I/c= 0.10

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN EN CARRETERA DE DOS CARRILES (1+1)

AÑO 2015

C_i=3400 veh/h

GONZÁLEZ VÍQUEZ NORTE

Anchura carriles (m)	Anchura arcenes (m)	Vproyecto (km/h)	% prohibido adelantar	Inclinación especial o tipo de terreno	Volumen hora punta (veh/h)/FHP en el sentido más cargado	% vehículos pesados
3.30	0.4-0.4	50	100	Terreno llano	374	26%

$IS=3400*(I/c)*f_A*f_{VP}$

NS	IS (veh/h)	(I/c)	f_A	f_{VP}	P_c	E_c
A	**81**	0.04	0.75	0.80	26%	2.0
B	**312**	0.16	0.75	0.76	26%	2.2
C	**624**	0.32	0.75	0.76	26%	2.2
D	**1157**	0.57	0.75	0.80	26%	2.0
E	**2382**	1.00	0.88	0.80	26%	2.0

Intensidad = Volumen hora punta / FHP = 374 veh/h

NS = C

I/c= 0.16

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN EN CARRETERA DE DOS CARRILES (1+1)

AÑO 2030

C_i=3400 veh/h

GONZÁLEZ VÍQUEZ NORTE

Anchura carriles (m)	Anchura arcenes (m)	Vproyecto (km/h)	% prohibido adelantar	Inclinación especial o tipo de terreno	Volumen hora punta (veh/h)/FHP en el sentido más cargado	% vehículos pesados
3.30	2.5-1	50	100	Terreno llano	452	23%

$IS=3400*(I/c)*f_A*f_{VP}$

NS	IS (veh/h)	(I/c)	f_A	f_{VP}	P_c	E_c
A	**83**	0.04	0.75	0.81	23%	2.0
B	**319**	0.16	0.75	0.78	23%	2.2
C	**638**	0.32	0.75	0.78	23%	2.2
D	**1179**	0.57	0.75	0.81	23%	2.0
E	**2428**	1.00	0.88	0.81	23%	2.0

Intensidad = Volumen hora punta / FHP = 452 veh/h

NS = C

I/c= 0.19

ESCAZÚ

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN EN CARRETERA DE DOS CARRILES (1+1)

AÑO 2005

C_i=3400 veh/h

ESCAZÚ

Anchura carriles (m)	Anchura arcenes (m)	Vproyecto (km/h)	% prohibido adelantar	Inclinación especial o tipo de terreno	Volumen hora punta (veh/h)/FHP en el sentido más cargado	% vehículos pesados
3.30	2.5-1	50	100	Terreno llano	898	28%

$IS=3400*(I/c)*f_A*f_{VP}$

NS	IS (veh/h)	(I/c)	f_A	f_{VP}	P_c	E_c
A	99	0.04	0.93	0.78	28%	2.0
B	380	0.16	0.93	0.75	28%	2.2
C	759	0.32	0.93	0.75	28%	2.2
D	1411	0.57	0.93	0.78	28%	2.0
E	2502	1.00	0.94	0.78	28%	2.0

Intensidad = Volumen hora punta / FHP = 898 veh/h

NS = D

I/c= 0.36

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN EN CARRETERA DE DOS CARRILES (1+1)

AÑO 2015

C_i=3400 veh/h

ESCAZÚ

Anchura carriles (m)	Anchura arcenes (m)	Vproyecto (km/h)	% prohibido adelantar	Inclinación especial o tipo de terreno	Volumen hora punta (veh/h)/FHP en el sentido más cargado	% vehículos pesados
3.30	2.5-1	50	100	Terreno llano	1358	26%

$IS=3400*(I/c)*f_A*f_{VP}$

NS	IS (veh/h)	(I/c)	f_A	f_{VP}	P_c	E_c
A	**101**	0.04	0.93	0.80	26%	2.0
B	**387**	0.16	0.93	0.76	26%	2.2
C	**774**	0.32	0.93	0.76	26%	2.2
D	**1435**	0.57	0.93	0.80	26%	2.0
E	**2544**	1.00	0.94	0.80	26%	2.0

Intensidad = Volumen hora punta / FHP = 1358 veh/h

NS = D

I/c= 0.53

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN EN CARRETERA DE DOS CARRILES (1+1)

AÑO 2030

C_i=3400 veh/h

ESCAZÚ

Anchura carriles (m)	Anchura arcenes (m)	Vproyecto (km/h)	% prohibido adelantar	Inclinación especial o tipo de terreno	Volumen hora punta (veh/h)/FHP en el sentido más cargado	% vehículos pesados
3.30	2.5-1	50	100	Terreno llano	1696	23%

$IS=3400*(I/c)*f_A*f_{VP}$

NS	IS (veh/h)	(I/c)	f_A	f_{VP}	P_c	E_c
A	**103**	0.04	0.93	0.81	23%	2.0
B	**396**	0.16	0.93	0.78	23%	2.2
C	**791**	0.32	0.93	0.78	23%	2.2
D	**1462**	0.57	0.93	0.81	23%	2.0
E	**2593**	1.00	0.94	0.81	23%	2.0

Intensidad = Volumen hora punta / FHP = 1696 veh/h

NS = E

I/c= 0.65