

Agradecimientos

Gracias a mi familia por el apoyo incondicional y por haberme dado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

Gracias a mis amigos por acompañarme en esta etapa de nuevas experiencias.

Gracias a mis compañeros de facultad, con los que compartí todos los días, porque hoy el resultado es individual pero al mismo se llegó en conjunto.

Gracias a la sociedad que brindó los recursos para que reciba educación en una universidad pública.

Resumen

El presente trabajo consiste en el Informe Técnico Final de la Práctica Supervisada que se realiza en el último año de la carrera de ingeniería civil. Tiene como objetivo que el estudiante obtenga una primera experiencia laboral y consolide los conocimientos adquiridos en el transcurso del cursado de las materias. En este caso las horas de trabajo se cumplieron en la empresa constructora AFEMA S.A., ubicada en RP N°111 km 7 ½, en la localidad de Villa Retiro.

El informe trata sobre el control de calidad que se lleva a cabo en la construcción de obras viales, aplicado al caso particular de la obra del acceso al Parque Empresarial Aeropuerto de la ciudad de Córdoba. El trabajo comienza con una introducción al tema y una presentación del marco legal que regula la actividad. A continuación se explican los objetivos perseguidos del informe y los criterios de trabajo utilizados. Luego de describir la obra y sus condicionantes, se desarrolla el control de calidad que se lleva a cabo sobre cada ítem de la construcción a ejecutar. En cada uno se presenta una breve descripción de los componentes necesarios, se exponen las condiciones a cumplir, los resultados obtenidos en los ensayos correspondientes y se analizan los resultados para determinar si se cumplen las especificaciones técnicas de los pliegos. Al final del informe se presentan conclusiones sobre el tema y la experiencia adquirida.

Si se quisiera desarrollar el control que se debe ejecutar a todos los ítems posibles de una obra vial el informe quedaría muy extenso, por lo tanto sólo se abarcan los procedimientos que se siguen sobre los elementos de la obra de este caso práctico, que sin embargo permiten exponer el concepto y la importancia del control de calidad en el presente rubro.

Se deja constancia que el estudiante, quien escribe el informe, participó en la realización de todos los trabajos y en la toma de decisiones que abarca la calidad de la obra en cuestión.

Índice

1. Introducción	7
2. Objetivos y criterios de la metodología usada	9
3. Marco Normativo	10
4. Descripción de la obra: Acceso a Parque Empresarial Aeropuerto	11
4.1. Condicionantes de la obra	15
4.2. Cantidad de materiales utilizados	18
5. Plan de autocontrol	23
6. Control de calidad de los ítems de la obra	23
6.1. Desbosque, destronque y limpieza	24
6.2. Terraplén compactado	25
6.3. Subbase granular.....	33
6.4. Base granular	50
6.5. Riegos asfálticos	65
6.6. Carpeta de pavimento flexible: mezcla asfáltica	66
6.7. Carpeta de pavimento rígido: hormigón	101
7. Conclusiones	113
Bibliografía	114
Anexo 1: Cemento asfáltico	115
Anexo 2: Emulsión asfáltica	116

Índice de figuras y tablas

Figuras:

Figura 1.1 Red vial de la ciudad de Córdoba	8
Figura 1.2 Aplicación de las cargas dinámicas sobre el paquete estructural	9
Figura 4.1 Ubicación de la obra	12
Figura 4.2 Planimetría de la obra con imagen satelital	13
Figura 4.3 Perfiles transversales de la obra	14
Figura 4.4 Condicionante de la obra, tránsito	15
Figura 4.5 Condicionante de la obra, instalaciones	16
Figura 4.6 Condicionante de la obra, drenaje	17
Figura 4.7 Condicionante de la obra, drenaje	17
Figura 4.8 Perfil transversal tipo de pavimento flexible	21
Figura 4.9 Perfil transversal tipo de pavimento rígido	22
Figura 6.1 Desmonte y limpieza	25
Figura 6.2 Construcción de terraplén	26
Figura 6.3 Equipo del ensayo de compactación de suelos	27
Figura 6.4 Equipo del ensayo de control de compactación	27
Figura 6.5 Result. de los ens. de granulometría e índice de plasticidad del suelo	28
Figura 6.6 Resultado del ensayo de sales totales y sulfatos solubles del suelo	29
Figura 6.7 Resultado del ensayo Proctor del suelo	30
Figura 6.8 Result. del ens. de control de compactación del suelo, planilla 1 de 2	31
Figura 6.9 Result. del ens. de control de compactación del suelo, planilla 1 de 2	32
Figura 6.10 Mezclado de suelo arena en obra	33
Figura 6.11 Tamices para el ensayo de granulometría	35
Figura 6.12 Resultado del ensayo de granulometría del suelo arena	36
Figura 6.13 Resultado del ensayo de plasticidad del suelo arena	37
Figura 6.14 Resultado del ensayo de sales totales y sulfatos solubles	38
Figura 6.15 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 1 de 9	39
Figura 6.16 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 2 de 9	40
Figura 6.17 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 3 de 9	41
Figura 6.18 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 4 de 9	42
Figura 6.19 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 5 de 9	43
Figura 6.20 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 6 de 9	44
Figura 6.21 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 7 de 9	45
Figura 6.22 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 8 de 9	46
Figura 6.23 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 9 de 9	47
Figura 6.24 Resultado del ensayo Proctor del suelo arena	48
Figura 6.25 Resultado del ensayo de control de compactación del suelo arena	49

Figura 6.26 Colocación de triturado 0-20 en obra	51
Figura 6.27 Equipo para realizar el ensayo de índice de plasticidad	52
Figura 6.28 Equipo para realizar el ensayo de determinación del valor soporte	52
Figura 6.29 Resultado del ensayo de granulometría del triturado 0-20	53
Figura 6.30 Resultado del ensayo de plasticidad del triturado 0-20	54
Figura 6.31 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 1 de 8	55
Figura 6.32 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 2 de 8	56
Figura 6.33 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 3 de 8	57
Figura 6.34 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 4 de 8	58
Figura 6.35 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 5 de 8	59
Figura 6.36 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 6 de 8	60
Figura 6.37 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 7 de 8	61
Figura 6.38 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 8 de 8	62
Figura 6.39 Resultado del ensayo Proctor del triturado 0-20	63
Figura 6.40 Resultado del ensayo de control de compactación del triturado 0-20	64
Figura 6.41 Ejecución de riegos asfálticos	66
Figura 6.42 Cargadora frontal	67
Figura 6.43 Planta asfáltica	67
Figura 6.44 Batea y terminadora	68
Figura 6.45 Compactadores	68
Figura 6.46 Recipientes de muestras de cemento asfáltico	69
Figura 6.47 Viscosímetro rotacional para ensayar el cemento asfáltico	70
Figura 6.48 Probetas Marshall	71
Figura 6.49 Prensa Marshall	72
Figura 6.50 Resultado del ensayo de desgaste Los Ángeles del triturado 6-19	74
Figura 6.51 Resultado del ensayo del índice de lajosidad del triturado 6-19	75
Figura 6.52 Resultado del ensayo de índice de elongación del triturado 6-19	76
Figura 6.53 Resultado del ensayo de cubicidad del triturado 6-19	77
Figura 6.54 Result. del ens. de densidad relativa y absorción del triturado 6-19	78
Figura 6.55 Resultado del ensayo de plasticidad del triturado 0-6	79
Figura 6.56 Result. del ens. de sales totales y sulfatos solubles de la arena silícea	80
Figura 6.57 Resultado del ensayo de equivalente de arena de la arena silícea	81
Figura 6.58 Certificado del control de calidad del cemento asfáltico otorgado por el proveedor	82
Figura 6.59 Resultado del ensayo de viscosidad de Brookfield	83
Figura 6.60 Dosaje del concreto asfáltico grueso, planilla 1 de 9	84
Figura 6.61 Dosaje del concreto asfáltico grueso, planilla 2 de 9	85
Figura 6.62 Dosaje del concreto asfáltico grueso, planilla 3 de 9	86
Figura 6.63 Dosaje del concreto asfáltico grueso, planilla 4 de 9	87
Figura 6.64 Dosaje del concreto asfáltico grueso, planilla 5 de 9	88
Figura 6.65 Dosaje del concreto asfáltico grueso, planilla 6 de 9	89
Figura 6.66 Dosaje del concreto asfáltico grueso, planilla 7 de 9	90

Figura 6.67 Dosaje del concreto asfáltico grueso, planilla 8 de 9	91
Figura 6.68 Dosaje del concreto asfáltico grueso, planilla 9 de 9	92
Figura 6.69 Resultado del ensayo Marshall de rutina	93
Figura 6.70 Resultado del ensayo de granulometría de los áridos de la mezcla asfáltica, de rutina	94
Figura 6.71 Resultado del ensayo de granulometría de los áridos de la mezcla asfáltica, que no cumple con los entornos	96
Figura 6.72 Resultado del ensayo de granulometría de triturado 6-19 con poca proporción de árido en la fracción de 6 a 12 mm	97
Figura 6.73 Resultado del ensayo de granulometría de triturado 6-12	98
Figura 6.74 Corrección del dosaje de la mezcla con triturado 6-12	99
Figura 6.75 Resultado del ensayo de granulometría corregida de los áridos de la mezcla asfáltica, con entornos de obra	100
Figura 6.76 Prensa donde se ensayan a compresión simple los testigos o probetas de hormigón	106
Figura 6.77 Resultado del ensayo de granulometría del triturado 6-25	107
Figura 6.78 Resultado del ensayo de desgaste Los Ángeles del triturado 6-25	108
Figura 6.79 Protocolo de ensayos del control de calidad de cemento portland, otorgado por el proveedor	109
Figura 6.80 Ensayo de calidad del agua, realizado en laboratorio externo	110
Figura 6.81 Resultado del ensayo de compresión simple de testigos de hormigón	111

Tablas:

Tabla 4.1 Cantidad de material por elemento de la estructura en acceso a PEA	20
Tabla 4.2 Cantidad de materia prima en acceso a PEA	20
Tabla 4.3 Cant. de material por elem. de la estr. en 1 km pavimento flexible	21
Tabla 4.4 Cantidad de materia prima en 1 km de pavimento flexible tipo	21
Tabla 4.5 Cant. de material por elem. de la estr. en 1 km pavimento rígido	22
Tabla 4.6 Cantidad de materia prima en 1 km de pavimento rígido tipo	22
Tabla 6.1 Granulometría que debe cumplir la mezcla de material destinada a subbase granular	34
Tabla 6.2 Granulometría que debe cumplir la mezcla de material destinada a base granular	51
Tabla 6.4 Granulometría que debe cumplir la mezcla de áridos del concreto asfáltico grueso	70
Tabla 6.5 Granulometría que debe cumplir el agregado fino del hormigón	102
Tabla 6.6 Granulometría que debe cumplir el agregado grueso del hormigón	103

1. Introducción

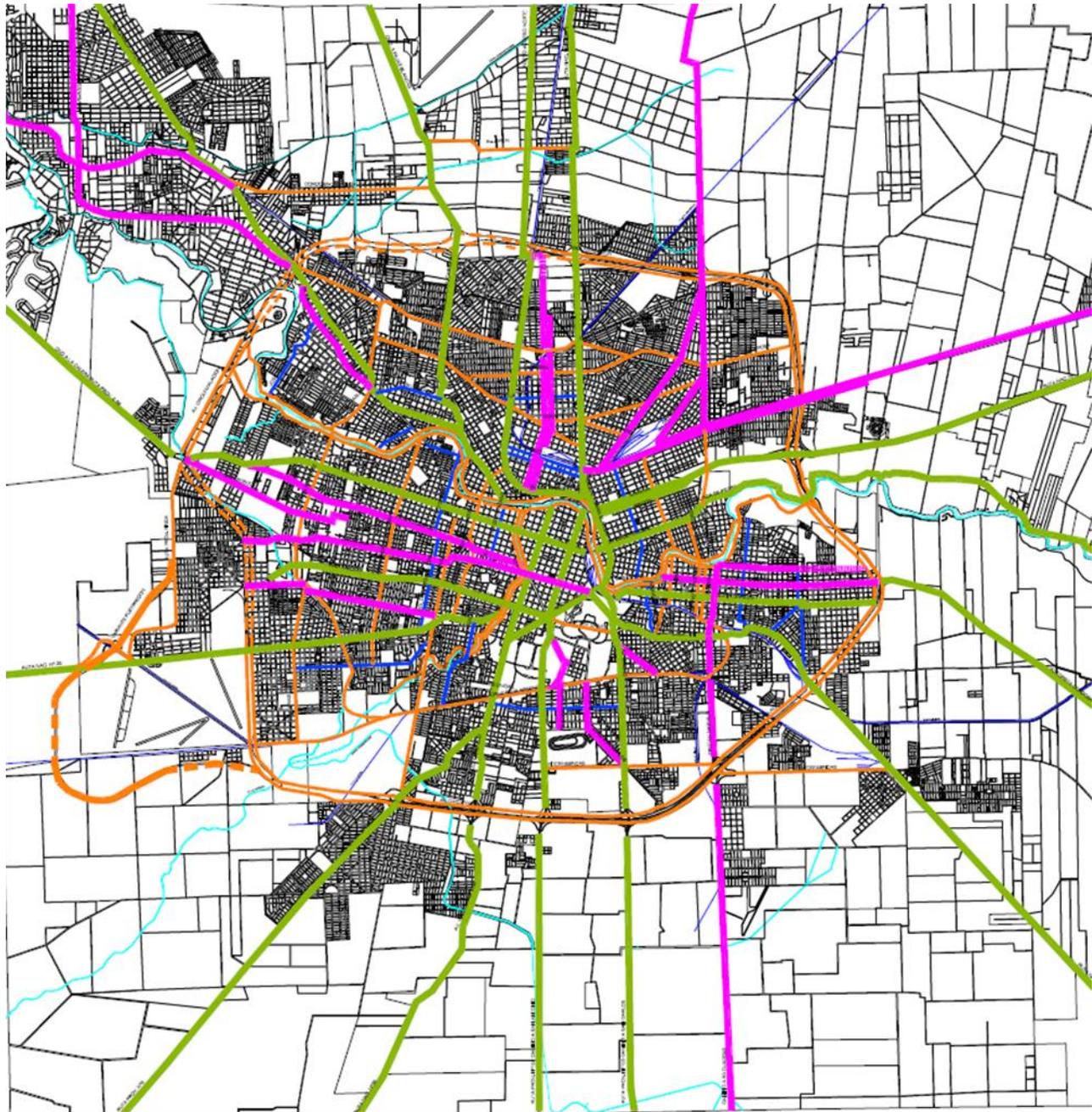
El transporte, desde el punto de vista de la planificación, es visto como una de las actividades que realiza el ser humano al hacer uso del suelo. Las necesidades de desplazamiento de la sociedad son respondidas a través de diferentes modos de transporte, buscando satisfacer la demanda de manera eficiente. Entre estos modos se encuentra el transporte carretero, que posee como infraestructura física a la red vial con sus elementos de diferente jerarquía y funciones. En la siguiente página se encuentra una imagen donde se presenta la red vial principal de la ciudad de Córdoba.

Este tipo de infraestructura se compone de estructuras de pavimento que se diseñan para satisfacer las necesidades del tránsito, que genera la variedad de actividades que realiza una determinada población. Al hablar del paquete estructural de un camino existe una clasificación que divide los pavimentos en dos tipos. Por un lado los pavimentos flexibles, que poseen una carpeta de rodamiento construida con ligante bituminoso. Por otro lado los pavimentos rígidos, donde la carpeta de rodamiento se materializa con losa de hormigón.

Las solicitaciones que se tienen en cuenta en el dimensionado estructural son principalmente las cargas dinámicas que aplican los vehículos en la superficie de la calzada. Debido a esto se analizan las características del tránsito que utiliza la vía y se proyecta un crecimiento a futuro para determinar cuáles serán las cargas que se utilizan en el dimensionado del pavimento. Otros factores de diseño a tener en cuenta son el clima, las condiciones del suelo, la serviciabilidad que se pretende otorgar a lo largo del tiempo, entre otros. Más adelante, la figura 2.2 representa el perfil transversal de un paquete estructural con la aplicación de cargas dinámicas.

Para otorgar una óptima calidad de servicio a los usuarios se realiza un control de calidad sobre los materiales y las diferentes etapas de la obra, ya que se pretenden obtener las propiedades esperadas en cada ítem de la construcción. Este control se materializa a través de ensayos, que se llevan a cabo en obra o en laboratorio. En estos se obtienen parámetros, que según las especificaciones correspondientes, determinan si un material es apto para su uso o si una capa del paquete estructural cumple con las condiciones constructivas establecidas.

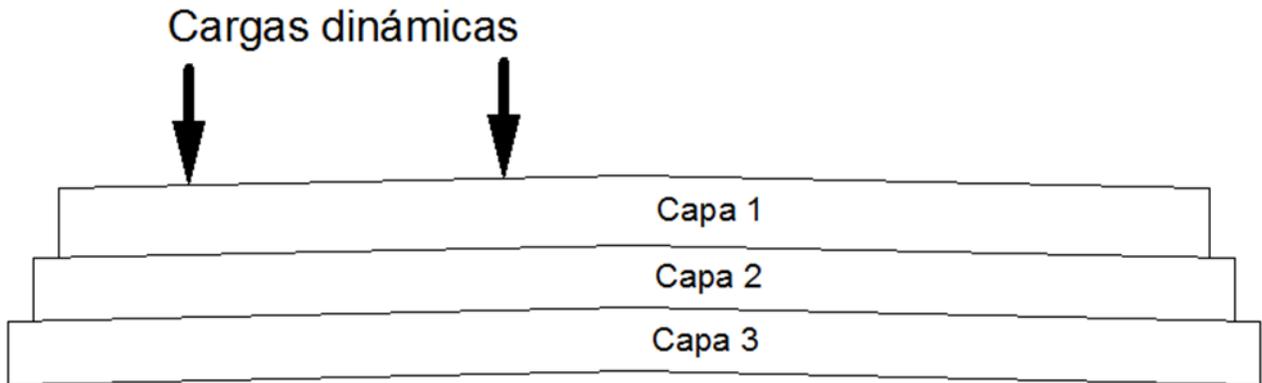
Figura 1.1 Red vial de la ciudad de Córdoba.



red vial principal de la ciudad de Córdoba . Plano: CLASIFICACION FUNCIONAL DE LA RED VIAL DE LA CIUDAD DE CORDOBA

-  ARTERIAL PRINCIPAL
-  ARTERIAL SECUNDARIA
-  INTERSECTORIAL PRINCIPAL
-  INTERSECTORIAL SECUNDARIA

Figura 1.2 Aplicación de las cargas dinámicas sobre el paquete estructural.



2. Objetivos y criterios de la metodología usada

Los objetivos del informe son:

- Expresar lo aprendido en la práctica supervisada.
- Elaborar un informe técnico final que consolide y profundice conocimientos adquiridos en la carrera.
- Elaborar un informe técnico final con una estructura acorde a la respuesta de un problema de ingeniería.
- Manifiestar la importancia del control de calidad en las obras viales, que es el contexto en el cual se desarrolla el presente trabajo.

La metodología usada para elaborar el informe consiste en primer lugar en describir la obra, la cual responde a la demanda de conexión entre dos puntos, que debe cumplir ciertos requerimientos. En segundo lugar se trabaja sobre los ítems a ejecutar, haciendo una breve descripción de cada uno y expresando las condiciones a cumplir de los materiales que los componen. Seguido a esto se presentan los resultados obtenidos de los ensayos correspondientes y luego se expone un análisis sobre los mismos. El informe técnico termina con conclusiones sobre la obra una vez que la misma finalizó, donde se analiza de qué manera influyó el control de calidad, qué soluciones se le dieron a los imprevistos y qué trabajos se realizaron de manera eficiente y cuáles no. Esto permite plantear una retroalimentación y proponer mejoras para las próximas obras a ejecutar.

Los criterios para llevar a cabo esta metodología son, por un lado, tener en cuenta la magnitud de este tipo de obras, a través de los montos en dinero que manejan y la cantidad de material que implican. Por otro lado, cómo una vez obtenido el resultado final, el control de calidad permite detectar la causa de diferentes fallas o trabajos realizados en forma correcta.

3. Marco normativo

El desarrollo y mantenimiento de la red vial, como parte de la infraestructura de transporte de una sociedad, son gestionados por instituciones del estado. Al momento de ejecutar trabajos, estos organismos elaboran pliegos de especificaciones técnicas, donde se describen las tareas a realizar y todas las condiciones a cumplir en cada ítem de trabajo.

A nivel nacional, la entidad que se ocupa de esta gestión es la Dirección Nacional de Vialidad, por otro lado, en cada provincia responde a estas necesidades la Dirección Provincial de Vialidad de cada jurisdicción. Generalmente estas entidades, a través de un proceso administrativo, delegan la ejecución de los trabajos a empresas privadas. A su vez, con el fin de que se cumpla lo detallado en los pliegos, estos organismos públicos actúan de inspectores de las empresas.

Para cada obra se confecciona un pliego particular de especificaciones técnicas, el cual se debe cumplir en primer lugar entre otras especificaciones que puedan presentarse. Seguido a este, en orden de cumplimiento, se encuentra el pliego general de especificaciones técnicas, que es establecido por cada institución para abarcar sus posibles ítems de trabajo. Entonces se tiene el pliego general de especificaciones técnicas de la Dirección Provincial de Vialidad y además el pliego general de especificaciones técnicas de la Dirección Nacional de Vialidad.

En la obra puntual de este informe se sigue en primer lugar lo establecido en el pliego particular de especificaciones técnicas de la zona de cobertura, que tiene adjudicada la empresa alrededor de la ciudad de Córdoba. Luego se cumple lo dictado en el pliego general de especificaciones técnicas de la Dirección Nacional de Vialidad.

Los ensayos que se realizan en el control de calidad se encuentran en la Norma de Ensayos de la Dirección Nacional de Vialidad, donde se detallan los materiales necesarios, procedimientos a seguir y la forma de obtener los parámetros que deberán cumplirse según los pliegos correspondientes.

4. Descripción de la obra: Acceso al Parque Empresarial Aeropuerto

Un parque empresarial es una comunidad planificada, desde un comienzo, con el fin de procurar una óptima calidad de vida en sus habitantes. Es una moderna urbanización donde confluyen el diseño, la tecnología y el paisajismo, manifestándose en importantes áreas verdes, espacios generosos, visuales amplias y óptima calidad en los servicios. Este delicado equilibrio se mantiene rigurosamente mediante una estricta normativa planificada a tal fin.

El Parque Empresarial Aeropuerto es una comunidad de edificios de oficinas, los cuales actualmente se están instalando. Con esto se pretende unir en un solo lugar a las empresas, los servicios, la tecnología y la naturaleza. Abarca un terreno de 46 hectáreas ubicado a 5 km de la circunvalación de la ciudad de Córdoba, por la Av. Monseñor Pablo Cabrera y frente al Aeropuerto Internacional Ingeniero Ambrosio Taravella.

La obra sobre la que trata el presente informe consiste en la pavimentación del acceso a dicho terreno. Al mismo se llega desde el camino alternativo a Villa Allende, el cual se conecta a poca distancia con la Av. Monseñor Pablo Cabrera. El comitente es la Dirección Provincial de Vialidad en el contexto de contribuir con el desarrollo empresarial de la región.

Previo a la realización de los trabajos, el acceso consistía en un camino de tierra de aproximadamente 480 m de longitud. Desde el proyecto, el trazado existente fue sujeto a modificaciones, por un lado planimétricas, para hacer frente al tránsito que se espera con el establecimiento de las edificaciones; por otro lado, altimétricas, para obtener un correcto drenaje, el cual se resuelve captando el agua en diferentes puntos y conduciéndola a una laguna de retención que se encuentra a un costado de la obra. En la figura 4.1 una imagen satelital permite ver la ubicación de la obra y en la figura 4.2 se presenta otra imagen satelital con una planimetría del proyecto superpuesta, donde se encuentran señalados algunos condicionantes de la obra.

El proyecto del acceso consiste en la ejecución de un pavimento de 484 m de longitud, el cual tendrá los primeros 96 m losa hormigón y la parte restante de concreto asfáltico grueso. En el tramo inicial se planteó una curva que se ensancha para permitir la conexión con el boulevard que se encuentra en la entrada del terreno del parque empresarial.

Los perfiles transversales que se desarrollan a lo largo del camino propuesto son tres, el primero es el que tiene como capa de rodamiento a la losa de hormigón y los otros dos son los que poseen carpeta de rodamiento de mezcla asfáltica. En la figura 4.3 se pueden apreciar los mismos.

Figura 4.1 Ubicación de la obra.

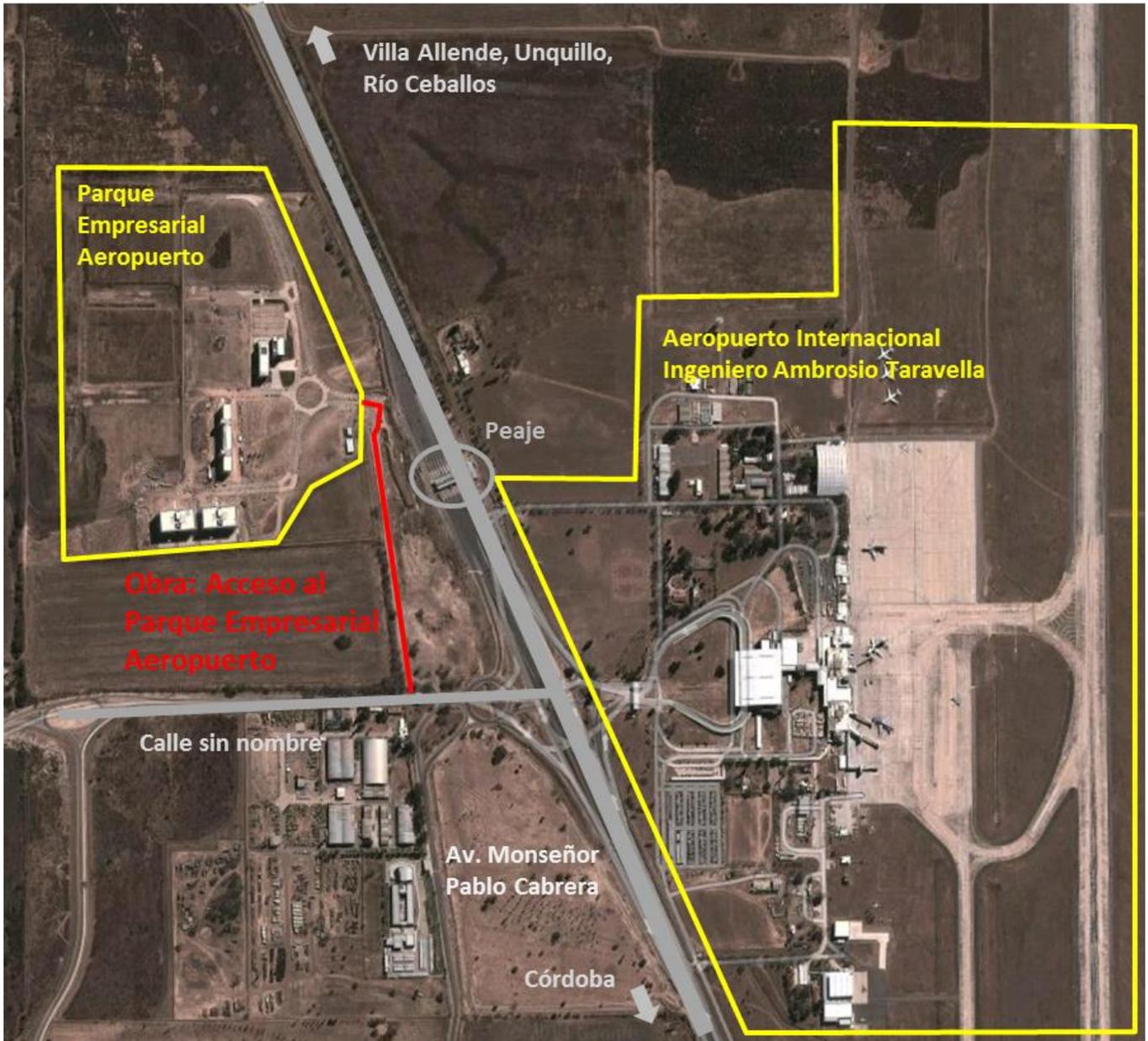


Figura 4.2 Planimetría de la obra con imagen satelital.

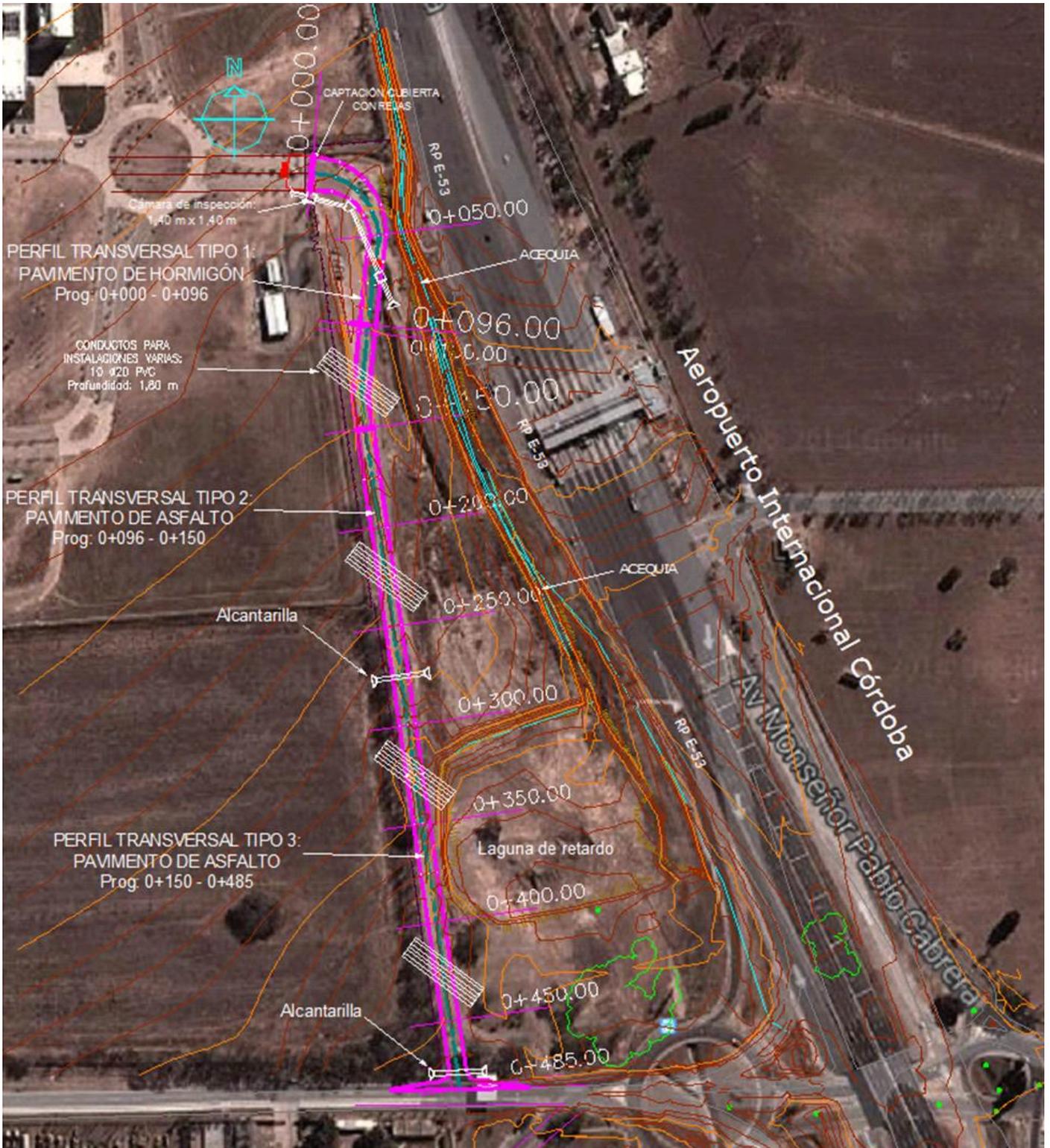
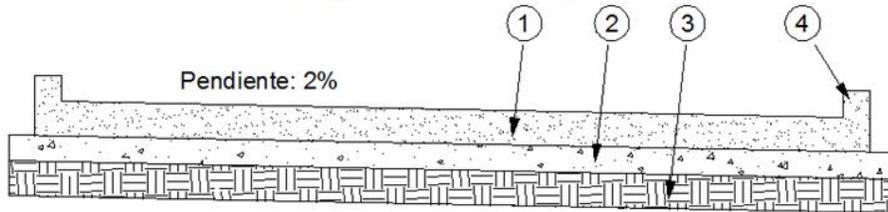


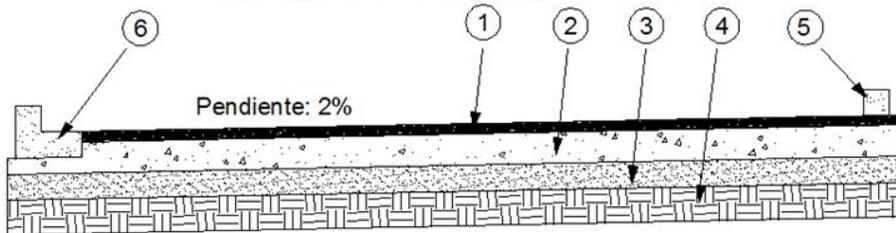
Figura 4.3 Perfiles transversales de la obra.

Perfil transversal 1
De prog: 0+000 a prog: 0+096



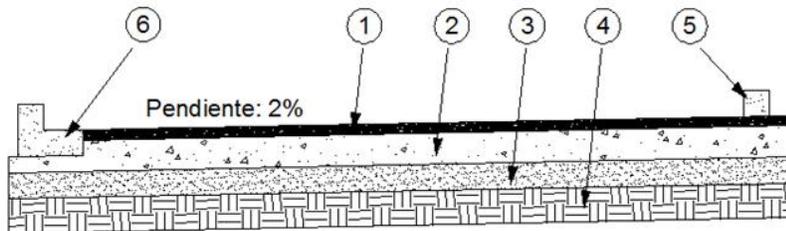
- ① Carpeta de rodamiento de losa de hormigón: e=20cm ; ancho: de 18,00m a 9,00m
- ② Base granular de triturado 0-20: e=15cm ; ancho: de 18,20m a 9,20m
- ③ Subrasante de suelo natural compactada
- ④ Cordón de hormigón: 15cm x 15cm

Perfil transversal 2
De prog: 0+096 a prog: 0+150



- ① Carpeta de rodamiento de concreto asfáltico grueso: e=6cm ; ancho: de 9,00m a 7,60m
- ② Base granular de triturado 0-20: e=20cm ; ancho: de 9,20m a 7,80m
- ③ Subbase granular de suelo arena: e=15cm ; ancho: de 9,20m a 7,80m
- ④ Subrasante de suelo natural compactada
- ⑤ Cordón de hormigón: 15cm x 15cm
- ⑥ Cuneta de hormigón: 75cm x 15cm

Perfil transversal 3
De prog: 0+150 a prog: 0+485



- ① Carpeta de rodamiento de concreto asfáltico grueso: e=6cm ; ancho=7,60m
- ② Base granular de triturado 0-20: e=20cm ; ancho=7,80m
- ③ Subbase granular de suelo arena: e=15cm ; ancho=7,80m
- ④ Subrasante de suelo natural compactada
- ⑤ Cordón de hormigón: 15cm x 15cm
- ⑥ Cuneta de hormigón: 75cm x 15cm

4. 1. Condicionantes de la obra

Se presentaron ciertas particularidades que condicionaron la obra en la etapa de proyecto y en el proceso de construcción.

Tránsito

La única forma de acceder al parque empresarial mientras la obra estuviera en construcción era por el camino sobre el que se iba a trabajar, a su vez no era posible obstruir el tránsito de forma completa ya que en el interior del predio también se estaban realizando otras construcciones. Se resolvió la situación con un camino provisorio, paralelo a donde se iba a emplazar el nuevo. La entrada también se cambió de lugar cuando fue necesario ejecutar los trabajos de hormigón. En la siguiente imagen se observa la circulación vehicular y la zona de trabajo.

Figura 4.4 Condicionante de la obra, tránsito.



Instalaciones

La calidad de servicios que se pretende en el parque empresarial hace necesaria una infraestructura relevante que se debe atender de forma prevista, para que no queden consecuencias visibles que atentan contra la estética propuesta en el proyecto. En este caso, afectan a la obra en cuestión cuatro conjuntos de caños que en progresivas determinadas cruzan debajo del pavimento. Se puede apreciar la ubicación de los mismos en la figura 4.2.

Esta interferencia de las instalaciones recién se tuvo en cuenta una vez avanzada la obra, en la etapa de colocación de material para la base granular. Debido a esto resultó ser más

un imprevisto que un condicionante. Para resolver el problema primero se trabajó en dos de las intersecciones de las cañerías con el trazado y luego en las otras dos, de manera tal de continuar con las tareas en el resto de las zonas no afectadas. La siguiente imagen muestra el trabajo realizado en las zanjas.

Figura 4.5 Condicionante de la obra, instalaciones.



Drenaje

La laguna de retardo que se encuentra a un costado de la obra, como se puede ver en la siguiente imagen y cuya ubicación se aprecia en la figura 2, sirve para retener agua proveniente de la acequia que se ubica paralela a la Av. Monseñor Pablo Cabrera. Ésta recibe el escurrimiento de una superficie que abarca varios km aguas arriba por la avenida y hacia el oeste.

Para resolver el drenaje de la obra se optó por captar el agua en diferentes puntos y conducirla hacia dicho embalse.

Figura 4.6 Condicionante de la obra, drenaje.



El punto más alto de la topografía de la obra se encuentra aproximadamente en la progresiva 100. De allí hacia la progresiva 0 se plantea dirigir el escurrimiento hacia una captación cubierta con rejas que a su vez recibe aporte desde dentro del parque empresarial. Este caudal pasa a una cámara de inspección donde confluye con el de una alcantarilla que tiene su origen en el interior del predio. Luego el flujo se conduce a través de una alcantarilla de 800 mm de diámetro por debajo del trazado del camino hacia un canal de tierra de desagüe pluvial que finaliza en la laguna de retardo. Dicho canal se presenta en la siguiente figura.

Figura 4.7 Condicionante de la obra, drenaje.



Hacia el final de la obra, desde el punto más elevado, el agua se capta en la cuneta y a través de algunas derivaciones se conduce a la laguna en cuestión.

4.2. Cantidad de materiales utilizados

Esta sección pretende tener una noción de la cantidad de materias primas que conforman el paquete estructural de un pavimento. En primer lugar se determinan los materiales necesarios para construir el acceso al parque empresarial.

Luego, con el fin de obtener un punto de vista más general, se cuantifican los componentes que se precisan para ejecutar un kilómetro de pavimento flexible y uno de rígido. Los perfiles transversales considerados para realizar este cálculo son los generalmente utilizados en la zona.

Obra: Acceso al Parque Empresarial Aeropuerto

Las dimensiones se pueden apreciar en la figura 4.3, las densidades son las generalmente obtenidas en los ensayos.

Perfil transversal 1

Carpeta de rodamiento: Hormigón H-30

$$V = 0,20m. 13,5m. 96m = 259,2 m^3$$

Base granular: Triturado 0-20

$$P = 0,15m. 13,7m. 96m. 2,28 \frac{tn}{m^3} = 449,8 tn$$

Subrasante: Suelo natural

$$P = 0,20m. 13,9m. 96m. 1,7 \frac{tn}{m^3} = 453,7 tn$$

Cordón de hormigón

$$V = 0,15m. 0,15m. 200m = 4,5 m^3$$

Perfil transversal 2

Carpeta de rodamiento: Concreto asfáltico grueso

$$P = 0,06m. 8,3m. 54m. 2,4 \frac{tn}{m^3} = 64,54 tn$$

Base granular: Triturado 0-20

$$P = 0,20m. 8,5m. 54m. 2,28 \frac{tn}{m^3} = 209,3 tn$$

Subbase granular: Suelo arena

$$P = 0,15m \cdot 8,5m \cdot 54m \cdot 2,10 \frac{tn}{m^3} = 144,59 \text{ tn}$$

Subrasante: Suelo natural

$$P = 0,20m \cdot 8,7m \cdot 54m \cdot 1,7 \frac{tn}{m^3} = 159,73 \text{ tn}$$

Cordón de hormigón

$$V = 0,15m \cdot 0,15m \cdot 108m = 2,43 \text{ m}^3$$

Cuneta de hormigón

$$V = 0,75m \cdot 0,15m \cdot 54m = 6,08 \text{ m}^3$$

Perfil transversal 3

Carpeta de rodamiento: Concreto asfáltico grueso

$$P = 0,06m \cdot 7,6m \cdot 335m \cdot 2,4 \frac{tn}{m^3} = 366,62 \text{ tn}$$

Base granular: Triturado 0-20

$$P = 0,20m \cdot 7,8m \cdot 335m \cdot 2,28 \frac{tn}{m^3} = 1191,53 \text{ tn}$$

Subbase granular: Suelo arena

$$P = 0,15m \cdot 7,8m \cdot 335m \cdot 2,10 \frac{tn}{m^3} = 823,10 \text{ tn}$$

Subrasante: Suelo natural

$$P = 0,20m \cdot 8,0m \cdot 335m \cdot 1,7 \frac{tn}{m^3} = 911,2 \text{ tn}$$

Cordón de hormigón

$$V = 0,15m \cdot 0,15m \cdot 670m = 15,08 \text{ m}^3$$

Cuneta de hormigón

$$V = 0,75m \cdot 0,15m \cdot 335m = 37,68 \text{ m}^3$$

La tabla 4.1 a continuación muestra las cantidades de material necesario de cada elemento de estructura y la tabla 4.2 detalla las cantidades de materia prima que se utilizan en cada ítem. Se muestra el número de viajes en camión para transportar el material con el objetivo de que sean más representativos los valores resultantes.

En el caso de hormigón se considera para el transporte 8 m³ por viaje, ya que esta es la capacidad en general del mezclador de los camiones. Para el resto de los materiales, considerando que se transportan en bateas, se asignan 28 tn de carga a cada viaje.

Tabla 4.1 Cantidad de material por elemento de la estructura en acceso a PEA.

	Perfil transv. 1: rígido	Perfil transv. 2: flexible	Perfil transv. 3: flexible	Total	Cant. de viajes en camión
Carpeta de rodamiento: Hormigón H-30 [m ³]	259	-	-	259	33
Carpeta de rodamiento: CAG [tn]	-	65	367	431	16
Base granular: Triturado 0-20 [tn]	450	209	1192	1851	67
Subbase granular: Suelo arena [tn]	-	145	823	968	35
Subrasante: Suelo natural [tn]	454	160	911	1525	55
Cordón y cuneta: Hormigón H-21 [m ³]	4,5	8,5	52,8	65,8	9

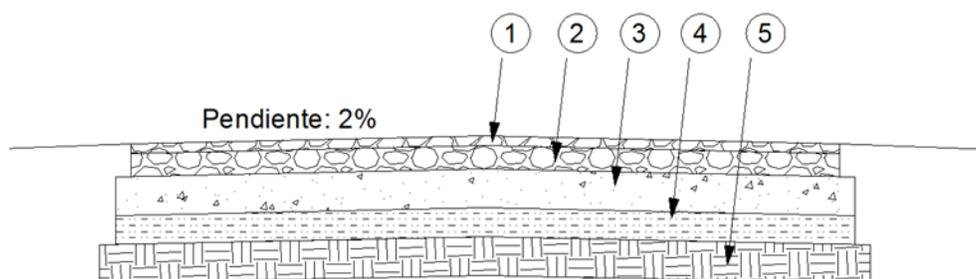
Tabla 4.2 Cantidad de materia prima en acceso a PEA.

	Carpeta de rod.: Hormigón H-30	Carpeta de rod.: CAG	Base granular: Triturado 0-20	Subbase granular: Suelo arena	Subrasante: Suelo natural	Cordón y cuneta: Hormigón H-21	Total	Cant. de viajes en camión
Cemento portland [tn]	111	-	-	-	-	20	131	5
Cemento asfáltico [tn]	-	22	-	-	-	-	22	1
Triturado 6-25 [tn]	145	-	-	-	-	37	182	7
Triturado 6-19 [tn]	119	163	-	-	-	30	313	12
Triturado 0-20 [tn]	-	-	1851	-	-	-	1851	67
Triturado 0-6 [tn]	-	184	-	-	-	-	184	7
Arena subbase [tn]	-	-	-	774	-	-	774	28
Arena silícea [tn]	183	61	-	-	-	53	297	11
Suelo natural [tn]	-	-	-	194	1525	-	1718	62
Agua [m ³]	44	-	-	-	-	11	55	-

Pavimento flexible tipo

Los valores de densidad para realizar los cálculos corresponden a los generalmente obtenidos en los ensayos para las obras que se ejecutan en la zona. En la siguiente figura se presenta un perfil transversal de pavimento flexible tipo y a continuación dos tablas con las cantidades de material, según el elemento de la estructura y según la materia prima a emplear.

Figura 4.8 Perfil transversal tipo de pavimento flexible.



- ① Carpeta de rodamiento de concreto asfáltico grueso: e=5cm ; ancho=7,30m
- ② Base negra de concreto asfáltico grueso: e=12cm ; ancho=7,30m
- ③ Base granular de triturado 0-20: e=20cm ; ancho=7,50m
- ④ Subbase granular de suelo arena: e=15cm ; ancho=7,50m
- ⑤ Subrasante de suelo natural: e=20cm ; ancho=7,70m

Tabla 4.3 Cantidad de material por elemento de la estructura en 1 km de pavimento flexible tipo.

	Perfil transv. tipo: pav. flex.	Cant. de viajes en camión
Carpeta de rodamiento: CAG [tn]	876	32
Base negra: CAG [tn]	2120	76
Base granular: Triturado 0-20 [tn]	3420	123
Subbase granular: Suelo arena [tn]	2385	86
Subrasante: Suelo natural [tn]	2618	94

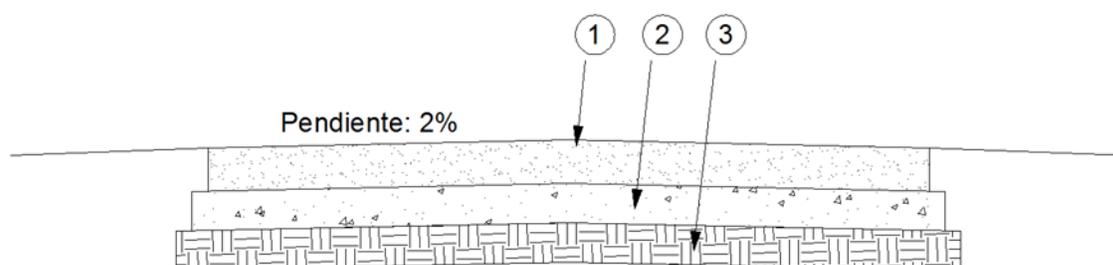
Tabla 4.4 Cantidad de materia prima en 1 km de pavimento flexible tipo.

	Carpeta de rodamiento: CAG	Base negra: CAG	Base granular: Triturado 0-20	Subbase granular: Suelo arena	Subrasante: Suelo natural	Total	Cant. de viajes en camión
Cemento asfáltico [tn]	46	95	-	-	-	141	6
Triturado 6-25 [tn]	-	810	-	-	-	810	29
Triturado 6-19 [tn]	332	-	-	-	-	332	12
Triturado 0-20 [tn]	-	-	3420	-	-	3420	123
Triturado 0-6 [tn]	374	912	-	-	-	1285	46
Arena subbase [tn]	-	-	-	1908	-	1908	69
Arena sílicea [tn]	125	303	-	-	-	428	16
Suelo natural [tn]	-	-	-	477	2618	3095	111

Pavimento rígido tipo

En la siguiente figura se presenta un perfil transversal de pavimento rígido tipo y a continuación dos tablas con las cantidades de material, según el elemento de la estructura y según la materia prima a emplear.

Figura 4.9 Perfil transversal tipo de pavimento rígido.



- ① Carpeta de rodamiento de losa de hormigón: e=22cm ; ancho=7,30m
- ② Base granular de triturado 0-20: e=20cm ; ancho=7,50m
- ③ Subrasante de suelo natural: e=20cm ; ancho=7,70m

Tabla 4.5 Cantidad de material por elemento de la estructura en 1 km pavimento rígido tipo.

	Perfil transv. tipo: pav. ríg.	Cant. de viajes en camión
Carpeta de rodamiento: Hormigón H-35 [m3]	1606	201
Base granular: Triturado 0-20 [tn]	3420	123
Subrasante: Suelo natural [tn]	2618	94

Tabla 4.6 Cantidad de materia prima en 1 km de pavimento rígido tipo.

	Carpeta de rodamiento: Hormigón H-30	Base granular: Triturado 0-20	Subrasante: Suelo natural	Total	Cant. de viajes en camión
Cemento Portland [tn]	691	-	-	691	25
Triturado 6-25 [tn]	899	-	-	899	33
Triturado 6-19 [tn]	737	-	-	737	27
Triturado 0-20 [tn]	-	3420	-	3420	123
Arena sílicea [tn]	1132	-	-	1132	41
Suelo natural [tn]	-	-	2618	2618	94
Agua [m3]	273	-	-	273	10

5. Plan general de autocontrol

La empresa cuenta con un plan general de autocontrol, que se ejecuta a través del sistema de aseguramiento de calidad, con el fin de llevar a cabo un control de calidad que cumpla con los requerimientos especificados en los pliegos de manera eficiente.

En el plan se detallan las actividades a realizar sobre los diferentes ítems de la obra, la normativa que se sigue para cada caso y los informes que se presentan al concedente donde se expresan los resultados obtenidos. Las tareas consisten generalmente en ensayos, de materiales o sobre elementos del pavimento, que se deben ejecutar con determinada frecuencia. De estos se obtienen parámetros que, según las especificaciones de cada obra, están en conformidad o no con lo requerido.

El personal de laboratorio es quien se ocupa de llevar a cabo las tareas de control de calidad, tanto en planta como en obra, dejando registro de los trabajos realizados diariamente. De esta forma se pueden detectar causas de fallas con respecto a lo requerido en los pliegos y también estadísticas, que a largo plazo permiten tomar decisiones técnico económicas que afectan a la producción de los diferentes ítems.

El plan de autocontrol comienza con una inspección de los pliegos donde se determinan los materiales necesarios y las especificaciones a cumplir. A continuación se efectúa un análisis económico para seleccionar las materias primas, donde se tiene en cuenta entre otras cosas el costo del material, de transporte del mismo, equipos disponibles, métodos constructivos a utilizar, la posibilidad de realizar acopios, etc. Una vez determinadas las alternativas de provisión, se realizan los ensayos correspondientes acordes al ítem a ejecutar.

Luego se trabaja sobre los productos elaborados, donde las muestras de los ensayos generalmente son expuestas a condiciones similares a las que están solicitados los materiales una vez colocados.

6. Control de calidad de los ítems de la obra

En esta sección se desarrolla el control de calidad sobre los materiales y productos según las especificaciones. En primer lugar se hace una breve descripción de los trabajos del ítem y de los insumos a utilizar. En segundo lugar se exponen las condiciones a cumplir y los resultados de los ensayos correspondientes. Por últimos se analizan los resultados para verificar si se cumple lo requerido.

6.1. Actividades preliminares: Desbosque, destronque y limpieza

El presente ítem comprende todos los trabajos necesarios para la limpieza de la zona de camino, así como la extracción de aquellos árboles que fuera imprescindible para la ejecución de las obras previstas y aquellos que interfieran con la visibilidad en las zonas de intersecciones. También prevé el mantenimiento de los árboles que puedan conservarse y su cuidado hasta la recepción definitiva. Se deberán seguir las siguientes especificaciones:

Condiciones a cumplir

- Desbosque, destronque y limpieza de terreno: Consiste en la remoción y retiro de toda vegetación existente en la zona de camino, incluyendo la extracción de arbustos con sus raíces hasta una profundidad de 0,40m bajo el terreno natural, como así también la extracción de los árboles que a juicio de la inspección sea necesario.
- Eliminación de plagas vegetales: Se trata del corte de yuyos en todo el ancho de la zona de camino. Se debe efectuar el perfilado de los préstamos una vez utilizados para extracción de material para banquetas y otros trabajos. La capa superior de suelo vegetal debe reservarse para el posterior recubrimiento de taludes, banquetas y fondos de cuneta.
- Conservación de Árboles: Los árboles que se encuentren en la zona de camino y que se conserven, se le cortarán las ramas realizando la correspondiente poda de formación. La Inspección determinará en obra la necesidad de limpieza y extracción o mantenimiento de árboles en los diferentes sectores del presente tramo. Los árboles que se mantengan se conservarán y cuidarán hasta la recepción definitiva.
- Retiro de la señalización vertical: Se debe quitar la cartelería obsoleta o en mal estado y trasladar hasta donde lo fije la Inspección.
- Traslados de Línea de Media Tensión y otros varios: Comprende todos los traslados de postes, tapas y cámaras de servicios (agua, luz, gas, teléfono, etc.). Comprende asimismo todas las gestiones que deban ejecutarse ante Reparticiones Públicas, Cooperativas, Entes Privados, etc. para efectuar los traslados citados.

Para la obra sobre la que trata este informe los trabajos consistieron en el desmonte y limpieza de la zona de trabajo, que se trataba principalmente de la superficie donde se iba a ejecutar la calzada y en el área donde se dispuso el camino provisorio. En la siguiente imagen se presenta el desmonte de la zona donde se ejecutó la calzada de hormigón.

Figura 6.1 Desmonte y limpieza.



6.2. Terraplén compactado

Este ítem comprende todos los trabajos necesarios para ejecutar los terraplenes nuevos, la conformación de banquetas, accesos y albardones con suelos aptos provenientes de yacimientos o préstamos laterales, densificados de acuerdo a estas especificaciones.

La primera opción de material a utilizar en estas tareas es el suelo del terreno natural. En la superficie terrestre existen una gran variedad de suelos y en la mayoría de los casos es el elemento soporte de las obras viales. Por ello, sus propiedades se tienen en cuenta como uno de los factores del diseño de pavimentos.

Generalmente se utiliza dicho componente en la construcción de terraplenes y compactación de la subrasante. En el caso de la obra en cuestión es utilizado con ese fin y en la subbase, donde es mezclado con arena.

Se considera como subrasante aquella porción de superficie que sirve de asiento o fundación para el recubrimiento con enripiado, subbase o base a construir. Esta superficie puede resultar de movimientos de suelo efectuados con anterioridad, de las excavaciones necesarias para lograr la cota de rasante del proyecto, o de la apertura de caja para el ensanche del pavimento. La siguiente imagen presenta el movimiento de suelo para la construcción del terraplén en el acceso al Parque Empresarial.

Figura 6.2 Construcción del terraplén.



Condiciones a cumplir

El pliego especifica que el material debe ser homogéneo, estar libre de suelo vegetal y de sustancias perjudiciales.

Además se debe cumplir:

- Sales Solubles Totales: No mayor del 1,5 % en peso.
- Sulfatos Solubles: No mayor del 0,5 % en peso.
- Límite Líquido: No mayor de 35.
- Índice Plástico: No mayor de 10
- Las densidades de obra, referidas porcentualmente a la máxima del ensayo Proctor, serán las siguientes:
 - Terraplén y banquetas: 98 %
 - Base de asiento: 97 %
- El ensayo Proctor especificado para el ítem es el correspondiente a la Norma VN-E5-93 Método I.

Se efectuará un control de densidad cada 100 metros como mínimo y en correspondencia con ese punto se extraerá una muestra de suelo para realizar el ensayo Proctor correspondiente, el que se tomará como referencia para verificar si se cumplen las exigencias establecidas. En caso de no cumplirse las mismas se rechazará la capa en los sectores representados por las muestras correspondientes.

A continuación una imagen muestra un molde en el que se efectúa la compactación del ensayo Proctor. Luego otra imagen expone el cono de arena que se utiliza para el ensayo de control de compactación.

Figura 6.3 Equipo del ensayo de compactación de suelos.



Figura 6.4 Equipo del ensayo del control de compactación.



Resultados de los ensayos

A continuación se exponen planillas con los resultados obtenidos de los ensayos para el material que se utilizó en la obra del acceso al parque empresarial.

Figura 6.5 Resultado de los ensayos de granulometría e índice de plasticidad del suelo.

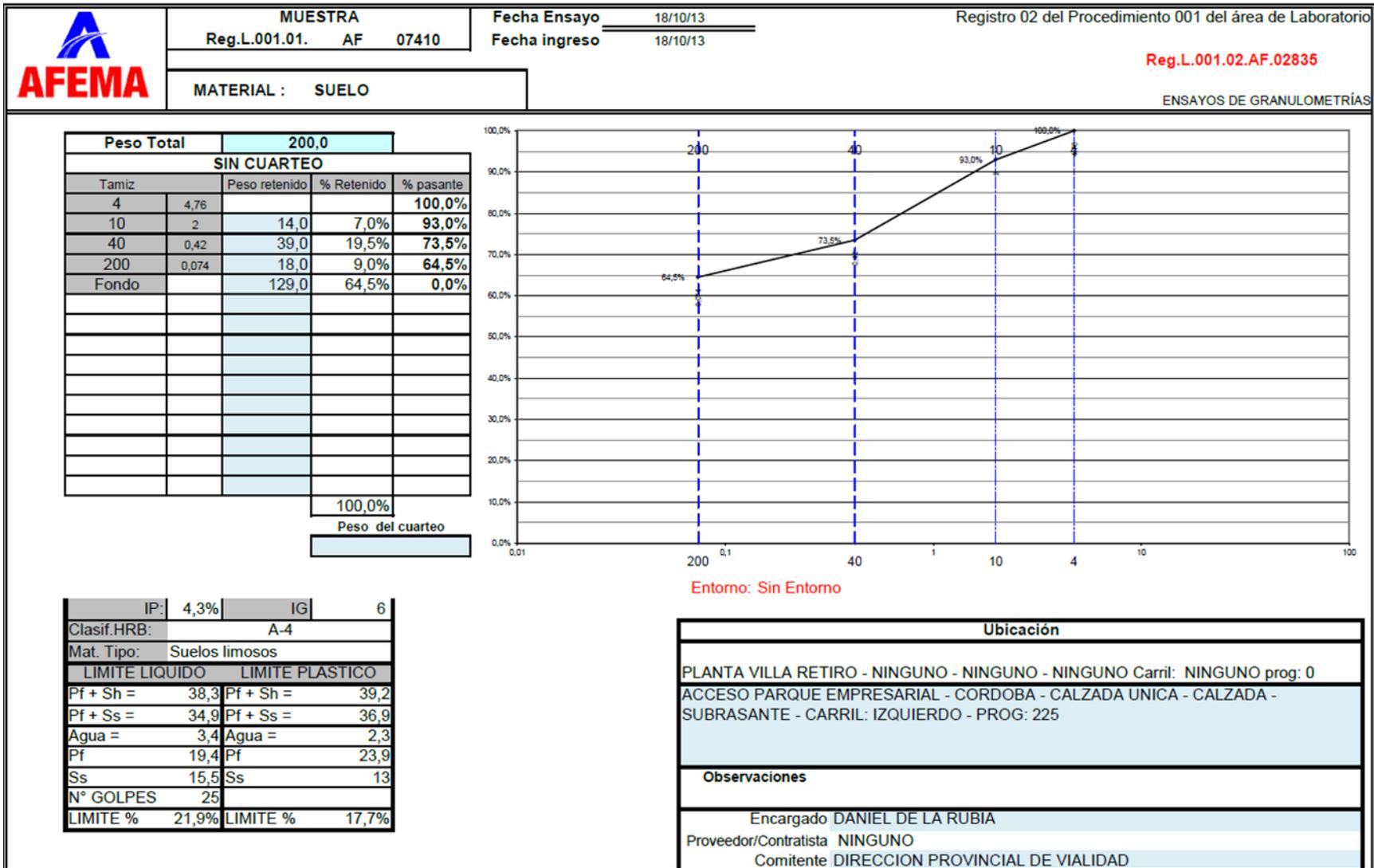


Figura 6.6 Resultado del ensayo de sales totales y sulfatos solubles del suelo.

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio							
	MÉTODO DE CAMPAÑA PARA LA DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES Y SULFATOS EN SUELOS, ESTABILIZADOS Y SUELOS GRANULARES							
MUESTRA L.001.01.	AF	07410	FECHA ELABORACION	18/10/13	FECHA ENSAYO	18/10/13		
MATERIAL	Suelo							
REACTIVOS	PROCEDIMIENTO							
a) Solución Nº 1	REPOSO 24 HS		Se pesan 100 gr. (\pm 0,5gr.) del suelo seco se agrega agua destilada se agita con la varilla de vidrio energéticamente todo el contenido del recipiente durante 5 minutos, se tapa y se deja en reposo hasta el día siguiente.					
50 cm ³ . de ácido clorhídrico concentrado diluido en 500 cm ³ . de agua destilada.								
b) Solución Nº 2	FLOCULA		Los suelos de zonas con afloramiento de sales aparecen floculados. Encontrándose en este caso al día siguiente, realizada la operación indicada en 18-4-d, el agua no contiene suelo en suspensión presentándose totalmente clara y limpia					
5g. de cloruro de bario disuelto en 100 cm ³ . de agua destilada.	NO FLOCULA		Si en cambio se trata de un suelo con muy bajo contenido de sales el agua al día siguiente se presentará turbia con partículas de suelo en suspensión lo que indica que no está floculado. En este último caso no se continúa el ensayo y se informa "No flocula" lo que significa que el contenido de sales solubles es inferior al 0,1 %.					
UBICACIÓN		<table border="1"> <tr> <td>Resultados</td> </tr> <tr> <td>NO FLOCULA</td> </tr> <tr> <td>Sales solubles inferior al 0,1%</td> </tr> </table>				Resultados	NO FLOCULA	Sales solubles inferior al 0,1%
Resultados								
NO FLOCULA								
Sales solubles inferior al 0,1%								
PROVEEDOR	SUELO EXISTENTE	OBSERVACIONES	ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CORDOBA - CALZADA UNICA - CALZADA - SUBRASANTE - CARRIL: IZQUIERDO - PROG: 225					
CONCEDENTE	D.P.V.							
LABORATORIO	VILLA RETIRO							
ENCARGADO ENSAYO	DANIEL DE LA RUBIA							

Figura 6.7 Resultado del ensayo Proctor del suelo.

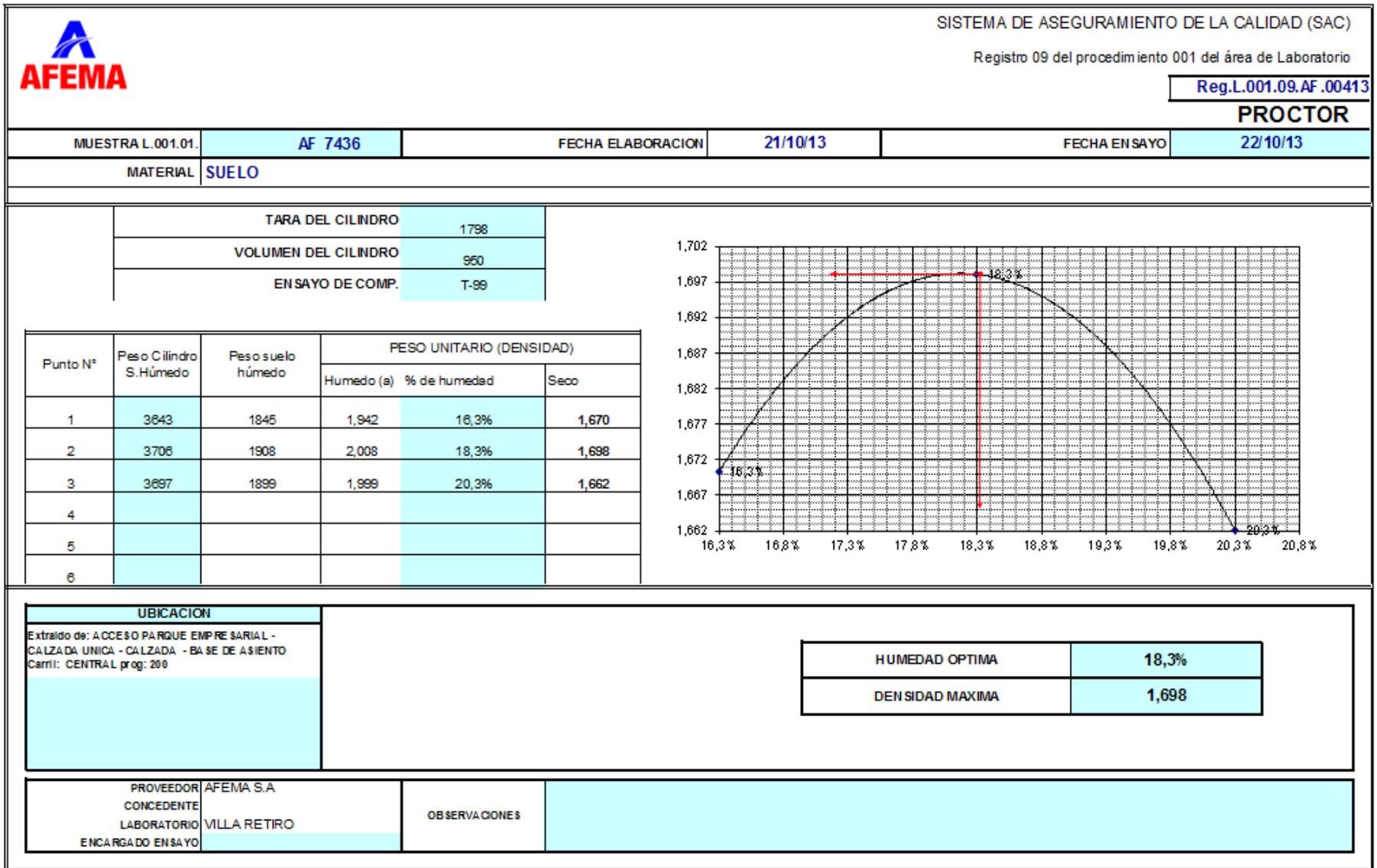


Figura 6.8 Resultado del ensayo de control de compactación del suelo, planilla 1 de 2.

AFEMA S.A. Villa Retiro		Obra Tramo		Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio																	
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		Expediente																			
		CONCEDENTE:		DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD										DENSIDAD (metodo de la arena)							
Ubicación	Fecha	Esperos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			suelo húmedo	suelo seco	% de humedad	Arena total	Resto de arena	Cono	Diferencia	Peso esp arena	Volumen pozo	Peso húmedo Reten. 3/4	% ret. 3/4 en el pozo	Peso Especifico SSS	Volumen Retenido en 3/4	Densidad húmeda	Densidad seca	Densidad seca corregida	Proctor	Proctor corregido	% Densidad Obtenida
			PESAR	PESAR	(1-2)/2 x 100		PESAR		4-5-6	1	3/8	PESAR	100 x 100 MAS DE 15% MENOR 15%		10/12	1/3	2/5	(2-10)/(9-13)	100		.15/17x 100 .16/17x 100 .15/18x 100
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 0-100 Reg.09089	28/10	20.0	1849	1568	17.9%	7000	4573	1152	1275	1.355	941					1.965	1.667		1.698		98.2%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: DERECHO prog: 0-100 Reg.09090	28/10	20.0	1354	1154	17.3%	7000	4917	1152	931	1.355	687					1.971	1.680		1.698		98.9%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 100-200 Reg.09091	28/10	20.0	1117	942	18.6%	7000	5083	1152	765	1.355	565					1.978	1.668		1.698		98.2%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 100-200 Reg.09092	28/10	20.0	2281	1931	18.1%	7000	4281	1152	1567	1.355	1156					1.972	1.670		1.698		98.4%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: CENTRAL prog: 200-300 Reg.09093	30/10	20.0	1594	1354	17.7%	7000	4753	1152	1095	1.355	808					1.972	1.676		1.698		98.7%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: CENTRAL prog: 200-300 Reg.09094	30/10	20.0	2326	1968	18.2%	7000	4258	1152	1590	1.355	1173					1.982	1.677		1.698		98.8%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: DERECHO prog: 300-400 Reg.09099	30/10	20.0	919	776	18.5%	7000	5206	1152	642	1.355	474					1.940	1.637		1.698		96.4%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 300-400 Reg.09100	30/10		1912	1622	17.9%	7000	4508	1152	1340	1.355	989					1.933	1.640		1.698		96.5%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: DERECHO prog: 400-475 Reg.09101	30/10	20.0	960	813	18.1%	7000	5187	1152	661	1.355	488					1.968	1.656		1.698		98.1%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 400-475 Reg.09102	30/10	20.0	2133	1805	18.2%	7000	4367	1152	1481	1.355	1093					1.952	1.651		1.698		97.2%

Figura 6.9 Resultado del ensayo de control de compactación del suelo, planilla 2 de 2.

Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio																					
AFEMA S.A. Villa Retiro		Obra																			
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		Tramo																			
		Expediente																			
CONCEDENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD				DENSIDAD (metodo de la arena)																	
Ubicación	Fecha	Esperos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			suelo húmedo	suelo seco	% de humedad	Arena total	Resto de arena	Cono	Diferencia	Peso esp arena	Volumen pozo	Peso húmedo Reten. 3/4	% ret. 3/4 en el pozo	Peso Especifico SSS	Volumen Retenido en 3/4	Densidad húmeda	Densidad seca	Densidad seca corregida	Proctor	Proctor corregido	% Densidad Obtenida
			PESAR	PESAR	(1-2)/(2+100)		PESAR		+5-6	1	7/8	PESAR	102 x 100 MAS DE 15% MENOR 15%		1012	1/9	2/9	(2-10)/(9-13)			1517x 100 1517x 100 1518x 100
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: DERECHO prog: 300-400 Reg.09139	31/10	20.0	2229	1883	18.4%	7000	4328	1152	1520	1.355	1122					1.987	1.678		1.698		98.8%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: CENTRAL prog: 300-400 Reg.09140	31/10	20.0	1487	1256	18.4%	7000	4831	1152	1017	1.355	751					1.981	1.673		1.698		98.5%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 400-475 Reg.09141	31/10	20.0	2450	2068	18.5%	7000	4176	1152	1672	1.355	1234					1.985	1.676		1.698		98.7%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUBRASANTE Carril: DERECHO prog: 400-475 Reg.09142	31/10	20.0	1853	1566	18.3%	7000	4582	1152	1266	1.355	934					1.983	1.676		1.698		98.7%

Análisis de los resultados

El suelo cumple con las condiciones de contenido de sales y plasticidad que se exigen. En este ítem no se presenta una exigencia estructural del material como ocurre en otros casos donde se debe poseer un determinado valor soporte. Sin embargo las condiciones de limpieza y homogeneidad y los valores de límite líquido y plasticidad permiten descartar suelos en malas condiciones.

El ensayo del cono de arena arrojó como resultado que los dos últimos tramos no presentaban la compactación exigida. Esto ocurrió porque la humedad del material estaba alejada de la óptima. Se decidió que estos tramos se ejecuten nuevamente, lo que resultó en un aumento de los recursos utilizados para la realización de dicho ítem. Cuando se terminó la compactación por segunda vez el ensayo de cono de arena determinó que la capa estaba en condiciones para ser aprobada.

6.3. Subbase granular

La base y subbase granular son elementos estructurales del pavimento, que en conjunto con las capas asfálticas que están por encima, tienen el propósito de distribuir las cargas del tránsito sobre la subrasante. Estas capas son construidas con material granular sin ligante bituminoso.

En este caso para la subbase granular se utiliza suelo arena, que permite disminuir los costos de materiales por la utilización de suelo del terreno natural de la obra, extraído en el movimiento de suelos. La dosificación planteada es 80% arena y 20% suelo y el mezclado se lleva a cabo en obra como se puede ver en la siguiente imagen.

Figura 6.10 Mezclado de suelo arena en obra.



Condiciones a cumplir

El suelo a usar en las bases y sub-bases debe ser seleccionado y homogéneo, no debe contener raíces, matas de pasto ni otras materias extrañas putrecibles.

- La granulometría de la mezcla debe respetar los entornos indicados en la siguiente tabla:

Tabla 6.1 Granulometría que debe cumplir la mezcla de material destinada a subbase granular.

Tamiz	% Pasante
1/2"	100
3/8"	75-100
N°10	47-86
N°40	22-40
N°200	16-22

- Límite líquido: < de 30 %.
- Índice plástico: < de 7.
- Valor soporte: > de 40 %.
- Sales totales: < de 1,5 %.
- Sulfatos: < de 0,5 %.
- Relación de finos: Pasante T N° 200 / Pasante T N° 40 < 0,60.
- Las densidades de obra, referidas porcentualmente a la máxima del ensayo Proctor, deberán ser mayores a 98%.

A efectos de realizar los ensayos de granulometría y plasticidad de los componentes de la mezcla se tomarán muestras por lo menos cada 200 m³.

Las tolerancias admisibles con respecto a la granulometría de la mezcla, aprobada la fórmula, son las siguientes:

- Bajo la criba de 38 mm (1 1/2") y hasta el tamiz 9.5 mm (3/8") inclusive: ± 7%.
- Bajo la criba de 9.5 mm (3/8") y hasta el tamiz de 2mm (N°10) inclusive: ± 6%.
- Bajo tamiz de 2 mm (N°10) y hasta el tamiz de 0.420 mm (N°40) inclusive: ± 5%.
- Bajo tamiz de 0.420 mm (N° 40): ± 3%

Para el caso de las mezclas elaboradas en el camino la granulometría y la plasticidad se controlarán sobre material extraído del caballete, tomando una muestra cada 500 metros o fracción.

Los ensayos de Valor Soporte se efectuarán según el procedimiento que se establece en la Norma de Ensayo VN-E-6-84 "Determinación del Valor soporte e Hinchamiento de suelos", Método Dinámico Simplificado.

Los ensayos de compactación de materiales que no contengan cemento portland ni cal se efectuarán en la forma que establece el ensayo tipo V de la Norma de Ensayo VN-E-5-93 “Compactación de Suelos”.

Para controlar el grado de compactación alcanzado de cada capa de enripiado, base o sub-base, se determinará el peso específico aparente cada 100 m de longitud como máximo y dentro de esa distancia la ubicación para esa verificación se efectuará de manera aleatoria.

La determinación del peso específico aparente se efectuará como se indica en la Norma de Ensayo VN-E-8-66 “Control de compactación por el método de la arena” u otros métodos que permitan medir en el espesor total de las capas.

En la siguiente imagen se pueden apreciar algunos de los tamices que se utilizan para realizar el ensayo de granulometría de la arena.

Figura 6.11 Tamices para el ensayo de granulometría.



Resultados de los ensayos

A continuación se exponen planillas con los resultados obtenidos de los ensayos para el material que se utilizó en la obra.

Figura 6.12 Resultado del ensayo de granulometría del suelo arena.

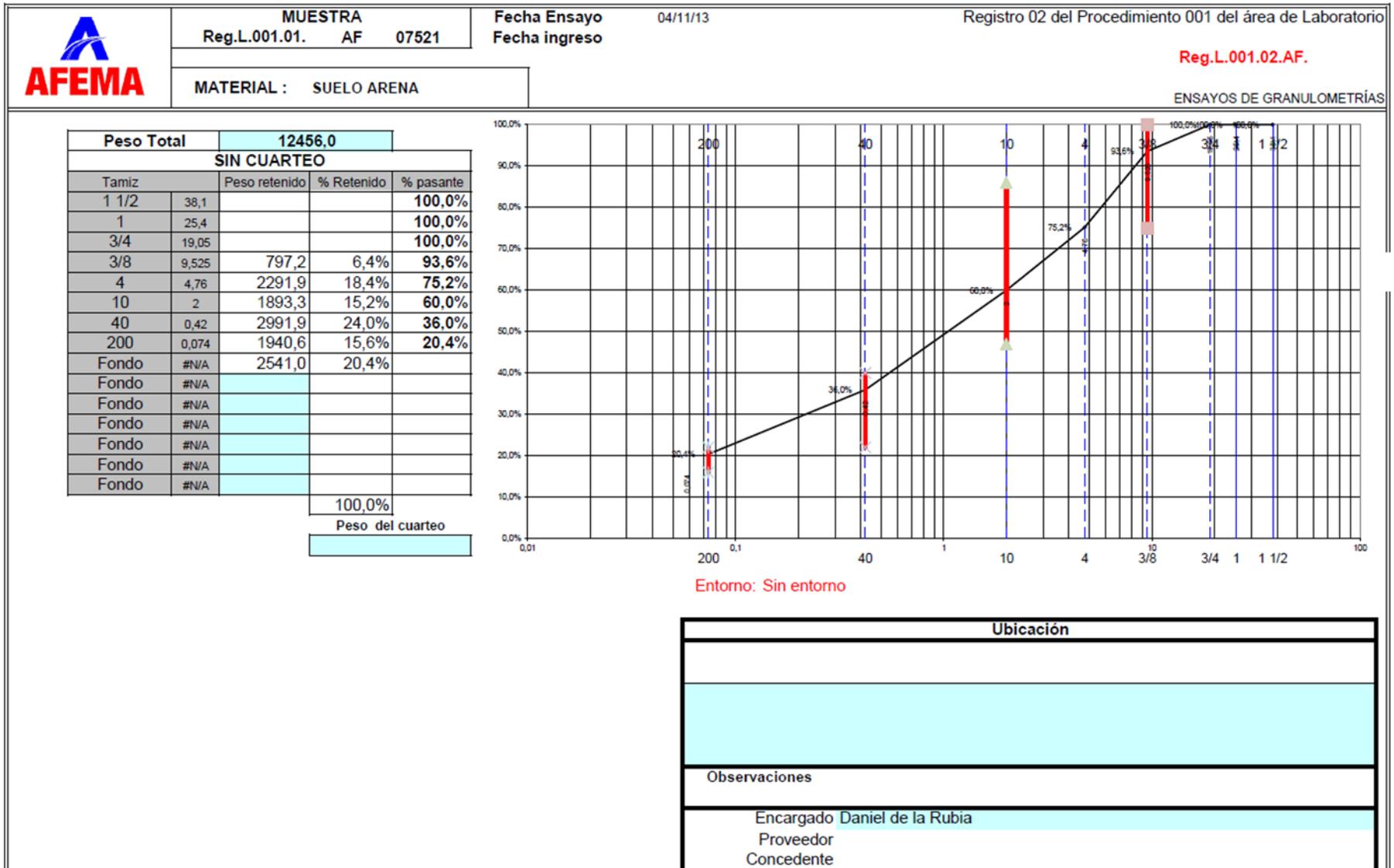


Figura 6.13 Resultado del ensayo de plasticidad del suelo arena.

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 32 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.001.32.AF.00032																																								
	PLASTICIDAD																																								
MUESTRA L.001.01.	AF	05334	FECHA ELABORACION	04/11/13	FECHA ENSAYO	04/11/13																																			
MATERIAL	SUELO ARENA																																								
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse; width: 60%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="font-size: x-small;">L LIQUIDO</th> <th style="font-size: x-small;">L PLASTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="font-size: x-small;">Peso filtro N°</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Pf+ suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">43950</td> <td style="text-align: center;">32640</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Pf+ suelo seco</td> <td style="text-align: center;">40120</td> <td style="text-align: center;">30900</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Agua</td> <td style="text-align: center;">3830</td> <td style="text-align: center;">1740</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Pesafiltro</td> <td style="text-align: center;">20100</td> <td style="text-align: center;">19900</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Peso seco</td> <td style="text-align: center;">20020</td> <td style="text-align: center;">11000</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">N° de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Límites %</td> <td style="text-align: center;">19,1%</td> <td style="text-align: center;">15,8%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse; width: 30%;"> <thead> <tr> <th style="font-size: x-small;">Tamiz</th> <th style="font-size: x-small;">% pasante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="font-size: x-small;">N° 10</td> <td style="text-align: center;">73,1%</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">N° 40</td> <td style="text-align: center;">29,2%</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">N° 200</td> <td style="text-align: center;">18,5%</td> </tr> </tbody> </table>								L LIQUIDO	L PLASTICO	Peso filtro N°	1	2	Pf+ suelo humedo	43950	32640	Pf+ suelo seco	40120	30900	Agua	3830	1740	Pesafiltro	20100	19900	Peso seco	20020	11000	N° de golpes	25		Límites %	19,1%	15,8%	Tamiz	% pasante	N° 10	73,1%	N° 40	29,2%	N° 200	18,5%
	L LIQUIDO	L PLASTICO																																							
Peso filtro N°	1	2																																							
Pf+ suelo humedo	43950	32640																																							
Pf+ suelo seco	40120	30900																																							
Agua	3830	1740																																							
Pesafiltro	20100	19900																																							
Peso seco	20020	11000																																							
N° de golpes	25																																								
Límites %	19,1%	15,8%																																							
Tamiz	% pasante																																								
N° 10	73,1%																																								
N° 40	29,2%																																								
N° 200	18,5%																																								
UBICACION		Resultados																																							
Extraído de: CANTERA RUIZ ACCESO A PARQUE EMPRESARIAL SUBBASE		Material tipo: Fragmentos de Roca-Grava-Arenas			INDICE DE PLASTICIDAD 3,3%																																				
		Clasificación HRB: A2-4			INDICE DE GRUPO 0																																				
PROVEEDOR	CANTERA RUIZ		DOSAJE																																						
CONCEDENTE	DIRECCION PROVINCIAL DE V																																								
LABORATORIO	VILLA RETIRO																																								
ENCARGADO ENSAYO																																									

Figura 6.14 Resultado del ensayo de sales totales y sulfatos solubles del suelo arena.

	MÉTODO DE CAMPAÑA PARA LA DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES Y SULFATOS EN SUELOS, ESTABILIZADOS Y SUELOS GRANULARES		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio		L.001.18.AF.00420						
	MUESTRA L.001.01.	AF	07432	FECHA ELABORACION	22/10/13	FECHA ENSAYO	23/10/13				
MATERIAL		SUELO ARENA									
REACTIVOS	PROCEDIMIENTO		Se pesan 100 gr. ($\pm 0,5gr.$) del suelo seco se agrega agua destilada se agita con la varilla de vidrio energéticamente todo el contenido del recipiente durante 5 minutos, se tapa y se deja en reposo hasta el día siguiente.								
a) Solución N° 1 50 cm³. de ácido clorhídrico concentrado diluido en 500 cm³. de agua destilada.	REPOSO 24 HS		Los suelos de zonas con afloramiento de sales aparecen floculados. Encontrándose en este caso al día siguiente, realizada la operación indicada en 18-4-d, el agua no contiene suelo en suspensión presentándose totalmente clara y limpia								
b) Solución N° 2 5g. de cloruro de bario disuelto en 100 cm³. de agua destilada.	FLOCULA		Si en cambio se trata de un suelo con muy bajo contenido de sales el agua al día siguiente se presentará turbia con partículas de suelo en suspensión lo que indica que no está floculado. En este último caso no se continúa el ensayo y se informa "No flocula" lo que significa que el contenido de sales solubles es inferior al 0,1 %.								
NO FLOCULA		Si en cambio se trata de un suelo con muy bajo contenido de sales el agua al día siguiente se presentará turbia con partículas de suelo en suspensión lo que indica que no está floculado. En este último caso no se continúa el ensayo y se informa "No flocula" lo que significa que el contenido de sales solubles es inferior al 0,1 %.									
UBICACION		<table border="1"> <tr> <td colspan="2"> Resultados </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> NO FLOCULA </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Sales solubles inferior al 0,1% </td> </tr> </table>				Resultados		NO FLOCULA		Sales solubles inferior al 0,1%	
Resultados											
NO FLOCULA											
Sales solubles inferior al 0,1%											
PROVEEDOR CONCEDENTE LABORATORIO ENCARGADO ENSAYO	AFEMA SA DPV VILLA RETIRO Daniel de la Rubia	OBSERVACIONES									

Figura 6.15 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 1 de 9.

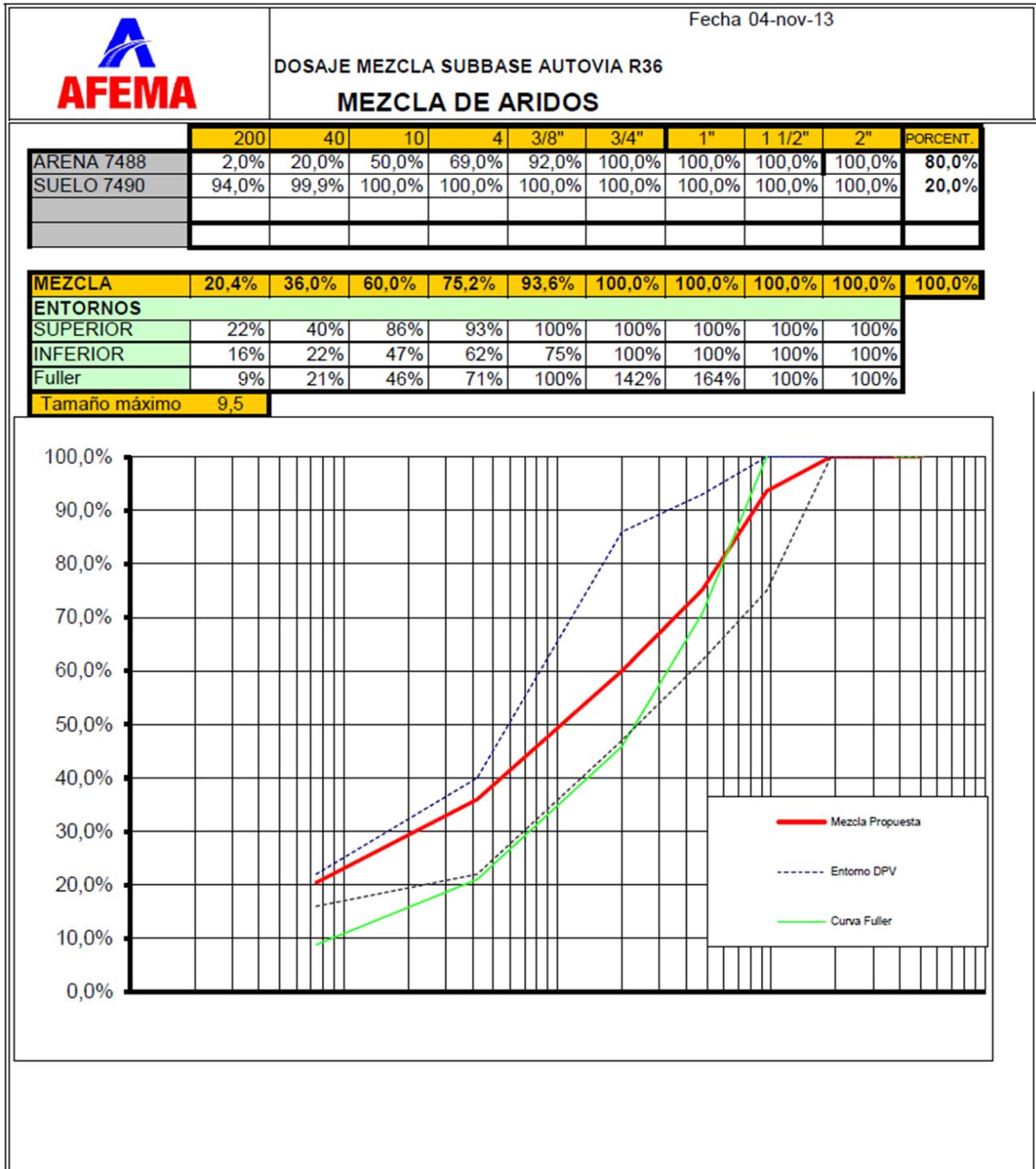


Figura 6.16 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 2 de 9.

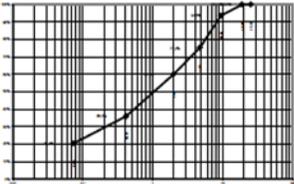
	Fecha de ensayo: 08-11-13	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)																																																																																																																																																																																																																													
	Fecha de moldeo: 04-11-13	Registro 10 del procedimiento 002 del área de Laboratorio																																																																																																																																																																																																																													
	Reg.L001.01.AF.7591	Reg.L002.10. AF.0116																																																																																																																																																																																																																													
ENSAYO DE VALOR SOPORTE (Norma V.N.E6-84- Método Dinámico N°1 Simplificado)																																																																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">GRANULOMETRIA</th></tr> <tr><td colspan="2">Reg.L001.02 : 02.AF.</td></tr> <tr><td>PESO TOT</td><td>12456</td></tr> <tr><td>25,4 mm</td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>19,0 mm</td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>9,5 mm</td><td>93,6%</td></tr> <tr><td>4,76 mm</td><td>75,2%</td></tr> <tr><td>2,00 mm</td><td>60,0%</td></tr> <tr><td>0,42 mm</td><td>36,0%</td></tr> <tr><td>0,074 mm</td><td>20,4%</td></tr> </table>	GRANULOMETRIA		Reg.L001.02 : 02.AF.		PESO TOT	12456	25,4 mm	100,0%	19,0 mm	100,0%	9,5 mm	93,6%	4,76 mm	75,2%	2,00 mm	60,0%	0,42 mm	36,0%	0,074 mm	20,4%	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Aro de 5000 Kg</td></tr> <tr><td>Cte k. 15,91</td></tr> <tr><td>Sobrecarga 9,08 Kg</td></tr> </table> 	Aro de 5000 Kg	Cte k. 15,91	Sobrecarga 9,08 Kg	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Molde N°</th> <th rowspan="2">Golpes</th> <th colspan="2">Peso</th> <th rowspan="2">VOL MOLDE</th> <th rowspan="2">DENSIDAD HUMEDA</th> <th rowspan="2">HUMED %</th> <th rowspan="2">DENSIDAD SECA</th> <th rowspan="2">ALT PROB</th> <th colspan="5">HINCHAMIENTO</th> <th colspan="2">H.FINAL</th> </tr> <tr> <th>M+S+A</th> <th>Molde S+A</th> <th>1Dia</th> <th>2Dia</th> <th>3Dia</th> <th>4Dia</th> <th>%</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>56</td><td>11206</td><td>6377</td><td>4829</td><td>2124</td><td>2,274</td><td>7,8</td><td>2,109</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>7,8</td></tr> <tr><td>4</td><td>56</td><td>11110</td><td>6411</td><td>4699</td><td>2123</td><td>2,213</td><td>7,8</td><td>2,053</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>7,8</td></tr> <tr><td>2</td><td>25</td><td>10832</td><td>6312</td><td>4520</td><td>2116</td><td>2,136</td><td>7,8</td><td>1,982</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>7,8</td></tr> <tr><td>5</td><td>25</td><td>10911</td><td>6171</td><td>4594</td><td>2141</td><td>2,146</td><td>7,8</td><td>1,990</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>7,8</td></tr> <tr><td>3</td><td>12</td><td>10440</td><td>6283</td><td>4157</td><td>2136</td><td>1,946</td><td>7,8</td><td>1,805</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>7,8</td></tr> <tr><td>6</td><td>12</td><td>10704</td><td>6337</td><td>4367</td><td>2128</td><td>2,052</td><td>7,8</td><td>1,904</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>7,8</td></tr> </tbody> </table>	Molde N°	Golpes	Peso		VOL MOLDE	DENSIDAD HUMEDA	HUMED %	DENSIDAD SECA	ALT PROB	HINCHAMIENTO					H.FINAL		M+S+A	Molde S+A	1Dia	2Dia	3Dia	4Dia	%	%	1	56	11206	6377	4829	2124	2,274	7,8	2,109								7,8	4	56	11110	6411	4699	2123	2,213	7,8	2,053								7,8	2	25	10832	6312	4520	2116	2,136	7,8	1,982								7,8	5	25	10911	6171	4594	2141	2,146	7,8	1,990								7,8	3	12	10440	6283	4157	2136	1,946	7,8	1,805								7,8	6	12	10704	6337	4367	2128	2,052	7,8	1,904								7,8																																																																								
GRANULOMETRIA																																																																																																																																																																																																																															
Reg.L001.02 : 02.AF.																																																																																																																																																																																																																															
PESO TOT	12456																																																																																																																																																																																																																														
25,4 mm	100,0%																																																																																																																																																																																																																														
19,0 mm	100,0%																																																																																																																																																																																																																														
9,5 mm	93,6%																																																																																																																																																																																																																														
4,76 mm	75,2%																																																																																																																																																																																																																														
2,00 mm	60,0%																																																																																																																																																																																																																														
0,42 mm	36,0%																																																																																																																																																																																																																														
0,074 mm	20,4%																																																																																																																																																																																																																														
Aro de 5000 Kg																																																																																																																																																																																																																															
Cte k. 15,91																																																																																																																																																																																																																															
Sobrecarga 9,08 Kg																																																																																																																																																																																																																															
Molde N°	Golpes	Peso		VOL MOLDE	DENSIDAD HUMEDA	HUMED %	DENSIDAD SECA	ALT PROB	HINCHAMIENTO					H.FINAL																																																																																																																																																																																																																	
		M+S+A	Molde S+A						1Dia	2Dia	3Dia	4Dia	%	%																																																																																																																																																																																																																	
1	56	11206	6377	4829	2124	2,274	7,8	2,109								7,8																																																																																																																																																																																																															
4	56	11110	6411	4699	2123	2,213	7,8	2,053								7,8																																																																																																																																																																																																															
2	25	10832	6312	4520	2116	2,136	7,8	1,982								7,8																																																																																																																																																																																																															
5	25	10911	6171	4594	2141	2,146	7,8	1,990								7,8																																																																																																																																																																																																															
3	12	10440	6283	4157	2136	1,946	7,8	1,805								7,8																																																																																																																																																																																																															
6	12	10704	6337	4367	2128	2,052	7,8	1,904								7,8																																																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Standard Kg/cm²</th> <th colspan="4">70</th> <th colspan="4">105</th> <th colspan="4">133</th> <th colspan="4">161</th> <th colspan="4">183</th> <th rowspan="3">V.S</th> </tr> <tr> <th>mm</th><th>0,63</th><th>1,27</th><th>1,90</th> <th colspan="2">2,54</th> <th colspan="2">5,08</th> <th colspan="2">7,62</th> <th colspan="2">10,16</th> <th colspan="2">12,70</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>N°</th><th>Dial</th><th>Dial</th><th>Dial</th> <th>Dial</th><th>Carga</th><th>C.corr</th><th>%</th> <th>Dial</th><th>Carga</th><th>C.corr</th><th>%</th> <th>Dial</th><th>Carga</th><th>C.corr</th><th>%</th> <th>Dial</th><th>Carga</th><th>C.corr</th><th>%</th> <th>Dial</th><th>Carga</th><th>C.corr</th><th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>9</td><td>27</td><td>47</td><td>69</td><td>1098</td><td>1335</td><td>98,6</td> <td>138</td><td>2196</td><td>2385</td><td>117,4</td> <td>193</td><td>3071</td><td></td><td>119,3</td> <td>210</td><td>3341</td><td></td><td>107,3</td> <td>230</td><td>3659</td><td></td><td>103,4</td> <td>117,4</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>10</td><td>22</td><td>37</td><td>52</td><td>827</td><td>1191</td><td>87,9</td> <td>117</td><td>1861</td><td>2259</td><td>111,2</td> <td>188</td><td>2991</td><td></td><td>116,2</td> <td>210</td><td>3341</td><td></td><td>107,3</td> <td>230</td><td>3659</td><td></td><td>103,4</td> <td>111,2</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>9</td><td>17</td><td>25</td><td>32</td><td>509</td><td></td><td>37,6</td> <td>53</td><td>843</td><td></td><td>41,5</td> <td>68</td><td>1082</td><td></td><td>42,0</td> <td>75</td><td>1193</td><td></td><td>38,3</td> <td>82</td><td>1305</td><td></td><td>36,8</td> <td>41,5</td> </tr> <tr> <td>5</td><td>3</td><td>13</td><td>22</td><td>32</td><td>509</td><td>576</td><td>42,5</td> <td>53</td><td>843</td><td>888</td><td>43,7</td> <td>67</td><td>1066</td><td></td><td>41,4</td> <td>74</td><td>1177</td><td></td><td>37,8</td> <td>81</td><td>1289</td><td></td><td>36,4</td> <td>43,7</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>7</td><td>11</td><td>16</td><td>19</td><td>302</td><td></td><td>22,3</td> <td>27</td><td>430</td><td></td><td>21,1</td> <td>35</td><td>556,9</td><td></td><td>21,6</td> <td>40</td><td>636</td><td></td><td>20,4</td> <td>43</td><td>684</td><td></td><td>19,3</td> <td>22,3</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>6</td><td>12</td><td>17</td><td>22</td><td>350</td><td>350</td><td>25,8</td> <td>31</td><td>493</td><td>493</td><td>24,3</td> <td>36</td><td>572,8</td><td></td><td>22,3</td> <td>43</td><td>684</td><td></td><td>22,0</td> <td>48</td><td>764</td><td></td><td>21,6</td> <td>25,8</td> </tr> </tbody> </table>			Standard Kg/cm ²				70				105				133				161				183				V.S	mm	0,63	1,27	1,90	2,54		5,08		7,62		10,16		12,70										N°	Dial	Dial	Dial	Dial	Carga	C.corr	%	Dial	Carga	C.corr	%	Dial	Carga	C.corr	%	Dial	Carga	C.corr	%	Dial	Carga	C.corr	%	1	9	27	47	69	1098	1335	98,6	138	2196	2385	117,4	193	3071		119,3	210	3341		107,3	230	3659		103,4	117,4	4	10	22	37	52	827	1191	87,9	117	1861	2259	111,2	188	2991		116,2	210	3341		107,3	230	3659		103,4	111,2	2	9	17	25	32	509		37,6	53	843		41,5	68	1082		42,0	75	1193		38,3	82	1305		36,8	41,5	5	3	13	22	32	509	576	42,5	53	843	888	43,7	67	1066		41,4	74	1177		37,8	81	1289		36,4	43,7	3	7	11	16	19	302		22,3	27	430		21,1	35	556,9		21,6	40	636		20,4	43	684		19,3	22,3	6	6	12	17	22	350	350	25,8	31	493	493	24,3	36	572,8		22,3	43	684		22,0	48	764		21,6	25,8
Standard Kg/cm ²				70				105				133				161				183				V.S																																																																																																																																																																																																							
mm	0,63	1,27	1,90	2,54		5,08		7,62		10,16		12,70																																																																																																																																																																																																																			
N°	Dial	Dial	Dial	Dial	Carga	C.corr	%	Dial	Carga	C.corr	%	Dial	Carga	C.corr	%	Dial	Carga	C.corr	%	Dial	Carga	C.corr	%																																																																																																																																																																																																								
1	9	27	47	69	1098	1335	98,6	138	2196	2385	117,4	193	3071		119,3	210	3341		107,3	230	3659		103,4	117,4																																																																																																																																																																																																							
4	10	22	37	52	827	1191	87,9	117	1861	2259	111,2	188	2991		116,2	210	3341		107,3	230	3659		103,4	111,2																																																																																																																																																																																																							
2	9	17	25	32	509		37,6	53	843		41,5	68	1082		42,0	75	1193		38,3	82	1305		36,8	41,5																																																																																																																																																																																																							
5	3	13	22	32	509	576	42,5	53	843	888	43,7	67	1066		41,4	74	1177		37,8	81	1289		36,4	43,7																																																																																																																																																																																																							
3	7	11	16	19	302		22,3	27	430		21,1	35	556,9		21,6	40	636		20,4	43	684		19,3	22,3																																																																																																																																																																																																							
6	6	12	17	22	350	350	25,8	31	493	493	24,3	36	572,8		22,3	43	684		22,0	48	764		21,6	25,8																																																																																																																																																																																																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">PROCTOR</th></tr> <tr><td colspan="2">Reg.L001.09.09.AF.7591</td></tr> <tr><td>Hópt %</td><td>Dmáx</td></tr> <tr><td>7,8</td><td>2,112</td></tr> </table>	PROCTOR		Reg.L001.09.09.AF.7591		Hópt %	Dmáx	7,8	2,112	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">PLASTICIDAD</th></tr> <tr><td colspan="4">Reg.001.PL :32.AF.</td></tr> <tr><td>L.L</td><td>L.P</td><td>I.P</td><td>H.R.B</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	PLASTICIDAD				Reg.001.PL :32.AF.				L.L	L.P	I.P	H.R.B					<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">VALOR SOPORTE ADOPTADO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">AL 97 % (2.049 Kg/cm³) de la</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">densidad máxima de Proctor: 68,0 %</td></tr> </table>	VALOR SOPORTE ADOPTADO	AL 97 % (2.049 Kg/cm ³) de la	densidad máxima de Proctor: 68,0 %																																																																																																																																																																																																		
PROCTOR																																																																																																																																																																																																																															
Reg.L001.09.09.AF.7591																																																																																																																																																																																																																															
Hópt %	Dmáx																																																																																																																																																																																																																														
7,8	2,112																																																																																																																																																																																																																														
PLASTICIDAD																																																																																																																																																																																																																															
Reg.001.PL :32.AF.																																																																																																																																																																																																																															
L.L	L.P	I.P	H.R.B																																																																																																																																																																																																																												
VALOR SOPORTE ADOPTADO																																																																																																																																																																																																																															
AL 97 % (2.049 Kg/cm ³) de la																																																																																																																																																																																																																															
densidad máxima de Proctor: 68,0 %																																																																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>PROVEEDOR</td><td>AFEMA S.A.</td><td>Ubicación</td><td>Observacion</td></tr> <tr><td>CONTRATISTA</td><td>DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD</td><td>ACCESO PARQUE EMPRESARIAL</td><td></td></tr> <tr><td>LABORATORIO</td><td>VILLA RETIRO</td><td>CALZADA UNICA CALZADA UNICA</td><td></td></tr> <tr><td>ENC. DE ENSAYO</td><td>Esteban</td><td>SUBBASE 2</td><td></td></tr> </table>	PROVEEDOR	AFEMA S.A.	Ubicación	Observacion	CONTRATISTA	DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD	ACCESO PARQUE EMPRESARIAL		LABORATORIO	VILLA RETIRO	CALZADA UNICA CALZADA UNICA		ENC. DE ENSAYO	Esteban	SUBBASE 2																																																																																																																																																																																																																
PROVEEDOR	AFEMA S.A.	Ubicación	Observacion																																																																																																																																																																																																																												
CONTRATISTA	DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD	ACCESO PARQUE EMPRESARIAL																																																																																																																																																																																																																													
LABORATORIO	VILLA RETIRO	CALZADA UNICA CALZADA UNICA																																																																																																																																																																																																																													
ENC. DE ENSAYO	Esteban	SUBBASE 2																																																																																																																																																																																																																													

Figura 6.17 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 3 de 9.

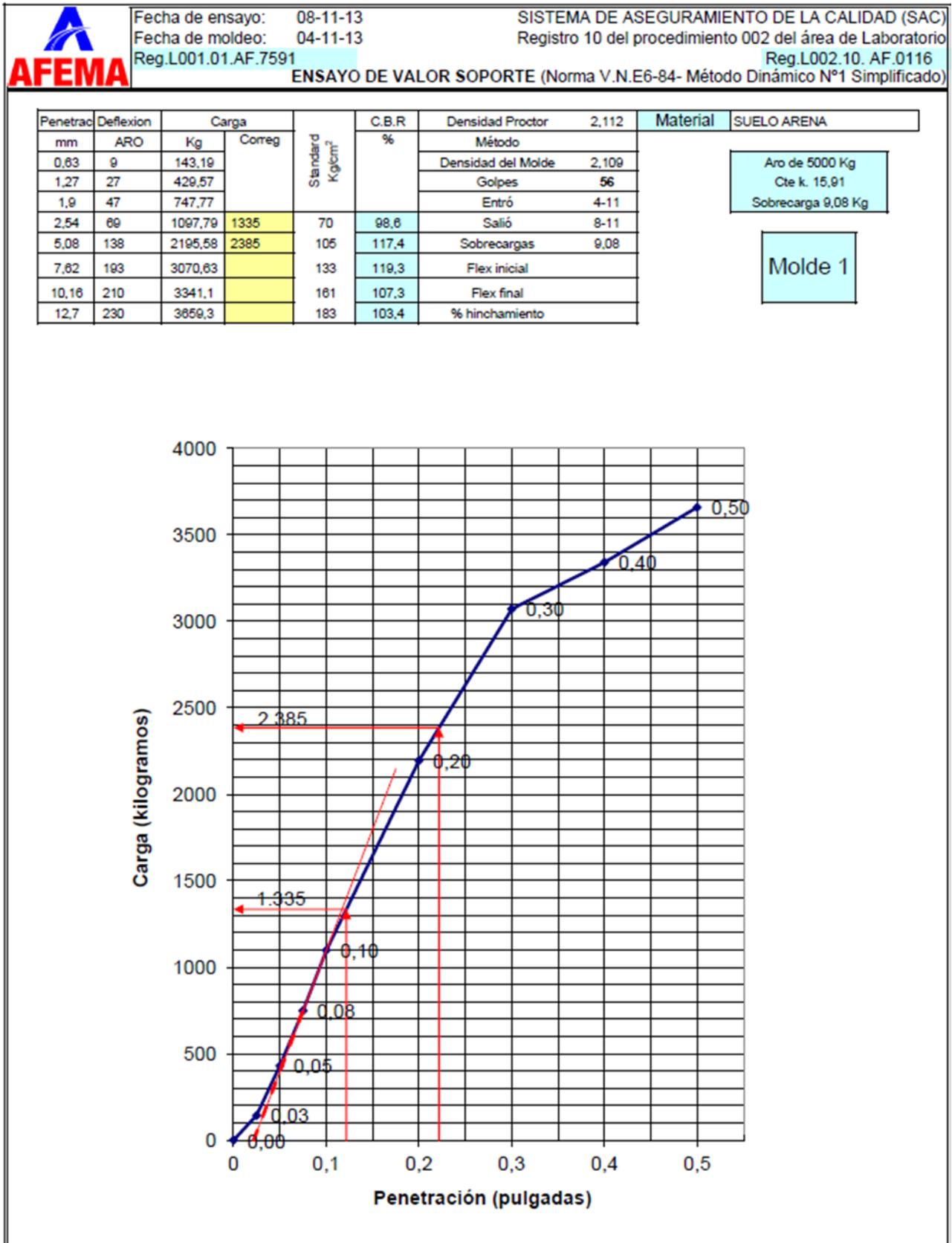


Figura 6.18 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 4 de 9.

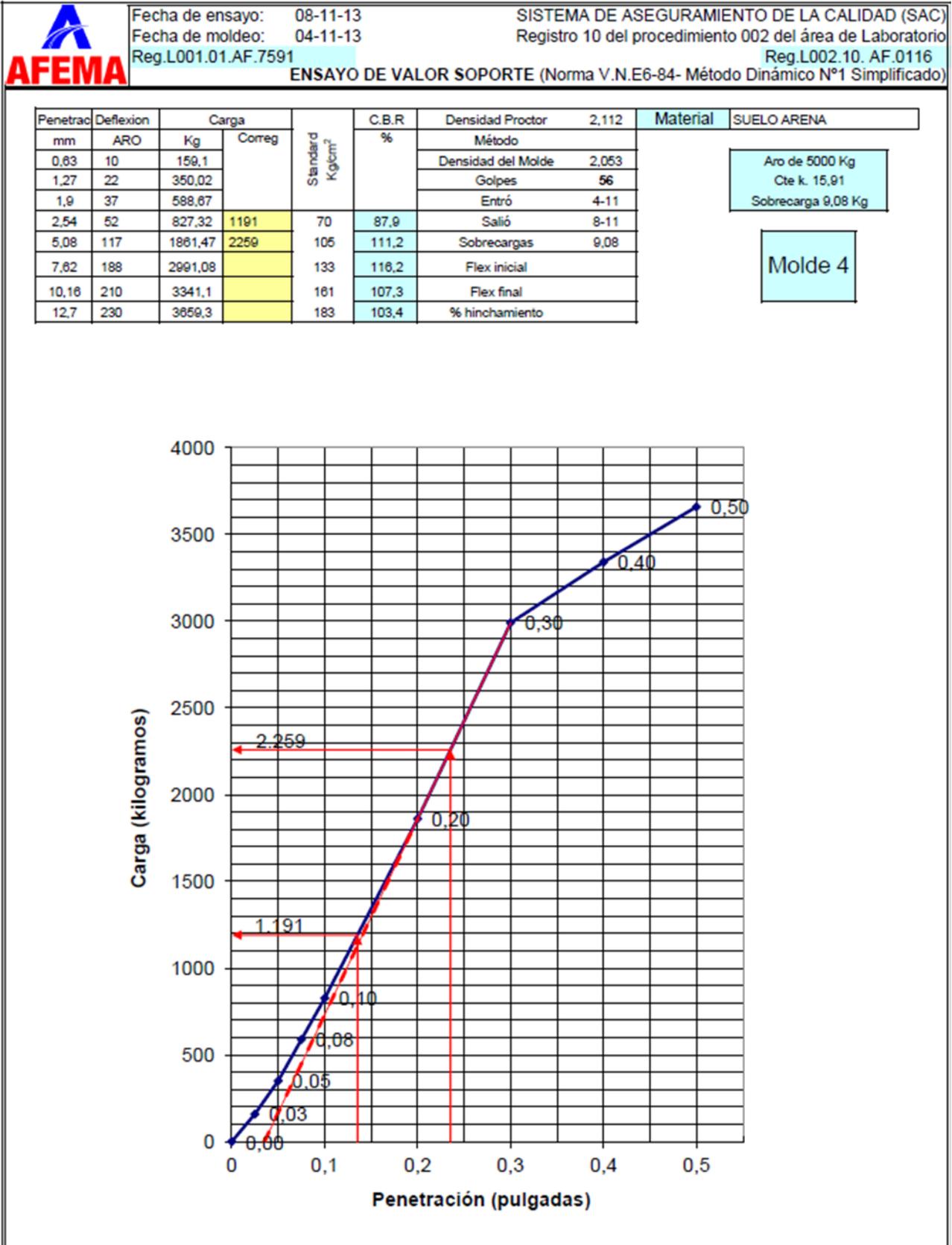


Figura 6.19 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 5 de 9.

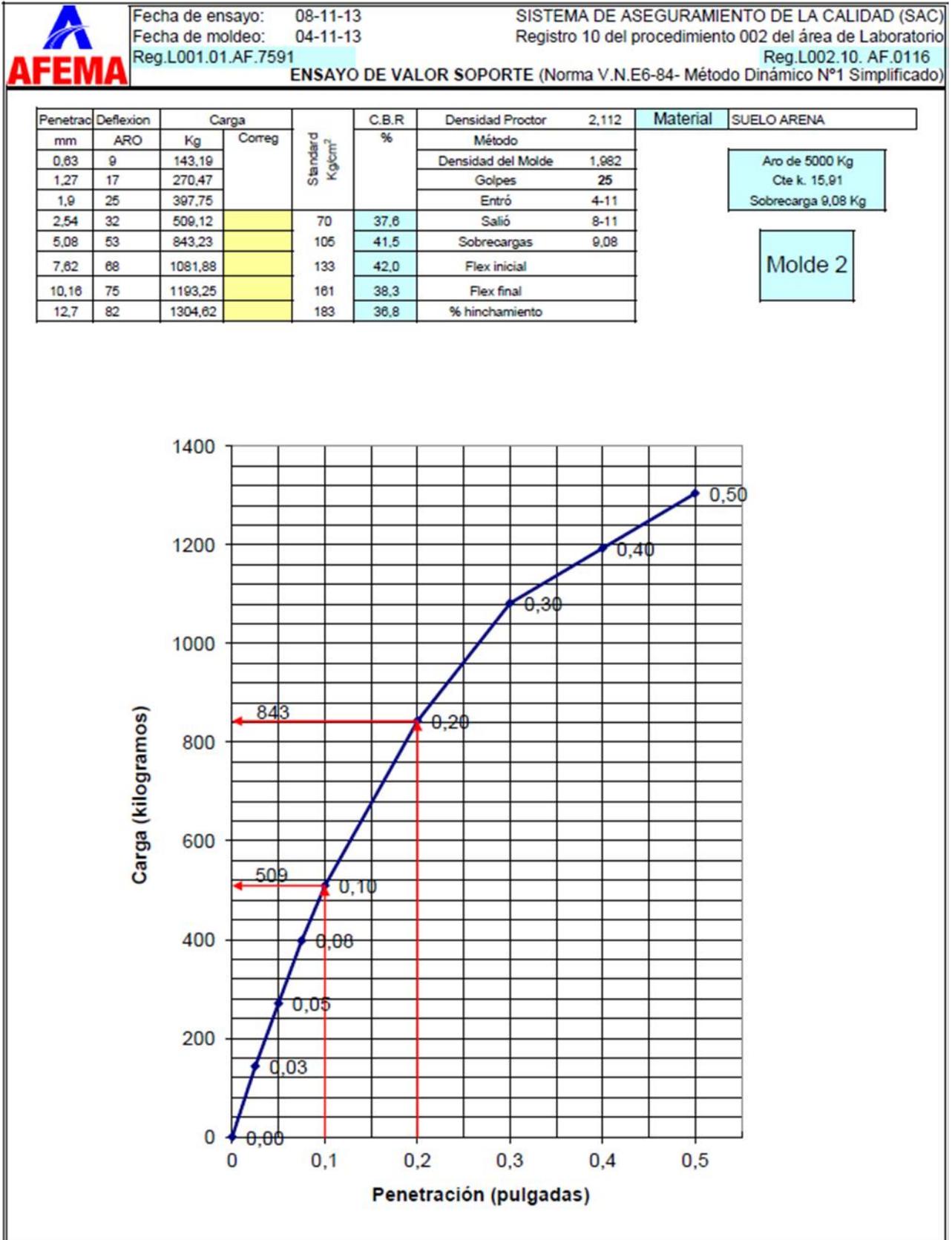


Figura 6.20 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 6 de 9.

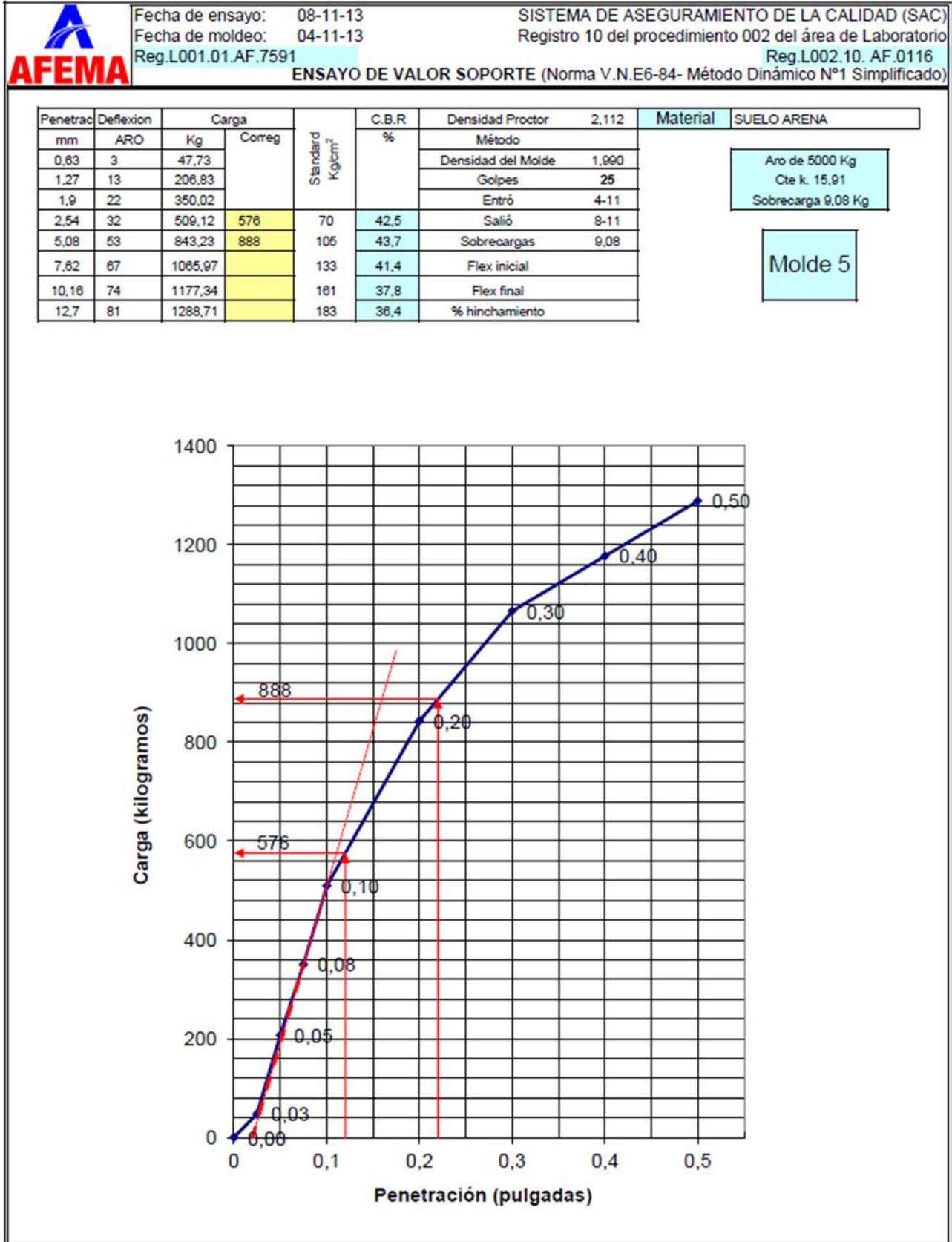


Figura 6.21 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 7 de 9.

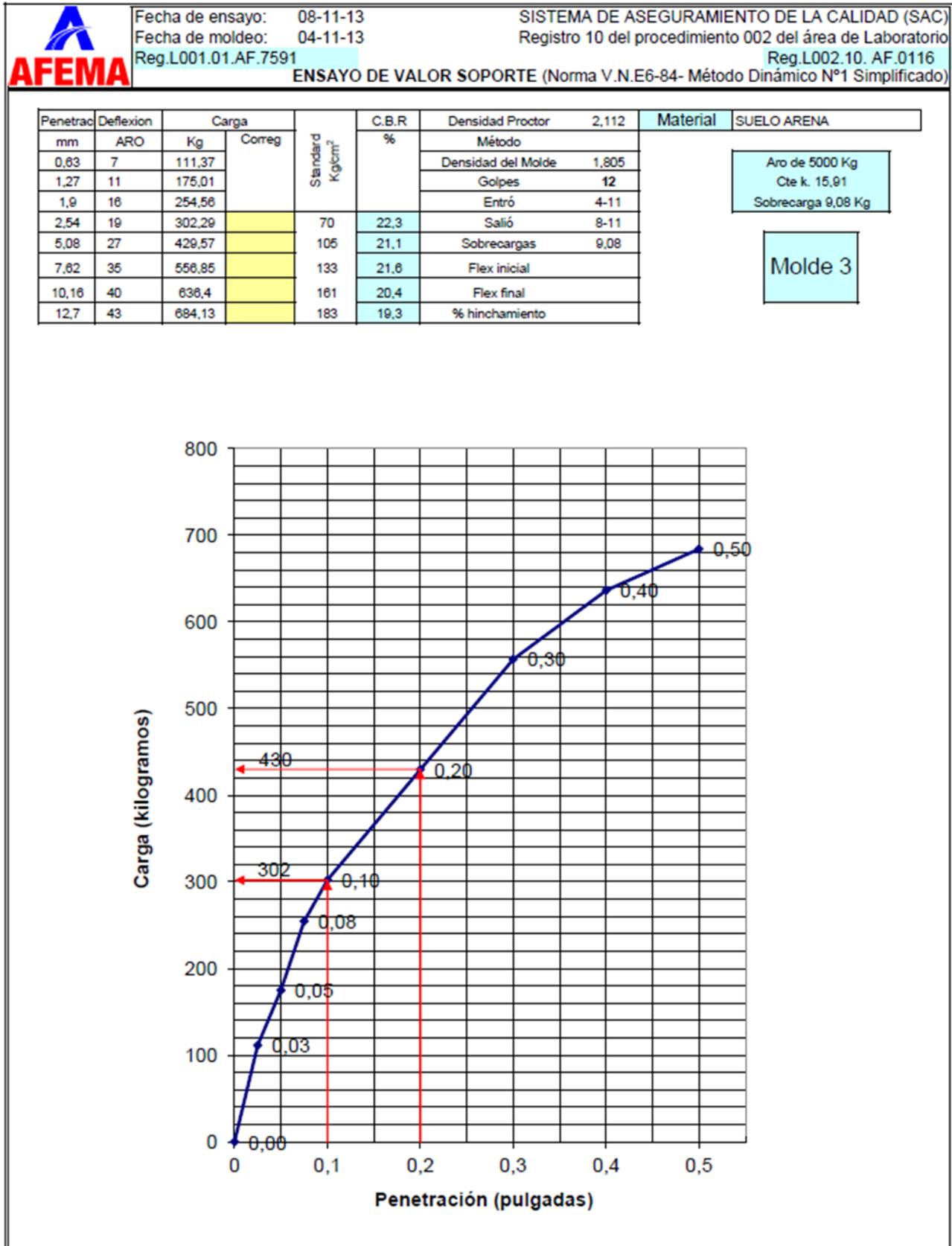


Figura 6.22 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 8 de 9.

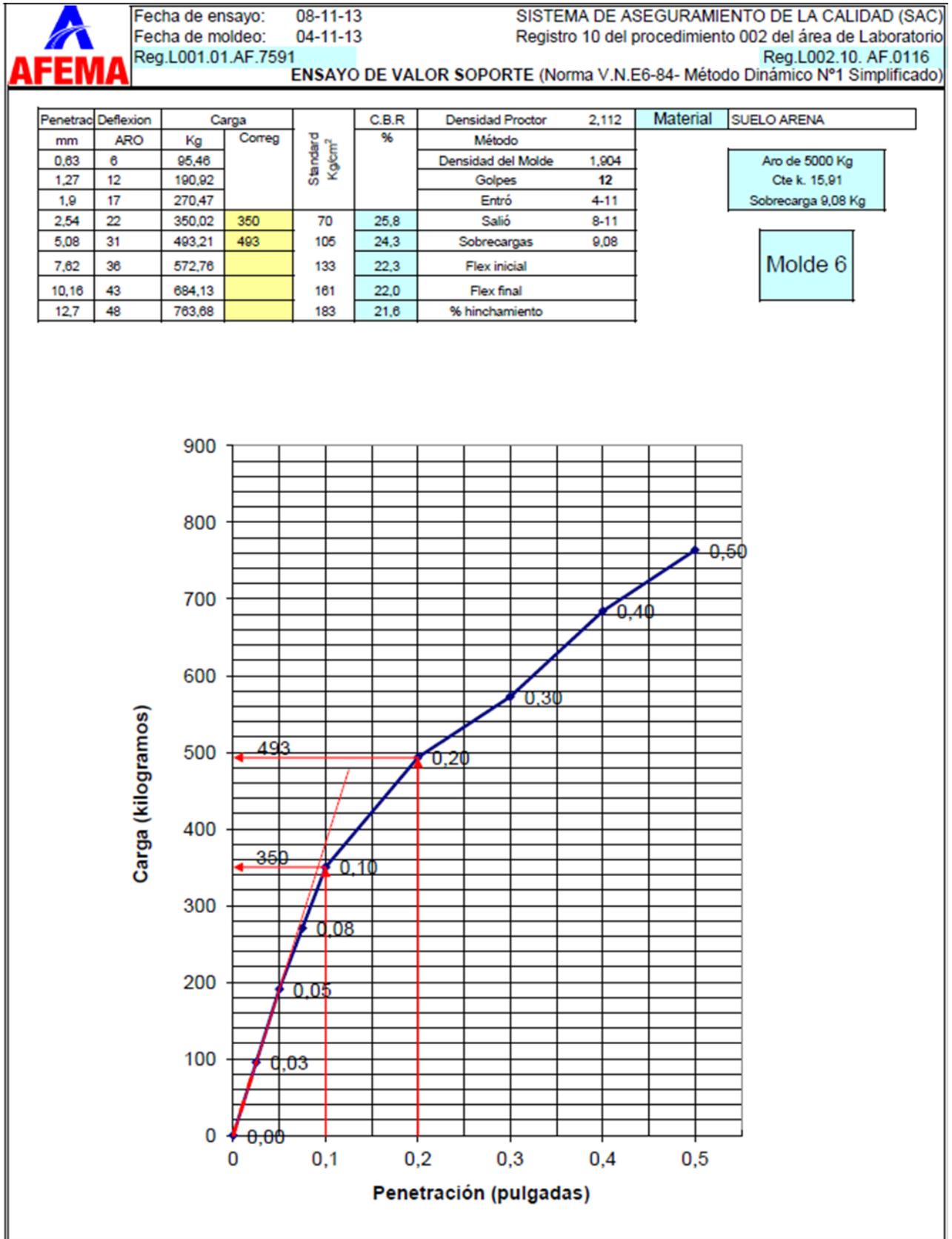


Figura 6.23 Resultado del ensayo de valor soporte del suelo arena, planilla 9 de 9.

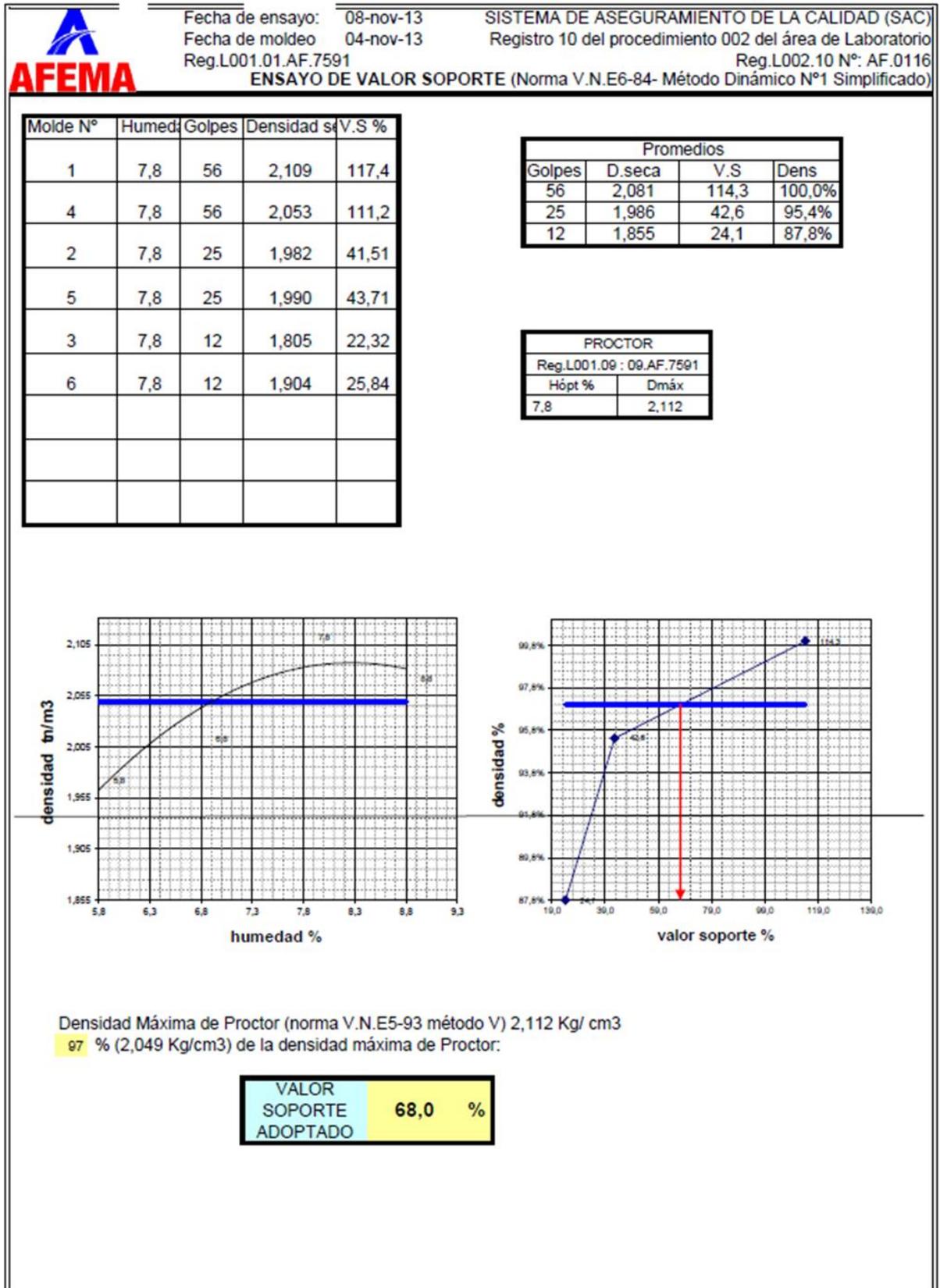


Figura 6.24 Resultado del ensayo Proctor del suelo arena.

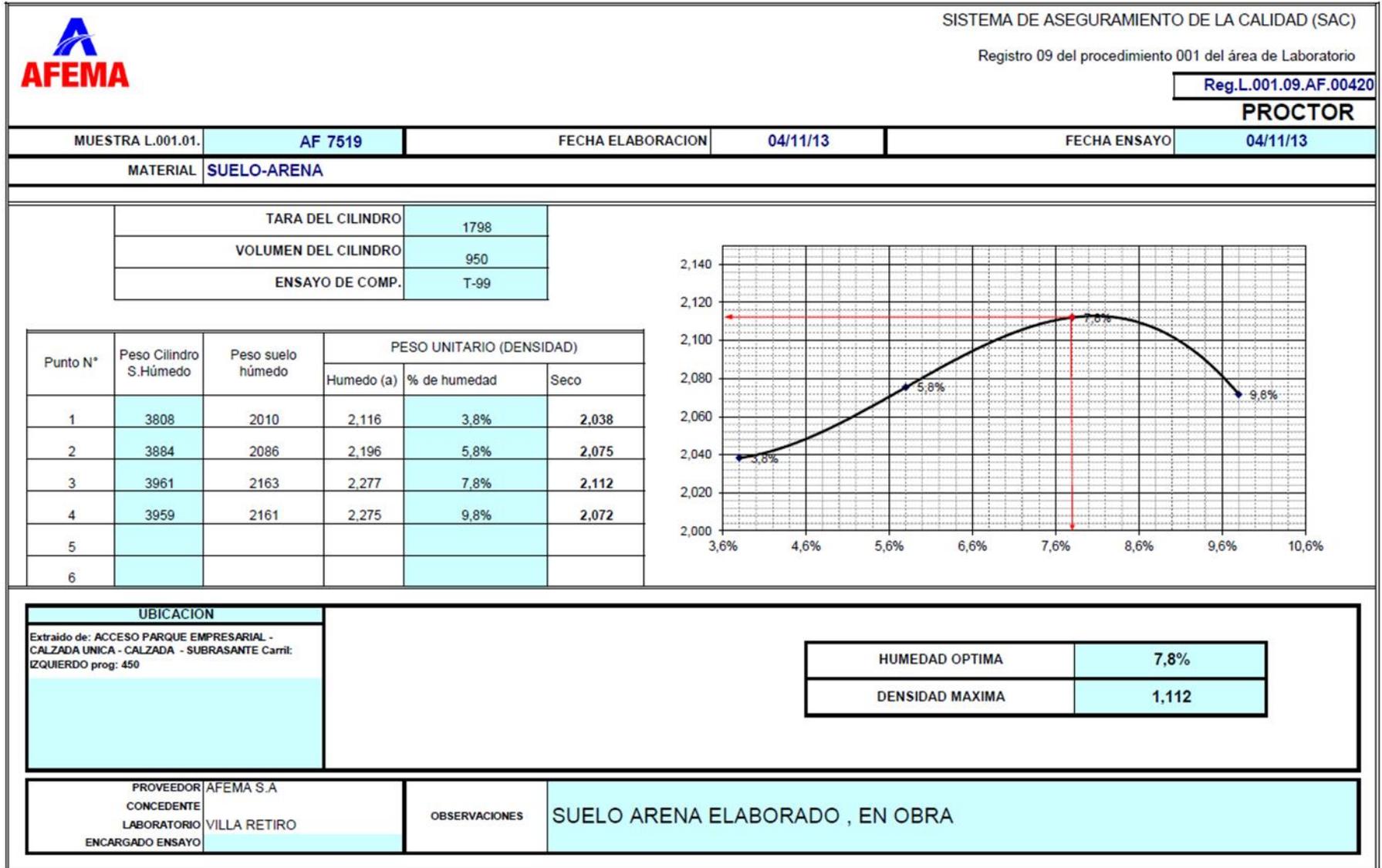


Figura 6.25 Resultado del ensayo de control de compactación del suelo arena.

AFEMA S.A. Villa Retiro		Obra		Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio																	
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		Tramo																			
		Expediente																			
		CONCEDENTE:		DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD										DENSIDAD (metodo de la arena)							
Ubicación	Fecha	Esperos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			suelo húmedo	suelo seco	% de humedad	Arena total	Resto de arena	Cono	Diferencia	Peso esp arena	Volumen pozo	Peso húmedo Reten. 3/4	% ret. 3/4 en el pozo	Peso Especifico SsS	Volumen Retenido en 3/4	Densidad húmeda	Densidad seca	Densidad seca corregida	Proctor	Proctor corregido	% Densidad Obtenida
			PESAR	PESAR	(1-2) x 100		PESAR		4-6	1	7-8	PESAR	10/2 x 100 MAS DE 15% MENOR 15%		10/12	1/9	2/9	(2-10)/(9+3)			
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUB-BASE Carril: CENTRAL prog: 0-100 Reg.09103	06/11	15.0	2600	2414	7.7%	7000	4281	1152	1567	1.355	1156					2.248	2.088		2.112		98.8%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUB-BASE Carril: DERECHO prog: 0-100 Reg.09104	06/11	15.0	2019	1880	7.4%	7000	4618	1152	1230	1.355	908					2.224	2.071		2.112		98.1%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUB-BASE Carril: CENTRAL prog: 100-200 Reg.09105	06/11	15.0	2576	2387	7.9%	7000	4297	1152	1551	1.355	1145					2.250	2.086		2.112		98.8%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUB-BASE Carril: IZQUIERDO prog: 100-200 Reg.09106	06/11	15.0	1273	1182	7.7%	7000	5087	1152	761	1.355	562					2.267	2.105		2.112		99.6%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUB-BASE Carril: DERECHO prog: 200-300 Reg.09107	06/11	15.0	2120	1965	7.9%	7000	4569	1152	1279	1.355	944					2.246	2.082		2.112		98.6%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUB-BASE Carril: CENTRAL prog: 200-300 Reg.09108	06/11	15.0	2750	2549	7.9%	7000	4187	1152	1661	1.355	1226					2.243	2.079		2.112		98.4%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUB-BASE Carril: CENTRAL prog: 300-400 Reg.09109	08/11	15.0	2284	2119	7.8%	7000	4473	1152	1375	1.355	1015					2.251	2.088		2.112		98.9%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUB-BASE Carril: DERECHO prog: 300-400 Reg.09110	08/11	15.0	1696	1575	7.7%	7000	4834	1152	1014	1.355	748					2.266	2.104		2.112		99.6%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUB-BASE Carril: IZQUIERDO prog: 400-475 Reg.09111	08/11	15.0	1873	1737	7.8%	7000	4731	1152	1117	1.355	824					2.272	2.108		2.112		99.8%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - SUB-BASE Carril: DERECHO prog: 400-475 Reg.09122	08/11	15.0	2086	1937	7.7%	7000	4593	1152	1255	1.355	926					2.252	2.091		2.112		99.0%

Análisis de los resultados

La mezcla de suelo arena cumple con las exigencias de los pliegos. Como se puede apreciar, en este ítem ya se encuentran explícitas la resistencia estructural que debe satisfacer el material y a su vez el valor de plasticidad exigido es menor que para el terraplén. En este caso la resistencia la aportan los granos de la arena y el suelo cumple la función de fijar las partículas de la mezcla para que presente consistencia. La plasticidad obtenida en la mezcla es baja debido al poco contenido de suelo.

Los valores del ensayo control de compactación determinan que el material se encuentra en obra con una densidad y humedad correctas.

6.4. Base granular

La definición de esta capa es la misma que la de subbase granular, con la diferencia de que esta se encuentra más cerca de la superficie a transitar, por lo tanto más próxima a las cargas aplicadas. Es por esto que la base granular presenta requerimientos estructurales mayores.

El material que se utiliza en este caso y generalmente en las obras de la zona, es el triturado 0-20, que se puede proveer desde la cantera directamente a obra, para colocarlo, humedecerlo y compactarlo. En la figura 6.26 se representa la colocación del triturado 0-20 en la zona de trabajo.

En el caso del pavimento rígido, sobre la subrasante se coloca una capa granular, que puede ser mejorada con ligante de ser necesario, y sobre ésta la losa de hormigón. Esto ocurre debido a que las bases granulares en estos pavimentos prácticamente no cumple funciones estructurales, ya que estas son absorbidas por la losa. En cambio, dichas capas trabajan sobre el drenaje y la protección contra las heladas.

Figura 6.26 Colocación de triturado 0-20 en obra.



Condiciones a cumplir

- La granulometría de la mezcla debe respetar los entornos indicados en la siguiente tabla:

Tabla 6.2 Granulometría que debe cumplir la mezcla de material destinada a base granular.

TAMIZ	% PASANTE	
	CURVA A	CURVA B
1 1/4"	100	100
1"	85	100
3/4"	70	85
3/8"	50	70
N° 4	35	75
N° 10	25	45
N° 40	15	25
N° 200	3	10

Las tolerancias de la fórmula de obra son las mismas que para subbase granular.

- Límite líquido: < de 25 %.
- Índice plástico: < de 6.
- Valor soporte: > de 80 %.
- Sales totales: < de 1,5 %.
- Sulfatos: < de 0,5 %.
- Las densidades de obra, referidas porcentualmente a la máxima del ensayo Proctor, deberán ser mayores a 98%.

Las consideraciones que se tienen en cuenta con respecto a cada ensayo son las mismas que las citadas para subbase granular.

A continuación se presenta una imagen donde figura parte del equipo para realizar el ensayo de índice de plasticidad. Luego otra imagen permite ver el molde donde se compacta la muestra para realizar el ensayo de determinación del valor soporte.

Figura 6.27 Equipo para realizar el ensayo de índice de plasticidad.



Figura 6.28 Equipo para realizar el ensayo de determinación del valor soporte.



Resultados de los ensayos

A continuación se exponen planillas con los resultados obtenidos de los ensayos para el material que se utilizó en la obra.

Figura 6.29 Resultado del ensayo de granulometría del triturado 0-20.

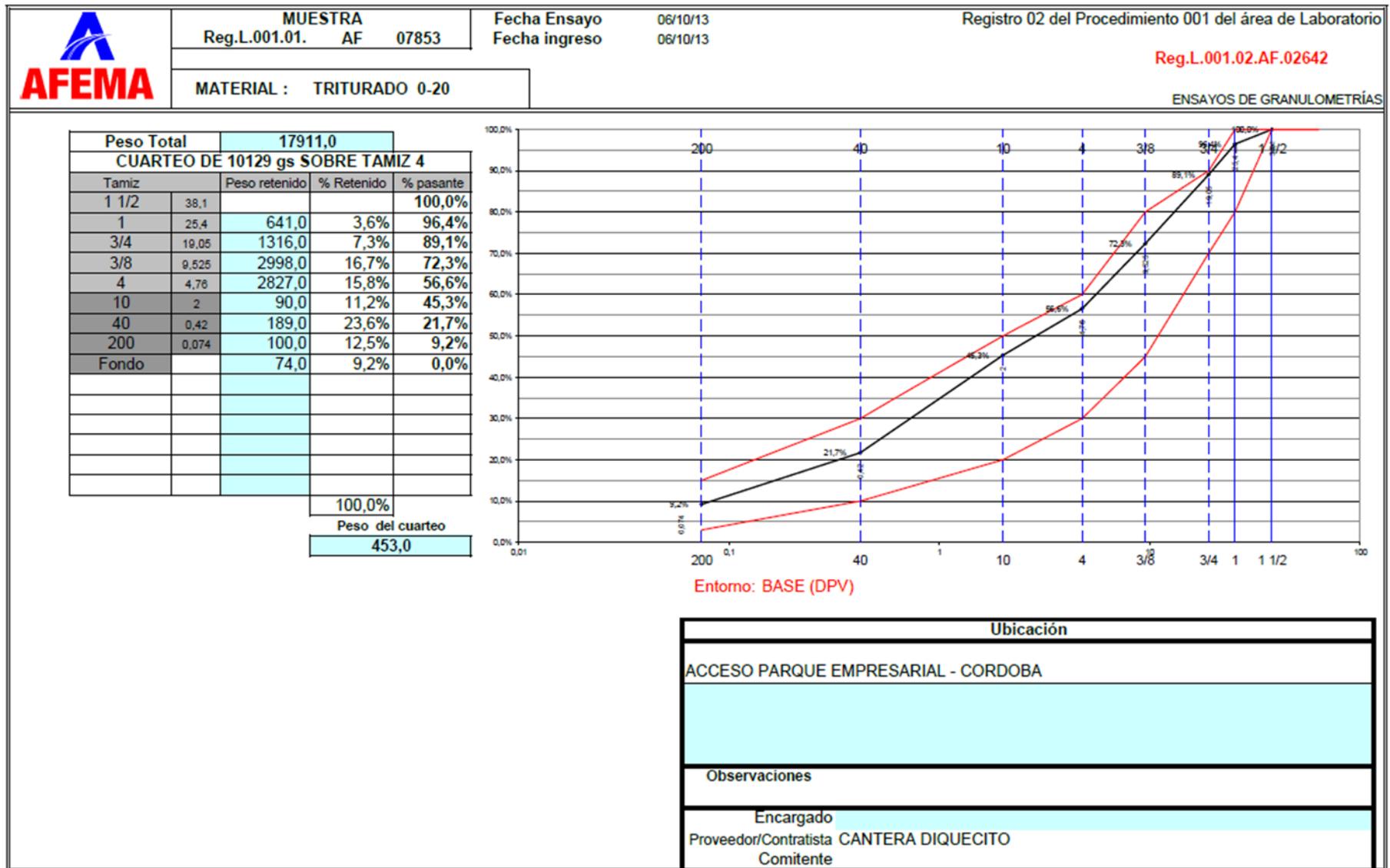
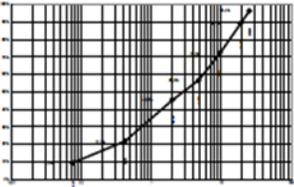


Figura 6.30 Resultado del ensayo de plasticidad del triturado 0-20.

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 32 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.001.32.AF.00035																																								
	PLASTICIDAD																																								
MUESTRA L.001.01.	AF	05813	FECHA ELABORACION	06/10/13	FECHA ENSAYO	06/10/13																																			
MATERIAL	Triturado 0-20																																								
<table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>L LIQUIDO</th> <th>L PLASTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso filtro N°</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Pf + suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">35,1</td> <td style="text-align: center;">43</td> </tr> <tr> <td>Pf + suelo seco</td> <td style="text-align: center;">32,1</td> <td style="text-align: center;">39,6</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">3,4</td> </tr> <tr> <td>Pesafiltro</td> <td style="text-align: center;">18,1</td> <td style="text-align: center;">21,3</td> </tr> <tr> <td>Peso seco</td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">18,3</td> </tr> <tr> <td>N° de golpes</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Limites %</td> <td style="text-align: center;">21,4%</td> <td style="text-align: center;">18,6%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tamiz</th> <th>% pasante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° 10</td> <td style="text-align: center;">45,3%</td> </tr> <tr> <td>N° 40</td> <td style="text-align: center;">21,7%</td> </tr> <tr> <td>N° 200</td> <td style="text-align: center;">9,2%</td> </tr> </tbody> </table>								L LIQUIDO	L PLASTICO	Peso filtro N°	4	5	Pf + suelo humedo	35,1	43	Pf + suelo seco	32,1	39,6	Agua	3	3,4	Pesafiltro	18,1	21,3	Peso seco	14	18,3	N° de golpes	25		Limites %	21,4%	18,6%	Tamiz	% pasante	N° 10	45,3%	N° 40	21,7%	N° 200	9,2%
	L LIQUIDO	L PLASTICO																																							
Peso filtro N°	4	5																																							
Pf + suelo humedo	35,1	43																																							
Pf + suelo seco	32,1	39,6																																							
Agua	3	3,4																																							
Pesafiltro	18,1	21,3																																							
Peso seco	14	18,3																																							
N° de golpes	25																																								
Limites %	21,4%	18,6%																																							
Tamiz	% pasante																																								
N° 10	45,3%																																								
N° 40	21,7%																																								
N° 200	9,2%																																								
UBICACION		Resultados																																							
Extraído de: ACCESO A PARQUE EMPRESARIAL		Material tipo: Fragmentos de Roca-Grava-Arenas			INDICE DE PLASTICIDAD 2,9%																																				
		Clasificacion HRB: A-1a			INDICE DE GRUPO 0																																				
PROVEEDOR	CANTERA DIQUECITO																																								
CONCEDENTE	DIRECCION PROVINCIAL DE VI																																								
LABORATORIO																																									
ENCARGADO ENSAYO																																									

Figura 6.31 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 1 de 8.

	Fecha de ensayo: 08-11-13 Fecha de moldeo: 04-11-13 Reg.L001.01.AF.7608		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 10 del procedimiento 002 del área de Laboratorio Reg.L002.10. AF.00117														
	ENSAYO DE VALOR SOPORTE (Norma V.N.E6-84- Método Dinámico N°1 Simplificado)																
	GRANULOMETRIA Reg.L001.02 : 02.AF.03101 PESO TOT 10000 25,4 mm 96,4% 19,0 mm 89,1% 9,5 mm 72,0% 4,76 mm 56,6% 2,00 mm 45,3% 0,42 mm 21,7% 0,074 mm 9,2%	Aro de 5000 Kg Cte k. 15,91 Sobrecarga 9,08 Kg		Molde N°	Golpes	Peso M+S+A Molde S+A			VOL MOLDE	DENSIDAD HUMEDA	HUMED %	DENSIDAD SECA	ALT PROB	HINCHAMIENTO 1Dia 2Dia 3Dia 4Dia			
			1	56	11497	6377	5120	2124	2,411	4,8	2,300						
			2	56	11378	6312	5066	2116	2,394	4,8	2,284						
			3	25	11300	6283	5017	2136	2,349	4,8	2,241						
			4	25	11385	6411	4954	2123	2,333	4,8	2,227						
			5	12	10274	6171	4103	2141	1,916	4,8	1,829						
			6	12	10931	6337	4594	2128	2,159	4,8	2,060						

Standard Kg/cm ²				70				105				133				161				183				V.S
mm	0,63	1,27	1,90	2,54				5,08				7,62				10,16				12,70				
N°	Dial	Dial	Dial	Dial	Carga	C.corr	%	Dial	Carga	C.corr	%	Dial	Carga	C.corr	%	Dial	Carga	C.corr	%	Dial	Carga	C.corr	%	
1	15	26	39	66	1050	1446	106,8	130	2068	2266	111,5	162	2577		100,2	173	2752		88,4	181	2880		81,3	111,5
2	11	20	30	58	923	1406	103,8	121	1925	2171	106,9	153	2434		94,6	170	2705		86,8	181	2880		81,3	106,9
3	10	19	27	38	605	875	64,6	93	1480	1701	83,7	138	2196		85,3	161	2562		82,2	173	2752		77,7	83,7
4	11	19	29	40	636	939	69,3	99	1575	1780	87,6	139	2211		85,9	158	2514		80,7	177	2816		79,5	87,6
5	5	10	15	20	318	318	23,5	38	605	605	29,8	55	875,1		34,0	63	1002		32,2	70	1114		31,5	29,8
6	6	12	17	24	382	420	31,0	41	652	689	33,9	57	906,9		35,2	65	1034		33,2	72	1146		32,4	33,9

PROCTOR Reg.L001.09.09.AF.00423 Hópt % 4,8 Dmáx 2,301		PLASTICIDAD Reg.001.PL :32.AF.XXXX L.L L.P I.P H.R.B		VALOR SOPORTE ADOPTADO AL 97 % (2.232 Kg/cm3) de la 84,0 % densidad máxima de Proctor:	
---	--	---	--	--	--

PROVEEDOR AFEMA S.A. CONTRATISTA LABORATORIO Villa Retiro ENC. DE ENSAYO Nahuel	Ubicación Acceso Parque Empresarial, CALZADA UNICA, CALZADA, BASE,	Observacion
--	--	--------------------

Figura 6.32 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 2 de 8.

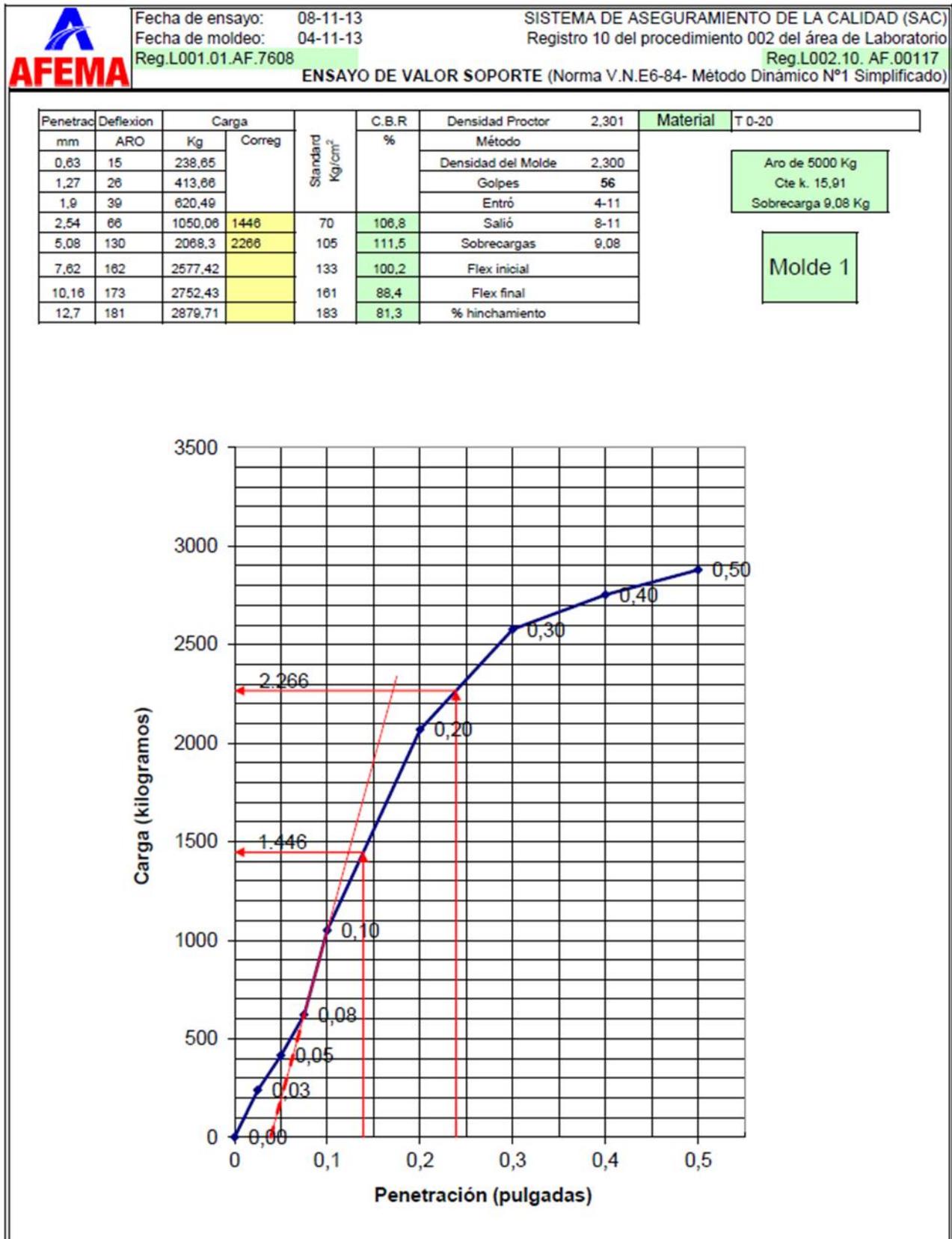


Figura 6.33 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 3 de 8.

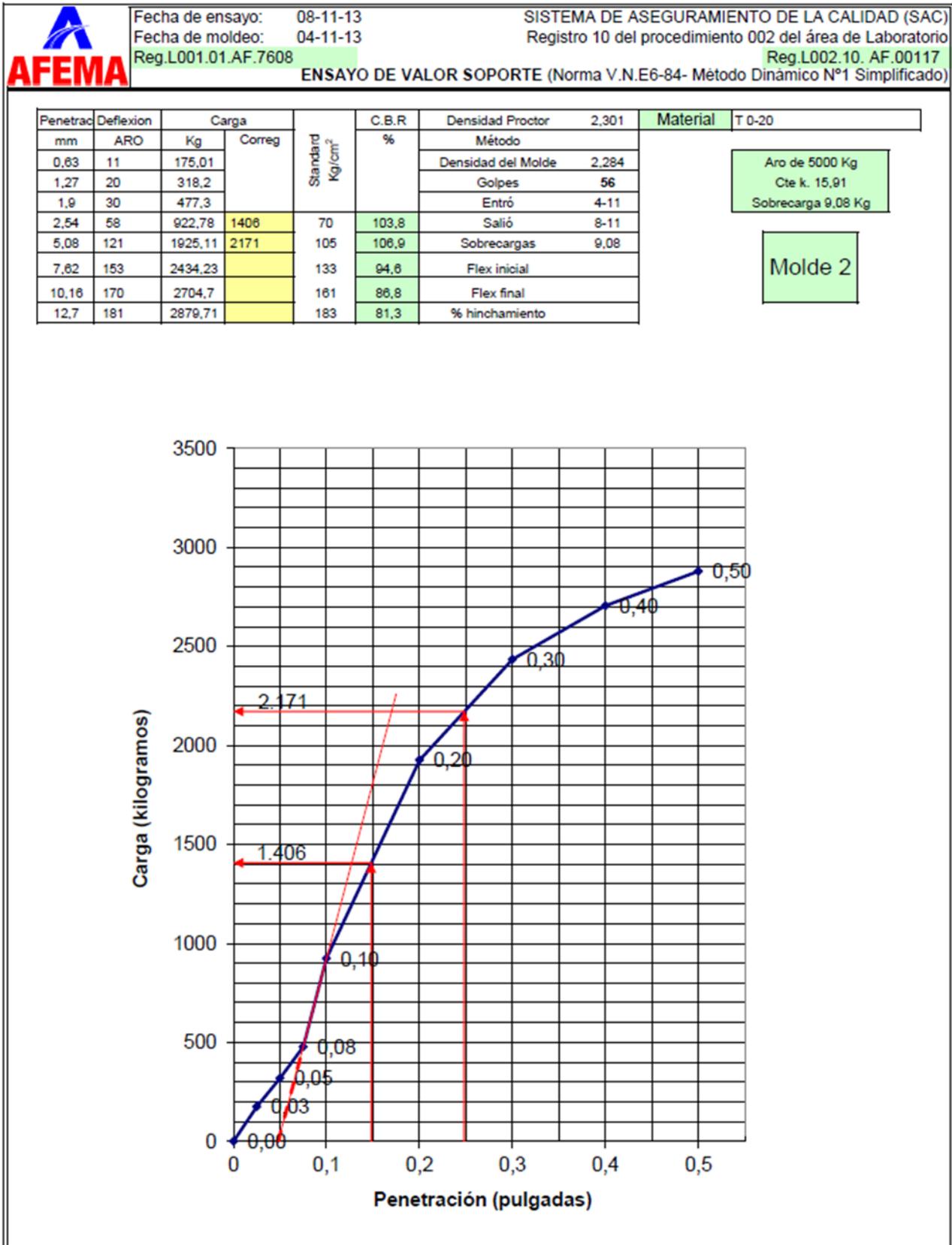


Figura 6.34 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 4 de 8.

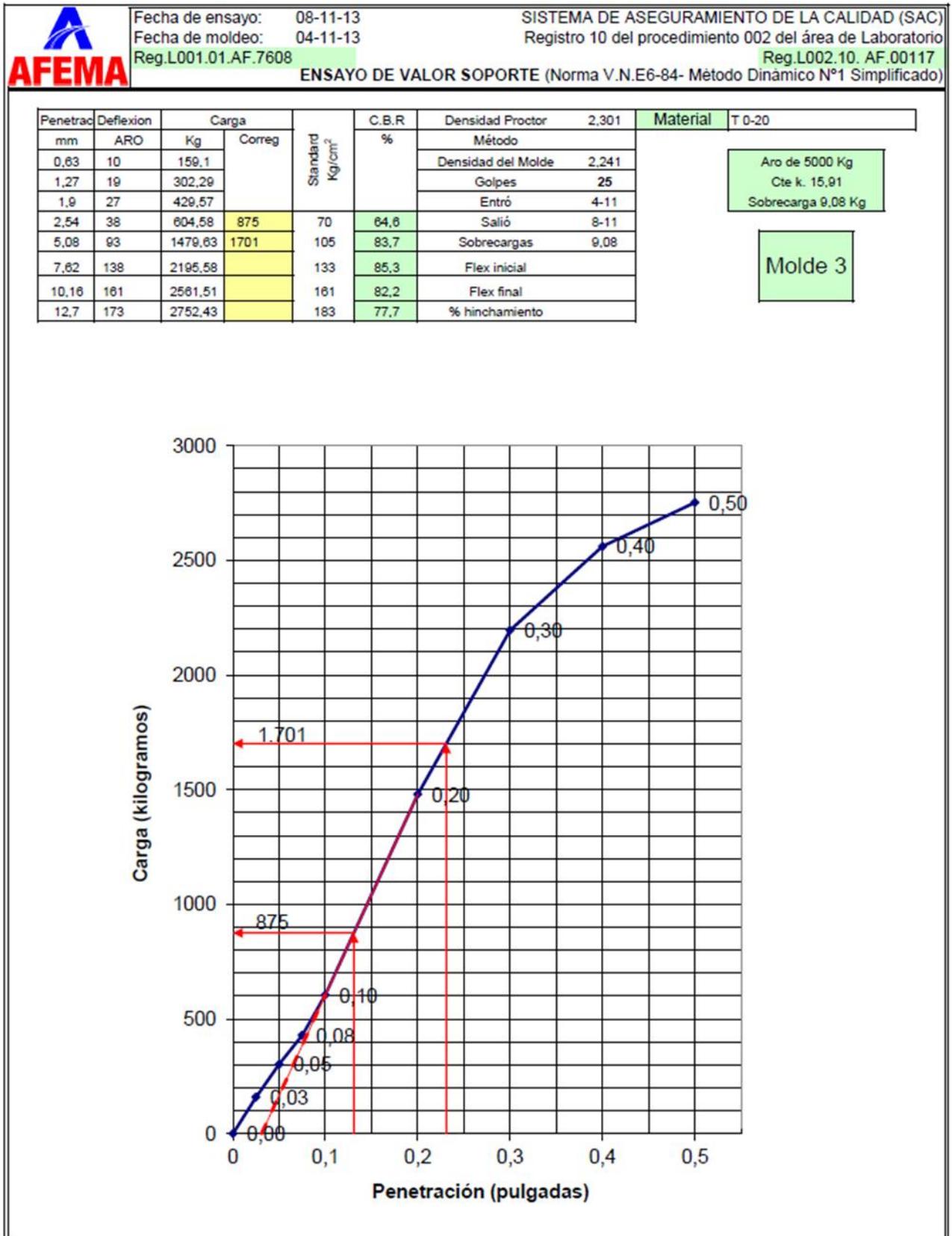


Figura 6.35 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 5 de 8.

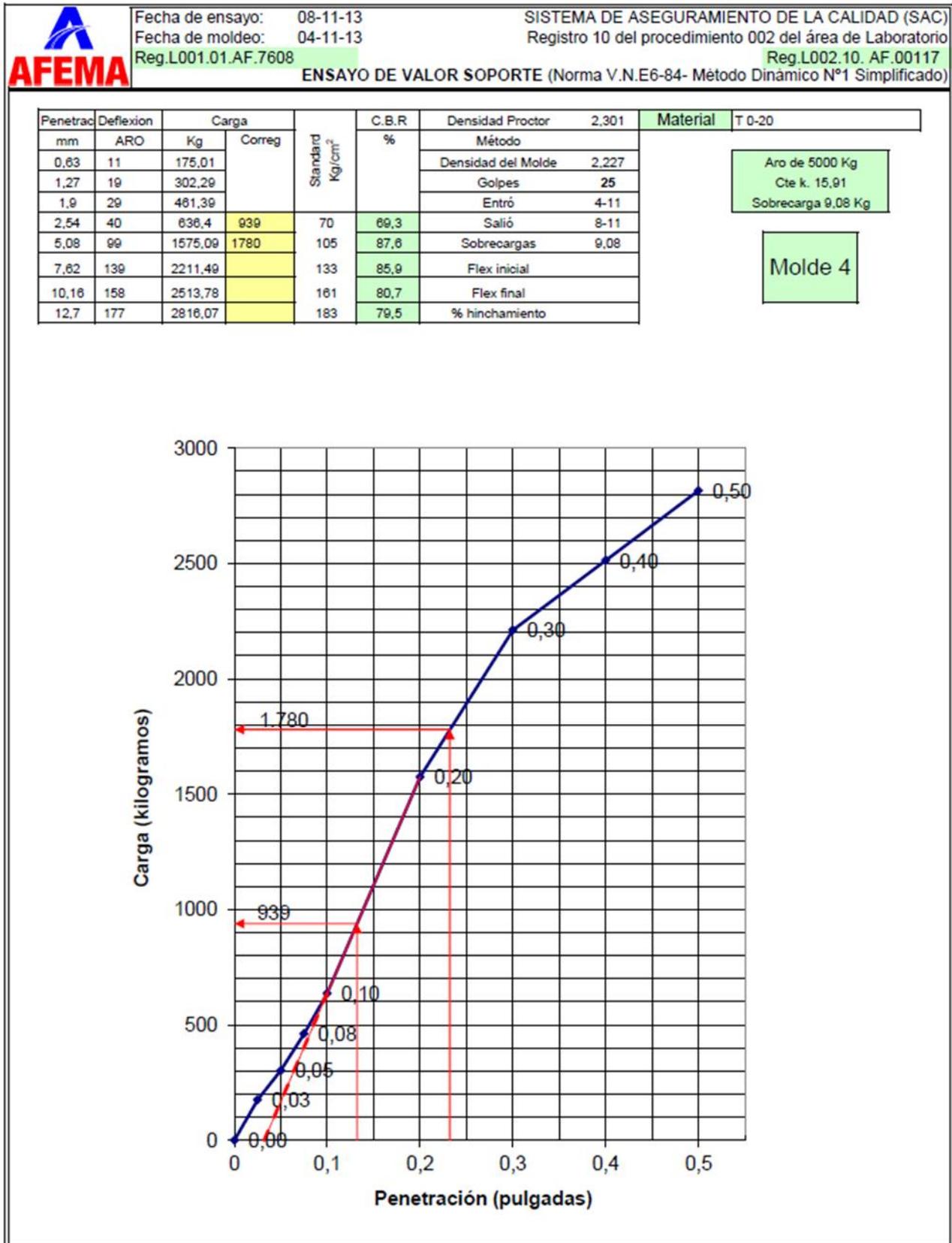


Figura 6.36 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 6 de 8.

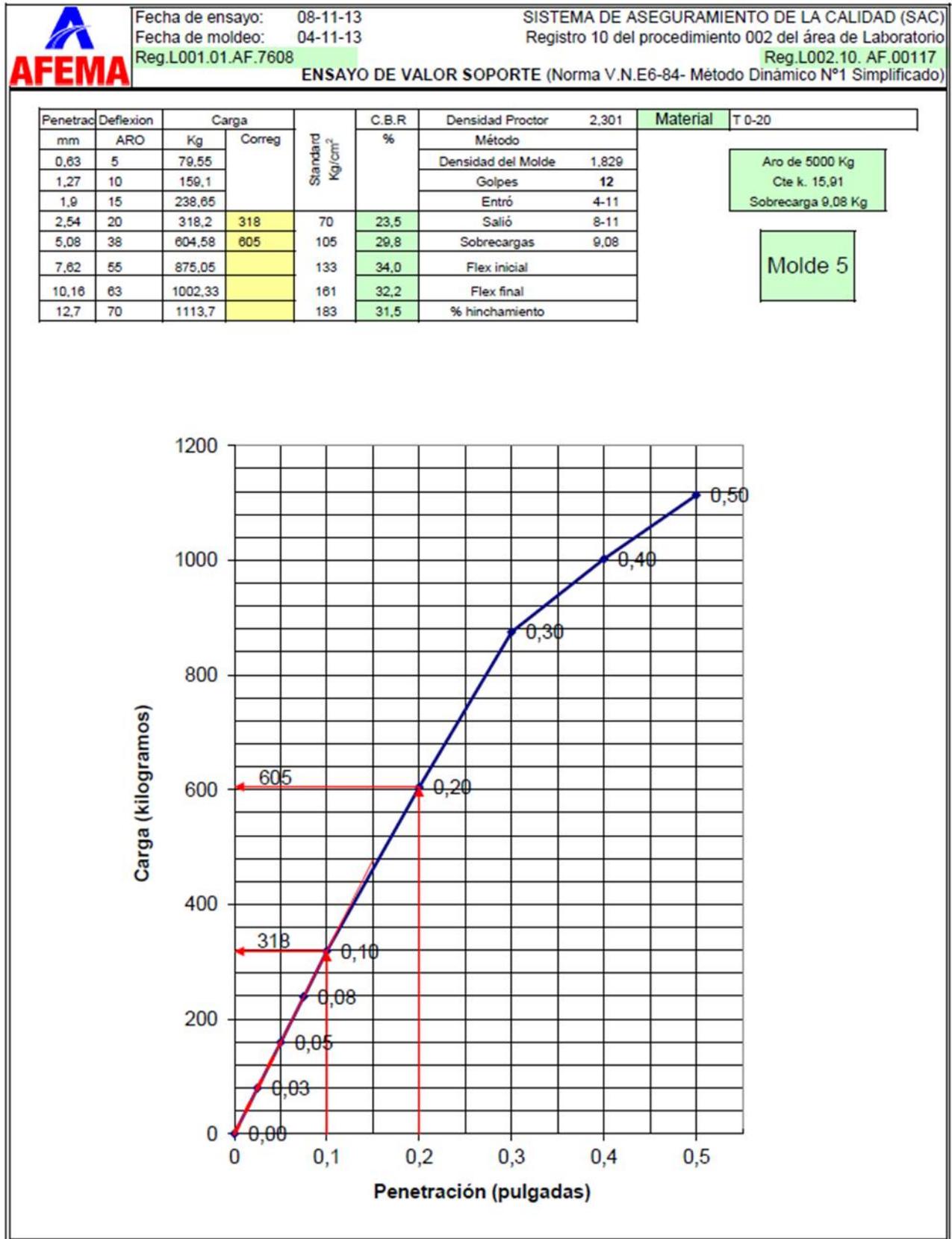


Figura 6.37 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 7 de 8.

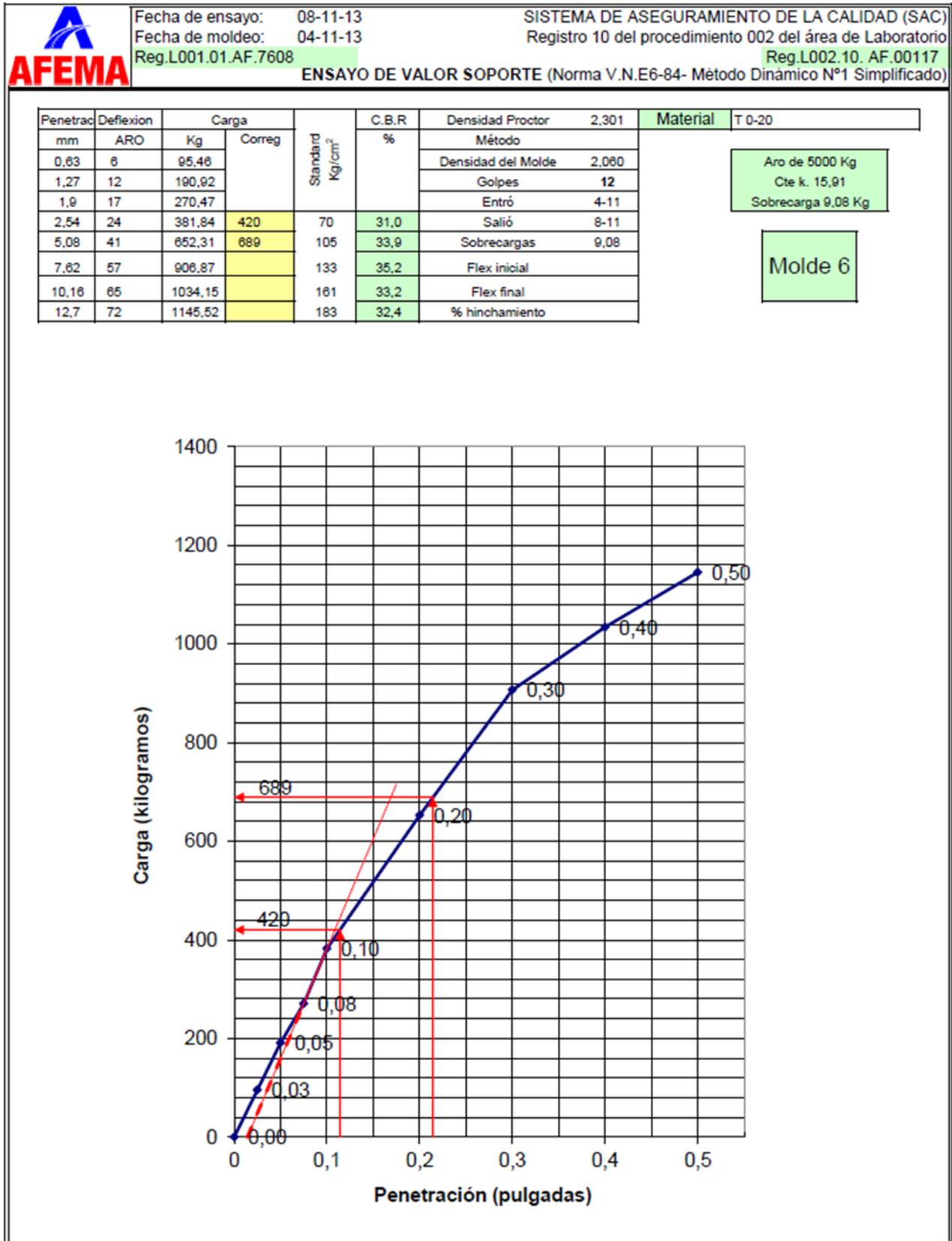


Figura 6.38 Resultado del ensayo de valor soporte del triturado 0-20, planilla 8 de 8.

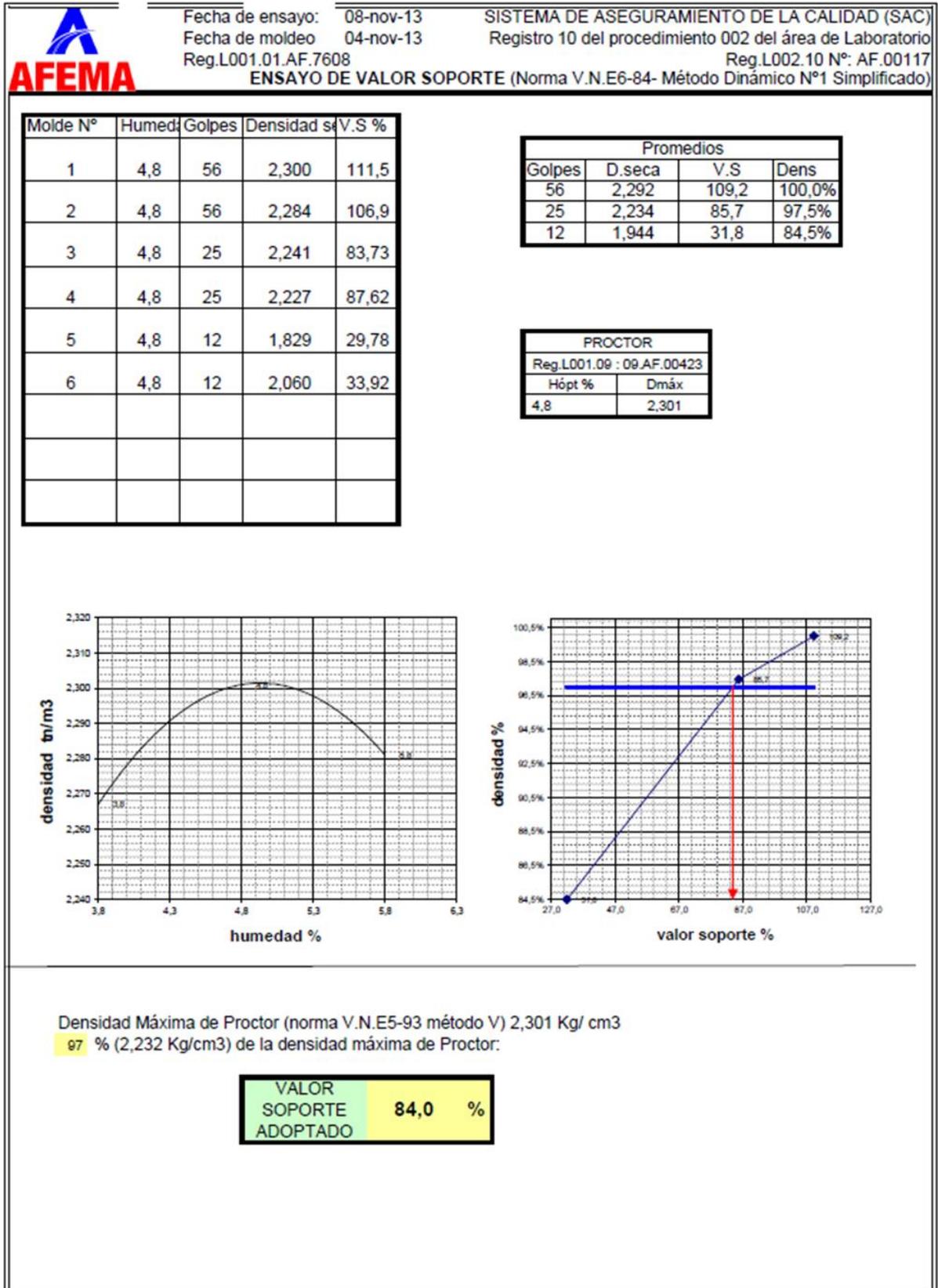


Figura 6.39 Resultado del ensayo Proctor del triturado 0-20.

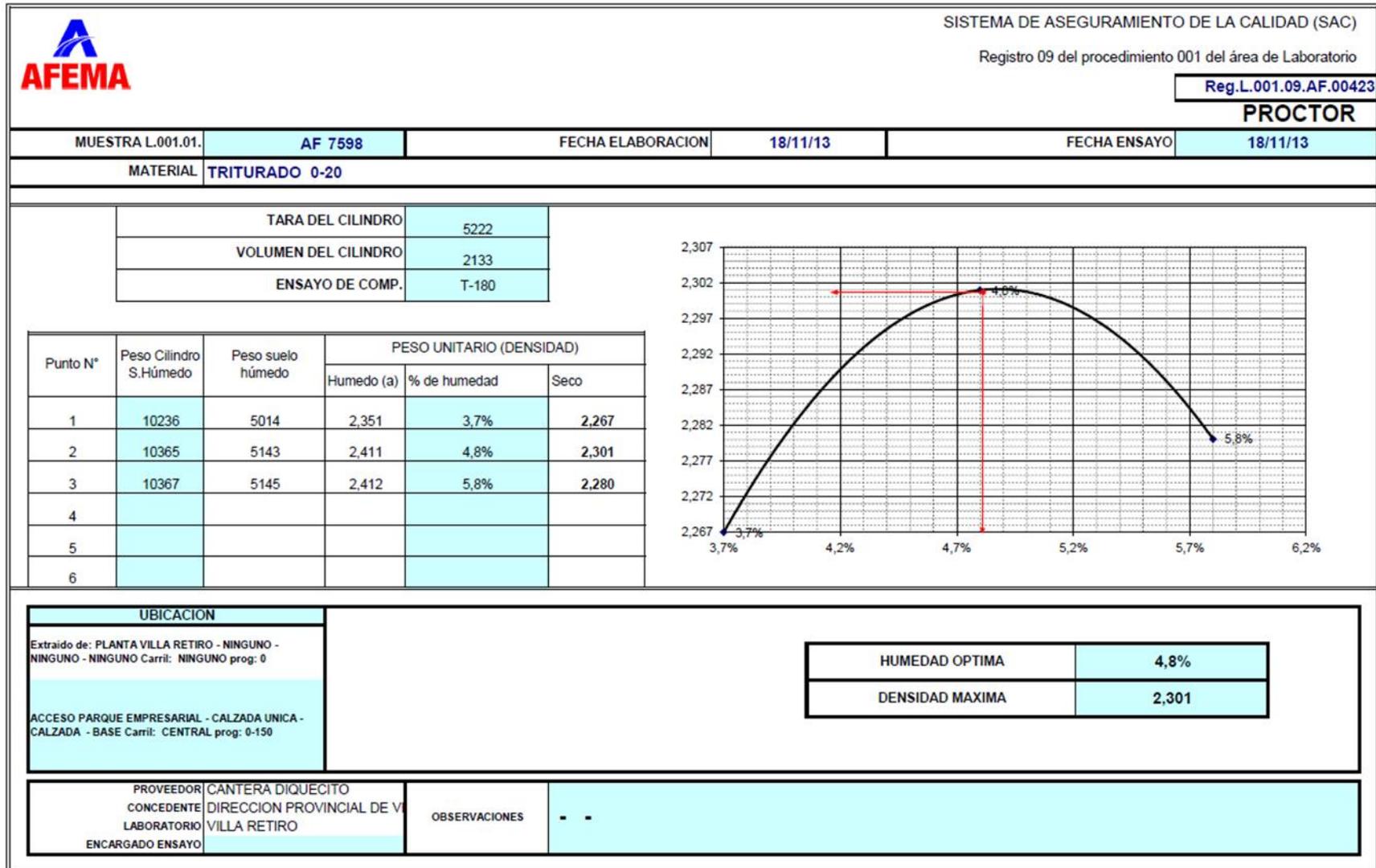


Figura 6.40 Resultado del ensayo de control de compactación del triturado 0-20.

AFEMA S.A. Villa Retiro		Obra		Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio																	
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		Tramo																			
		Expediente																			
		CONCEDENTE:		DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD										DENSIDAD (metodo de la arena)							
Ubicación	Fecha	Esperos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			suelo húmedo	suelo seco	% de humedad	Arena total	Resto de arena	Cono	Diferencia	Peso esp arena	Volumen pozo	Peso húmedo Reten. 3/4	% ret. 3/4 en el pozo	Peso Especifico SsS	Volumen Retenido en 3/4	Densidad húmeda	Densidad seca	Densidad seca corregida	Proctor	Proctor corregido	% Densidad Obtenida
			PESAR	PESAR	(1-2)*100		PESAR		4-5-6	1	7-8	PESAR	10/2 x 100 MAS DE 15% MENOS 15%		10/2	1/9	2/9	(2-15)/(9-13)			
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - BASE Carril: CENTRAL prog: 0-100 Reg.09112	15/11	20.0	2400	2292	4.7%	7000	4472	1152	1376	1.355	1015					2.363	2.257		2.301		98.1%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 0-100 Reg.09113	15/11	20.0	1541	1470	4.8%	7000	4972	1152	876	1.355	646					2.384	2.274		2.301		98.8%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - BASE Carril: DERECHO prog: 100-200 Reg.09114	15/11	20.0	1793	1714	4.6%	7000	4832	1152	1016	1.355	750					2.391	2.286		2.301		99.4%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - BASE Carril: CENTRAL prog: 100-200 Reg.09115	15/11	20.0	1281	1221	4.9%	7000	5124	1152	724	1.355	534					2.397	2.285		2.301		99.3%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - BASE Carril: CENTRAL prog: 200-300 Reg.09116	16/11	20.0	1775	1699	4.5%	7000	4833	1152	1015	1.355	749					2.370	2.268		2.301		98.5%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - BASE Carril: DERECHO prog: 200-300 Reg.09117	16/11	20.0	1956	1866	4.8%	7000	4730	1152	1118	1.355	825					2.371	2.262		2.301		98.3%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 300-400 Reg.09118	16/11	20.0	2769	2657	4.2%	7000	4278	1152	1570	1.355	1159					2.390	2.293		2.301		99.7%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - BASE Carril: DERECHO prog: 300-400 Reg.09119	16/11	20.0	1518	1446	5.0%	7000	4987	1152	861	1.355	635					2.389	2.275		2.301		98.9%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - BASE Carril: CENTRAL prog: 400-475 Reg.09120	16/11	20.0	1447	1381	4.8%	7000	5023	1152	825	1.355	609					2.377	2.268		2.301		98.6%
ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA - BASE Carril: DERECHO prog: 400-475 Reg.09121	16/11	20.0	2791	2671	4.5%	7000	4263	1152	1585	1.355	1170					2.386	2.283		2.301		99.2%

Análisis de los resultados

El triturado 0-20 cumple con las exigencias correspondientes para ser utilizado como base granular. El valor soporte obtenido en el ensayo es mayor que el correspondiente al suelo arena, esto se debe a la presencia de la piedra contenida en el árido.

El valor soporte supera por poco el valor mínimo requerido, esto se debe a que la granulometría del agregado determina que, dentro de los entornos a cumplir, el triturado posee mayor proporción de material fino.

El ensayo del cono de arena expresa que la base se encuentra compactada en forma correcta.

6.5. Riegos asfálticos

Los riegos que se ejecutan para esta obra son imprimación de base granular y riego de liga de carpeta asfáltica.

Riego de imprimación: Consiste en la aplicación de un ligante fluido sobre una superficie de material granular con el objetivo de preparar la superficie de apoyo y de contribuir a la sujeción, de la capa bituminosa o tratamiento superficial posterior.

Riego de liga: Se aplica sobre un riego de imprimación o sobre capas asfálticas, su función es vincular una capa del paquete del pavimento con una de mezcla asfáltica.

El material que se utiliza para dichas tareas en este caso es la emulsión asfáltica. En el anexo A.2. se encuentra una descripción sobre el modo en que se obtiene y alguna de las funciones de este derivado del petróleo. La siguiente imagen muestra un camión con el equipo necesario para realizar la colocación de la emulsión.

Figura 6.41 Ejecución de riegos asfálticos.



Condiciones a cumplir

Antes de ejecutar cualquier riego la superficie correspondiente deberá estar perfectamente limpia para lo cual se efectúan los barridos y otras operaciones necesarias para asegurar dicha condición. A tales efectos se suele usar una barredora sopladora.

El control de la ejecución de los riegos se realiza a través del Ensayo VN-E-29-68 “Control de uniformidad de riegos de materiales bituminosos”. En las especificaciones se proponen las siguientes cantidades a regar:

- Imprimación de base granular: 0,90 litro/m².
- Riego de liga de base negra: 0,3 litro/m².
- Riego de liga de carpeta asfáltica: 0,3 litro/m².

El ensayo correspondiente no se realizó para el presente informe porque escapa a los principales temas a tratar. Sin embargo se menciona ya que son relevantes estas tareas en la construcción del pavimento.

6.6. Carpeta de rodamiento de pavimento flexible: mezcla asfáltica

La superficie de un pavimento asfáltico expuesta al tránsito vehicular debe ser diseñada para tener resistencia a la deformación y proveer una determinada rugosidad, debe ser impermeable y con una pendiente necesaria de tal forma que escurra el agua hacia los costados del camino, para de esta manera proteger la estructura entera del pavimento asfáltico de los efectos erosivos de la humedad. Esta capa debe resistir el desgaste ocasionado por el tránsito y conservar las propiedades antideslizantes necesarias. Además debe estar ligada a la capa que está por debajo de ella.

Los materiales que se utilizan para esta obra en la mezcla asfáltica son cemento asfáltico, triturado 6-19, triturado 0-6 y arena silíceo.

Las imágenes que se encuentran a continuación muestran algunos de los equipos que forman parte del proceso constructivo de la carpeta de rodadura del pavimento flexible.

Figura 6.42 Cargadora frontal.



Figura 6.43 Planta asfáltica.



Figura 6.44 Batea y terminadora.



Figura 6.45 Compactadores.



Condiciones a cumplir

1 - Materiales a emplear:

Piedra Triturada:

- Tipo: 1/4" a 3/4".
- Desgaste: igual o menor de 30%, correspondiente al ensayo de desgaste Los Ángeles, Norma IRAM 1532. Este será efectuado sobre pastón seco a la salida del horno de secado.
- Cubicidad: Mayor de 0,50 - Ensayo V.N.-E.16-67
- Deberá cumplimentar con la determinación de Absorción y Durabilidad (IRAM 1525)

Arena de Trituración (0-6 mm):

El material deberá cumplir con las siguientes exigencias:

- a) Provenirá de la trituración de rocas sanas, con desgaste menor a 30 % (IRAM 1532).
- b) Ser de una granulometría tal que junto con los otros componentes inertes de la mezcla haga cumplir el entorno granulométrico establecido para la capa.
- c) La plasticidad de la fracción pasante tamiz 200 y por vía húmeda no debe superar el 10 % y la fracción pasante tamiz 40 no debe superar el 4 %.

Arena Silíceo:

La arena silíceo a proveer deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- a) Sales Totales: menor a 1,5 %
- b) Sulfatos Solubles: menor a 0,5 % (Referidos al contenido de la mezcla en el pasante tamiz Nº 200).
- c) Granulometría: Deberá ser tal que compuesta con los demás elementos inertes de la mezcla haga cumplir el entorno granulométrico especificado para la capa.
- d) Debe ser de granos duros y sin sustancias perjudiciales.

Cemento Asfáltico:

En el anexo A.1. se encuentra una breve descripción sobre cómo se elabora este material y algunas de sus características que permiten su aplicación en este rubro.

El cemento asfáltico será del tipo 70-100 de penetración. Será homogéneo, libre de agua, no formará espuma al ser calentado a 170° C, cumplirá con las Normas IRAM 6604 (Tipo III) y con una Viscosidad a 60° C mínima de 800 y máxima de 1600 según norma IRAM 6836/37.

La figura 6.46 expone los recipientes en los cuales se manipula el cemento asfáltico a diferentes temperaturas. Luego, la figura 6.47 presenta el equipo para realizar el ensayo de viscosímetro rotacional para el ligante bituminoso.

Figura 6.46 Recipientes de muestras de cemento asfáltico.



Figura 6.47 Viscosímetro rotacional para ensayar el cemento asfáltico.



2 - Granulometría:

Los límites granulométricos dentro de los cuales deberá encuadrarse la mezcla de los agregados minerales de la “fórmula de obra” serán los siguientes:

Tabla 6.3 Granulometría que deben cumplir los áridos del concreto asfáltico grueso.

TAMIZ	% PASANTE
1"	100
3/4"	95-100
1/2"	75-95
3/8"	60-85
N° 4	40-60
N° 8	25-40
N° 40	8-19
N° 100	4-12
N° 200	2-8

La curva correspondiente a la mezcla de los agregados deberá ser cóncava y no presentar quiebres ni inflexiones.

Los áridos no deberán tener plasticidad, materia orgánica o impurezas, por lo que el Contratista deberá prever su posible lavado de ser necesario.

Se deja constancia, debido a que la granulometría de los áridos puede variar, que el Contratista corregirá en todo momento la mezcla de obra, a los fines de cumplir las especificaciones establecidas.

En la Fórmula de Obra del Contratista, la Arena Silíceo no intervendrá en más del 25 %.

3 – Relación filler-betún:

$$\frac{C}{C_s} \leq 1$$

Siendo:

C: Concentración en volumen del filler en el sistema “filler-betún” (considerándose filler a la fracción de la mezcla de áridos que pasa el tamiz N° 200).

Cs: Concentración crítica de filler.

4 – Valores Marshall:

Los límites que se dan a continuación y que serán de cumplimiento para la mezcla asfáltica están referidos al Ensayo Marshall Norma VN-E9-86, de 75 golpes.

Estabilidad mínima: 800kg.

Fluencia: entre 2 y 4,5 mm.

Vacíos totales: entre 3 y 5 %.

Relación betún-vacíos: entre 70 y 85%.

Relación Estabilidad – Fluencia: mínimo 2100 kg/cm
máximo 4000 kg/cm

Estabilidad Residual: mayor o igual que 75%.

La figura 6.48 presenta las probetas del ensayo Marshall y la figura 6.49 expone la prensa en la cual dichas probetas son sometidas a compresión diametral.

Figura 6.48 Probetas Marshall.



Figura 6.49 Imagen prensa Marshall.



5 – Estabilidad remanente:

La mezcla bituminosa deberá responder a la exigencia del ensayo establecido en la Norma VN-E32-67 (Pérdida de la Estabilidad Marshall debido al efecto del agua).

6 – Control de la “Fórmula de Obra”:

Tolerancias granulométricas y del contenido de asfalto:

La “fórmula de obra” aprobada será controlada durante el proceso constructivo a los efectos de constatar si cumple con las especificaciones precedentes y con las tolerancias que se detallan a continuación:

6.1 - Tolerancias granulométricas de los agregados minerales:

- Desde el tamiz de mayor abertura al 3/8” (9 mm.) inclusive: +/- 5 %.
- Desde el tamiz N° 4 al N° 10 inclusive: +/- 4 %.
- Desde el tamiz N° 40 al N° 100 inclusive: +/- 3 %.
- Tamiz N° 200: +/- 2%.

6.2 – Tolerancia en el contenido de asfalto:

- Tolerancia porcentual: +/- 0,2%

7 – Exigencia de compactación

La densidad a obtener en obra no deberá ser inferior a 98% de la correspondiente al ensayo descrito en la Norma, “Ensayo Marshall” VN-E9-86

Resultados de los ensayos

Figura 6.50 Resultado del ensayo de desgaste Los Ángeles del triturado 6-19.

AFEMA S.A OBRAS VIALES		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 08 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.L.001.08.AF.00006																																																										
		DESGASTE LOS ANGELES																																																										
MUESTRA L.001.01.	AF	07502	FECHA ELABORACION	28/10/13	FECHA ENSAYO	31/10/13																																																						
MATERIAL	TRITURADO 6-19																																																											
GRADUACION: B																																																												
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">CANTIDAD DE MATERIAL TOMADO :</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5000</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>RETENIDO EN TAMIZ Nº 12 :</td> <td style="text-align: center;">3625</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>DIFERENCIA :</td> <td style="text-align: center;">1375</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>							CANTIDAD DE MATERIAL TOMADO :	5000					RETENIDO EN TAMIZ Nº 12 :	3625					DIFERENCIA :	1375																																								
CANTIDAD DE MATERIAL TOMADO :	5000																																																											
RETENIDO EN TAMIZ Nº 12 :	3625																																																											
DIFERENCIA :	1375																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESFERAS</th> <th>12</th> <th>11</th> <th>8</th> <th>6</th> </tr> <tr> <th>PASA</th> <th>RETIENE</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>1"</td> <td>1250</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>3/4"</td> <td>1250</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>1/2"</td> <td>1250</td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>3/8"</td> <td>1250</td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>Nº 3</td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 3</td> <td>Nº 4</td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 4</td> <td>Nº 8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5000</td> </tr> </tbody> </table>							ESFERAS		12	11	8	6	PASA	RETIENE	A	B	C	D	1 1/2"	1"	1250				1"	3/4"	1250				3/4"	1/2"	1250	2500			1/2"	3/8"	1250	2500			3/8"	Nº 3			2500		Nº 3	Nº 4			2500		Nº 4	Nº 8				5000
ESFERAS		12	11	8	6																																																							
PASA	RETIENE	A	B	C	D																																																							
1 1/2"	1"	1250																																																										
1"	3/4"	1250																																																										
3/4"	1/2"	1250	2500																																																									
1/2"	3/8"	1250	2500																																																									
3/8"	Nº 3			2500																																																								
Nº 3	Nº 4			2500																																																								
Nº 4	Nº 8				5000																																																							
UBICACION Extraído de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0 PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0		<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%; text-align: center; font-size: 24px;">Desgaste</td> <td style="width: 40%; text-align: center; font-size: 24px;">27,5%</td> </tr> </table>					Desgaste	27,5%																																																				
Desgaste	27,5%																																																											
PROVEEDOR	CANTERA DIQUESITO	OBSERVACIONES	MUESTRA DE ACOPIO - -																																																									
CONCEDENTE	DIRECCION PROVINCIAL DE V																																																											
LABORATORIO	VILLA RETIRO																																																											
ENCARGADO ENSAYO	DANIEL DE LA RUBIA																																																											

Figura 6.51 Resultado del ensayo de índice de lajosidad del triturado 6-19.

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 20 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.L.001.20.AF.00013																																																																	
	INDICE DE LAJOSIDAD																																																																	
AFEMA S.A	AF	07502	FECHA ELABORACION	28/10/13	FECHA ENSAYO	28/10/13																																																												
MATERIAL	TRITURADO 6-19																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Clase de Granulometria</th> <th rowspan="2">Porcentaje retenido R_i (>a 5%) (2)</th> <th rowspan="2">Peso de la muestra (> a 100)</th> <th colspan="2">Particulas que pasan por las ranuras</th> <th rowspan="2">$IL_i \times R_i$ (1)x(2)</th> </tr> <tr> <th>Peso P_i (gr)</th> <th>Porcentaje $W_i(1)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>2 1/2" - 2"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>2" - 1 1/2"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1 1/2" - 1"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>1" - 3/4"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>3/4" - 1/2"</td> <td>50,3</td> <td>1315</td> <td>400</td> <td>30,4%</td> <td>15,3</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>1/2" - 3/8"</td> <td>17,2</td> <td>304</td> <td>121</td> <td>39,8%</td> <td>6,8</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>3/8" - 1/4"</td> <td>25,3</td> <td>203</td> <td>84</td> <td>41,4%</td> <td>10,5</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">ΣR_i</td> <td>92,8</td> <td></td> <td></td> <td>Σ</td> <td>32,6</td> </tr> </tbody> </table>							Clase de Granulometria	Porcentaje retenido R_i (>a 5%) (2)	Peso de la muestra (> a 100)	Particulas que pasan por las ranuras		$IL_i \times R_i$ (1)x(2)	Peso P_i (gr)	Porcentaje $W_i(1)$	A	2 1/2" - 2"				-	B	2" - 1 1/2"				-	C	1 1/2" - 1"				-	D	1" - 3/4"				-	E	3/4" - 1/2"	50,3	1315	400	30,4%	15,3	F	1/2" - 3/8"	17,2	304	121	39,8%	6,8	G	3/8" - 1/4"	25,3	203	84	41,4%	10,5	ΣR_i		92,8			Σ	32,6
Clase de Granulometria	Porcentaje retenido R_i (>a 5%) (2)	Peso de la muestra (> a 100)	Particulas que pasan por las ranuras		$IL_i \times R_i$ (1)x(2)																																																													
			Peso P_i (gr)	Porcentaje $W_i(1)$																																																														
A	2 1/2" - 2"				-																																																													
B	2" - 1 1/2"				-																																																													
C	1 1/2" - 1"				-																																																													
D	1" - 3/4"				-																																																													
E	3/4" - 1/2"	50,3	1315	400	30,4%	15,3																																																												
F	1/2" - 3/8"	17,2	304	121	39,8%	6,8																																																												
G	3/8" - 1/4"	25,3	203	84	41,4%	10,5																																																												
ΣR_i		92,8			Σ	32,6																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; text-align: center;"> UBICACION Extraido : de ACOPIO OBRADOR - OBRA : REHABILITACION R.P. Nº 26 Carril: NINGUNO prog: 0 </td> <td style="width: 40%; text-align: center;"> $\text{Indice de Lajosidad} = \frac{\Sigma IL_i R_i}{\Sigma R_i}$ </td> <td style="width: 30%; text-align: center; background-color: yellow;"> 35,1% </td> </tr> </table>							UBICACION Extraido : de ACOPIO OBRADOR - OBRA : REHABILITACION R.P. Nº 26 Carril: NINGUNO prog: 0	$\text{Indice de Lajosidad} = \frac{\Sigma IL_i R_i}{\Sigma R_i}$	35,1%																																																									
UBICACION Extraido : de ACOPIO OBRADOR - OBRA : REHABILITACION R.P. Nº 26 Carril: NINGUNO prog: 0	$\text{Indice de Lajosidad} = \frac{\Sigma IL_i R_i}{\Sigma R_i}$	35,1%																																																																
PROVEEDOR CONCEDENTE LABORATORIO ENCARGADO ENSAYO	CANTERA DIQUECITO DIRECCION PROVINCIAL DE V VILLA RETIRO	OBSERVACIONES	- - VALOR ACEPTABLE S/ ESPECIFICACIONES TECNICAS D. N.V = <30%																																																															

Figura 6.52 Resultado del ensayo de índice de elongación del triturado 6-19.

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 23 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.L.001.23.AF.00011																																																																					
	INDICE DE ELONGACION																																																																					
AFEMA S.A	AF	07851	FECHA ELABORACION	29/10/13	FECHA ENSAYO	29/10/13																																																																
MATERIAL	TRITURADO 6-19																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Clase de Granulometria</th> <th rowspan="2">Porcentaje retenido R_i (>a 5%) (2)</th> <th rowspan="2">Peso de la muestra (> a 100)</th> <th colspan="2">Particulas que no pasan por entre las ranuras</th> <th rowspan="2">$IE_i \times R_i (1) \times (2)$</th> </tr> <tr> <th>Peso p_i (gr)</th> <th>Porcentaje $IE_i(1)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>2 1/2" - 2"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>2" - 1 1/2"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1 1/2" - 1"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>1" - 3/4"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>3/4" - 1/2"</td> <td>32,4</td> <td>2527</td> <td>947</td> <td>37,5%</td> <td>12,1</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>1/2" - 3/8"</td> <td>18,1</td> <td>2525</td> <td>547</td> <td>21,7%</td> <td>3,9</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>3/8" - 1/4"</td> <td>7,0</td> <td>552</td> <td>171</td> <td>31,0%</td> <td>2,2</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">ΣR_i</td> <td>57,5</td> <td></td> <td></td> <td>Σ</td> <td>18,2</td> </tr> </tbody> </table>							Clase de Granulometria	Porcentaje retenido R_i (>a 5%) (2)	Peso de la muestra (> a 100)	Particulas que no pasan por entre las ranuras		$IE_i \times R_i (1) \times (2)$	Peso p_i (gr)	Porcentaje $IE_i(1)$	A	2 1/2" - 2"				-	-	B	2" - 1 1/2"				-	-	C	1 1/2" - 1"				-	-	D	1" - 3/4"				-	-	E	3/4" - 1/2"	32,4	2527	947	37,5%	12,1	F	1/2" - 3/8"	18,1	2525	547	21,7%	3,9	G	3/8" - 1/4"	7,0	552	171	31,0%	2,2	ΣR_i		57,5			Σ	18,2
Clase de Granulometria	Porcentaje retenido R_i (>a 5%) (2)	Peso de la muestra (> a 100)	Particulas que no pasan por entre las ranuras		$IE_i \times R_i (1) \times (2)$																																																																	
			Peso p_i (gr)	Porcentaje $IE_i(1)$																																																																		
A	2 1/2" - 2"				-	-																																																																
B	2" - 1 1/2"				-	-																																																																
C	1 1/2" - 1"				-	-																																																																
D	1" - 3/4"				-	-																																																																
E	3/4" - 1/2"	32,4	2527	947	37,5%	12,1																																																																
F	1/2" - 3/8"	18,1	2525	547	21,7%	3,9																																																																
G	3/8" - 1/4"	7,0	552	171	31,0%	2,2																																																																
ΣR_i		57,5			Σ	18,2																																																																
UBICACION Extraído de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"> $\text{Indice de Elongacion} = \frac{\sum IE_i \times R_i}{\sum R_i}$ </td> <td style="text-align: center; background-color: yellow; width: 150px;"> 31,7% </td> </tr> </table>					$\text{Indice de Elongacion} = \frac{\sum IE_i \times R_i}{\sum R_i}$	31,7%																																																														
$\text{Indice de Elongacion} = \frac{\sum IE_i \times R_i}{\sum R_i}$	31,7%																																																																					
PROVEEDOR CONCEDENTE LABORATORIO ENCARGADO ENSAYO	CANTERA DIQUECITO DIRECCION PROVINCIAL DE V VILLA RETIRO		OBSERVACIONES																																																																			

Figura 6.53 Resultado del ensayo de cubicidad del triturado 6-19.

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 26 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.L.001.26.AF.0008																																																			
	ENSAYO DE CUBICIDAD																																																			
MUESTRA L.001.01.	AF	07502	FECHA ELABORACION	28/10/13																																																
MATERIAL	TRITURADO 6-19																																																			
Mecanismo	GRADUACION: C	Planilla de Cálculo																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pasa</th> <th>Retenido</th> <th>Cantidad (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">3/4</td> <td style="text-align: center;">5/8</td> <td style="text-align: center;">2000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5/8</td> <td style="text-align: center;">1/2</td> <td style="text-align: center;">2000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1/2</td> <td style="text-align: center;">3/8</td> <td style="text-align: center;">2000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CANTIDAD DE MATERIAL</td> <td style="text-align: center;">6000</td> </tr> </tbody> </table>	Pasa	Retenido	Cantidad (g)	3/4	5/8	2000	5/8	1/2	2000	1/2	3/8	2000	CANTIDAD DE MATERIAL		6000	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">TAMIZ DIRECTRIZ PASA</th> <th colspan="4">PORCENTAJE EN PESO RETENIDO</th> </tr> <tr> <th colspan="2">CRIBA RED I</th> <th colspan="2">CRIBA RED II</th> </tr> <tr> <th>GRAMOS</th> <th>%</th> <th>GRAMOS</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">3/4</td> <td style="text-align: center;">1420</td> <td style="text-align: center;">71,0%</td> <td style="text-align: center;">441</td> <td style="text-align: center;">22,1%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5/8</td> <td style="text-align: center;">1426</td> <td style="text-align: center;">71,3%</td> <td style="text-align: center;">462</td> <td style="text-align: center;">23,1%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1/2</td> <td style="text-align: center;">1344</td> <td style="text-align: center;">67,2%</td> <td style="text-align: center;">508</td> <td style="text-align: center;">25,4%</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Σ I</td> <td style="text-align: center;">209,5%</td> <td style="text-align: center;">$\frac{1}{2}\Sigma$ II</td> <td style="text-align: center;">35,3%</td> </tr> </tbody> </table>				TAMIZ DIRECTRIZ PASA	PORCENTAJE EN PESO RETENIDO				CRIBA RED I		CRIBA RED II		GRAMOS	%	GRAMOS	%	3/4	1420	71,0%	441	22,1%	5/8	1426	71,3%	462	23,1%	1/2	1344	67,2%	508	25,4%		Σ I	209,5%	$\frac{1}{2}\Sigma$ II	35,3%
Pasa	Retenido	Cantidad (g)																																																		
3/4	5/8	2000																																																		
5/8	1/2	2000																																																		
1/2	3/8	2000																																																		
CANTIDAD DE MATERIAL		6000																																																		
TAMIZ DIRECTRIZ PASA	PORCENTAJE EN PESO RETENIDO																																																			
	CRIBA RED I		CRIBA RED II																																																	
	GRAMOS	%	GRAMOS	%																																																
3/4	1420	71,0%	441	22,1%																																																
5/8	1426	71,3%	462	23,1%																																																
1/2	1344	67,2%	508	25,4%																																																
	Σ I	209,5%	$\frac{1}{2}\Sigma$ II	35,3%																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">UBICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="font-size: 0.8em;"> Extraído de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0 AV. P LUCHESE COLECTORA IZQUIERDA - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0 </td> </tr> </tbody> </table>	UBICACION	Extraído de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0 AV. P LUCHESE COLECTORA IZQUIERDA - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; padding: 10px; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">Factor de cubicidad</td> <td style="width: 40%; padding: 10px; text-align: center; font-size: 1.5em; font-weight: bold; background-color: #ffff00;">0,82</td> </tr> </table>				Factor de cubicidad	0,82																																												
UBICACION																																																				
Extraído de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0 AV. P LUCHESE COLECTORA IZQUIERDA - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0																																																				
Factor de cubicidad	0,82																																																			
PROVEEDOR: CANTERA DIQUECITO CONCEDENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE V LABORATORIO: VILLA RETIRO ENCARGADO ENSAYO:	OBSERVACIONES																																																			

Figura 6.54 Resultado del ensayo de densidad relativa y absorción del triturado 6-19.

AFEMA S.A OBRAS VIALES		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 06 del procedimiento 001 del área de Laboratorio							
		Reg.L.001.06.AF.00003							
		DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCION							
MUESTRA L.001.01.	AF 07502	FECHA ELABORACION		28-oct-2013		FECHA ENSAYO		30-oct-2013	
MATERIAL		TRITURADO 6-19							
ÁRIDO GRUESO	Peso Seco (a estufa 110°C)	Peso Saturado sup. Seca	Peso sumergido	Densidad relativa aparente δ_{ra}	Densidad relativa aparente saturada sup seca δ_{rass}	Densidad relativa real δ_{rr}	Absorción Abs (%)		
Retenido Tamiz Nº4	A	B	C	A /(B-C)	B/(B-C)	A/(A-C)	(B-A)/A x 100		
	4091,0	4116,0	2626,0	2,75	2,76	2,79	0,6%		
ÁRIDO FINO	Peso de la muestra Sat. Sup. Seca	Peso matraz con agua aforado	Peso del matraz + árido +agua aforado	Peso de la muestra seca a estufa 110 °C	Densidad relativa δ_{rr}	Absorción Abs (%)			
Pasante Tamiz #4					-	-			
UBICACION									
Extraído de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0									
PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0									
PROVEEDOR	CANTERA DIQUECITO			OBSERVACIONES	MUESTRA DE ACOPIO - -				
CONCEDENTE	DIRECCION PROVINCIAL DE VIAL								
LABORATORIO	VILLA RETIRO								
ENCARGADO ENSAYO	DANIEL DE LA RUBIA								

Figura 6.55 Resultado del ensayo de plasticidad del triturado 0-6.

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 32 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.001.32.AF.00018 PLASTICIDAD																															
	MUESTRA L.001.01.	AF	02684	FECHA ELABORACION	04/07/09	FECHA ENSAYO	06/07/09																									
MATERIAL	TRITURADO 0-6																															
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">L LIQUIDO</th> <th style="text-align: center;">L PLASTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Pesoa filtro N°</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pf + suelo humedo</td> <td style="text-align: center;">49,3</td> <td style="text-align: center;">24,9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pf + suelo seco</td> <td style="text-align: center;">43,3</td> <td style="text-align: center;">23,6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Agua</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">1,3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pesafiltro</td> <td style="text-align: center;">23,9</td> <td style="text-align: center;">18</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Peso seco</td> <td style="text-align: center;">19,4</td> <td style="text-align: center;">5,6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N° de golpes</td> <td style="text-align: center;">21</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Limites %</td> <td style="text-align: center;">30,3%</td> <td style="text-align: center;">23,2%</td> </tr> </tbody> </table>							L LIQUIDO	L PLASTICO	Pesoa filtro N°	1	2	Pf + suelo humedo	49,3	24,9	Pf + suelo seco	43,3	23,6	Agua	6	1,3	Pesafiltro	23,9	18	Peso seco	19,4	5,6	N° de golpes	21		Limites %	30,3%	23,2%
	L LIQUIDO	L PLASTICO																														
Pesoa filtro N°	1	2																														
Pf + suelo humedo	49,3	24,9																														
Pf + suelo seco	43,3	23,6																														
Agua	6	1,3																														
Pesafiltro	23,9	18																														
Peso seco	19,4	5,6																														
N° de golpes	21																															
Limites %	30,3%	23,2%																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">UBICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;"> Extraido de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0 AV. P LUCESSE COLECTORA IZQUIERDA - </td> </tr> </tbody> </table>		UBICACION	Extraido de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0 AV. P LUCESSE COLECTORA IZQUIERDA -	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 10px;">INDICE DE PLASTICIDAD</td> <td style="text-align: center; padding: 10px;">7,0%</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;"> ESPECIFICACION pasante tamiz 200 IP< 10% </td> </tr> </tbody> </table>				Resultados		INDICE DE PLASTICIDAD	7,0%	ESPECIFICACION pasante tamiz 200 IP< 10%																				
UBICACION																																
Extraido de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0 AV. P LUCESSE COLECTORA IZQUIERDA -																																
Resultados																																
INDICE DE PLASTICIDAD	7,0%																															
ESPECIFICACION pasante tamiz 200 IP< 10%																																
PROVEEDOR CONCEDEnte LABORATORIO ENCARGADO ENSAYO	CANTERA MINETTI VILLA RETIRO Daniel de la Rubia	OBSERVACIONES	SOBRE TAMIZ N°200																													

Figura 6.56 Resultado del ensayo de sales totales y sulfatos solubles de la arena silícea.

	MÉTODO DE CAMPAÑA PARA LA DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES Y SULFATOS EN SUELOS, ESTABILIZADOS Y SUELOS GRANULARES		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio		L.001.18.AF.00420				
	MUESTRA L.001.01.	AF	07432	FECHA ELABORACION	22/10/13	FECHA ENSAYO	23/10/13		
MATERIAL		ARENA SILICEA							
REACTIVOS	PROCEDIMIENTO		Se pesan 100 gr. ($\pm 0,5gr.$) del suelo seco se agrega agua destilada se agita con la varilla de vidrio energéticamente todo el contenido del recipiente durante 5 minutos, se tapa y se deja en reposo hasta el día siguiente.						
a) Solución N° 1 50 cm³. de ácido clorhídrico concentrado diluido en 500 cm³. de agua destilada.	REPOSO 24 HS		Los suelos de zonas con afloramiento de sales aparecen floculados. Encontrándose en este caso al día siguiente, realizada la operación indicada en 18-4-d, el agua no contiene suelo en suspensión presentándose totalmente clara y limpia						
b) Solución N° 2 5g. de cloruro de bario disuelto en 100 cm³. de agua destilada.	FLOCULA		Si en cambio se trata de un suelo con muy bajo contenido de sales el agua al día siguiente se presentará turbia con partículas de suelo en suspensión lo que indica que no está floculado. En este último caso no se continúa el ensayo y se informa "No flocula" lo que significa que el contenido de sales solubles es inferior al 0,1 %.						
UBICACIÓN		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">Resultados</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffff00; text-align: center;">NO FLOCULA</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffff00; text-align: center;">Sales solubles inferior al 0,1%</td> </tr> </table>					Resultados	NO FLOCULA	Sales solubles inferior al 0,1%
Resultados									
NO FLOCULA									
Sales solubles inferior al 0,1%									
PROVEEDOR CONCEDENTE LABORATORIO ENCARGADO ENSAYO	SAQUI ARENERA DPV VILLA RETIRO Daniel de la Rubia	OBSERVACIONES							

Figura 6.57 Resultado del ensayo de equivalente de arena de la arena silícea.

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 04 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.L.001.08.AF.00001					
	ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA					
MUESTRA L.001.01.	AF	07432	FECHA ELABORACION	22/10/13		
MATERIAL	arena silicea					
<p>Tubo N° 1</p> $E.A.1 = \frac{\text{Lectura del Nivel Superior Superior de Arena}}{\text{Lectura del Nivel Superior Superior de los Finos}} \times 100 = E.A.1 = \frac{45,0}{60,0} \times 100 = 75,0\%$ <p>Tubo N° 2</p> $E.A.2 = \frac{\text{Lectura del Nivel Superior Superior de Arena}}{\text{Lectura del Nivel Superior Superior de los Finos}} \times 100 = E.A.2 = \frac{49,0}{63,0} \times 100 = 77,8\%$						
UBICACION Extraido de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0 VARIAS - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0		<table border="1"> <tr> <td>EQUIVALENTE ARENA</td> <td>76%</td> </tr> </table>			EQUIVALENTE ARENA	76%
EQUIVALENTE ARENA	76%					
PROVEEDOR SAQUI ARENERA CONCEDENTE D.P.V LABORATORIO VILLA RETIRO ENCARGADO ENSAYO	OBSERVACIONES AUTOCONTROL					

Figura 6.58 Certificado de control de calidad del cemento asfáltico otorgado por el proveedor.



Pag 1 de 1

CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD

Denominación comercial Producto:	Asfasol 30 (*)	
(*) Corresponde al Tipo CA-30 de Iram 6835	N° de Lote:	313F452
Fecha de elaboración: 27/09/2013	Fecha de Despacho:	30/09/2013

Ensayos	Unid.	Norma IRAM	Valor	Valores límites	
				Mín.	Máx.
Ensayos sobre el cemento asfáltico					
Punto de ablandamiento	°C	6841	52,4	--	--
Viscosidad a 60°C (1)	dPa.sec	6837	3260	2400	3600
Indice de penetración	--	6604	-0,4	-1,5	0,5

Rangos de temperaturas recomendadas

- Elaboración de la mezcla: **155 a 160 ° C.**
- Aplicación y compactación: **145 a 150 ° C.**
- Temperatura máxima de calentamiento en planta: **170 °C.** En ningún caso la llama del quemador deberá incidir directamente sobre el ligante asfáltico.

NOTA:

Los certificados de calibración de los equipo están disponibles en el Laboratorio
 Los resultados de los ensayos han sido obtenidos sobre una muestra representativa de la partida de referencia y deben ser considerados bajo los entornos de reproducibilidad correspondientes a la metodología de ensayo.

Certificado emitido electrónicamente y respaldado por Control de Calidad de asfaltos
 La contramuestra se archivará en este Laboratorio durante 15 días corridos

Figura 6.59 Resultado del ensayo de viscosidad de Brookfield.

Rheocalc V3.1-1				Brookfield Engineering Labs				
Arch: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\USUARIO\ESCRITORIO\PROGRAMA VISCOSIDAD\REG01.7707.DB								
Fecha: 10/12/2013		Hora: 14:41:43		Tipo: RV		Husillo: SC4-29		
Muestra: 6115								
#	Viscosidad (cP)	Veloc. (RPM)	% Par Esf. Cortante (%)	Esf. Cortante (D/cm ²)	G. Velocidad (1/seg)	Temperatura (°C)	Bath (°C)	Intervalo (mm:ss.t)
1	352000,00	1,00	35,2	880,00	0,25	59,9	EEEE	00:34:31,6
2	350666,67	1,50	52,6	1315,00	0,38	59,9	EEEE	00:03:10,3
3	350000,00	2,10	73,5	1837,50	0,53	59,9	EEEE	00:03:10,2
4	349600,00	2,50	87,4	2185,00	0,63	59,9	EEEE	00:03:10,3

Notas:

Figura 6.60 Dosaje del concreto asfáltico grueso, 1 de 9.

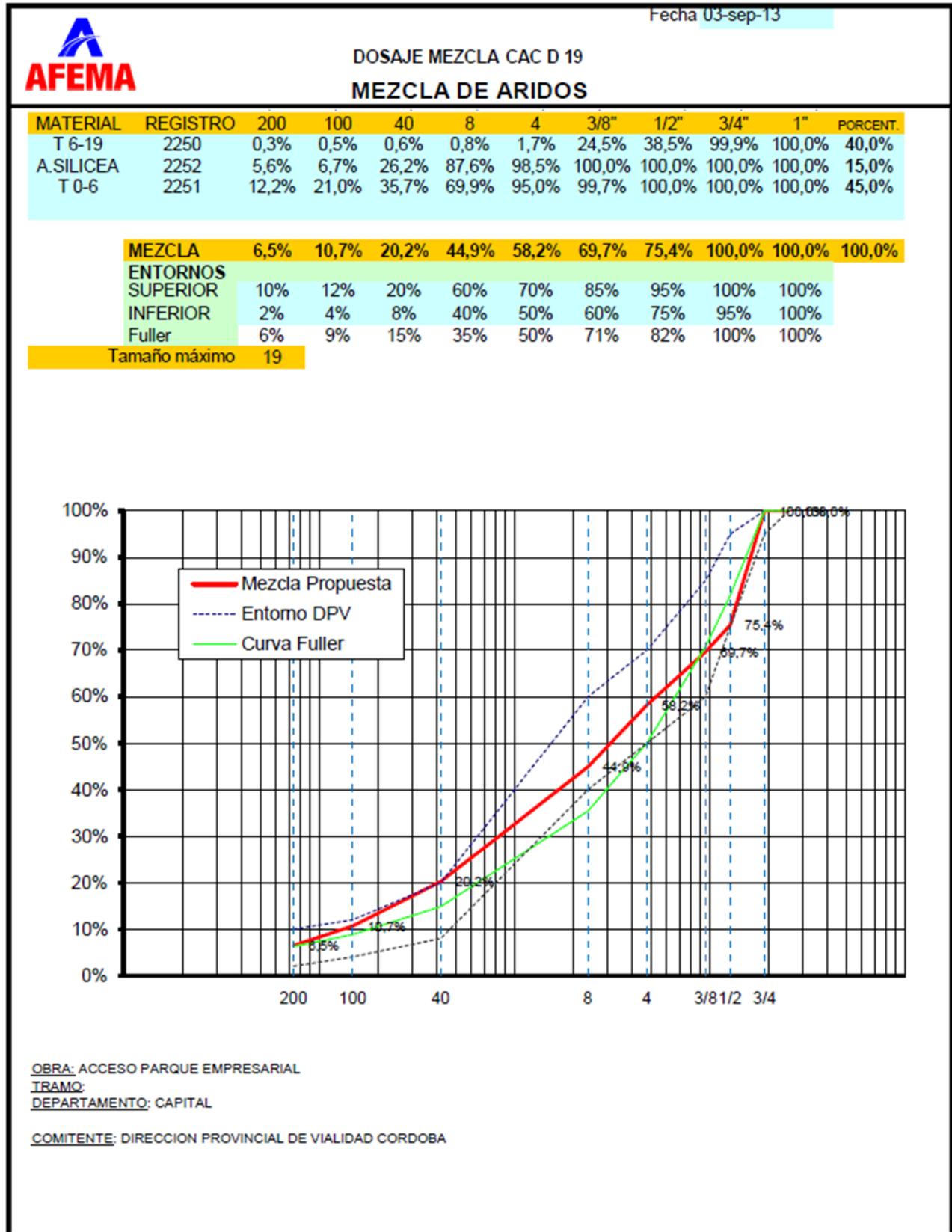


Figura 6.61 Dosaje del concreto asfáltico grueso, 2 de 9.

		Fecha	
		03-sep-13	
		DOSAJE MEZCLA	CAC D 19
Los materiales utilizados para la realización de la dosificación son: 2250 T 6-19 CANTERA DIQUECITO 2252 A.SILICEA ARENERA SAQUI 2251 T 0-6 CANTERA DIQUECITO MEJORADOR DE ADHERENCIA AL 0,2 %			
Resumen de granulometrias individuales			
	2250	2252	2251
Tamices	T 6-19	A.SILICEA	T 0-6
3/4	99,9%	100,0%	100,0%
1/2	38,5%	100,0%	100,0%
3/8	24,5%	100,0%	99,7%
4	1,7%	98,5%	95,0%
8	0,8%	87,6%	69,9%
200	0,3%	5,6%	12,2%
fondo			
Composicion de aridos			
	2250	2252	2251
Tamices	40%	15%	45%
	Parcial Acumulado	Parcial Acumulado	Parcial Acumulado
3/4			
1/2	288 288		
3/8	66 354		
4	107 461	3 472	25 670
8	4 465	19 491	133 803
200	2 468	144 636	305 1108
fondo	1 469	10 645	64 1172
Σ	470	176	528
			1174
Composicion de mezcla			
% Asfalto	Mezcla	Asfalto	Aridos
5,3%	1.240 gs	66 gs	1.174 gs
5,5%	1.243 gs	68 gs	1.174 gs
5,0%	1.236 gs	62 gs	1.174 gs
6,0%	1.249 gs	75 gs	1.174 gs

Figura 6.62 Dosaje del concreto asfáltico grueso, 3 de 9.

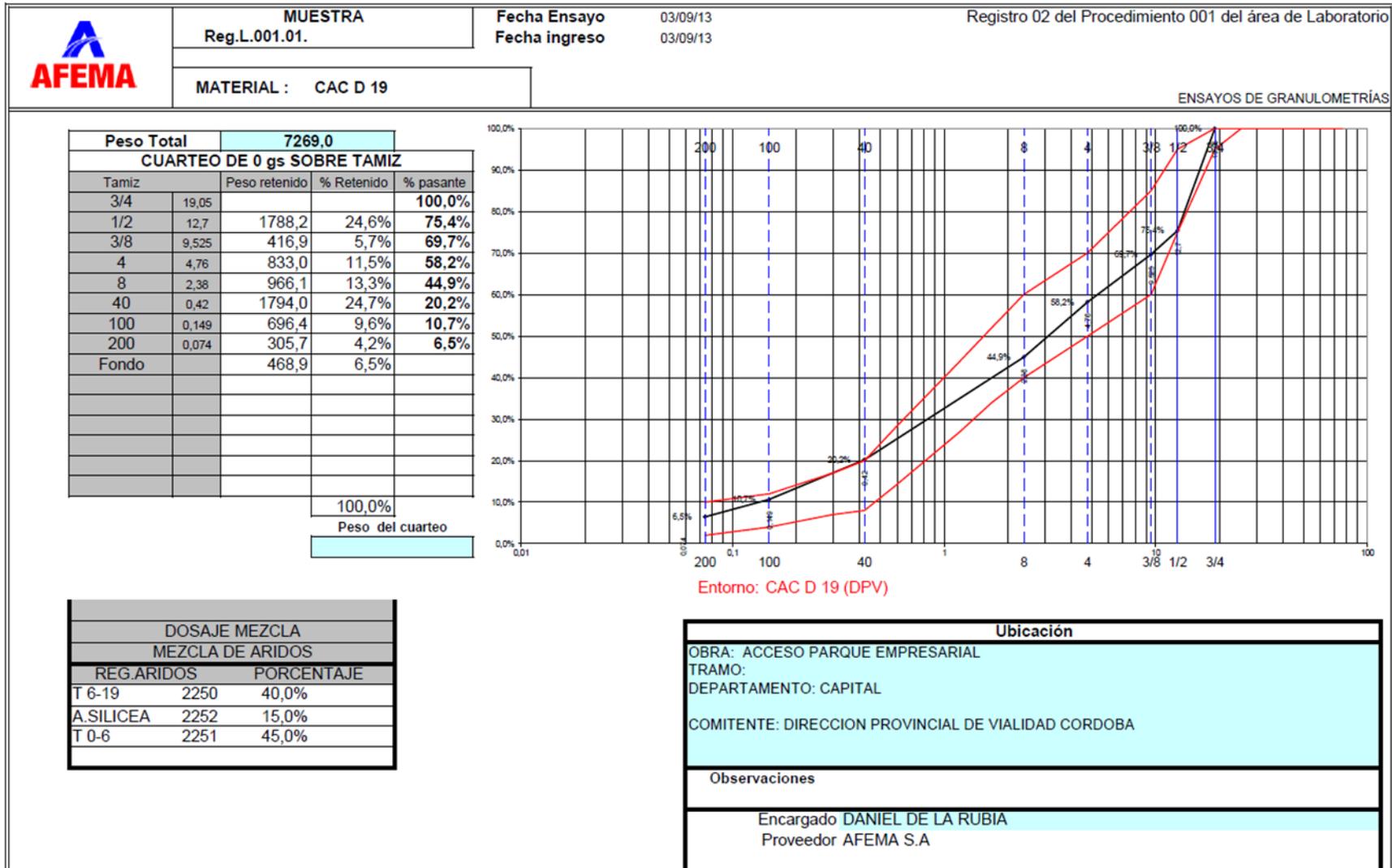


Figura 6.63 Dosaje del concreto asfáltico grueso, 4 de 9.

AFEMA		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 13 del procedimiento 001 del área de Laboratorio												
MUESTRA L.001.01.		FECHA ELABORACION				FECHA ENSAYO					3-sep-2013			
MATERIAL		CAC D 19												
Residual	Probeta	Peso seco al aire	Volumen	Dens. Marshall	% de Vacios	% de Asf.en Volumen	V.A.M %	B / V %	h= Altura Probeta	Factor Correc.	Lect. dial Est	Estabilidad= Lectura x	Fluencia	E / F
	Nº	Gr.	P.Sat.- P.Sumerg.	P.seco aire Volumen	Rice-DM x 100 Rice	D.Marshall x % c.asf.	% V + % Asf.V	%Asf.V x 100 V.A.M.	mm	Nº	Nº	fact coorr h x fact.ano Kg.	mm	Kg/cm
<input type="checkbox"/>	1	1227,0	513	2,392	6,1%	10,8%	16,8%	64,0%	64,6	0,98	96	1060,3	2,2	4819
<input type="checkbox"/>	2	1228,0	510	2,408	5,4%	10,8%	16,3%	66,6%	64,2	0,99	99	1104,6	2,1	5260
<input type="checkbox"/>	3	1228,0	509	2,413	5,2%	10,9%	16,1%	67,4%	64,5	0,98	95	1049,2	2,2	4769
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
PROMEDIO				2,404	5,6%		16,4%	66,0%				1071,4	2,2	4949,5
ESPECIFICACIONES				75 GOLFES	3 - 5		> 15	70 - 85				> 800	2 - 4,5	2100 - 4500

UBICACION		COMPOSICION DE ARIDOS			RESIDUAL =				
OBRA: ACCESO PARQUE EMPRESARIAL TRAMO: DEPARTAMENTO: CAPITAL COMITENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD CORDOBA	RICE	2,546			MATERIAL	%	ORIGEN	1071	
	Registro				T 0-19	40,0%	CANTERA DIQUECITO	Especificacion	>75%
	Obs.				A.SILICEA	15,0%	ARENERA SAQUI		
					T 0-0	45,0%	CANTERA DIQUECITO	TEMP. DE ELABORACION	155 °C
					Total	100,0%		TEMP. DE MOLDEO	140 °C
% ASFALTO	4,5%						Factor de Aro	11,27	
Registro									
Obs.	ASFALTO CA30 CON 0,2% MEJORAD								

PROVEEDOR	AFEMA S.A	OBSERVACIONES
COMITENTE	DPV CORDOBA	
LABORATORIO	VILLA RETIRO	
ENCARGADO ENSAYO	DE LA RUBIA DANIEL	

Figura 6.64 Dosaje del concreto asfáltico grueso, 5 de 9.

		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 13 del procedimiento 001 del área de Laboratorio													
MUESTRA L.001.01.		FECHA ELABORACION								FECHA ENSAYO				1-sep-2012	
MATERIAL		CAC D 19													
Residual	Probeta	Peso seco al aire	Volumen	Dens. Marshall	% de Vacios	% de Asf.en Volumen	V.A.M %	B / V %	h= Altura Probeta	Factor Correc.	Lect. dial Est	Estabilidad= Lectura x	Fluencia	E / F	
	Nº	Gr.	P.Sat.- P.Sumerg.	P.seco aire Volumen	Rice-DM x 100 Rice	D.Marshall x % c.asf.	% V + % Asf.V	%Asf.V x 100 V.A.M.	mm	Nº	Nº	fact corr h x fact.aro Kg.	mm	Kg/cm	
<input type="checkbox"/>	4	1236,0	512	2,414	4,4%	12,1%	16,5%	73,3%	63,9	0,99	105	1171,5	2,6	4506	
<input type="checkbox"/>	5	1234,0	513	2,405	4,7%	12,0%	16,8%	71,7%	63,4	1,00	100	1127,0	2,4	4696	
<input type="checkbox"/>	6	1234,0	512	2,410	4,6%	12,1%	16,6%	72,5%	63,5	1,00	103	1160,8	2,6	4465	
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
PROMEDIO				2,410	4,6%		16,6%	72,5%				1153,1	2,5	4555,4	
ESPECIFICACIONES				75 GOLPES	3 - 5		> 15	70 - 85				> 800	2 - 4,5	2100 - 4500	

UBICACION		COMPOSICION DE ARIDOS			RESIDUAL =				
OBRA: AUTOVIA RUTA 36 TRAMO: CORDOBA ALTOS DE FIERRO DEPARTAMENTO: CAPITAL COMITENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD CORDOBA		RICE	2,525		MATERIAL	%	ORIGEN	1153	
		Registro			T 0-19	40,0%	CANTERA DIQUECITO	Especificacion	>75%
		Obs.			A.SILICEA	15,0%	ARENERA SAQUI		
					T 0-6	45,0%	CANTERA DIQUECITO		
		% ASFALTO	5,0%					TEMP. DE ELABORACION	155 °C
		Registro						TEMP. DE MOLDEO	140 °C
		Obs.	ASFALTO CA30 CON 0,2% MEJORAD		Total	100,0%		Factor de Aro	11,27

PROVEEDOR	AFEMA S.A	OBSERVACIONES
COMITENTE	DPV CORDOBA	
LABORATORIO	VILLA RETIRO	
ENCARGADO ENSAYO	DE LA RUBIA DANIEL	

Figura 6.65 Dosaje del concreto asfáltico grueso, 6 de 9.

		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 13 del procedimiento 001 del área de Laboratorio												
		MEZCLAS ASFALTICAS - ENSAYOS MARSHALL RICE Y ABSON												
MUESTRA L.001.01.		0		FECHA ELABORACION					FECHA ENSAYO			3-sep-2013		
MATERIAL		CAC D 19												
Residual	Probeta	Peso seco al aire	Volumen	Dens. Marshall	% de Vacios	% de Asf.en Volumen	V.A.M %	B / V %	h= Altura Probeta	Factor Correc.	Lect. dial Est	Estabilidad= Lectura x	Fluencia	E / F
	Nº	Gr.	P.Sat.- P.Sumerg.	P.seco aire Volumen	Rice-DM x 100 Rice	D.Marshall x % c.asf.	% V + % Asf.V	%Asf.V x 100 V.A.M.	mm	Nº	Nº	fact corr h x fact.aro Kg.	mm	Kg/cm
<input type="checkbox"/>	7	1243,0	512	2,428	3,1%	13,4%	16,4%	81,3%	63,3	1,00	101	1138,3	2,8	4065
<input type="checkbox"/>	8	1241,0	513	2,419	3,4%	13,3%	16,7%	79,5%	63,0	1,01	102	1161,0	2,9	4004
<input type="checkbox"/>	9	1243,0	513	2,423	3,3%	13,3%	16,6%	80,3%	63,0	1,01	99	1126,9	2,6	4334
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
PROMEDIO				2,423	3,3%		16,6%	80,4%				1142,1	2,8	4134,3
ESPECIFICACIONES				75 GOLFES	3 - 5		> 15	70 - 85				> 800	2 - 4,5	2100 - 4500

UBICACION		COMPOSICION DE ARIDOS			RESIDUAL =				
OBRA: ACCESO PARQUE EMPRESARIAL TRAMO: DEPARTAMENTO: CAPITAL COMITENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD CORDOBA		RICE	2,505		MATERIAL	%	ORIGEN	1142	
		Registro			T 8-19	40,0%	CANTERA DIQUECITO	Especificacion	>75%
		Obs.			A.SILICEA	15,0%	ARENERA SAQUI	TEMP. DE ELABORACION	155 °C
		% ASFALTO	5,5%		T 0-6	45,0%	CANTERA DIQUECITO	TEMP. DE MOLDEO	140 °C
		Registro			0	0,0%	0	Factor de Aro	11,27
Obs.	ASFALTO CA30 CON 0,2% MEJORAD		Total	100,0%					

PROVEEDOR: AFEMA S.A COMITENTE: DPV CORDOBA LABORATORIO: VILLA RETIRO ENCARGADO ENSAYO: DE LA RUBIA DANIEL	OBSERVACIONES
---	---------------

Figura 6.66 Dosaje del concreto asfáltico grueso, 7 de 9.

		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 13 del procedimiento 001 del área de Laboratorio												
MEZCLAS ASFALTICAS - ENSAYOS MARSHALL RICE Y ABSON														
MUESTRA L.001.01.		0	FECHA ELABORACION						FECHA ENSAYO					3-sep-2013
MATERIAL		CAC D 19												
Residual	Probeta	Peso seco al aire	Volumen	Dens. Marshall	% de Vacios	% de As.en Volumen	V.A.M %	B / V %	h= Altura Probeta	Factor Correc.	Lect. dial Est	Estabilidad= Lectura x	Fluencia	E / F
	Nº	Gr.	P.Sat.- P.Sumerg.	P.seco aire Volumen	Rice-DM x 100 Rice	D.Marshall x % c.asf.	% V + % Asf.V	%Asf.V x 100 V.A.M.	mm	Nº	Nº	fact corr h x fact.aro Kg	mm	Kg/cm
<input type="checkbox"/>	10	1241,0	513	2,419	2,6%	14,5%	17,2%	84,6%	64,2	0,99	100	1115,7	3,8	2936
<input type="checkbox"/>	11	1238,0	512	2,418	2,7%	14,5%	17,2%	84,4%	64,0	0,99	96	1071,1	3,3	3246
<input type="checkbox"/>	12	1238,0	514	2,409	3,1%	14,5%	17,5%	82,5%	64,2	0,99	97	1082,3	3,6	3006
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
PROMEDIO				2,415	2,8%		17,3%	83,8%				1089,7	3,6	3062,7
ESPECIFICACIONES				75 GOLPES	3 - 5		> 15	70 - 85				> 800	2 - 4,5	2100 - 4500

UBICACION		COMPOSICION DE ARIDOS			RESIDUAL =		
OBRA: ACCESO PARQUE EMPRESARIAL TRAMO: DEPARTAMENTO: CAPITAL COMITENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD CORDOBA	RICE	2,485	MATERIAL	%	ORIGEN	1090	
	Registro		T 6-19	40,0%	CANTERA DIQUECITO	Especificacion	
	Obs.		A.SILICEA	15,0%	ARENERA SAQUI	>75%	
			T 0-6	45,0%	CANTERA DIQUECITO	TEMP. DE ELABORACION	155 °C
			0	0,0%	0	TEMP. DE MOLDEO	140 °C
% ASFALTO	6,0%		Total	100,0%		Factor de Aro	11,27
Registro							
Obs.	ASFALTO CA30 CON 0,2% MEJORAD						

PROVEEDOR	COMITENTE	LABORATORIO	ENCARGADO ENSAYO	OBSERVACIONES
AFEMA S.A	DPV CORDOBA	VILLA RETIRO	Daniel de la Rubia	

Figura 6.67 Dosaje del concreto asfáltico grueso, 8 de 9.

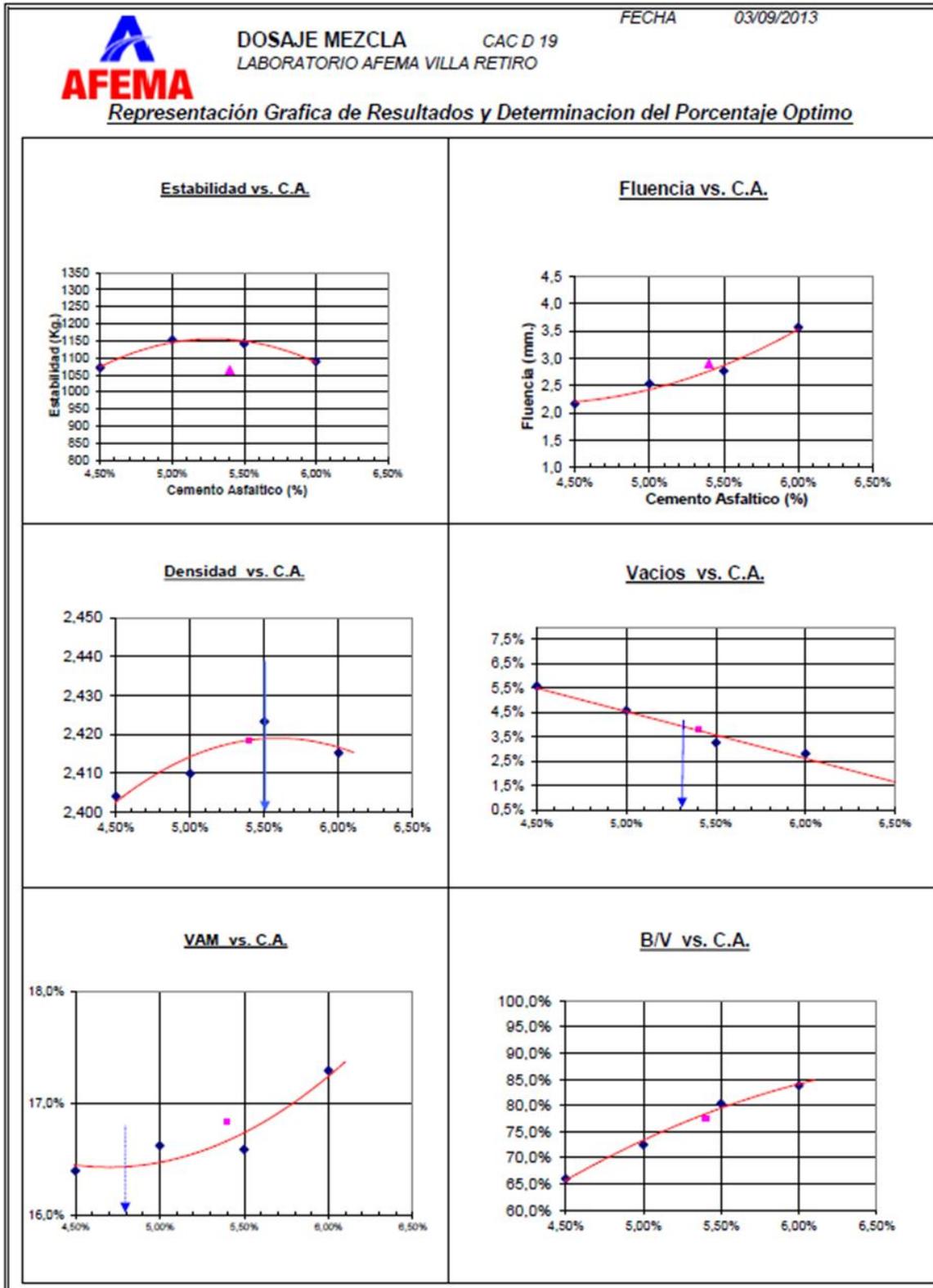


Figura 6.68 Dosaje del concreto asfáltico grueso, 9 de 9.

		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 13 del procedimiento 001 del área de Laboratorio													
		MEZCLAS ASFALTICAS - ENSAYOS MARSHALL RICE Y ABSON													
MUESTRA L.001.01.		FECHA ELABORACION				FECHA ENSAYO						3-sep-2013			
MATERIAL		CAC D 19													
Residual	Probeta	Peso seco al aire	Volumen	Dens. Marshall	% de Vacios	% de Asf.en Volumen	V.A.M %	B / V %	h= Altura Probeta	Factor Correc.	Lect. dial Est	Estabilidad= Lectura x	Fluencia	E / F	
	Nº	Gr.	P.Sat.- P.Sumerg.	P.seco aire. Volumen	Rice-DM x 100 Rice	D.Marshall x % c.asf.	% V + % Asf.V	%Asf.V x 100 V.A.M.	mm	Nº	Nº	fact oorr h x fact.aro Kg.	mm	Kg/cm	
<input type="checkbox"/>	13	1230,0	508	2,421	3,7%	13,1%	16,7%	78,2%	63,2	1,00	97	1093,2	2,8	3904	
<input type="checkbox"/>	14	1229,0	509	2,415	3,9%	13,0%	17,0%	76,9%	62,8	1,01	91	1035,8	3,0	3453	
<input checked="" type="checkbox"/>	15	1233,0	511	2,413	4,0%	13,0%	17,0%	76,6%	64,7	0,98	81	894,6			
<input checked="" type="checkbox"/>	16	1234,0	509	2,424	3,5%	13,1%	16,6%	78,8%	63,6	1,00	78	879,1			
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
PROMEDIO				2,418	3,8%		16,8%	77,6%				1064,5	2,9	3678,5	
ESPECIFICACIONES				75 GOLPES	3 - 5		> 15	70 - 85				> 800	2 - 4,5	2100 - 4500	

UBICACION		COMPOSICION DE ARIDOS			RESIDUAL =	
OBRA: ACCESO PARQUE EMPRESARIAL TRAMO: DEPARTAMENTO: CAPITAL COMITENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD CORDOBA	RICE	2,513		MATERIAL	%	ORIGEN
	Registro			T 0-19	40,0%	CANTERA DIQUECITO
	Obs.			A.SILICEA	15,0%	ARENERA SAQUI
				T 0-8	45,0%	CANTERA DIQUECITO
				Total	100,0%	
% ASFALTO	5,4%					
Registro						
Obs.	ASFALTO CA30 CON 0,2% MEJORAD					
						Factor de Aro 11,27

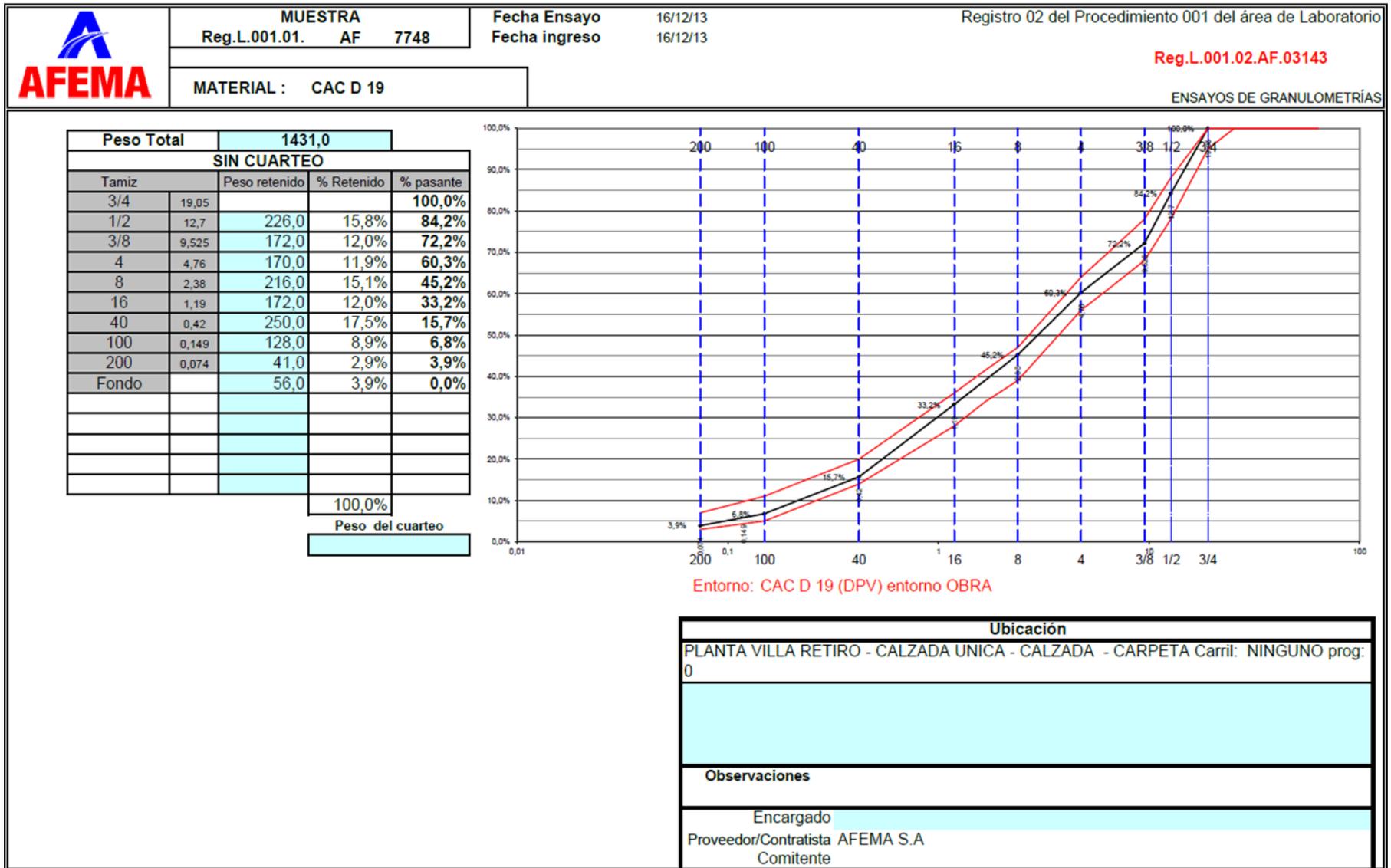
PROVEEDOR	COMITENTE	LABORATORIO	ENCARGADO ENSAYO	OBSERVACIONES
AFEMA S.A	DPV CORDOBA	VILLA RETIRO	DE LA RUBIA DANIEL	VERIFICACION DE PUNTO DE OPTIMA

Figura 6.69 Resultado del ensayo Marshall de rutina.

AFEMA S.A. Villa Retiro		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)												
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		Registro 13 del procedimiento 001 del área de Laboratorio												
		Marshall Registro: L.001.13.AF.02388												
MEZCLAS ASFALTICAS - ENSAYOS MARSHALL RICE Y ABSON														
Muestra Registro L.001.01.AF.07748		Fecha Elaboracion 16/12/2013					Fecha Ensayo 16/12/2013							
MATERIAL: CAC D 19														
Residual	Probeta	Peso seco	Volumen	Densidad Marshall	Vacios	Asfalto en Volumen	V.A.M	B/V	Altura Probeta	Factor Correccion	Lectura dial	Estabilidad	Fluencia	Estabilidad-Fluencia
	Nº	1	2	3=1/2	4	5	6=4+5	7=5/8	8	9	10=8x9x13	11	12=10/11	
	gs	P.Sat.-P.Sumerg.									Kg	mm	Kg/cm	
<input type="checkbox"/>	1	1238	508	2.437	4.1%	13.4%	17.4%	76.7%	63.4	1.00	101	1138.3	4.2	2710
<input type="checkbox"/>	3	1240	511	2.427	4.5%	13.3%	17.8%	74.9%	63.5	1.00	96	1081.9	3.6	3005
<input checked="" type="checkbox"/>	2	1240	510	2.431	4.3%	13.3%	17.6%	75.7%	63.5	1.00	84	946.7		
<input checked="" type="checkbox"/>	4	1239	509	2.434	4.2%	13.4%	17.5%	76.2%	63.4	1.00	74	834.0		
Promedio				2.432	4.2%	13.4%	17.6%	75.9%				1110.1	3.9	2858
Especificacion					3 - 5		> 14	70 - 85				>800	3 - 6	>2500 / 4000

UBICACION		% de ASFALTO	Material	Proveedor	Aridos	Mezcla
Extraido: PLANTA VILLA RETIRO - CALZADA UNICA - CALZADA - CARPETA Carril: NINGUNO prog: 0		5.5%	TRITURADO 6-19	CANTERA DIQUECITO	40.0	37.8
Colocado: ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA UNICA - CALZADA - CARPETA Carril: NINGUNO prog: 0		Registro L.001.14.AF.02408	TRITURADO 0-6	CANTERA DIQUECITO	45.0	42.5
		RICE: 2.540	ARENA SILICEA	SAQUI ARENERA	15.0	14.2
		Registro L.001.05.AF.02372	Asfalto:		5.5	
Comitente: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD			Factor de Aro: 11.27	Temperatura de Elaboracion: 160 °C		
Proveedor: AFEMA S.A			13 Kg/div	Temperatura de Moldeo: 140 °C		
Laboratorio: VILLA RETIRO					Prom Normale 1110	80.2%
					Prom Residuale 890	Especificacion >75%

Figura 6.70 Resultado de ensayo de granulometría de los áridos de la mezcla asfáltica, de rutina.



Análisis de los resultados

Los materiales necesarios para ejecutar la mezcla asfáltica cumplieron con las especificaciones. A su vez el producto elaborado, analizado a través del ensayo Marshall, resultó apto para su aplicación. En los ensayos realizados al agregado pétreo se aprecia como aumentaron las exigencias de este tipo de árido con respecto a las que tiene en los otros ítems de la obra. Esto es debido a que la carpeta de rodamiento es la que se encuentra expuesta directamente a las solicitudes del tránsito.

En el dosaje de la mezcla queda expresado que adicionar cemento asfáltico un una cantidad mayor a la óptima, fuera de la tolerancia establecida, no otorga beneficios a la mezcla ni corrige deficiencias que se pueden dar por otros materiales componentes. Esto se representa en los gráficos donde diferentes parámetros del producto elaborado se encuentran en función del cemento asfáltico.

Los resultados obtenidos en los ensayos de rutina permitieron detectar que uno de los días la producción de mezcla asfáltica estaba teniendo problemas con la granulometría de los áridos, ocurrió que no se encontraba dentro de los entornos establecidos. Esto se debía a la ausencia de material en la fracción de 6 a 12 mm en el triturado 6-19. La causa de una provisión de material con estas características era que en el mercado, en ese momento, el triturado 6-12 presentaba un destacable valor económico. Debido a esto las canteras separaban esta fracción de árido de sus productos y la vendían por separado. La empresa respondió a este problema corrigiendo el dosaje de la mezcla con el agregado de triturado 6-12, del cual se disponía un acopio en la planta. Esta fracción de material, que generalmente se usa para elaborar concreto asfáltico fino, permitió corregir la granulometría del concreto asfáltico grueso y ubicarla dentro de los entornos deseados nuevamente.

A continuación se presentan las planillas de los ensayos afectados al problema mencionado.

Figura 6.71 Resultado del ensayo de granulometría de los áridos de la mezcla asfáltica, que no cumple los entornos.

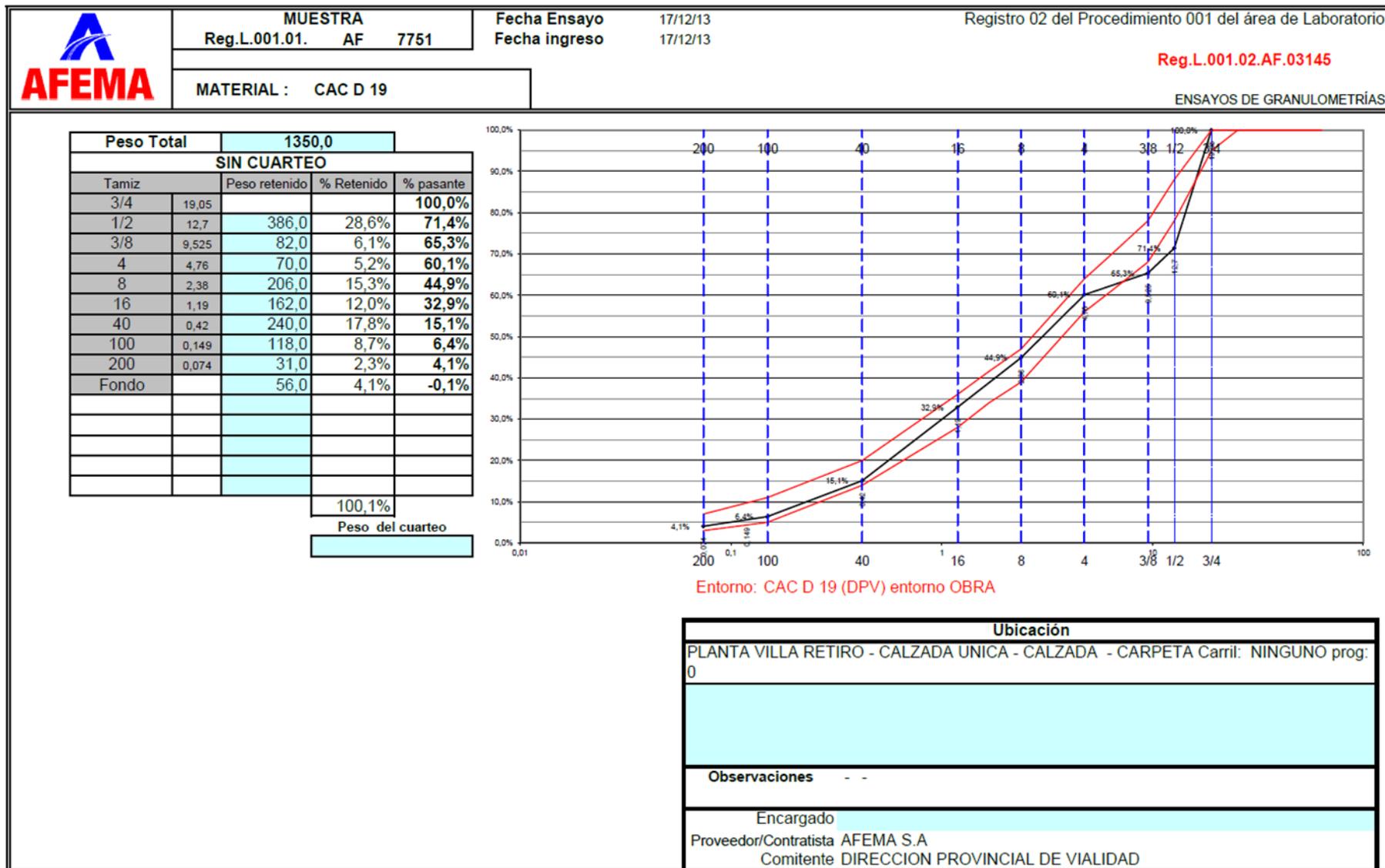


Figura 6.72 Resultado del ensayo de granulometría de triturado 6-19 con poca proporción de árido en la fracción de 6 a 12 mm.

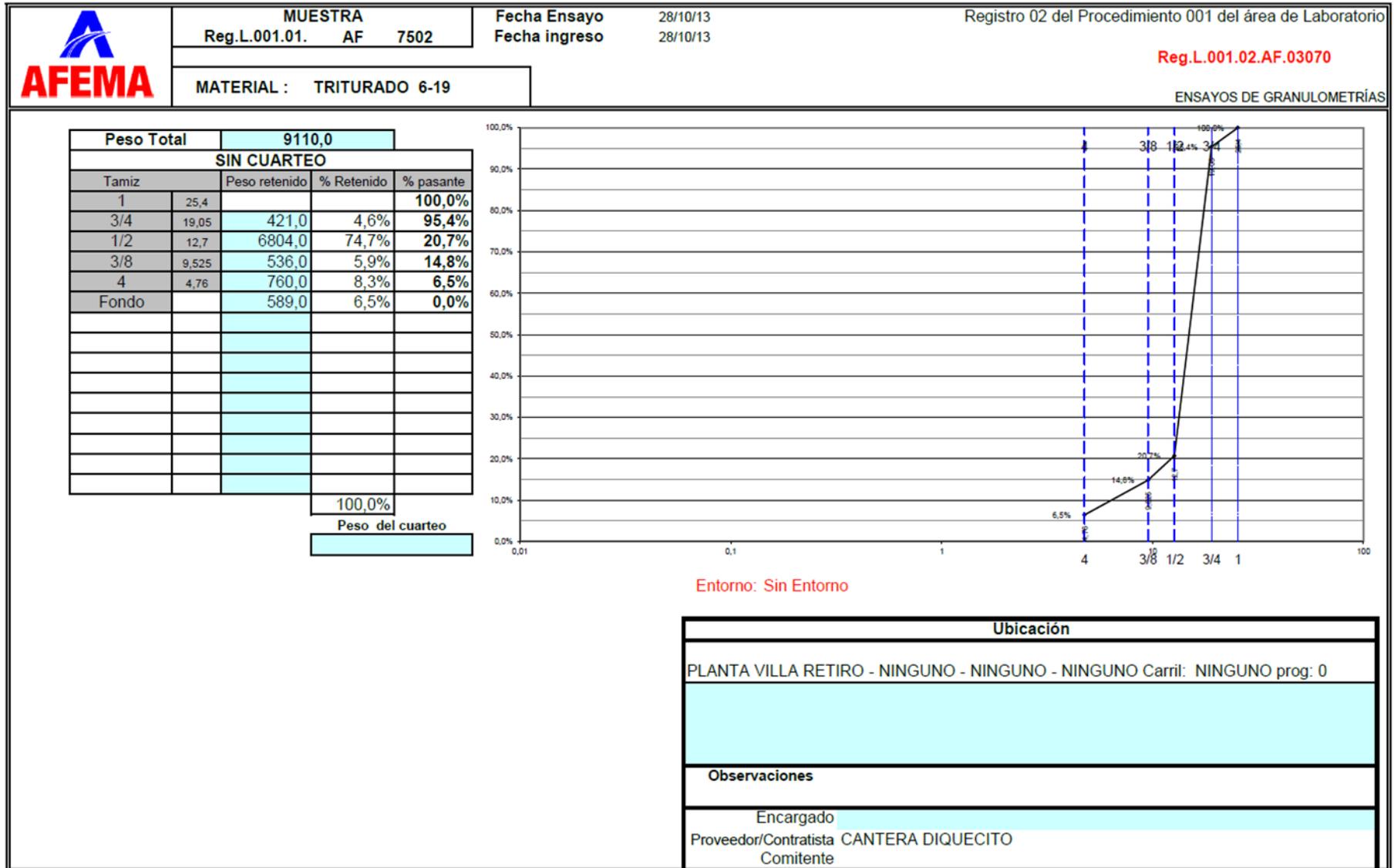


Figura 6.73 Resultado de ensayo de granulometría del triturado 6-12.

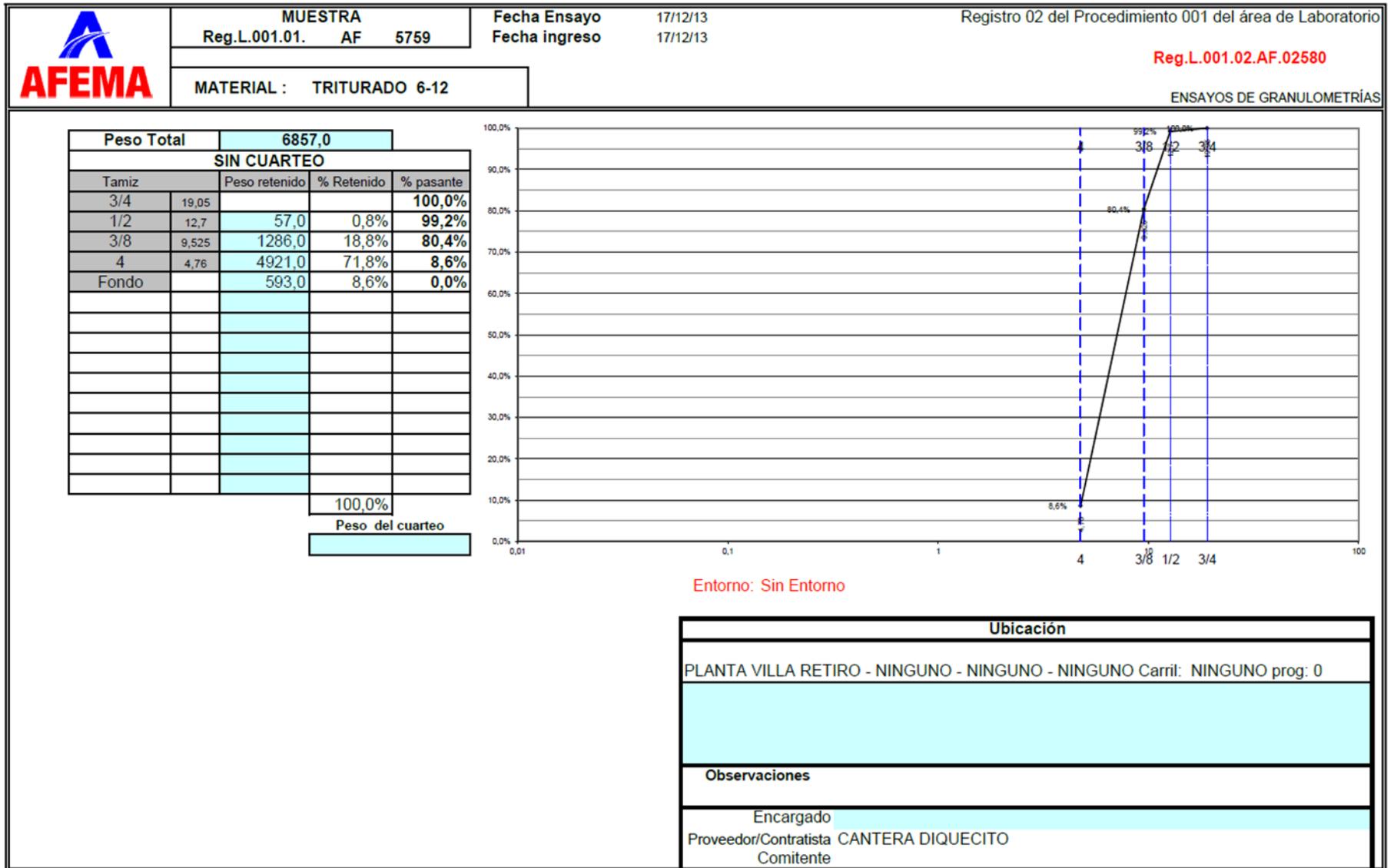


Figura 6.74 Corrección del dosaje de la mezcla asfáltica, con triturado 6-12.

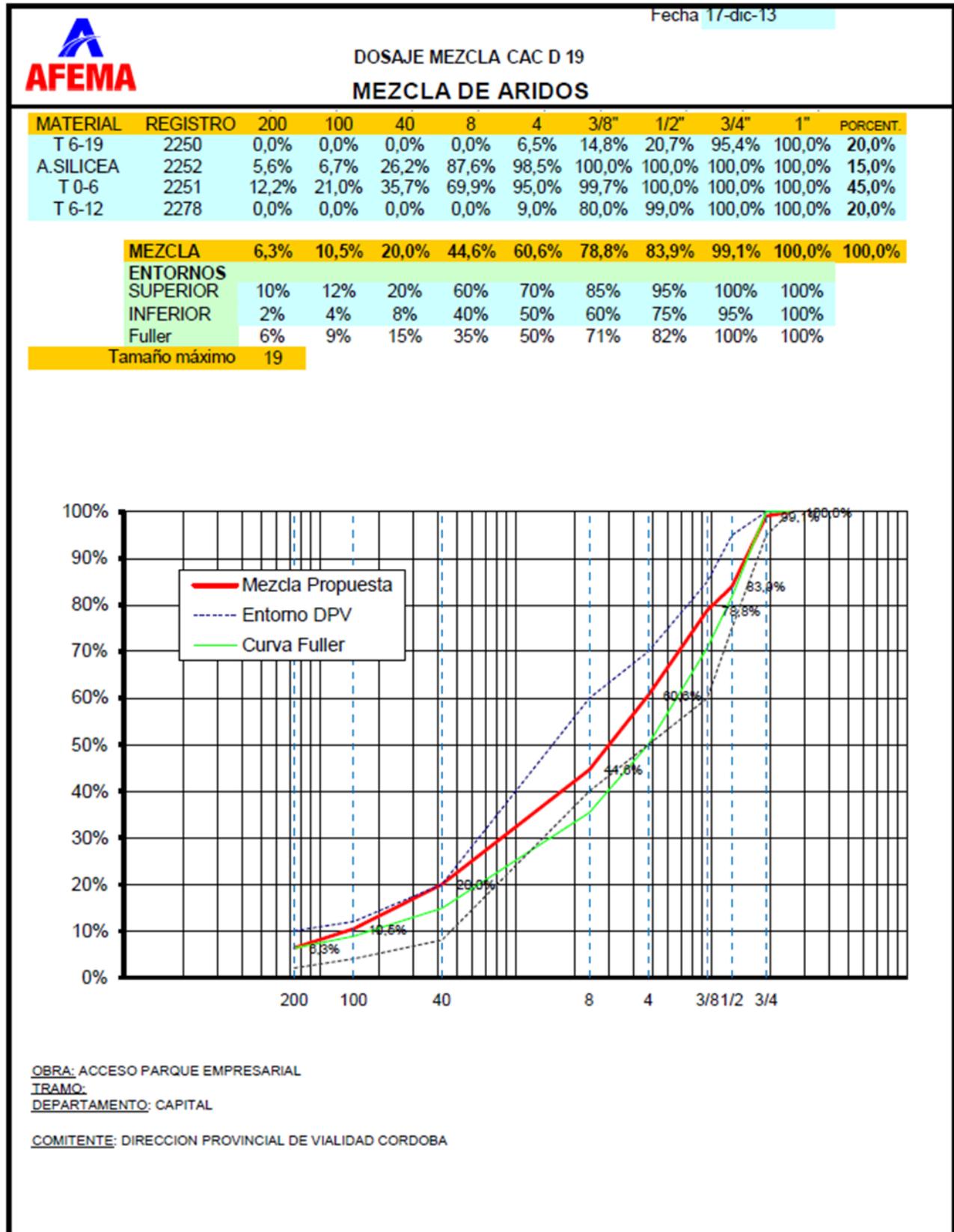
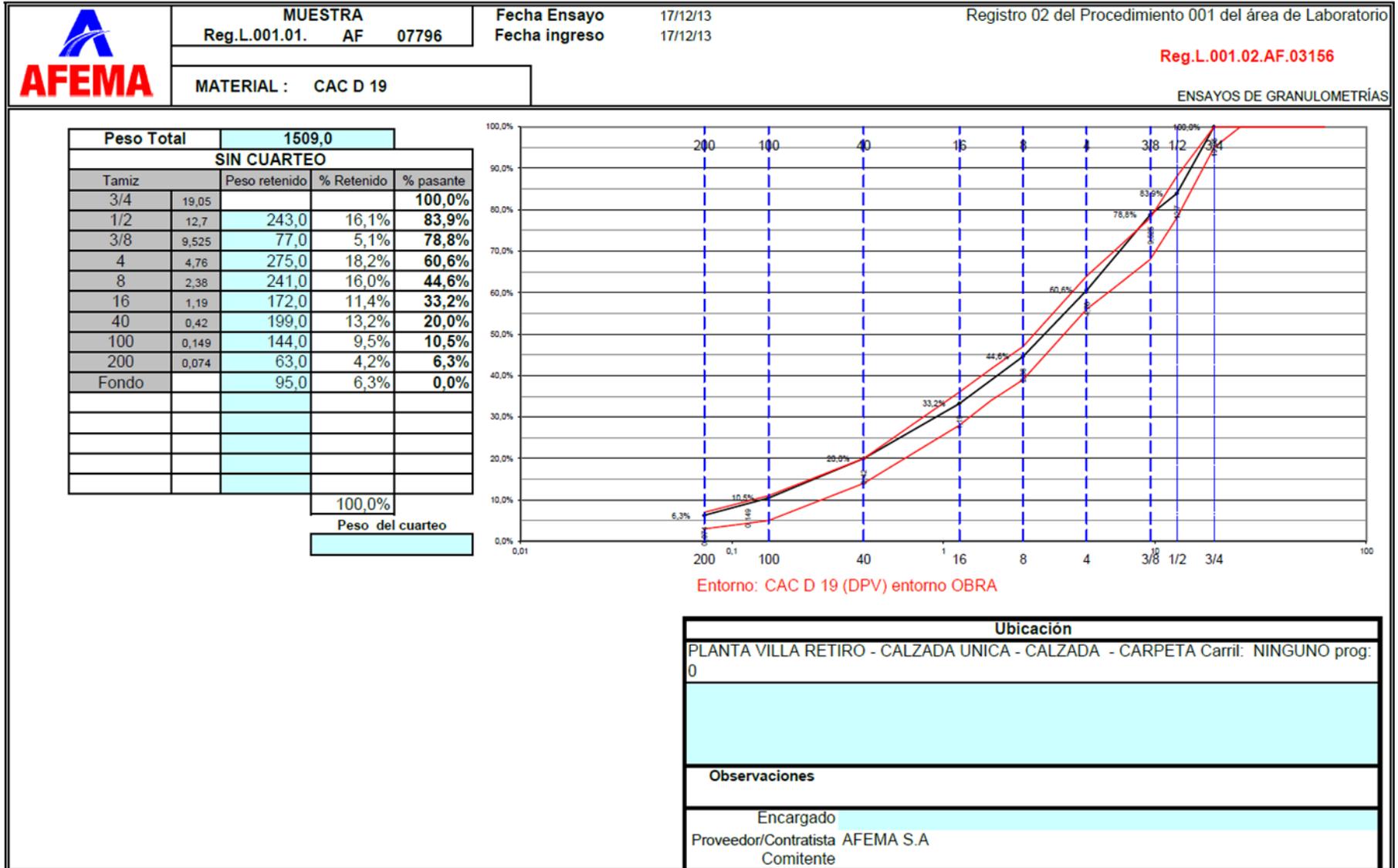


Figura 6.75 Resultado de ensayo de granulometría de áridos corregida de la mezcla asfáltica, con entornos de obra.



6.7. Carpeta de rodamiento de pavimento rígido

La superficie expuesta al tránsito es en este caso la losa de hormigón, que también debe cumplir requerimientos de resistencia a la deformación, rugosidad de la superficie, permeabilidad, pendiente de la sección transversal y resistencia al desgaste. Además, a causa de los mecanismos de falla de estos pavimentos, los criterios de diseño responden a la resistencia a la fatiga y resistencia a la erosión.

El hormigón de esta capa será del tipo H-30 y estará constituido por arena sílicea, triturado 10-30, cemento portland y agua.

Condiciones a cumplir

1 - Materiales

El hormigón de cemento portland estará constituido por una mezcla homogénea de los siguientes componentes: agua, cemento portland normal, aditivos, agregado fino y agregado grueso.

Debido a la variedad de recursos necesarios, el control de calidad que se tendrá en cuenta sobre el cemento, aditivos, acero y materiales para juntas, será el efectuado por el proveedor.

Agregado fino:

El agregado fino estará constituido por arena natural de partículas redondas o por una mezcla de arena natural, de partículas redondas y arena de trituración, de partículas angulosas, en proporciones tales que permitan al hormigón en que se utilizan, reunir las características y propiedades especificadas. El porcentaje de arena de trituración no será mayor del 30% del total de agregado fino.

Las partículas constituyentes del agregado fino deben ser limpias, duras, estables, libres de películas superficiales y de raíces y restos vegetales, yeso, anhídritas, piritas y escorias. Además no contendrá otras sustancias nocivas que puedan perjudicar al hormigón o a las armaduras.

La cantidad de sales solubles aportadas al hormigón por el agregado fino no incrementará el contenido de cloruros y sulfatos del agua de mezclado mas allá de lo establecido en las exigencias especificadas para el agua a utilizar.

El equivalente de arena no será menor de 75. En caso de que el agregado fino no cumpla con la condición establecida, la arcilla en exceso será eliminada por lavado.

Agregado grueso:

El agregado grueso estará constituido por grava (canto rodado), grava partida, roca triturada, o por mezcla de dichos materiales que conforme los requisitos de estas especificaciones.

Las partículas que lo constituyen serán duras, limpias, resistentes, estables, libres de películas superficiales, y de raíces y de restos vegetales, yeso, anhidrita, piritita y escorias. Además no contendrá otras sustancias perjudiciales que puedan dañar al hormigón y a las armaduras. Tampoco contendrá cantidades excesivas de partículas que tengan forma de lajas o de agujas.

La cantidad de sales solubles aportadas al hormigón por el agregado grueso, no incrementará el contenido de cloruro y sulfato del agua de mezclado más allá de lo establecido en las exigencias especificadas para el agua a utilizar.

El agregado grueso, al ser sometido al ensayo de Desgaste Los Ángeles (IRAM 1532) arrojará un desgaste no mayor del 40%.

Curvas granulométricas

Las mezclas de agregados de los distintos tamaños nominales tendrán curvas granulométricas continuas. Para determinar las proporciones en que deberán mezclarse los diferentes tamaños se tomará como criterio general el de obtener la curva que con mayor cantidad posible de partículas gruesas haga mínimo el contenido de vacíos.

Curva granulométrica del agregado fino

El agregado fino tendrá una curva granulométrica continua, comprendida dentro de los límites que determinan las curvas A y B de la siguiente tabla.

Tabla 6.4 Granulometría que debe cumplir el agregado fino del hormigón.

TAMIZ	% PASANTE	
	CURVA A	CURVA B
3/8"	100	100
N° 4	95	100
N° 8	80	100
N° 16	50	85
N° 30	25	60
N° 50	10	30
N° 100	2	10

En ningún caso el agregado fino tendrá mas del 45% de material retenido en dos cualquiera de los tamices consecutivos indicados en el cuadro.

El módulo de finura no será menor de 2,3 ni mayor de 3,1. Si el módulo del agregado fino varía más de 0,20 en más o en menos, con respecto al del material empleado para determinar la dosificación del hormigón, el agregado fino será rechazado salvo el caso en que se realicen ajustes adecuados en las proporciones de la mezcla con el objeto de compensar el efecto de la mencionada variación de granulometría.

Curva granulométrica del agregado grueso

Al ingresar a la hormigonera, el agregado grueso tendrá una granulometría comprendida dentro de los límites que, para cada tamaño nominal, se indican en la siguiente tabla.

Tabla 6.4 Granulometría que debe cumplir el agregado grueso del hormigón.

TAMIZ	TAMAÑO NOMINAL	
	53 a 4,75	37,5 a 4,75
3/8"	100	100
N° 4	95	100
N° 8	80	100
N° 16	50	85
N° 30	25	60
N° 50	10	30
N° 100	2	10

En el caso de los tamaños nominales 53 a 4,75 mm y 37,5 a 4,75 mm, el agregado grueso estará constituido, preferentemente, por una mezcla de dos fracciones. La mezcla cumplirá los requisitos granulométricos correspondientes al tamaño nominal de que se trate. Solamente se permitirá una fracción cuando el tamaño máximo nominal no exceda de 37,5 mm.

Cemento portland

Para la ejecución del pavimento de hormigón sólo podrán utilizarse cementos del tipo portland, de marcas aprobadas oficialmente, que cumplan los requisitos de calidad contenidos en la Norma IRAM 1503. Al ser ensayados según la Norma IRAM 1622, a la edad de 28 días, deberán alcanzar una resistencia a compresión no menor de 40 MN/m² (400 kg/cm²).

También podrán utilizarse, previa autorización de la Supervisión, los cementos de marcas aprobadas oficialmente, que cumplan los requisitos de calidad contenidos en la Norma IRAM 1646 para cementos de alta resistencia inicial.

Cuando se requieran las propiedades adicionales que califican a su tipo se recurrirá, según corresponda, a cementos que cumplan con las siguientes normas:

- Norma IRAM 1651 - Cemento puzolánico.

- Norma IRAM 1669 - Cemento altamente resistente a los sulfatos.
- Norma IRAM 1671 - Cemento resistente a la reacción álcali-agregado.
- Norma IRAM 1636 - Cemento portland de escorias de alto horno.
- Norma IRAM 1670 - Cemento portland de bajo calor de hidratación.

Aditivos

Los aditivos a emplear en la preparación de morteros y hormigones se presentarán en estado líquido o pulverulento y cumplirán las condiciones establecidas en la Norma IRAM 1663 que no se opongan a las disposiciones del Reglamento CIRSOC. Los aditivos en estado pulverulento previamente a su ingreso a la hormigonera serán disueltos en el agua de mezclado.

También podrán emplearse aditivos fluidificantes capaces de producir una mayor reducción del contenido de agua del hormigón (superfluidificante) que los fluidificantes corrientes. Estos aditivos altamente fluidificantes, con el conjunto de materiales a emplear, deberán reducir el requerimiento de agua del hormigón como mínimo al 90% de la del hormigón patrón y producirán con respecto a éste, las resistencias a compresión y flexión mínimas que a continuación se indican: a compresión para 1 día 140 %, para 3 días 125% y para 7 días 115% y a flexión 110% a los siete días. Además cumplirán los requisitos restantes de la Norma IRAM 1663.

Cada aditivo tendrá características y propiedades uniformes durante todo el desarrollo de la obra. En caso de constatar variaciones en las características o propiedades de los contenidos de distintos envases o partidas, se suspenderá su empleo.

Agua

El agua empleada para mezclar y curar el hormigón y para lavar los agregados cumplirá las condiciones establecidas en la Norma IRAM 1601, con las siguientes modificaciones que prevalecerán sobre las disposiciones contenidas en ellas:

- a) El agua no contendrá aceite, grasas, ni sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el hormigón o sobre las armaduras.
- b) Además cumplirán las exigencias sobre el total de sólidos disueltos y contenidos de cloruros (expresados en lón CL) y sulfatos (expresados en ion SO₄) que se indica a continuación. El contenido de cloruros incluye también el que aportan los agregados y aditivos.

- Cloruro: máx. 1000 ppm (1000 mg/l)

- Sulfato: máx. 1300 ppm (1300 mg/l)

El contenido de cloruros se refiere al total aportado por los componentes de la mezcla: agua, agregados y aditivos.

- c) El agua que no cumpla algunas de las condiciones especificadas anteriormente y en la Norma IRAM 1601, será rechazada.

Aceros

Pasadores

Estarán constituidos por barras lisas de acero de las características especificadas en la Norma IRAM - IAS U500-502 Barras de acero de sección circular, laminadas en caliente, cuyos parámetros están resumidos en la tabla 10 del capítulo 6 de CIRSOC 201 - columna 1 - Tipo de acero AL -220. Su colocación será tal que se mantenga en su posición durante y después del hormigonado.

Barras de unión

Estarán constituidas por barras de acero conformadas, laminadas en caliente - IRAM - IAS U500-528 - cuyo parámetro se resume en la tabla 10 del CIRSOC 201 columna 2 y 3 - Tipo de aceros ADN-420 y ADM-420. Deben estar libres de grasa y suciedades que impidan o disminuyan su adherencia con el hormigón.

Su colocación será tal, que se mantengan en posición, durante y después del hormigonado.

2 – Características y calidad del hormigón

a) Tamaño máximo nominal del agregado grueso: 53 a 4,75 mm. En caso de empleo de pavimentadoras de moldes deslizantes: 37,5 a 4,75 mm.

b) Relación agua/cemento máxima, en peso: a fijar en la Especificación Particular según el siguiente criterio:

- Pavimentos frecuente o continuamente humedecidos, expuestos a los efectos de congelación y deshielo, o al contacto con la atmósfera agresiva (agua de mar, atmósfera marina, sulfatos solubles en agua, u otras soluciones agresivas): 0,45.

- Pavimentos expuestos a condiciones no contempladas en el párrafo anterior: 0,50.

c) Contenido total de aire (IRAM 1602) natural o intencionalmente incorporado al hormigón fresco: $4,5 \pm 1,5\%$, en volumen.

d) Resistencia cilíndrica de rotura a compresión, a la edad de 28 días. El control de la resistencia se realizará mediante el ensayo de testigos cilíndricos de 15,0 cm de diámetro extraídos de la calzada terminada, mediante sondas rotativas, acondicionados y ensayados en la forma especificada por la norma IRAM 1551.

- La resistencia a compresión del hormigón, corregidas por esbeltez, para cada probeta testigo será mayor o igual que 315 Kg/cm² a la edad de 28 días.

La figura 7.76 presenta la prensa donde se realizan los ensayos a compresión simple de probetas o testigos de hormigón.

Figura 6.76 Prensa donde se ensayan a compresión simple las probetas o testigos del hormigón.



Resultados de los ensayos

Módulo de finura de la arena silícea:

$$MF = \frac{\%R_{ac}TN^{\circ}4 + \%R_{ac}TN^{\circ}8 + \%R_{ac}TN^{\circ}16 + \%R_{ac}TN^{\circ}30 + \%R_{ac}TN^{\circ}50 + \%R_{ac}TN^{\circ}100}{100}$$

$$MF = \frac{3 + 12 + 35 + 71 + 86 + 98}{100} = 3,05$$

Figura 6.78 Resultado del ensayo de desgaste Los Ángeles del triturado 6-25.

AFEMA S.A OBRAS VIALES	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 08 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.L.001.08.AF.00008																																																										
DESGASTE LOS ANGELES																																																											
MUESTRA L.001.01.	AF	07434	FECHA ELABORACION	24/10/13	FECHA ENSAYO	24/10/13																																																					
MATERIAL	TRITURADO 6 - 25																																																										
GRADUACION: B																																																											
CANTIDAD DE MATERIAL TOMADO : 5000 RETENIDO EN TAMIZ Nº 12 : 3578 DIFERENCIA : 1422																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESFERAS</th> <th>12</th> <th>11</th> <th>8</th> <th>6</th> </tr> <tr> <th>PASA</th> <th>RETIENE</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>1"</td> <td>1250</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>3/4"</td> <td>1250</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>1/2"</td> <td>1250</td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>3/8"</td> <td>1250</td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>Nº 3</td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 3</td> <td>Nº 4</td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 4</td> <td>Nº 8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5000</td> </tr> </tbody> </table>						ESFERAS		12	11	8	6	PASA	RETIENE	A	B	C	D	1 1/2"	1"	1250				1"	3/4"	1250				3/4"	1/2"	1250	2500			1/2"	3/8"	1250	2500			3/8"	Nº 3			2500		Nº 3	Nº 4			2500		Nº 4	Nº 8				5000
ESFERAS		12	11	8	6																																																						
PASA	RETIENE	A	B	C	D																																																						
1 1/2"	1"	1250																																																									
1"	3/4"	1250																																																									
3/4"	1/2"	1250	2500																																																								
1/2"	3/8"	1250	2500																																																								
3/8"	Nº 3			2500																																																							
Nº 3	Nº 4			2500																																																							
Nº 4	Nº 8				5000																																																						
UBICACIÓN																																																											
Extraído de: VARIAS - CANTERA - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0 VARIAS - CANTERA - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">Desgaste</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">28,4%</td> </tr> </table>				Desgaste	28,4%																																																				
Desgaste	28,4%																																																										
PROVEEDOR: CANTERA DIQUECITO CONCEDENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE V LABORATORIO: VILLA RETIRO ENCARGADO ENSAYO: DANIEL DE LA RUBIA	OBSERVACIONES																																																										

Figura 6.79 Protocolo de ensayos de control de calidad del cemento portland normal, otorgado por el proveedor.

LOMA NEGRA C.I.A.S.A. Planta : CATAMARCA	Protocolo de ensayos			Unidad Procesos y Calidad Fecha: 06-feb-13
CEMENTO PORTLAND NORMAL				
CPN40 - IRAM 50.000				
Semana del 12-01-2013 al 18-01-2013				
ANALISIS QUIMICO	UM	RESULTADO	Requisito IRAM	
Pérdida por calcinación (PPC)	%	3,40	< 5	
Trióxido de azufre (SO ₃)	%	2,77	< 3,5	
Oxido de magnesio (MgO)	%	2,26	< 6	
Dióxido de silicio (SiO ₂)	%	21,44	no hay	
Oxido de calcio (CaO)	%	60,42	no hay	
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	%	3,73	no hay	
Oxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	%	4,27	no hay	
Oxido de sodio (Na ₂ O)	%	0,39	no hay	
Oxido de Potasio (K ₂ O)	%	0,73	no hay	
Oxido de Sodio equivalente (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O)	%	0,87	no hay	
Residuo insoluble	%	2,06	< 5	
ENSAYOS FÍSICOS	UM	RESULTADO	Requisito IRAM	
Retenido tamiz 75 μ m	%	0,2	< 15	
Superficie específica (Blaine)	m ² /kg	329	> 250	
Expansión en autoclave	%	0,01	< 1	
Tiempo de fraguado inicial	h:min	02:30	> 0:45	
Tiempo de fraguado final	h:min	03:45	< 10:00	
CEMENTO PORTLAND - CPN40				
RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN*				
SEMANA	DÍAS	UM	RESULTADO	Requisito IRAM
12-01-2013 al 18-01-2013	2	MPa	20,4	> 10
07-01-2013 al 12-01-2013	7	MPa	38,0	no hay
17-12-2012 al 22-12-2012	28	MPa	47,3	> 40 y < 60
<p>Los resultados de los ensayos mostrados en esta planilla corresponden al promedio aritmético de los resultados parciales obtenidos sobre muestras de conjuntos diarios del cemento despachado la semana que se indica en cada caso.</p> <p>* Los ensayos de resistencia son realizados con Arena de Origen Aleman DIN EN 196-1. La misma arena es utilizada por el ente de control INTI - CONSTRUCCIONES</p>				
<p>Aprobó: </p> <p style="text-align: right;">Nestor Montote Lider U. P. y Calidad</p>				

Figura 6.80 Ensayo de calidad del agua, realizado en laboratorio externo.

 LABORATORIO JARSUN ESPECTROFOTOMETRÍA DE PRECISIÓN	
REMITENTE: DANIEL DE LA RUBIA	
ORIGEN: AFEMA S.A.	
LUGAR Y FECHA: Córdoba, 03/09/2012	
IDENTIFICACIÓN:	
NUM. DE LABORATORIO	12_112
ALCALINIDAD TOTAL (mg/l)	250.18
ALCALINIDAD DE CO ₃ H ⁻ (mg/l)	250.18
ALCALINIDAD DE CO ₃ ⁼ (mg/l)	NO CONTIENE
DUREZA TOTAL (mg/l)	550.80
CONDUCTIVIDAD (microS/cm)	6.130.0
SÓL. DISUELTOS TOTALES (mg/l)	3.936.5
pH	7.81
CALCIO (mg/l)	192.14
MAGNESIO (mg/l)	17.14
SODIO (mg/l)	1.187.82
POTASIO (mg/l)	59.98
CARBONATOS (mg/l)	NO CONTIENE
BICARBONATOS (mg/l)	250.18
SULFATOS (mg/l)	667.20
CLORUROS (mg/l)	1.562.00
R.A.S	22.03
C.S.R.	0.00
COLOR	INCOLORA
OLOR	INODORA
ASPECTO	LÍMPIDA

Figura 6.81 Resultado del ensayo de compresión simple de testigos de hormigón.

		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 29 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.L.001.29.AF.00017																																																																														
		ENSAYO A COMPRESION SIMPLE																																																																														
MUESTRA L.001.01.	AF	09159	FECHA ELABORACION			21-nov-2013	FECHA ENSAYO		19-dic-2013																																																																							
MATERIAL		TESTIGO DE HORMIGON																																																																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Probeta Nº</th> <th rowspan="2">Dias</th> <th rowspan="2">Sección cm²</th> <th rowspan="2">Altura cm</th> <th rowspan="2">Diametro cm</th> <th rowspan="2">Lect. Dial Div.</th> <th rowspan="2">Factor aro</th> <th rowspan="2">Carga Tot. Kg.</th> <th rowspan="2">Rel. h/d</th> <th rowspan="2">Factor Corr. a/d</th> <th colspan="3">Resist. Compresión</th> </tr> <tr> <th>Kg/Cm²</th> <th>Ross</th> <th>Correg. X edad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>28</td> <td>179,2</td> <td>21,55</td> <td>15,11</td> <td>70,24</td> <td>1000</td> <td>70240,0</td> <td>1,43</td> <td>0,96</td> <td>376,22</td> <td>1</td> <td>376,22</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>28</td> <td>173,3</td> <td>22,77</td> <td>14,86</td> <td>68,49</td> <td>1000</td> <td>68490,0</td> <td>1,53</td> <td>0,97</td> <td>381,56</td> <td>1</td> <td>381,56</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </tbody> </table>													Probeta Nº	Dias	Sección cm ²	Altura cm	Diametro cm	Lect. Dial Div.	Factor aro	Carga Tot. Kg.	Rel. h/d	Factor Corr. a/d	Resist. Compresión			Kg/Cm ²	Ross	Correg. X edad	1	28	179,2	21,55	15,11	70,24	1000	70240,0	1,43	0,96	376,22	1	376,22	2	28	173,3	22,77	14,86	68,49	1000	68490,0	1,53	0,97	381,56	1	381,56																										
Probeta Nº	Dias	Sección cm ²	Altura cm	Diametro cm	Lect. Dial Div.	Factor aro	Carga Tot. Kg.	Rel. h/d	Factor Corr. a/d	Resist. Compresión																																																																						
										Kg/Cm ²	Ross	Correg. X edad																																																																				
1	28	179,2	21,55	15,11	70,24	1000	70240,0	1,43	0,96	376,22	1	376,22																																																																				
2	28	173,3	22,77	14,86	68,49	1000	68490,0	1,53	0,97	381,56	1	381,56																																																																				
UBICACION Extraído de: ACCESO PARQUE EMPRESARIAL - CALZADA UNICA - CALZADA - LOSA Carril: DERECHO prog: 0-96				<div style="border: 2px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; display: inline-block;"> COMPRESION 378,89 Kg/Cm2 </div> <div style="border: 2px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; display: inline-block; margin-top: 10px;"> CORREGIDA POR EDAD 378,89 Kg/Cm2 </div>																																																																												
PROVEEDOR	AFEMA S.A.		OBSERVACIONES																																																																													
CONCEDENTE	VILLA RETIRO																																																																															
LABORATORIO	DANIEL DE LA RUBIA																																																																															
ENCARGADO ENSAYO																																																																																

Análisis de los resultados

Las materias primas cumplen las especificaciones necesarias para la ejecución de este ítem. En este caso la normativa que se tiene como referencia principal son las Normas IRAM y no la Norma de Ensayos de la Dirección Nacional de Vialidad. Esto se debe a la variedad de aplicaciones que tiene el hormigón, ya que no solo se lo emplea en la obra vial en la losa de pavimento. También se lo utiliza en cordones, plateas, cunetas y diferentes elementos de estructuras y sistemas de drenaje.

El control de calidad del cemento que se considera es el del protocolo de calidad que se recibe del proveedor. Sin embargo la resistencia del hormigón, obtenida dentro del plan de autocontrol de la empresa, sirve como parámetro significativo para evaluar la calidad del ligante.

Los testigos de hormigón ensayados a 28 días, que se encontraban solicitados por las cargas del tránsito y las inclemencias del clima, cumplen la especificación. Esto quiere decir, en un material con un comportamiento sensible en su etapa de colocación y fragüe, que todo el proceso constructivo se llevó a cabo según lo esperado.

8. Conclusiones

La obra construida pasa a formar parte de la red vial de la ciudad, contribuyendo al crecimiento de la infraestructura de transporte. La calidad de servicio requerida, brindada por las propiedades del pavimento, se logra a través de la construcción de los ítems bajo el control de calidad realizado, sobre los materiales, productos y el proceso constructivo.

Este control determinó qué componentes eran aptos para satisfacer las exigencias de los pliegos y a su vez permitió plantear soluciones a imprevistos, como en el caso del agregado grueso de la mezcla asfáltica, donde se pudo resolver el problema con los recursos que se encontraban a disposición. Por otro lado, en el caso de la compactación de la subrasante, los resultados de los ensayos determinaron que un tramo se debía ejecutar nuevamente para cumplir las especificaciones. Esto deja la posibilidad de evaluar lo sucedido y proponer mejoras en el proceso de trabajo, para lograr mayor eficiencia en las próximas obras a realizar.

Como contribución a optimizar el proceso de decisión a lo largo de las diferentes etapas de la obra vial, propondría trabajar la información de manera más global, de los diferentes ensayos que se realizan. Es decir, en vez de que un tramo de alguna capa de pavimento o una partida de cualquier material, se apruebe sólo por el dato singular que lo caracteriza a sí mismo, tendría en cuenta como se vienen comportando los valores de los diferentes parámetros a lo largo del tiempo. Esto permitiría buscar causas de variaciones relevantes más allá de que en el caso particular los parámetros cumplan lo requerido y también se podrían descartar posibles fallas en caso de que el comportamiento de un parámetro en su historia sea uniforme y satisfactorio. Esta propuesta tiene como objetivo aportar a la eficiencia del proceso constructivo de obras del presente rubro, para responder de una mejor manera a la calidad de servicio requerida en la infraestructura de transporte.

Bibliografía:

- Cátedra de Planeamiento y Urbanismo de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (2009), *Planeamiento y Urbanismo*.
- Parque Empresarial Aeropuerto (2014), www.parque-empresarial.com.ar. Fecha de acceso: 05/2014.
- Municipalidad de Córdoba (2014), www2.cordoba.gov.ar. Fecha de acceso: 05/2014.
- Comisión permanente del asfalto (1985), *Tecnología del asfalto y prácticas de construcción*. Editorial Artes gráficas Corín Luna.
- Dirección Provincial de Vialidad de la provincia de Córdoba (2012), *Pliego particular de especificaciones técnicas: Duplicación de calzada en RN N°36 tramo Bower – Altos de Fierro y rutas varias de la zona de cobertura 1*.
- Dirección Nacional de Vialidad (1998), *Pliego general de especificaciones técnicas*.
- Dirección Nacional de Vialidad, *Normas de ensayos*.

Anexo A.1: Cemento asfáltico

El asfalto es un material ligante de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes que pueden ser naturales u obtenidos por refinación del petróleo. Este ligante se presenta en proporciones variables en la mayoría de los petróleos crudos.

Luego de que el petróleo crudo se extrae de los pozos es separado en sus constituyentes o fracciones en una refinería. Principalmente este proceso es llevado a cabo por destilación. A continuación, los constituyentes son refinados con mayores exigencias o procesados en productos que cumplan requerimientos específicos. De esta manera es como el asfalto, parafina, nafta, aceites lubricantes y otros productos útiles de alta calidad se obtienen en una refinería de petróleo, dependiendo de la naturaleza del crudo que está siendo procesado.

Debido a que el asfalto es la base o el constituyente pesado del petróleo crudo, no se evapora o hierve cuando es destilado. En consecuencia, es obtenido como producto residual en el proceso, sin embargo es valioso para una gran variedad de usos arquitectónicos e ingenieriles. El asfalto de petróleo para uso en pavimentos es comúnmente llamado asfalto de pavimentación o cemento asfáltico para distinguirlo del asfalto fabricado para otros usos.

El asfalto para pavimentación a temperatura atmosférica normal es un material negro, pegajoso, semi-sólido y altamente viscoso. Está compuesto primordialmente de moléculas complejas de hidrocarburos, además contiene otros átomos, como ser oxígeno, nitrógeno y sulfuro. Debido a que es pegajoso se adhiere a las partículas de diferentes agregados y permite de esta forma ligarlas, produciendo como resultado mezcla asfáltica. El asfalto para pavimentación es impermeable y no lo afectan la mayoría de los ácidos, álcalis y sales. Es un material termoplástico porque se ablanda cuando es calentado y se endurece cuando se enfría. Esta combinación única de características y propiedades es una razón fundamental para que el asfalto sea un material de pavimentación importante.

Anexo A.2: Emulsiones

La forma de fluidificar el cemento asfáltico para bombearlo a lo largo de cañerías, mezclarlo con el agregado o distribuirlo a través de toberas, es generalmente por calentamiento. Luego el material se enfría y se convierte en un ligante semisólido.

También hay otros métodos, como diluirlo mediante solventes seleccionados de petróleo o emulsionarlo con agua, obteniéndose así los asfaltos diluidos y los asfalto emulsionados o emulsiones asfálticas. La idea es que terminada la colocación el solvente o el agua se evaporen, dejando el cemento asfáltico en condiciones de cumplir su función.

En el proceso de emulsificación se separa mecánicamente el cemento asfáltico caliente en glóbulos diminutos, que son dispersados en agua tratada con una pequeña cantidad de agente emulsivo. El agua constituye el medio de dispersión del sistema y las gotitas de asfalto la fase dispersa.

La ventaja de las emulsiones asfálticas, con respecto a los asfaltos en caliente, es que pueden ser usadas con el agregado frío o calentado, seco o húmedo. Esto último es también una ventaja sobre los diluidos, que requieren que el agregado esté seco.

Las emulsiones asfálticas se usan tanto para construcción de caminos como para otras aplicaciones especiales. Por ejemplo, en la construcción de macadms asfálticos a penetración, sellados y tratamientos bituminosos superficiales.