

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“PÉRDIDA DE CONSISTENCIA DEL
CONCRETO EN EL TIEMPO” A
temperaturas inferiores o cercanas a cero.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
PRESENTADO POR EL BACHILLER
MOISÉS BARUJ SPEICHER FERNÁNDEZ
LIMA – PERU Octubre 2007

AGRADECIMIENTO: . .	1
RESUMEN .	3
INTRODUCCIÓN .	5
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES. . .	7
CAPÍTULO II. CONSIDERACIONES TÉCNICAS DEL CONCRETO PÓRTLAND PARA CLIMAS FRÍOS. .	9
II.1 CONCRETO EN ESTADO FRESCO .	10
II.1.1 Consistencia o asentamiento del concreto .	10
II.1.2 Fragua Inicial de la pasta y/o del mortero presente en la mezcla total .	11
II.1.3 Desarrollo de Resistencia a la compresión temprana o inicial .	11
II.1.4 Contenido del aire atrapado .	11
II.2 CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO .	11
II.2.1 Fragua Final de la pasta y/o del mortero presente en la mezcla total . .	11
II.2.2 Resistencia final o a 28 días .	12
CAPÍTULO III. PROBLEMÁTICA DE OBRA . .	13
III.1 LOS AGREGADOS PARA CONCRETO .	13
III.1.1 Clasificación de los agregados para concreto . .	14
III.1.2 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PÓRTLAND. CANTERA ANTAUTA KM 137+000. CARRETERA AZANGARO PTE INAMBARI . .	16
III.2 TIEMPOS DE FRAGUADO . .	19
III.3 PÉRDIDA DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO HIDRÁULICO .	20
III.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS Y DE OPERACIÓN EN OBRA . .	21
III.5 ANÁLISIS DE LABORATORIO . .	21
CAPÍTULO IV. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS . .	29
IV.1 FRAGUA INICIAL Y FINAL .	29
IV.2 CAÍDA DE SLUMP EL CONCRETO EN EL TIEMPO .	30
IV.3 LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE .	30
CAPÍTULO V.ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN . .	33

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES . .	35
CAPÍTULO VII. PANEL FOTOGRÁFICO. . .	37
CAPÍTULO VIII. REGISTRO DE ENSAYOS, CUADROS, GRÁFICOS. . .	39
CAPÍTULO IX. ESPECIFICACIONES. .	41
BIBLIOGRAFÍA .	43

AGRADECIMIENTO:

A MI SRA. MADRE Y MI FAMILIA POR SU APOYO, A MIS CATEDRÁTICOS POR SU INVALORABLE ENSEÑANZA.

“PÉRDIDA DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN EL TIEMPO” A temperaturas inferiores o cercanas a cero.

RESUMEN

La investigación nos obligo a llevar a cabo modelos y procedimientos de construcción diferenciados respecto a los convencionales, dado que los materiales, insumos y las propias estructuras suelen presentar comportamientos complejos frente a los climas mencionados.

El empleo de aditivos uno plastificante (reductor de agua) Rheobuild 1000 y del aditivo inclusor de aire a través de a una aplicación rápida y precisa, nos proporcionó un Concreto capaz de ser expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y nos permitió obtener una producción de concreto de alta calidad normal y de peso ligero reduciendo el agua y así logrando reducir la cantidad de cemento en la mezcla y proporcionando una solución económica y ventajosa en el proyecto.

Hemos comprobado con los resultados, análisis de laboratorio y con la utilización del producto en el campo la calidad del insumo fabricado y puesto en servicio, para las estructuras de drenaje proyectadas, su economía y rentabilidad al proyecto; quiero con ello agradecer el apoyo de las empresas realizadoras del proyecto carretero, y el tenaz apoyo de los investigadores jefes del laboratorio de Concreto suelos y pavimentos con quienes compartí esta investigación Ingenieros Alex Aiquipa y Roberto López por su excelente visión y apoyo a la investigación.

“PÉRDIDA DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN EL TIEMPO” A temperaturas inferiores o cercanas a cero.

INTRODUCCIÓN

Los proyectos de construcción, sea cual fuere la región, lugar y clima presentan particularidades e inconvenientes dignos de alguna solución de ingeniería. Para el caso que nos ocupa, las significativas gradientes térmicas (bajas temperaturas al inicio y final del día así como una importante radiación solar al medio día), generan trastornos en las mezclas de concreto fundamentalmente en sus consistencias y su consiguiente proceso de endurecimiento o fragua (también lo hacen en su resistencia).

Previamente requiero citar el texto que dió motivo a esta investigación; dentro de las especificaciones técnicas trabajadas para el proyecto carretera interoceánica sur tramo 4, en el Capítulo 500, sección 610 de las especificaciones EG – 2000 concretos, sub. Sección 506.10 Operaciones para el vaciado de la mezcla se indica: (a) Descarga, transporte y entrega de la mezcla: “El concreto al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un **tiempo máximo de una y media (1 ½) horas** , desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Supervisor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte”... esto generó la problemática y el desarrollo de la solución planteada a este tema.

En las obras viales, las distancias de transporte de concreto son considerables, los tiempos consumidos para tal fin son de enorme importancia y valor, afectando en gran parte la eficiencia de los procesos de construcción. El concreto Pórtland no escapa a esta

regla, para cuya elaboración se emplean plantas industriales localizadas para una fabricación masiva dados los volúmenes requeridos, con tiempos de recorrido que fluctúan entre los 60 a 100 minutos inclusive a distancias extremas y cercanas a los 25 Km.

En ese lapso de tiempo, que implica el transporte mediante mezcladoras tipo mixer rotatorio, se presume que se van generando las reacciones endotérmicas que dan origen al endurecimiento inicial del concreto con el riesgo de un desarrollo prematuro de resistencias antes de su posicionamiento final. Esta lógica preocupación fue estudiada y verificada con modelos de laboratorio a través de ensayos normalizados y siguiendo los manuales de “Ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú”: EM-2000, los mismos que nos conllevaron a valiosas conclusiones a tener en cuenta para el proyecto que se viene desarrollando.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.

El proyecto carretero denominado Vía Interoceánica Sur, tramo 4 comprendido entre las localidades de Azángaro (Puno) y Puente Inambari (Madre de Dios) se desarrolla fundamentalmente en la región andina del Perú, con altitudes máximas comprendidas entre los 3850 hasta los 4980 msnm, con predominio de climas fríos y geografía cordillerana altamente accidentada (Km. 51 al Km. 220 aproximadamente del proyecto). Tales condiciones obligan a llevar a cabo modelos y procedimientos de construcción diferenciados respecto a los convencionales, dado que los materiales, insumos y las propias estructuras suelen presentar comportamientos complejos frente a los climas mencionados. El marcado descenso de temperaturas en la región, con registros de hasta -20° C en horas de la madrugada, obliga a tomar extremas precauciones durante la selección de las proporciones de insumos (diseño) así como durante las etapas de fabricación y post construcción de las estructuras y del propio pavimento.

Las obras de construcción vial, no son procesos rígidos de aplicación estricta de normativas técnicas, que a veces no reflejan, mediante sus calibraciones, las condiciones del clima y materiales de la zona de trabajo, por tanto si en las obras se cuenta con equipo de ensayos de materiales (laboratorios) así como el personal técnico calificado para su análisis e investigación, entonces la consecución de estos objetivos solo será cuestión de actitud y decisión.

Las mezclas de concreto Pórtland, son masas de áridos minerales, cemento Pórtland, agua y eventualmente aditivos químicos precisamente para mejorar las propiedades del producto, cuando el clima cataliza su utilización. En nuestro país son

innumerables los productos químicos empleados en distintas obras, con acertado comportamiento para climas caluroso y fríos, sin que ello quiera validar el éxito rotundo de los mismos. No olvidar que una adecuada selección de materiales o aditivos: diseño de mezclas en general, debe estar acompañada del mejor concepto y aplicación constructiva, si ello no se cumple, las probabilidades de éxito, valorado en el tiempo, pueden resultar escasas.

Para el caso que conlleva este estudio se realizará la adición de dos tipos de aditivos uno plastificante (reductor de agua) Rheobuild 1000 (BASF Construction Chemicals) de alto-rango diseñado para producir un concreto que fluye fácilmente manteniendo una alta plasticidad por tiempos más prolongados que el concreto superplastificado convencional y que produce por la baja proporción de agua un material cementicio del concreto sin asentamiento, dando excelentes propiedades de ingeniería (endurecimiento). También se utiliza en el diseño el aditivo MB VR(Solución de Resina Vinsol neutralizada de Degussa Construction Chemicals) que es un aditivo inclusor de aire para concreto que cumple con las especificaciones de ASTM C 260, AASHTO M 154, utilizable según una concentración adecuada para una aplicación rápida y precisa brindando un Concreto capaz de ser expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y que nos permite obtener una producción de concreto de alta calidad normal y de peso ligero (el cemento pesado normalmente no contiene aire ocluido). Todo ello buscará al reducir el agua reducir la cantidad de cemento en la mezcla y proporcionará una solución económica en el proyecto.

CAPÍTULO II. CONSIDERACIONES TÉCNICAS DEL CONCRETO PÓRTLAND PARA CLIMAS FRÍOS.

Las mezclas de concreto Pórtland en general, deben poseer cualidades de trabajabilidad, resistencia y economía para poder ser catalogados como un material de construcción que satisface las necesidades del proyecto o del mismo constructor.

TRABAJABILIDAD:

Es la facilidad que ofrece una mezcla de concreto para adecuarse a los encofrados y geometrías de las estructuras, variable que se controla con el agua establecida en los diseños, aditivos plastificantes o reductores de agua y también de una adecuada combinación de áridos finos y gruesos. Es de suma importancia alcanzar una adecuada consistencia del concreto para preservar un correcto llenado de la estructura sin dejar espacios o cangrejas que atentarán contra la durabilidad y el período de servicio, tan amenazado en climas fríos como el nuestro. En laboratorio, el ensayo de asentamiento plástico o slump, gobierna el control de esta importante virtud de los concretos frescos.

RESISTENCIA:

Definida como la propiedad de resistir los esfuerzos mecánicos y térmicos a los cuales se le somete a la estructura durante su puesta en marcha. Se encuentra íntimamente condicionada con la relación agua / cemento, siendo recomendable eliminar

cualquier alteración de este cociente aun cuando alguna otra propiedad no logre adecuarse a nuestros requerimientos, ello quiere decir que si los asentamientos o trabajabilidad no logran satisfacer ciertas objetivos, el incremento del agua puede resultar perjudicial para la resistencia inicial y final (sea de compresión axial y/o flexión). Hoy en día el mercado de la construcción nos ofrece una variada gama de agentes químicos que logran vencer la dificultad antes señalada, logrando modificar su consistencia a un estado suelto, plástico y altamente trabajable, para satisfacción de la calidad del proceso constructivo, todo ello sin modificar o alterar la relación a/c, manteniendo constantes los valores de resistencia a la compresión.

ECONOMÍA:

Un concreto Pórtland deberá ser económico y a su vez, satisfacer las propiedades anteriores, de tal manera de rentabilizar el proyecto.

Estas masas por contener agua y aditivos químicos, están sujetos a la directa influencia de la **temperatura ambiente** en la zona de trabajo, por tanto sus propiedades en estado fresco y endurecido también serán alteradas en menor o mayor proporción con dicha variable tan importante en nuestra obra vial, dada la enorme gradiente térmica registrada.

Las propiedades más importantes del concreto, según su grado de consistencia, se pueden agrupar en las dos etapas de desarrollo del concreto:

II.1 CONCRETO EN ESTADO FRESCO

En esta fase la pasta de cemento, aún se encuentra dando inicio a las primeras reacciones químicas que se resumen en la liberación del calor de hidratación cuando el cemento ingresa en permanente contacto con agua. Aquí se pueden distinguir las siguientes propiedades básicas de las mezclas:

II.1.1 Consistencia o asentamiento del concreto

Definida como el grado de fluidez y/o plasticidad que presenta una masa de concreto de tal forma que permita una correcta aplicación entre los encofrados respectivos. Esta Variable está íntimamente relacionada con la cantidad de agua presente y también con las dosis y calidades de aditivos súper plastificantes o reductores de agua. Un adecuado asentamiento o slump supondrá en el concreto, las incorporaciones de propiedades de trabajabilidad con alta eficiencia para la estructura tanto en servicio como durante su construcción. A nivel de laboratorio, la medición de la consistencia se efectúa mediante el equipamiento denominado Cono de Abrams, de altura conocida, que luego de verter la masa de concreto y retirado el molde metálico (cono), se procede a comparar la pérdida de altura de la masa, ahora sin confinamiento lateral.

II.1.2 Fragua Inicial de la pasta y/o del mortero presente en la mezcla total

La pérdida paulatina de la consistencia casi siempre es asociada al inicio de la fragua o endurecimiento inicial, conceptualmente podrá validarse este principio, sin embargo, mediante resultados de laboratorio, en donde se comparan el tiempo de fragua a través de penetrómetros normalizados y medición de slump, no siempre existe una relación lineal o dependiente de otra variable. La cantidad de agua así como las temperaturas inciden notoriamente en los resultados. Por tanto la fragua inicial podrá definirse en términos ingenieriles, como aquella consistencia del concreto, para la cual se requiere un esfuerzo de 500 Psi para poder penetrarlo 1 pulgada.

II.1.3 Desarrollo de Resistencia a la compresión temprana o inicial

Los procesos de endurecimiento inicial empiezan a darse durante las primeras fases de la hidratación del cemento, es decir la liberación de calor de los componentes químicos (calcio, silicio, aluminio, fierro, etc.) cuando ellos entran en contacto con el agua, allí se producen y se catalizan las reacciones endo y exotérmicas, algunas de origen puzolánico que dan origen en fuerzas intermoleculares difíciles de romper. Este desarrollo inicial de resistencia puede durar algunas pocas horas como también podría retrasarse en virtud de las temperaturas, aditivos químicos, finura del cemento, etc.

II.1.4 Contenido del aire atrapado

Consiste en la incorporación de micro burbujas de aire, mediante aditivos químicos sin cloruros, de tal forma de inhibir al concreto de gotas de agua en estado sólido (congelamiento). Esta importante propiedad es totalmente válida durante los procesos de hielo y deshielo, cuando los concretos se encuentran sometidos a climas fríos.

II.2 CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

En esta fase la pasta de cemento, aún se encuentra culminando con todas las reacciones químicas de carácter exo y endotérmico que se resumen en la liberación final del calor de hidratación cuando el cemento ingresó en contacto con agua. Aquí se pueden distinguir las siguientes propiedades básicas de las mezclas:

II.2.1 Fragua Final de la pasta y/o del mortero presente en la mezcla total

En total correspondería con la definición de fragua inicial, se concluye que la fragua final

es aquel estado de consistencia o dureza del concreto, para el cual se requiere de un esfuerzo de 1400 psi para lograr penetrarlo 1 pulgada.

II.2.2 Resistencia final o a 28 días

Definida con el esfuerzo máximo de rotura a compresión axial, para un testigo de concreto Pórtland.

El concreto Pórtland sometido a procesos de congelamiento y deshielo, como en el caso de nuestro proyecto, estará sujeto a inminentes riesgos de endurecimiento del agua de mezclado (solidificación = cristales de hielo con descenso de temperaturas), lo que al cambiar de consistencia (licuación = agua con aumento de temperaturas) ocasionará esfuerzos de tracción por cambio de volumen, que finalmente inducirán a fisuramientos y pérdida de serviciabilidad en la estructura.

Hoy en día los aditivos inclusores de aire, definidos como agentes químicos generadores de burbujas o cápsulas de aire que evita el congelamiento del agua presente en la fase pastosa del concreto, logran minimizar los efectos negativos de las heladas, preservando la integridad del concreto vaciado. Sin embargo un exceso en su dosificación traerá como consecuencia pérdida de resistencia, situación que no es materia del presente informe y tampoco se ha reportado en obra una anomalía de este tipo.

CAPÍTULO III. PROBLEMÁTICA DE OBRA

Los proyectos de construcción, sea cual fuere la región, lugar y clima presentan particularidades e inconvenientes dignos de alguna solución ingenieril. Para el caso que nos ocupa, las significativas gradientes térmicas (bajas temperaturas al inicio y final del día así como una importante radiación solar al medio día) que bordean los 40° C, generan trastornos en las mezclas de concreto fundamentalmente en sus consistencias y su consiguiente proceso de endurecimiento o fragua (también lo hacen en su resistencia) que fueron estudiadas y analizadas por nuestro laboratorio de Control de Calidad, en procura de arribar a soluciones tecnológicas que aseguren la calidad de la construcción.

Las obras de arte y drenaje, compuestas por estructuras de hormigón o concreto, se ubican en determinados puntos de la carretera donde sea necesario eliminar o transportar las aguas superficiales y/o subterráneas hacia un destino acorde con la serviciabilidad del camino.

A continuación se lleva a cabo un riguroso análisis de la problemática suscitada, sus comprobaciones en laboratorio y algunas determinaciones finales.

III.1 LOS AGREGADOS PARA CONCRETO

Se define a los agregados como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan en condición general las $\frac{3}{4}$ partes del volumen total siendo la calidad de estos de vital importancia en el producto final.

La denominación de inertes es relativa, porque si bien no intervienen directamente en las reacciones químicas entre el cemento y el agua, sus características físicas y químicas afectan notablemente el producto resultante, siendo tan importante en el logro de ciertas propiedades particulares de resistencia, conductibilidad, durabilidad, etc.

La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el concreto para obtener una estructura densa y eficiente así como una trabajabilidad adecuada; se busca un ensamblaje casi total entre las partículas de manera de ocupar todos los espacios como un conjunto de la pasta del concreto.

III.1.1 Clasificación de los agregados para concreto

III.1.1.1 Cantera Antauta Km. 137+000.

Agregados Naturales

Dado que la conformación de esta cantera es el resultado de un proceso geológico natural por la acción de innumerables fuerzas y eventos, como la erosión hidráulica de las aguas pluviales, la acción expansiva del agua al congelarse, o la acción desintegrante debida al diastrofismo e intemperismo entre otros causales que ocasionan la fragmentación de las rocas, los productos fragmentados presentan variadas características como consecuencia del arrastre del río que acumuló estos productos sobre bancos o playas ubicada al pie del poblado de Antauta.

Agregados Artificiales

Proviene del proceso de transformación de materiales naturales habilitando productos secundarios para su empleo en la producción de concreto. Se consideran en este rubro la microsílice, la escoria de altos hornos, la arcilla horneada, el concreto reciclado, etc. Su potencial de uso es muy alto siendo empleado en el caso de este proyecto la cal hidratada para el asfalto y no así para el concreto y no se requirió utilizar otro agregado artificial.

Características Físicas Se identifica como características de estos agregados:

La búsqueda de la condición de saturación de una partícula ideal de agregado partiendo de una condición seca hasta cuando se obtiene su humedad superficial observando sus distintas etapas.

El peso específico que resulta de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellos, utilizando las normas ASTM C-127 y C-128 y su aplicación de estudio en laboratorio dependerá de las condiciones de saturación a las que las partículas serán expuestas. Se busca obtener resultados de distribución de volúmenes de sólidos, poros y vacíos para agregados secados al horno.

Cabe indicar que las expresiones logradas en unidades adimensionales habrá que multiplicarlas por la densidad del agua para obtener un parámetro de uso. Los agregados deberán oscilar entre 2,500 y 2,750 kg/m³.

El Peso Unitario que será el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. La norma ASTM C-29 define el método estándar para evaluarlo, en la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apasionándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8" en 3 capas.

Porcentaje de vacíos o medida del volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados.

Absorción: como la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad no llegándose a llenar absolutamente los poros pues siempre queda aire atrapado. Normas ASTM C-127 y C-128.

Humedad: referida al agua superficial retenidas en un momento determinado por las partículas del agregado. Es importante por que contribuye a incrementar el agua de la mezcla en el concreto.

Características Resistentes Nos referimos a las características que confieren capacidad de soportar esfuerzos o tensiones producidos por agentes externos:

Resistencia a las fuerzas de compresión, corte, tracción y flexión. La resistencia a la compresión está inversamente relacionada con la porosidad y la absorción y directamente con el peso específico.

Tenacidad o resistencia al impacto, relacionada más con la sollicitación en flexión que en compresión, así como con la angularidad y aspereza de la superficie.

Dureza o resistencia al desgaste por la acción de unas partículas sobre otras y se ensaya esta características por medio de la resistencia a la abrasión en la Máquina de Los Ángeles, que consta de un cilindro metálico donde se introduce el agregado conjuntamente con 12 esferas de acero de 46.8 mm de diámetro y entre 390 y 445 gr. de peso cada una, con un peso total de 5000 +/- 25 gr., haciéndose girar el conjunto a cierto número de revoluciones (100 o 500) que provocan el roce entre partículas y de las esferas sobre la muestra provocando el desprendimiento superficial de material el cual se mide y expresa en porcentaje. Normas ASTM C-131 y C-535.

Características Químicas Aquí tenemos que considerar con cuidado la reacción producida por el álcalis del cemento con respecto a la durabilidad del concreto.

El óxido de Sodio y el óxido de Potasio que constituyen los álcalis en el cemento, en ciertas cantidades y en presencia de condiciones particulares de humedad y temperatura pueden reaccionar con minerales como la andesita, argilitas, ciertas calizas y dolomitas, calcedonias, cristobalitas, dacitas, vidrio volcánico, gneiss granítico, Ópalo, pizarras Opalinas, filitas, cuarcitas, cuarzosas, riolitas, esquistos, pizarras silicias y otros cuarzos, vidrio síliceo sintético o natural , o con tridimita entre otros minerales produciendo un gel expansivo.

La Norma ASTM C-150, establece una limitación de 0.6% en el contenido de álcalis

de los cementos para prevenir la posibilidad de reacción Álcali-sílice.

Características Geométricas y Morfológicas

La forma y textura de los agregados influyen grandemente en los resultados a obtenerse en las propiedades del concreto. Por un lado los agregados tienen formas irregularmente geométricas compuestas por combinaciones aleatorias de caras redondeadas y angularidades, tienen una redondez, esfericidad.

Lo que se obtuvo en cantera fueron agregados que poseen una forma equidimensional y esta condición mejora su acomodo entre partículas dentro del concreto, requiriendo así menor agua, pasta de cemento para encontrar el óptimo grado de trabajabilidad en el concreto.

Análisis granulométrico, Módulos de Fineza, Evaluación de la calidad y la graduación de los Agregados evaluados según ensayos.

III.1.2 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PÓRTLAND. CANTERA ANTAUTA KM 137+000. CARRETERA AZANGARO PTE INAMBARI

El diseño de mezcla de concreto hidráulico con tamaño máximo nominal 12.5 mm, fue concebido para la construcción de las obras de arte del tramo 4 de la carretera Interoceánica Sur, en aquellas estructuras comprendidas entre los Km. 122 al km. 162.5 aproximadamente, perteneciente al corredor Bi-nacional Perú- Brasil, con el firme propósito de satisfacer las rigurosas necesidades drenantes, estructurales y climáticas que dominan la región del altiplano peruano.

El tramo de carretera que será construido entre los hitos mencionados se desarrolla en la puna altiplánica peruana con altitudes que oscilan entre los 4000 y 4800 msnm, así también con importantísimos gradientes térmicas que bordean hasta los 42° c, con temperaturas ambientales mínimas de -20° c y máximas de 22°c, por tanto y ante tales condiciones es sumamente necesario dosificar el concreto Pórtland no solo para que satisfaga condiciones de resistencia sino de durabilidad ante las severas sollicitaciones térmicas.

El presente expediente técnico, que contempla el diseño de la mezcla de concreto Pórtland, fue elaborado en fiel cumplimiento con las especificaciones técnicas del proyecto mencionado y que se resume en las siguientes propiedades físicas mecánicas de los áridos así como de resistencia y durabilidad.

ÁRIDOS

AGREGADO GRUESO La gradación empleada se ajusta a la normativa ASTM C-33, en correspondencia con la especificación de obra, huso AG-2, para tamaños máximos nominales de 12.5 mm, agregado que viene siendo procesado por trituración en la propia cantera Antauta del Km. 137.

Las propiedades mecánicas se resumen en los cuadros adjuntos, en donde se muestran las bondades de la grava empleada, en tanto que sus propiedades físico-químicas serán evaluadas mediante muestras remitidas a la ciudad de Lima para su

valoración en prestigiosas instituciones. Estos ensayos corresponden a Terrones de Arcilla, Carbón y Lignito, Partículas Livianas, así como sulfatos y cloruros y también su potencial reactividad con los álcalis del cemento.

AGREGADO FINO La gradación empleada no logra ajustarse de modo completo a la normativa ASTM C-33, en donde la arena procesada se muestra gruesa en los tamaños 2.36 y 1.18 mm, dado que la misma naturaleza del banco de materiales presenta altos módulos de fineza, tal como ha podido comprobarse a lo largo de los controles de laboratorio.

Ante esta eventualidad, las normativas y recomendaciones generales del American Concrete Institute, dejan abierta la posibilidad de emplear arenas que dejen de cumplir el huso especificado, si se satisfacen las siguientes condiciones:

Que el agregado fino haya sido empleado con éxito en otros proyectos, es decir los antecedentes de utilización sean satisfactorios para obras similares y bajo comprobación del organismo supervisor.

El límite recomendado para el Módulo de Fineza debe situarse entre 2.4 y 3.1, si este intervalo excede en 0.2 el árido podría ser rechazado, alternativamente si las partes involucradas logran llevar a cabo los ajustes en la combinación de la mezcla, sin que ello involucre reducción del contenido de cemento, el insumo podrá ser utilizado, previa comprobación con resultados de laboratorio.

Que la mezcla final de agregados gruesos y finos logre satisfacer la combinación global propuesta por la normativa peruana NTP 400.037, para el tamaño máximo nominal empleado.

Antes tales prerrogativas, la arena zarandeada de cantera Antauta, para lograr cumplir con las necesidades técnicas del proyecto, viene siendo lavada, en un equipo de lavado rotatorio, para eliminar el polvo presente así como también, es clasificada por los tamaños 4.76 mm (3/16"), condición por demás restrictiva para los efectos productivos, que sin embargo ha logrado situar el Módulo de Fineza 3.32, mejorando sustancialmente a gradación inicial que resultaba más gruesa aún.

COMBINACION DE AGREGADOS

Tal como lo establece la NTP 400.037, la combinación de agregados gruesos y finos, deben dar lugar a una granulométrica continua y homogénea sin saltos bruscos representados por porcentajes retenidos en dos tamices consecutivos, iguales o superiores a 45%. Además deben satisfacer el huso granulométrico establecido para t_{mn} 12.5 mm. Mediante la dosificación propuesta en el presente diseño: **Arena Lavada 55% y Grava Triturada 45%**, se ha logrado cumplir con los requisitos anteriores, tal como se muestra la grafica respectiva (ver anexos).

Claramente se aprecia la limpieza del agregado empleado (desde malla N° 30), con las ventajas que ello acarrea, fundamentalmente en la consecución de prontas resistencias iniciales.

Tan igual, que para el caso las gravas, muestras de agregado fino fueron remitidas a Lima para los respectivos ensayos físico- químicos.

La gradación final promedio se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 1

Tamiz % Pasante(Granulometría Física) NTP 400.037
¾" 100 95-100
½" 83.99
3/8" 68.73
N° 4 53.91 35-55
N° 8 40.40
N° 16 26.59
N° 30 16.26 10-35
N° 50 8.35
N° 100 3.02 0-8
N° 200 1.99 0-5

ADITIVOS QUÍMICOS

Con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas de la masa de concreto hidráulico, se ha creído conveniente emplear dos tipos de aditivos del mismo fabricante DEGUSSA-BASF:

Reductor de Agua – Plastificante El producto empleado corresponde a Rheobuild 1000 para proveer de alta plasticidad al concreto, con enorme importancia en estructuras esbeltas y de apreciable concentración de armadura, evitando la formación de cangrejas. Adicionalmente se ha comprobado que importantes dosis de dicho aditivo incrementa la resistencia del concreto inclusive para asentamientos cercanos a 6.5", debiendo quedar claro la invariabilidad de la relación agua /cemento.

Cantidades de Rheobuild 1000 desde 1.0 % a 1.3% del peso del cemento, han podido dimensionarse para satisfacer las necesidades de asentamiento y plasticidad, con valores de hasta 5.5" de slump, como en el caso de $f'c=280 \text{ Kg./cm}^2$, que por tratarse de un concreto de alta concentración de cemento ha logrado desarrollar apreciables bondades resistentes y durables.

Incorporador de Aire Los concretos sometidos a procesos de congelamiento y deshielo, como en el caso de nuestro proyecto, estarán sujetos a grandes probabilidades de congelamiento del agua e interrupción del desarrollo de su resistencia que sumado a los esfuerzos térmicos producidos por la contracción y dilatación de la masa, darán origen a escasos niveles de durabilidad en la estructura. Una de las formas de minimizar estos inconvenientes es incorporando de modo intencional burbujas de aire (aditivo MB-VR) para formar cápsulas que atraparán el agua inhibiendo su congelamiento, de esa forma se preservará la calidad del concreto. Los dosajes empleados corresponden a 0.040% del peso de cemento para concretos $\leq 210 \text{ Kg/cm}^2$ entendiéndose que para resistencias mayores ($>210 \text{ Kg./cm}^2$), una igual o superior cantidad puede significar una disminución de resistencia.

La medición del aire total atrapado fue valorada con la normativa ASTM C-231 y ASTM C-173, haciendo uso del equipo denominado Presurimetro, y cuyos resultados se presentan en las hojas resúmenes.

APLICACIÓN EN PLANTA o AL PIE DE OBRA

La presente dosificación del diseño de mezcla para concreto Pórtland, deberá ser puesta en marcha mediante la planta volumétrica del Km. 149 así como para vaciados con mezcladora al pie de obra. Para ello se deberá tener en cuenta, de acuerdo a los estudios de “la influencia del tiempo en la eficiencia del aditivo plastificante”, que dicho insumo podrá aplicarse total o parcialmente al instante de la llegada de los mixer, inclusive con dosis superiores a los diseños establecidos, sin alterar en lo absoluto sus propiedades resistentes, simplemente en total ánimo de volver a fluidificar la masa, para un correcto vaciado.

III.2 TIEMPOS DE FRAGUADO

En las obras viales, las distancias ha recorrer por el personal, equipos mecánicos e insumos o materiales son considerables, los tiempos consumidos para tal fin son de enorme importancia y valor, afectando en gran parte la eficiencia de los procesos de construcción, que tradicionalmente se sitúan en zonas localizadas.

El concreto Pórtland no escapa a esta regla, para cuya elaboración se emplean plantas industriales localizadas (dosificador de volumen para nuestro caso) para una fabricación masiva dados los volúmenes requeridos. Dicha instalación se localiza en el Km. 149 y desde allí se envía mezcla de hormigón a distancias extremas y cercanas a los 25 Km., con tiempos de recorrido que fluctúan entre los 60 a 100 minutos inclusive.

En ese lapso de tiempo, que implica el transporte mediante mezcladoras tipo mixer rotatorio, se presume que se van generando ya las reacciones endotérmicas que dan origen al endurecimiento inicial del concreto con el riesgo de un desarrollo prematuro de resistencias antes de su posicionamiento final. Esta lógica preocupación deberá ser verificada con modelos de laboratorio a través de ensayos normalizados y siguiendo los manuales de “Ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú”: EM-2000. Dichos procedimientos de control se muestra más adelante, los mismos que nos conllevan a valiosas conclusiones a tener en cuenta para el proyecto que se viene desarrollando.

Nuestros proveedores y fabricantes del cemento empleado en obra, corresponden a “Cementos Yura S.A.” y “Cementos Rumi S.A.”, los mismos que a través de sus respectivos análisis de calidad nos muestran los tiempos estimados para sus respectivos productos, ellos difícilmente se han realizado en las condiciones climáticas con que se cuenta en nuestra obra, estos ensayos se resumen en el cuadro N° 1.

Cuadro N° 1

Parámetro Físico	Cemento Yura Tipo I	Especificación	Cemento Rumi tipo IP	Especificación
Norma ASTM C150-94	Tiempo Fraguado Vicat		Tiempo Fraguado Vicat	
Tiempo de Fragua Inicial	160 minutos.	min. 45	90 minutos.	min. 45
Tiempo de Fragua Final	190 minutos.	Máx. 375	160 minutos.	Máx. 375

Nuestra especificación de obra en su apartado N° 506.10, página 213., propone un tiempo máximo de 90 minutos para la permanencia del concreto en estado fresco antes de su colocación final (con el atenuante de ser modificado para la influencia de otras variables), sin embargo estas exigencias son valoradas mediante experiencias en condiciones ideales de operación y casi nunca contemplan la real adaptación a las obras, que para nuestro proyecto esta claramente marcada por la *temperatura ambiental* y los *materiales empleados (incluye aditivos químicos)*, siendo recomendable ensayar dichos cementos para el clima y temperatura imperante en Puno y así poder determinar los verdaderos tiempos de fragua para la pasta elegida.

III.3 PÉRDIDA DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO HIDRÁULICO

El diseño de mezcla del concreto Pórtland que viene aplicándose en obra, muestra la presencia del aditivo reductor de agua y plastificante Rheobuild 1000, estimándose su poder reductor entre 12% a 16%, tal como lo muestran los expedientes de cálculo. Este efecto plastificador de la masa de concreto está absolutamente comprobado para tiempos cortos de aplicación (fabricación y vaciados al pie de la estructura), sin embargo cuando los mixer transportan distancias muy grandes, la bondad del producto va en decremento en forma directa con el tiempo transcurrido, en total concordancia con la naturaleza química del insumo, “..... **Otorgar una consistencia fluida de manera pronta para el llenado de los encofrados de modo eficiente, para luego dar paso a la fragua inicial y posteriormente al endurecimiento final del concreto.....**”

Nuestra planta de fabricación, viene dosificando el concreto según las exigencias del diseño aceptado por supervisión de obra y para ello satisface asentamientos o slump comprendidos entre las 3.0” a 4.5”, que incluye el agua de amasado y su respectivo aditivo reductor de agua y/o plastificante en la proporción de 1% en peso del cemento Pórtland (357 ml / bolsa de cemento). Sin embargo, al paso del tiempo en que demoran

en arribar los camiones al sitio de descarga, la consistencia del concreto ha variado sustancialmente con valores de slump comprendidos entre las 1.75" a 2.5" en promedio general, fluidez por demás dificultosa para poder concretar de manera efectiva las obras programadas, situación desfavorable en costos de mano de obra y calidad mermada (probabilidad de huecos o cangrejas a pesar de procesos de vibración mediante agujas).

Es importante aclarar que esta supuesta anomalía en el aditivo, se presenta en todos estos productos catalogados como reductores de agua (no se incluye a los súper plastificantes), a pesar que en sus hojas técnicas o catálogos describen como una de sus virtudes la "retención prolongada del asentamiento". Como se verá más adelante esta propiedad no se conserva en el tiempo pero existe una solución válida constructiva que deberá ponerse en práctica sin desmerecer las cualidades del concreto diseñado.

III.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS Y DE OPERACIÓN EN OBRA

La problemática antes mencionada se ve agravada en gran medida con los efectos del clima de la región andina.

La calidad de un concreto ante la acción de las heladas depende de:

Calidad de la pasta,

Estabilidad y naturaleza de los áridos para soportar los cambios volumétricos del deshielo,

Estructura de los poros y absorción de áridos,

Granulometría de la mezcla.

Un clima frío debajo de los 5° C inducirá a retardos en la fragua con posibilidad de congelamiento del agua y a su vez conservación del asentamiento en la medida de la efectividad del aditivo reductor de agua. En contraparte un ambiente caluroso con temperaturas de 18° C en ascendencia logrará acelerar la fragua con disminución del slump, situación esta última que se viene presentando en obra.

III.5 ANÁLISIS DE LABORATORIO

Atendiendo todas las incertidumbres y complicaciones presentadas durante la fabricación y colocación del concreto hidráulico cuando éste es transportado distancias notables y acompañados con climas severos, nuestro laboratorio de mecánica de suelos, concretos y asfaltos, dispuso iniciar una campaña de investigación y solución a los impases presentados mediante ensayos y comprobaciones reales bajo condiciones de obra.

Para ello, se dispuso la verificación de los tiempos de fraguado inicial y final de la pasta de cemento así como la verificación de su consistencia normal teniendo en cuenta amplias dosificaciones del aditivo reductor de agua, valorando así su efecto plastificador en el tiempo, como también su incidencia en la resistencia a la compresión simple.

La relación completa y detallada de los ensayos efectuados se sintetiza en:

Medición de la consistencia Normal de la pasta del Cemento: ASTM C-187 y AASHTO T-129, MTC E 605

Tiempo de Fragua Inicial y Final mediante la aguja Vicat: ASTM C-191 y AASHTO T-131, MTC E 606

Medición del asentamiento o slump en concreto fresco ASTM C-143, AASHTO T-119, MTC E 705

Resistencia a la compresión simple en testigos cilíndricos, ASTM C-39, AASHTO T-22, MTC E 704

EL ENSAYO a) se llevó a cabo como paso previo al b) para obtener el contenido de humedad óptimo que brinda la consistencia normal a la pasta.

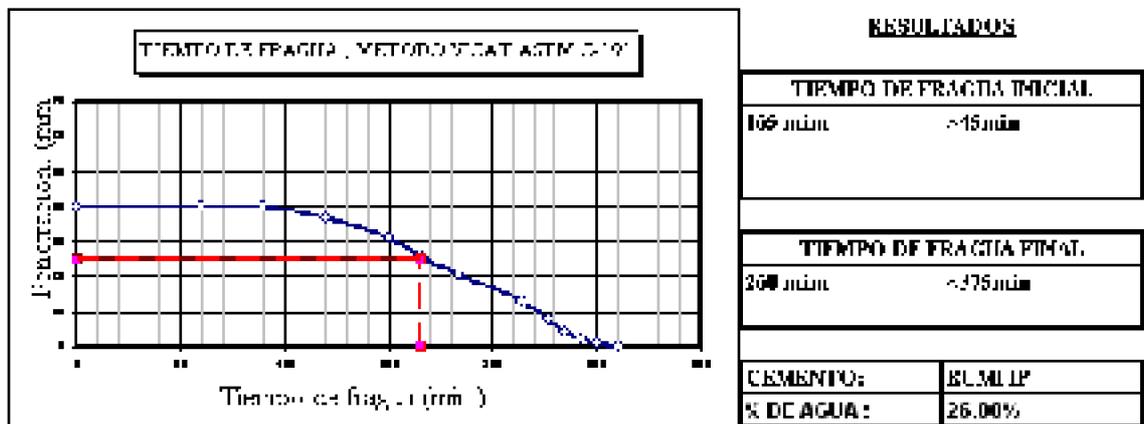
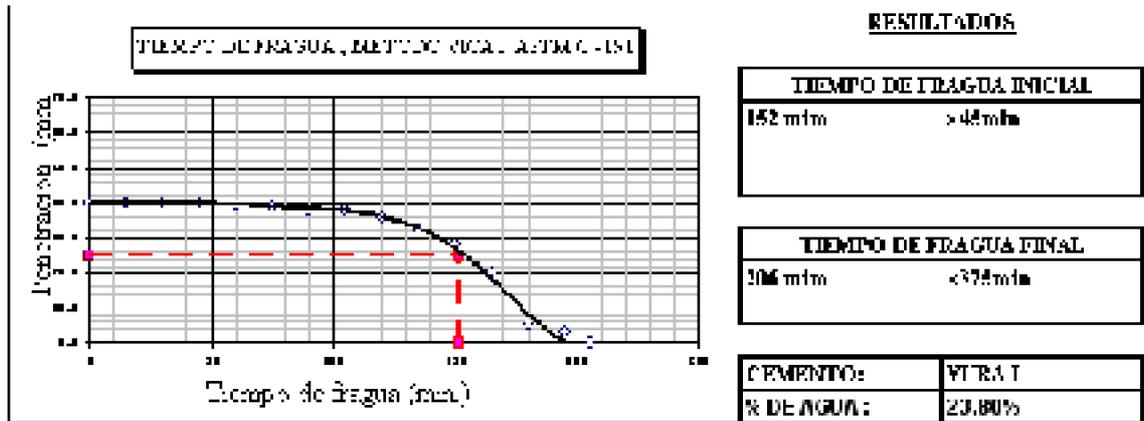
EL PROCEDIMIENTO b) Ofrece en forma determinante el intervalo de tiempo que debe transcurrir para conseguir el endurecimiento inicial y final de la pasta del cemento e indirectamente del concreto.

EL ENSAYO c) Se efectuó para variadas dosis de aditivo Rheobuild 1000, con la intención de cuantificar su influencia en el tiempo, tanto del slump inicial como para el slump final o llamado “asentamiento de cierre”, de esta manera se dedujo el grado de eficiencia del producto para los objetivos y circunstancias de nuestra obra.

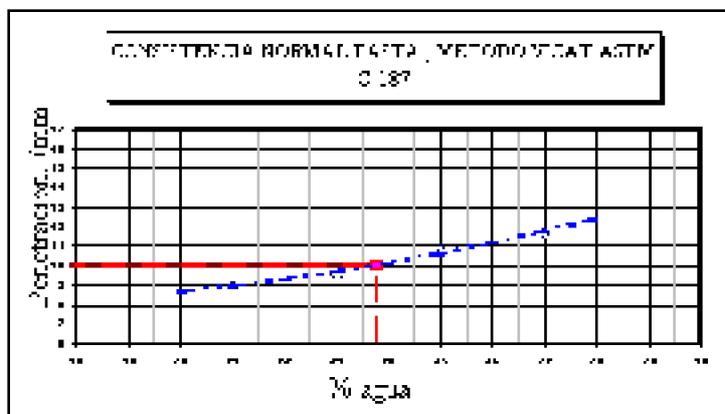
FINALMENTE EL TRADICIONAL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN d) Definida como el máximo esfuerzo soportado por el concreto antes de romperse, fue desarrollado para muestras o testigos con alto valor de asentamiento (slump), modelado con altas dosis de aditivo Rheobuild 1000 y manteniendo constante la relación agua/cemento, de esa forma se intenta valorar la influencia de la cantidad suministrada en la resistencia, que a priori deberá suponerse inafecta.

CONSISTENCIA NORMAL DE PASTA CON TIEMPOS DE FRAGUA INICIAL Y FINAL

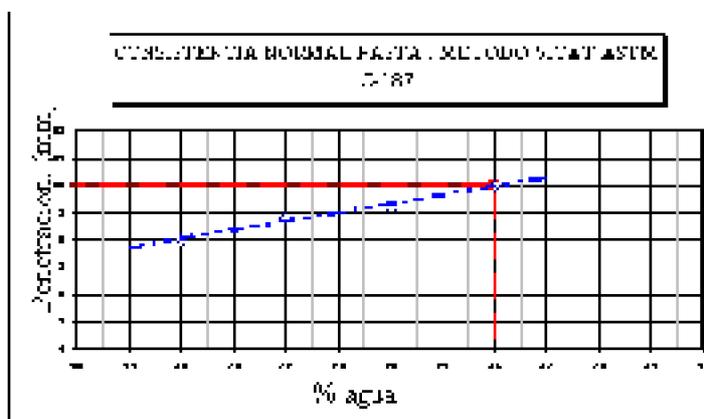
Se logró investigar y determinar, bajo las condiciones de obra (materiales, aditivos, cemento y clima) los tiempos de fragua inicial y final del concreto, siendo necesario para ello desarrollar dos ensayos básicos: **Consistencia normal de la pasta y tiempo de fragua mediante aguja Vicat**. Para ello, se efectuaron primeramente los cálculos del % de agua ideal para obtener la consistencia normalizada de las pastas de cemento (penetración de 10 mm) y su posterior medición de fragua vía la aguja Vicat. Los resultados de modo gráfico se muestran a continuación:



“PÉRDIDA DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN EL TIEMPO” A temperaturas inferiores o cercanas a cero.



RESULTADOS	
PENETRACION NORMALIZADA	
10mm	
%	
% AGUA IDEAL	
26.00% <20.00>	
%	
CEMENTO:	YURAL



RESULTADOS	
PENETRACION NORMALIZADA	
10mm	
%	
% AGUA IDEAL	
26.00% <20.00>	
%	
CEMENTO:	RITMI IP

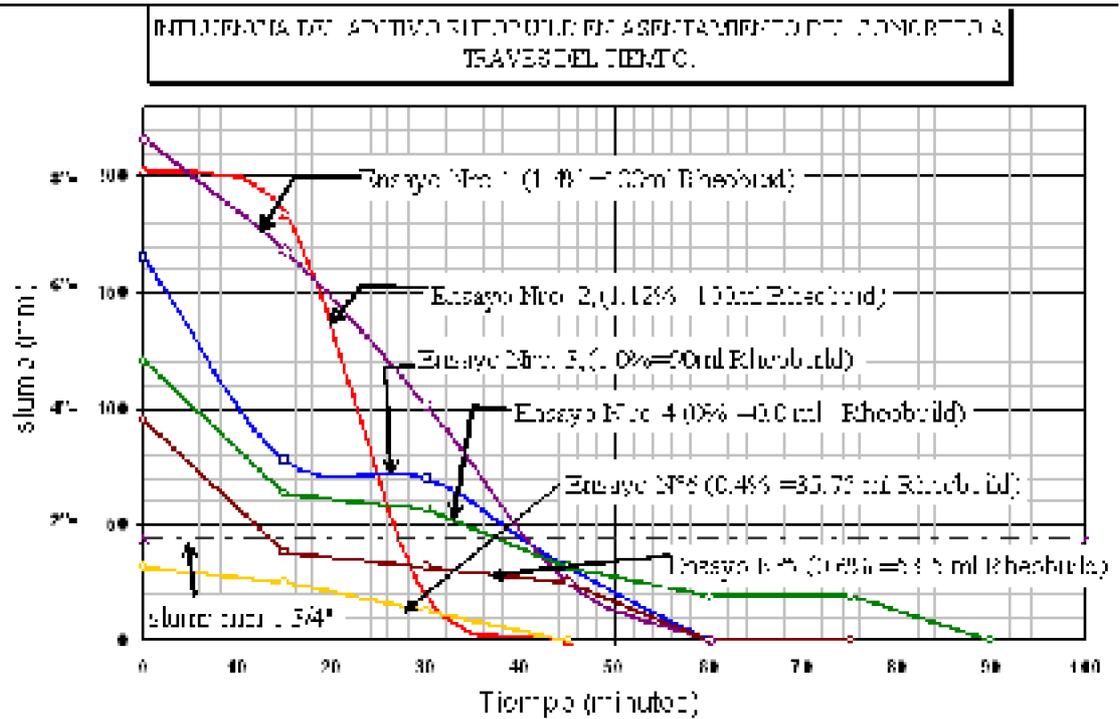
PÉRDIDA DE CONSISTENCIA O ASENTAMIENTO EN EL TIEMPO

Se logró investigar y determinar, bajo las condiciones de obra (materiales, aditivos, cemento y clima) como va decreciendo el slump al paso del tiempo, incluso con un notable incremento de dosaje de aditivo reductor de agua Rheobuild 1000.

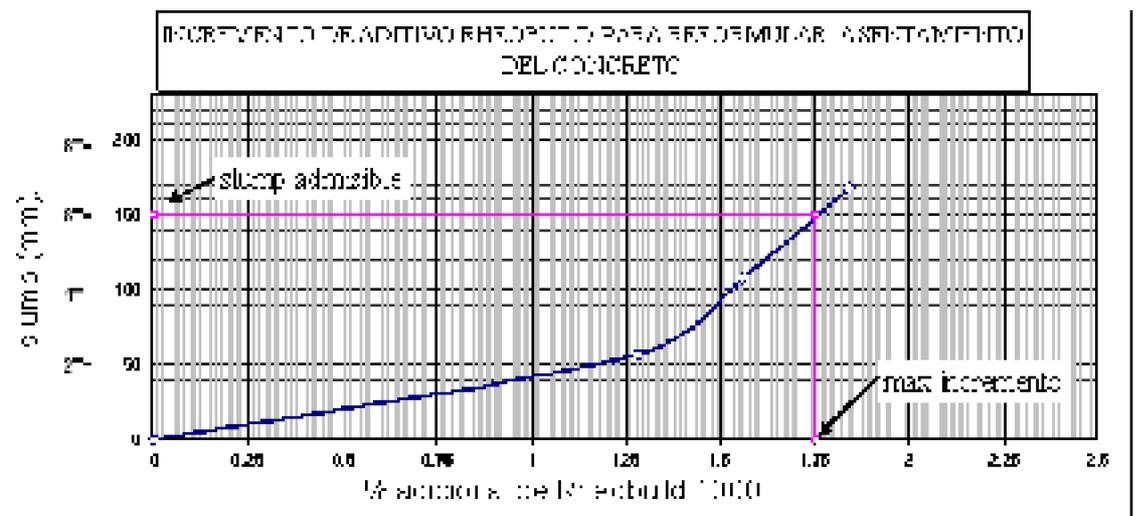
Es importante mencionar que la hoja técnica de los aditivos reductores de agua y/o plastificantes contemplan como una de sus virtudes el mantenimiento del estado plástico del concreto fresco, por espacio de tiempos prolongados, mas no se especifica el período estimado que pueda durar esta “bondad”. Es conocido que la generación del calor de hidratación del cemento es función directa de temperatura ambiental (que a su vez promueve el inicio del fraguado y pérdida de asentamiento) y de la calidad intrínseca del propio cemento Pórtland, en tanto las bondades del aditivo se verán mermadas en el tiempo por los factores antes mencionados, tal como lo reportan los resultados de laboratorio.

Las mediciones del slump, con su decremento en el tiempo para 6 dosis de aditivo y

la “reactivación de asentamiento” para nuevos dosajes adicionales de aditivo Rheobuild 1000 se muestran en los siguientes gráficos:



“PÉRDIDA DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN EL TIEMPO” A temperaturas inferiores o cercanas a cero.



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE CON SLUMP SUPERIORES:

Con la incorporación de mayores dosis de aditivo Rheobuild 1000, se procedió a moldear testigos de concreto bajo esas condiciones (asentamiento superior al de diseño: >4” y < 8.5”), con la finalidad de investigar su influencia sobre la resistencia a la compresión simple, teniendo en cuenta que la relación agua/cemento no fue alterada en lo absoluto, de este modo se intentó reproducir futuras situaciones de obra, en donde es práctica común adicionar plastificantes en concretos frescos que han perdido su consistencia en el tiempo para poder concretar las estructuras previstas.

Los ensayos de roturas fueron efectuados a los 7 días de curado con proyección a los 28, empleando para ello la ecuación exponencial desarrollada por el Dr. Sandino de la Universidad Nacional del Cauca- Colombia. Los resultados se muestran en el cuadro N° 2.

Cuadro N° 2

Fecha ensayo	Edad días	% aditivo Rheobuild	Slump (pulg.)	F _c diseño Kg/cm ²	F _c obtenido Kg/cm ²	% Resistencia 7 días	% Resistencia Proyectada 28 días Samitán UNCC
16/03/2007	7	1.40% peso cemento	3 1/2	210	203.6	97.00%	110%
16/03/2007	7	1.23% peso cemento	3	210	191.7	91.30%	104%
16/03/2007	7	1.0% peso cemento	6 1/2	210	240.9	114.70%	102%
16/03/2007	7	2.0% peso cemento + 1.25 % adicional	6 5/8	210	208.3	99.20%	103%

También se han podido investigar en nuestro laboratorio seis (6) testigos de obra con características de slump alejadas del diseño original, llámese asentamientos de 6” y 4.5”, obtenidos en la planta de fabricación y adicionando, al pie de obra, el aditivo Rheobuild 1000 para devolver la plasticidad perdida en el tiempo. Bajo esta condición se rompieron

los testigos cuyos resultados se muestran el cuadro N° 3.

Cuadro N° 3

RESISTENCIA CILINDRICA A LA COMPRESION SIMPLE ASTM C 39											
Nro.	PROYECTIVA	ESTRUCTURA	MOLDAJE	EDAD	EOLUSA	SLUMP SALTO	SLUMP LLEGADA	CARGA A ROT (Kg.)	AREA (Cm ²)	R ₀ (Kg/cm ²) R ₀ (Kg/cm ²)	% RESIS I
4499	109+000	LOZA SUPERIOR	116507	7	18507	6"	4"	41130	181.46	210	101.4
4500	109+000	LOZA SUPERIOR	116507	7	18507	6"	4"	34880	179.08	210	
4563	136+170	LOZA INFERIOR	116507	7	18507	6"	8.5"	38100	188.76	210	86.1
4564	136+170	LOZA INFERIOR	116507	7	106507	6"	8.5"	33220	162.03	210	
4567	169+270	LOZA SUPERIOR	116507	7	106507	4.10"	2" (10") Se Adiciona 0.75 lts de Plasticante)	27700	151.45	210	86.8
4568	169+270	LOZA SUPERIOR	116507	7	18507	4.10"	2" (10") Se Adiciona 0.75 lts de Plasticante)	30400	157.34	210	

Se aprecia que para altos asentamientos iniciales, obtenidos solo con incorporación de reductor/plasticante Rheobuild 1000, los porcentajes de resistencia son aceptablemente satisfactorios para la edad evaluada (7 días), como es razonable para menores consistencias la resistencia se encuentra por encima de aquellos con slump superior (cercano a 8"), pero en ambos casos los resultados son notablemente aprobatorios.

Bajo tales resultados, se puede inferir que, el slump máximo recomendable deberá ser igual a 8.5" inclusive, pero para fines prácticos podrá ajustarse a 6", asentamientos mayores no dejan de ser expectantes y deseables en cualquier concretado libre de grietas y cangrejeras; sin embargo, por la inminente llegada de la etapa de invierno en la zona, serán dejados de lado como medida de seguridad para fines de diseño.

“PÉRDIDA DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN EL TIEMPO” A temperaturas inferiores o cercanas a cero.

CAPÍTULO IV. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

IV.1 FRAGUA INICIAL Y FINAL

Bajo las condiciones propias de obra, con inclusión de aditivos y clima imperante en la zona , mediante los ensayos de laboratorio se demuestra que los tiempos de fragua inicial y final para los dos tipos de cemento empleados en el proyecto, satisfacen los valores admisibles recomendados en las norma técnica peruana NTP 334.009, teniéndose claro que para el cemento Yura tipo I, la fragua final se alcanza cuando han transcurrido 206 minutos o 3 horas y 26 minutos, mientras que para el cemento Rumi IP lo mismo se obtiene luego de 260 minutos igual a 4 horas más 20 minutos.

De los resultados, totalmente compatibles con las especificaciones de los cementos, se concluye que: **el cemento puzolánico ofrece mayor docilidad y acomodo en encofrados, además proporcionan concretos menos permeables y a su vez requieren más agua para la misma consistencia que los cementos normales tipo I, además generan menos calor de hidratación por tanto su fragua demora aún más . En contraparte promueven una mayor probabilidad de retracción térmica y sus periodos de curado serán elevados, entonces su resistencia a la compresión se**

alcanzará recién al paso de algunos días, es decir, inicialmente, sus roturas a compresión, no alcanzarán los niveles tradicionales (>70%)

IV.2 CAÍDA DE SLUMP EL CONCRETO EN EL TIEMPO

Se comprueba que el aditivo reductor de agua y/o plastificante Rheobuild 1000, no logra mantener de modo efectivo la fluidez del concreto diseñado, en períodos de tiempo acordes a la necesidad de la obra (transporte de mixer cerca de 1.5 horas). En todas las 06 dosificaciones ensayadas (de 0.0 % a 1.4% del peso de cemento) se registran importantes asentamientos iniciales (hasta 8.5”), pero una pronta pérdida de consistencia, la misma que se sostiene en no más de 60 minutos, además si consideramos que un mínimo de 1 3/4” de asentamiento es aceptado, este valor se registra casi a los 42 minutos de obtenida la mezcla, tiempo poco alentador para los requerimientos de obra. Por tanto, se comprueba que los aditivos reductores de agua y/o plastificantes poseen escasa capacidad de retención de fluidez del concreto en el tiempo, siendo recomendable buscar la mejor solución tecnológica, acorde a la naturaleza del aditivo.

Para dosajes inferiores al 1%, caso de 0.6% se reporta un máximo de 15 minutos como tiempo de mantención de una consistencia mínima de 1 3/4”, inclusive para 0.4% no se logra el asentamiento de diseño, teniéndose que reformular el slump mediante adición de agua, generándose así un rediseño posterior.

Se dispuso investigar las propiedades del concreto con la adición de aditivo Rheobuild en el sitio de concretado, es decir enviar los camiones solo con agua de diseño (bajo slump) y plastificar la masa de concreto al momento de la llegada de la unidad de transporte, tal como lo recomienda la hoja técnica del mismo producto, en una de sus alternativas de fabricación. Al simular la pérdida total de asentamiento, para posteriormente adicionar 1.28, 1.56 y 1.84% de aditivo se logró aumentar el slump hasta niveles de 6 5/8”, en tanto que valores máximos de 6” corresponde a un incremento máximo admisible de 1.75% en peso del cemento Pórtland, el mismo que puede considerarse satisfactorio para nuestras particulares condiciones de obra (inclusive el fabricante del producto informa que slump de 8” a 11” son también recomendados).

IV.3 LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

Como era de esperarse no son alteradas con un incremento sostenido de aditivo Rheobuild 1000, pues la relación a/c permaneció constante, entonces queda demostrado que el producto empleado, al incrementar la docilidad inicial del concreto, logra también satisfacer las resistencias a la compresión, sin alterar las condiciones de diseño original. Valores superiores a 85% de la resistencia requerida (ver cuadro N° 3) muestran lo inocuo del incremento de las dosis de aditivo en la masa de concreto a pesar de poseer un alto asentamiento a la salida del camión mixer (6”). Lo anterior se sustenta en un importante porcentaje como factor de seguridad empleado al momento de diseñar las mezclas. De igual manera con los testigos moldeados en laboratorio, se aprecian que las

resistencias a los 7 días superan los 65% (a los 7 días de curado) para slump cercanos a los 8" y superan el 75% para fluidez alrededor de 6.5"; por tanto, en virtud de muchas experiencias de obra, estos valores podrán satisfacer las resistencias a compresión al cabo de los 28 días tal como lo infiere las correlación del Dr. Sandino cuya ecuación es:

$$R_{28} = R_7 + K \times \sqrt{R_7} \dots\dots\dots EC (1)$$

Donde:

R₂₈ corresponde a la resistencia proyectada a los 28 días de curado.

R₇ corresponde a la resistencia obtenida a los 7 días de curado

K = 6.5

“PÉRDIDA DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN EL TIEMPO” A temperaturas inferiores o cercanas a cero.

CAPÍTULO V.ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

De los antecedentes de campo e investigaciones de laboratorio, la problemática se resume en la pérdida del asentamiento con el transcurrir del tiempo impidiendo un concretado eficiente, sin que ello represente aún el final del proceso de fraguado. Este inconveniente se presenta durante el transporte de concreto con los camiones tipo mixer, más deja de ser un problema para vaciados in situ vía trompos o mezcladoras pequeñas.

Atendiendo entonces, la recomendación técnica del fabricante, innumerables experiencias de obra y los resultados de nuestro laboratorio de control de calidad, se recomienda la adición del aditivo reductor de agua Rheobuild 1000 en las proporciones de diseño, al instante de arribar los mixer al sitio de descarga. Ello implica entonces que en planta de fabricación solo se dosificará con el agua de premezcla de diseño y los respectivos controles de slump se efectuaran al "pie de obra", si se necesitara una mayor fluidez (hasta 6") del concreto, un incremento de la dosis de aditivo no incidirá negativamente en la resistencia de la masa, tal como se ha demostrado en este informe técnico, pues la relación a/c no se ve aumentada, bajo ningún punto de vista.

“PÉRDIDA DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN EL TIEMPO” A temperaturas inferiores o cercanas a cero.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

Las particulares condiciones del clima imperante en la zona de proyecto, obliga a investigar las reales condiciones de operación y manipuleo de los insumos componentes del concreto hidráulico, a través de ensayos de laboratorio.

Los reportes en campo y posteriores comprobaciones de laboratorio indican una marcada pérdida de fluidez o del estado plástico del concreto, cuando es transportado por tiempo superior a los 60 minutos, indicativo de la poca “eficiencia en el tiempo” del reductor/plastificante empleado en obra. Todo ello bajo condiciones iniciales del diseño original (slump y agua de mezclado). Esta situación no puede ser considerada una “desventaja determinante” en el aditivo, pues dado el desprendimiento del calor de hidratación del cemento, ningún plastificante podrá mantener el slump de salida al momento de la llegada, al menos en Perú no se ha reportado un concreto hidráulico con tan asombrosa bondad.

Los ensayos de laboratorio efectuados bajo las normativas locales MTC y extranjeras (ASTM y AASHTO) muestran que los cementos empleados en el proyecto (Yura I y Rumi IP) presentan tiempos de fragua inicial y final que satisfacen las exigencias técnicas, y que superan los 90 minutos referenciales que se indican en nuestra Especificación.

El cemento Rumi Puzolanico, como es totalmente lógico, al presentar menor calor de hidratación y mayor requerimiento de agua, su fraguado sufre algún retraso comparado con un cemento normal tipo I, por tanto el desarrollo de resistencias iniciales es menos

rápida, sin que ello represente disminución de calidad pero si se deberá tener extrema precaución con una probable interrupción de su fragua ante descensos bruscos de temperatura.

Considerando algunos márgenes de seguridad se puede concluir que el cemento Yura tipo I, requiere 2 horas para culminar su fragua inicial y 2.75 para la final, mientras que el Rumi IP consumirá 3 horas para la fragua inicial y 4 horas para la final.

La pérdida de fluidez del concreto, con todas las dosis de aditivo Rheobuild 1000 ensayadas, es una función casi constante, siendo los 42 minutos el tiempo máximo que un asentamiento mínimo de 1 $\frac{3}{4}$ " podrá ser tolerado y mantenido, luego de ello un incremento máximo de 1.75% de aditivo puede suponerse aún satisfactorio. Lo anterior, no debe interpretarse como el inicio o término del período de fragua, la misma que anteriormente se determinó con tiempos muy superiores al indicado.

A menores concentraciones de aditivo Rheobuild 1000 (debajo de 1% e incluso fuera del rango especificado por el fabricante) la no consecución del slump proyectado así como una rápida disminución de él, caracterizan esta condición. El no empleo de plastificante y/o reductor de agua o su uso mediante pocas cantidades, necesitarán un análisis adicional orientado a la reformulación de diseños (no es materia del presente informe), dado que se requerirá la adición de agua para lograr la plastificación inicial de la mezcla.

A mayores dosajes de aditivo Rheobuild 1000 (con sus correspondientes elevados valores de slump) la caída de fluidez con el tiempo, es más notoria y brusca que para concretos con escasa a nula concentración del mismo aditivo, así también queda perfectamente demostrado, con resultados tangibles, que las resistencias a compresión no son afectadas con estos incrementos de aditivo, si y solo si, la relación a/c permanece constante.

Esta adición de aditivo Rheobuild 1000 deberá llevarse a cabo en el sitio de descarga de los camiones, eficiencia ya comprobada en obra con resultados hasta ahora satisfactorios.

Adicionalmente, quedó comprobado que un incremento de aditivo Rheobuild en una mezcla que perdió parte de su consistencia original, devuelve la plasticidad del mismo en total correspondencia con su resistencia, para cantidades equivalentes a un slump de 8", como valor último y de 6" como máximo admisible.

Para vaciados en sitio, con mezcladoras o trompos, no se reporta inconveniente alguno, manteniendo el concreto hidráulico las condiciones de diseño original.

Los resultados y análisis de laboratorio han supuesto una exhaustiva comprobación de los defectos y virtudes de los insumos empleados en el concreto hidráulico y su mejor aprovechamiento sin poner en riesgo la calidad del insumo fabricado y puesto en servicio, para las estructuras de drenaje proyectadas.

CAPÍTULO VII. PANEL FOTOGRÁFICO.

AGUJA



MEZCLA DE LA PASTA CEMENTO A HUMEDAD



ACONDICIONAMIENTO ESPECIMEN VICAT



MEDICION DE CONSISTENCIA NORMAL CEMENTO: AGUJA VICAT



ENSAYO FRAGUA INICIAL Y FINAL DE PASTA CEMENTO: AGUJA



TRASLADO DEL CONCRETO DESDE PLANTA A OBRA EN MIXER



VACIADO DE CONCRETO EN ALCANTARILLA



PREPARACIÓN DEL MORTERO.



VERIFICACION DE AIRE EN EL CONCRETO



MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN CONCRETO



VISTA CERCANA DE BURBUJAS DE AIRE INCORPORADO. EN CONCRETO





MOLDEO DE TESTIGOS CILÍNDRICOS PARA ROTURAS

CURADO DEL CONCRETO



ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE



ENSAYO DE FLUIDEZ



ENSAYO DE SLUMP O ASENTAMIENTO DEL CONCRETO



MEDICIÓN SLUMP O ASENTAMIENTO MEDIANTE CONO ABRAMS EN CAMPO



**MEDICIÓN SLUMP O ASENTAMIENTO MEDIANTE CONO ABRAMS
LABORATORIO**



MEDICIÓN DE ASENTAMIENTO 8" EN CONCRETO



ENSAYO DE PENETRÓMETRO



ELEMENTO TRABAJADO



CAPÍTULO VIII. REGISTRO DE ENSAYOS, CUADROS, GRÁFICOS.



ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE ARIDOS (DURABILIDAD) (NORMA ASTM-C- 88)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
ESTRUCTURA	:		TECNICO	:	
ELEMENTO	:	EVALUACION DE CANTERAS	HECHO	:	
CANTERA	:	ANTALUTA	ING ^o RESP.	:	
MATERIAL	:	KM 137+100 LDJ.	FECHA	:	11/10/2006

TAMAÑO		FESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE Nº	FESO INICIAL (g)	FESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
						FESO	%		
2"	1 1/2"	2100	1	2095	2090	5.0	0.2	12.3	0.03
1 1/2"	1"	1000	2	1002.0	995.0	7.0	0.7	30.5	0.21
1"	3/4"	500	3	499.0	489.0	10.0	2.0	15.4	0.31
3/4"	1/2"	670	4	671.0	658.0	13.0	1.9	16.5	0.32
1/2"	3/8"	330	5	329.0	318.0	11.0	3.3	8.2	0.27
3/8"	4"	300	6	302.0	281.0	21.0	7.0	17.1	1.19
TOTALES								100.0	2.33

TAMAÑO		FESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE Nº	FESO INICIAL (g)	FESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
						FESO	%		
3/8"	Nº 04	100	1	100					
Nº 04	Nº 08	100	2	100	97.5	25	25	42.2	1.05
Nº 08	Nº 16	100	3	100	97.4	26	26	29.1	0.76
Nº 16	Nº 30	100	4	100	96.2	38	38	18.9	0.72
Nº 30	Nº 50	100	5	100	95.9	4.1	4.1	9.7	0.40
Nº 50	Nº 100	0.0						0.0	
> Nº 100		0.0						0.0	
TOTALES								100.0	2.93

Observaciones :

Ensayo efectuado con sulfato de Sodio

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y

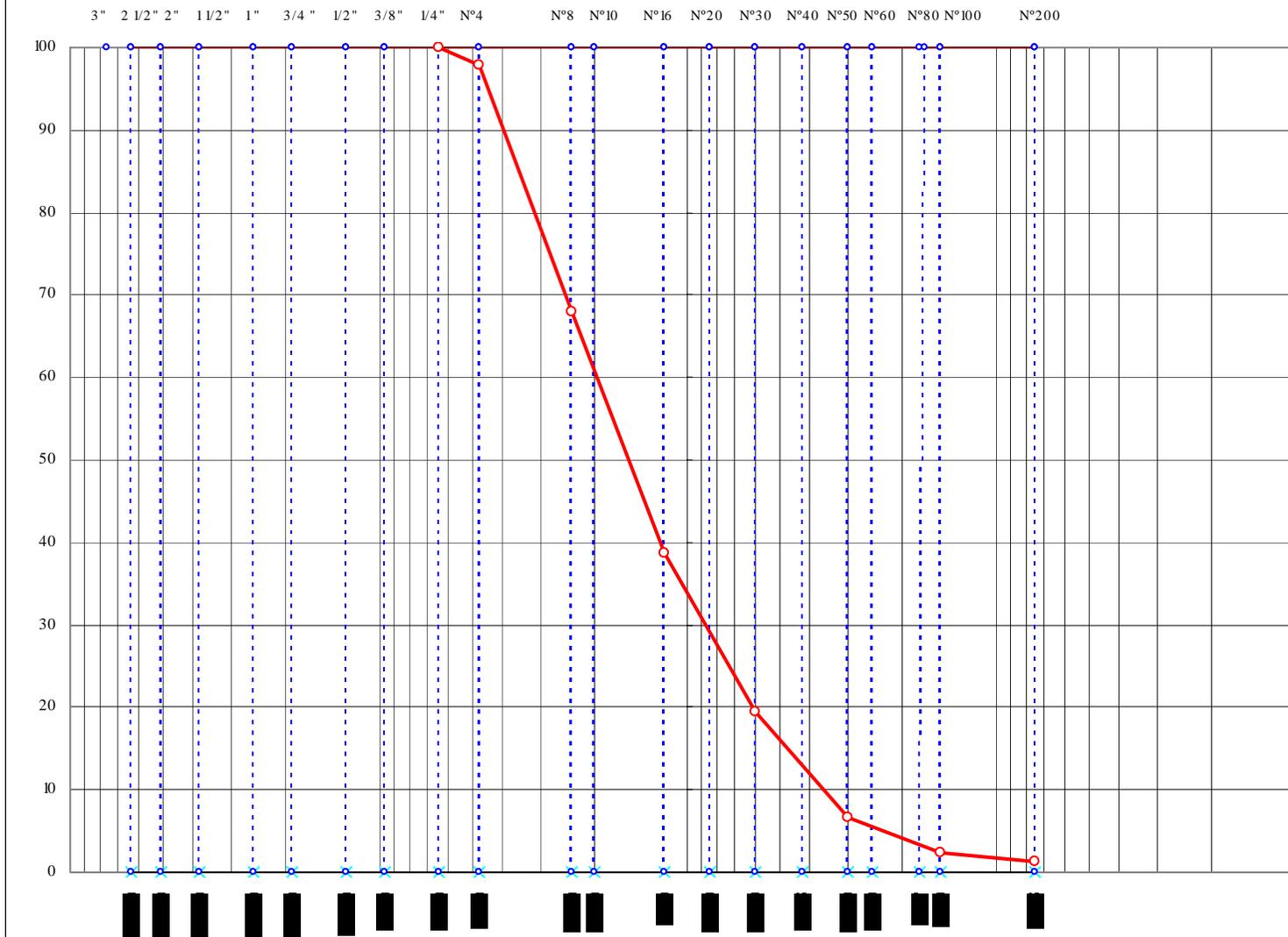
ESTRUCTURA	:	OBRAS DE ARTE		TÉCNICO	:	
ELEMENTO	:	CONCRETO HIDRAULICO		HECHO POR	:	
CANTERA	:	RIO SAN ANTAUTA		ING. RESP.	:	
PROG (KM.)	:	KM. 137+000 LD		FECHA	:	25/05/2007

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO	:	EN ACOPIO KM 137		TAMAÑO MAXIMO	:	1/4"
MATERIAL	:	ARENA NATURAL LAVADA < 1/4"		PESO INICIAL	:	624.2 grs.
UBICACIÓN	:	LABORATORIO KM 107		FRACCIÓN LAVADA SECA	:	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1"	25.400						PORCENTAJES EN PESO:
3/4"	19.000						% Peso Grava : 2.2%
1/2"	12.700						% Peso Arena : 97.8
3/8"	9.500						
1/4"	6.350		0.0	0.0	100.00		CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL:
Nº 4	4.750	13.9	2.2	2.2	97.77		Límite Líquido (LL) : -
Nº 8	2.360	185.7	29.8	32.0	68.02		Límite Plástico (LP) : N.P
Nº 10	2.000						Índice Plástico (IP) : N.P
Nº 16	1.190	183.6	29.4	61.4	38.61		Clasificación(SUCS) : -
Nº 30	0.600	119.70	19.2	80.6	19.43		Módulo de Fineza : 3.67
Nº 40	0.425						
Nº 50	0.300	80.10	12.8	93.4	6.60		OBSERVACIONES :
Nº 80	0.177						Material lavado en lavadora mecanica
Nº 100	0.150	26.70	4.3	97.7	2.32		
Nº 200	0.075	6.50	1.0	98.7	1.28		Modelo de Chancadora : -
< Nº 200	FONDO	8.00	1.3	100.0	0.0		Tamices de Calibración : -

Curva Granulométrica



PESO UNITARIO DE SUELOS
(NORMA AASHTO T-19)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y			
OBRA	: CARRETERA INTEROCEANICASUR		
TRAMO	: AZANGARO FUENTE INAMBARI		
CANTERA	: RIO ANTAUTA KM 137	MUESTRA	:
UBICACIÓN	: ANTAUTA	FECHA	: 06/02/07

AGREGADO FINO sin varillar						
MATERIAL : ARENA LAVADA CANTERA : ANTAUTA PROGRESIVA : KM 137		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	9488	9488	9485		
Peso del recipiente	(Kg)	6116	6116	6116		
Peso de la muestra	(Kg)	3372	3372	3369		
Volumen	(m ³)	2117	2117	2117		
Peso unitario compactado humedo	(Kg/m ³)	1.593	1.593	1.591		1.592
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	(g)	23.3	22.2	21.6		
Peso de tara + muestra humeda	(g)	141.3	119.7	108.8		
Peso de tara + muestra seca	(g)	141.3	119.7	108.8		
Peso Agua	(g)	0.0	0.0	0.0		
Peso Suelo Seco	(g)	118.0	97.5	87.2		
Contenido de humedad	(%)	0.0	0.0	0.0		
Peso unitario suelto seco	(Kg/m ³)	1.593	1.593	1.591		1.592

AGREGADO FINO VARILLADO						
MATERIAL : ARENA LAVADA CANTERA : ANTAUTA PROGRESIVA : KM 137		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	9973	9960	9975		
Peso del recipiente	(Kg)	6116	6116	6116		
Peso de la muestra	(Kg)	3857	3844	3859		
Volumen	(m ³)	2117	2117	2117		
Peso unitario compactado humedo	(Kg/m ³)	1.822	1.816	1.823		1.820
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	(g)	23.3	22.2	21.6		
Peso de tara + muestra humeda	(g)	141.3	119.7	108.8		
Peso de tara + muestra seca	(g)	141.3	119.7	108.8		
Peso Agua	(g)	0.0	0.0	0.0		
Peso Suelo Seco	(g)	118.0	97.5	87.2		
Contenido de humedad	(%)	0.0	0.0	0.0		
Peso unitario suelto seco	(Kg/m ³)	1.822	1.816	1.823		1.820

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y

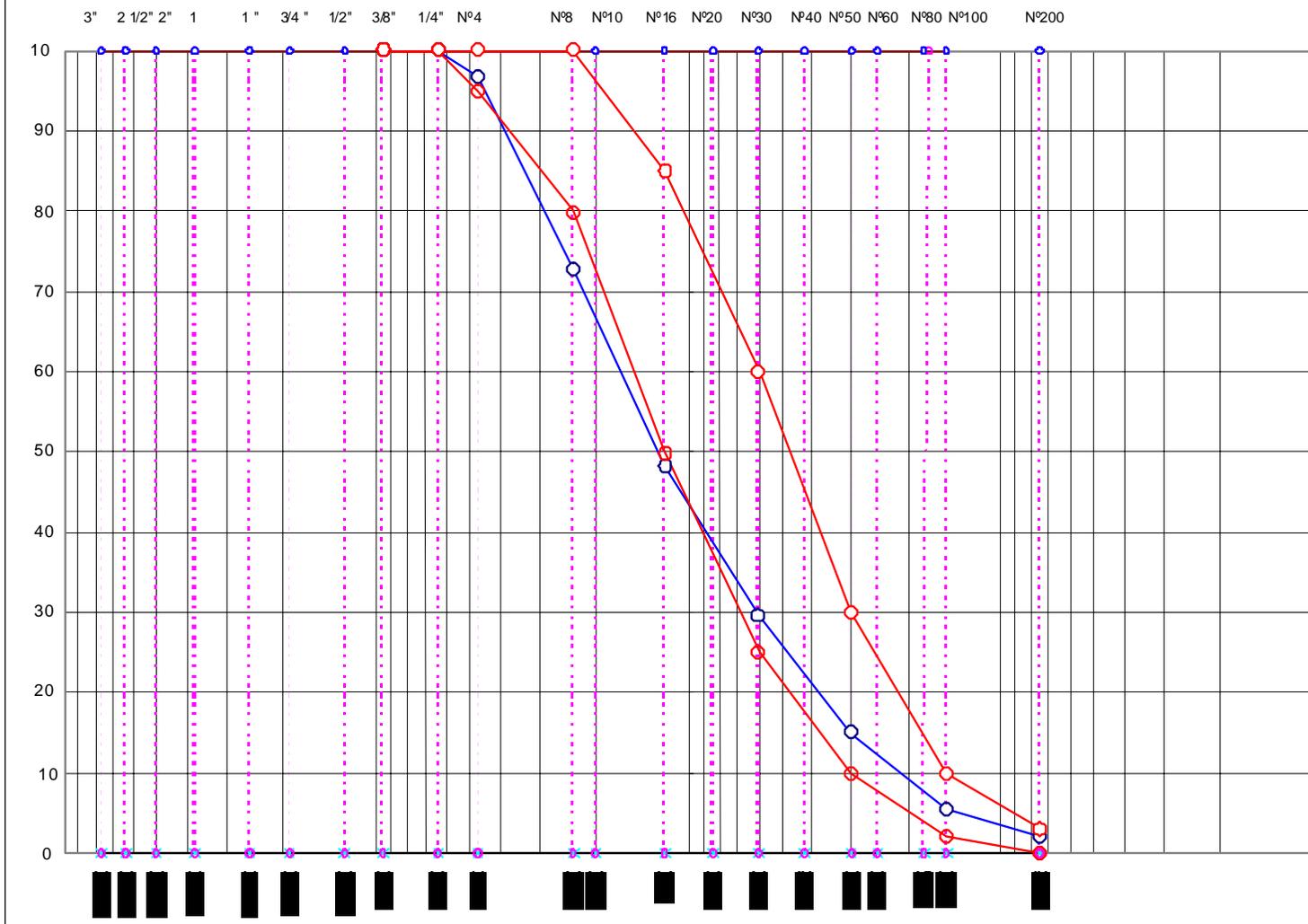
ESTRUCTURA OBRAS DE ARTE
ELEMENTO : ESTRUCTURAS DE CONCRETO
MUESTRA : AGREGADO NATURAL

FECHA: MAYO 2007
HECHO POR :
ING. RESP. :

CURVA GRANULOMÉTRICA - ESTADÍSTICA
CONCRETO HIDRAULICO KM 137: ANTAUTA

Análisis Granulométrico - % Que Pasa Tamiz												
TAMICES ASTM	3/8"	1/4"	N°4	N°8	N°10	N°16	N°30	N°40	N°50	N°80	N° 100	N° 200
AASHTO T-27 (mm.)	9.50	6.350	4.750	2.360	2.000	1.190	0.600	0.425	0.300	0.177	0.150	0.075
Especificacion Superior	100.00	100.000	100.000	100.000		85.000	60.000		30.000		10.000	3.000
MIN - ESTADISTICO												
Xp (Media)	100	100.0	96.8	72.8		48.2	29.6		15.1		5.5	2.0
MAX - ESTADISTICO												
Especificacion Inferior	100.00	100.000	95.000	80.000		50.000	25.000		10.000		2.000	0.000

Curva Granulométrica - Estadística





MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

CONSTRUCCION DE LA CARRETERA

TRAMO : AZANGARO-PUENTE INAMBARI.



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

(NORMA MTCE219)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y			
ESTRUCTURA	:	OBRA DE ARTE	
ELEMENTO	:	ARENA ZARANDEADA LAVADA	TECNICO:
CANTERA	:	RIO ANTAUTA KM137	HECHO POR:
MATERIAL	:	AGREGADO FINO	ING. RESP:
DOSIFICACION	:		FECHA: 31/05/2007

AGREGADO FINO < 1/4"

MUESTRA	:	01	IDENTIFICACION				Promedio
PROCEDEN	:	Laboratorio de Suelos					
PROG (KM)	:	km106					
			1	2	3		
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)			32.405	33.905	33.291		
(2) Peso Tarro + agua + sal			49.846	47.912	41.151		
(3) Peso Tarro Seco + sal			32.408	33.907	33.292		
(4) Peso de Sal (3-1)			0.00	0.00	0.00		
(5) Peso de Agua (2-3)			17.44	14.0	7.9		
(6) Porcentaje de Sal			0.017	0.014	0.013	0.015%	



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

CONSTRUCCION DE LA CARRETERA

TRAMO : AZANGARO-PUENTE INAMBARI.



ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES

(NORMA AASHTO-

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	CARRETERA INTEROCEANICA SUR	REALIZADO :	
TRAMO :	IV: AZANGARO- PUENTE INAMBARI	REMSADO	ING. ROBERTO LOPEZ LAZO
SUB TRAMO:	AZANGARO- ANTAUTA (Km51 - Km140)	ING. RESPONSABLE:	ING. CARLOS ALBERTO SANTOS
MATERIAL:	CANTERA RIOMAQSAN	FECHA	: 04-Oct-06

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA:	KM188+410	CERTIFICADO	
MUESTRA:	DE CANTERA PARA CLASIFICAR		
PROF. (m):	LADO IZQUIERDO		

TAMIZ	GRADUACIONE			
	A	B	C	D
1 1/2'				
1"	1250			
3/4"	1250			
1/2"	1250			
3/8"	1250			
1/4"				
Nº 4				
PESO TOTAL	5000			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	1442			
PESO OBTENIDO	3558			
Nº DE ESFERAS	12			
PESO DE LAS ESFERAS				
PORCENTAJE	28.8%			

DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS

(NORMA ASTM D-5821 MTC E210)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ESTRUCTURA	: OBRAS DE ARTE		
ELEMENTO	: CONCRETO PORTLAND	TECNICO	
MATERIAL	: AGREGADO CHANCADO 3/4"	REVISADO	
CANTERA	: RIO ANTAUTA	REVISADO	
UBICACION	: PLANTA INDUSTRIAL SANDVICK KM 137	FECHA	10/04/2007

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO	: EN PLANTA INDUSTRIAL
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	C*D
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1202.9	1156.0	96.10	61.4	5903.3
1/2"	3/8"	501.9	501.9	100.00	38.6	3857.2
TOTAL		1704.8			100.0	9760.5

%CON UNA CARA FRACTURADA = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \% \quad \mathbf{97.6}$

A.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	C*D
2"	1 1/2"				0.0	0.0
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1202.9	1169.8	97.25	61.4	5973.8
1/2"	3/8"	501.9	483.3	96.29	38.6	3714.3
TOTAL		1704.8			100.0	9688.0

%CON 2 O MAS CARA FRACTURADA = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \% \quad \mathbf{96.9}$

Granulometria Original Agregado Grues

Pesos Retenido	% Retenido
	0.0
	0.0
	0.0
2684.4	61.4
1685.6	38.6
4370.0	100.00

EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA AASHTO T-176, ASTM D2419, MTC E114)

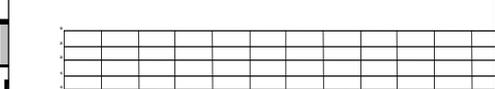
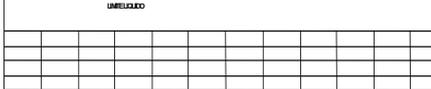
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y

ESTRUCTURA	:		TECNICO	:	
ELEMENTO	:	EVALUACION DE CANTERAS	HECHO POR	:	
CANTERA	:	RIO ANTAUTA	ING. RESP.	:	
PROGRESIVA	:	KM. 137+100 L/D Y L/I	FECHA	:	02/10/2006

MUESTRA	:	MATERIAL	:	IDENTIFICACION				PROMEDIO
				1	2	3	4	
PROGRESIVA	:							
Tamaño máximo (pasa malla N°		mm		4.76	4.76			
Hora de entrada a saturación				14:4	14:4			
Hora de salida de saturación (mas				14:5	14:5			
Hora de entrada a decantación				14:5	14:5			
Hora de salida de decantación (mas				15:1	15:1			
Altura máxima de material		mm		4.80	4.90			
Altura máxima de la		mm		3.80	3.90			
EQUIVALENTE DE		%		79.2	79.6			79

DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (NORMA ASTM D4791)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
ESTRUCTURA :	PAVIMENTO				
ELEMENTO :	BASE GRANULAR			TECNICO	
MATERIAL :	GRAVA 3/4"			REMSADO	
CANTERA :	RIO ANTAUTA			REMSADO	
UBICACION :	KM137			FECHA	10/04/2007

	● DATOS	
---	---------	--

LUGAR :	PLANTA INDUSTRIAL KM137
---------	-------------------------

A- PARTICULAS CHATAS Y LARGAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASATA MZ	RETENIDO EN TAMZ	(g)	(g)	((E/A)*100)	(%)	CD
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	12029	1395	11.6	54.5	6320
1/2"	3/8"	501.9	1185	236	34.2	807.9
3/8"	1/4"	1022	343	336	11.3	378.8
TOTAL		1807			100.0	1818.7
% Partículas Chatas y Largas = %		18.19				

Granulometria Original Agregado Grueso

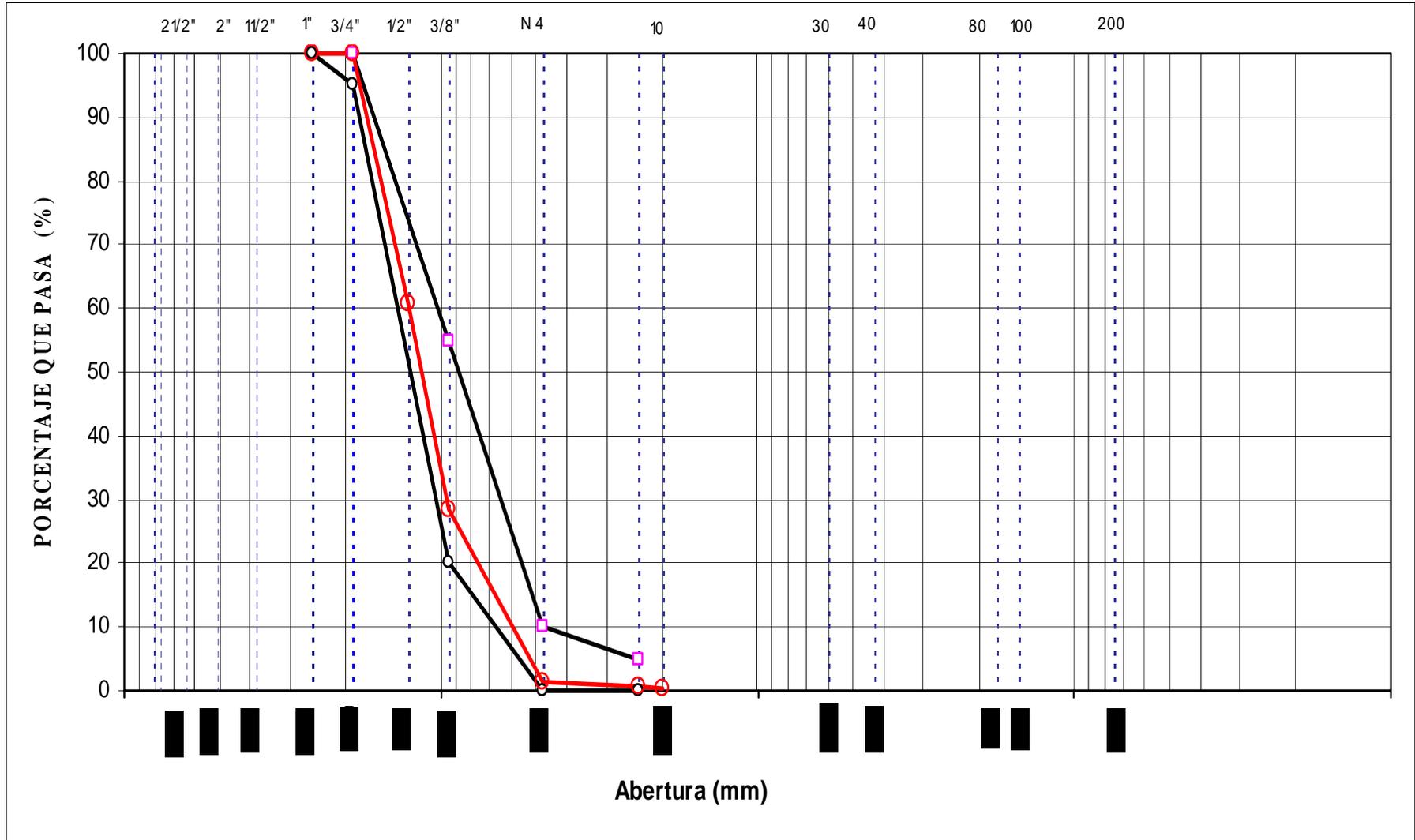
<u>Pesos Retenido</u>	<u>% Retenido</u>
	0.0
	0.0
	0.0
2684.4	54.5
1685.6	34.2
556.0	11.29
4926.0	100.00

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422; MTC E 204)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA	:	OBRAS DE ARTE	
ELEMENTO	:	GRAVA PARA CONCRETO PORTLAND	TECNICO :
PROG (KM.)	:	PLANTA INDUSTRIAL KM 137	HECHO POR :
FECHA	:	09/04/2007	ING. RESP. :

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	:	GRAVA TRITURADA PARA CONCRETO	TAMAÑO MAXIMO :
PROCED.	:		PESO INICIAL :
KM.	:		FRACCION LAVADA SECA :
			2"
			6765.0 g
			0.0 g

TAMIZ	AASHTO T-27	Peso			MEZCLA	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	PASANTE	PASANTE	PASANTE	QUE PASA	AG 2		
2 1/2"	63.500							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400				100.0	100	100	
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	95	100	
1/2"	12.700	2659.0	39.3	39.3	60.7			
3/8"	9.500	2183.0	32.3	71.6	28.4	20	55	
Nº 4	4.750	1825.0	27.0	98.6	1.4	0	10	
Nº 8	2.360	61.0	0.9	99.5	0.55	0	5	
Nº 10	2.000	2.0	0.0	99.5	0.52			Contenido de Humedad =
Nº 16	1.190	3.0	0.0	99.5	0.47			
Nº 200	0.075	32.00	0.5	100.0	0.0			
< Nº 200	FONDO							



GRAVEDADESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T84, T85, ASTM C127 Y C128, MICE 206 Y E205)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA	:	EXPLANACIONES	TECNICO
ELEMENTO	:	EVALUACION DE CANILLAS	HECHOPOR
CANILERA	:	ROANTAUTA	ING. RISP.
PROG. (KM)	:	KM136+00	FECHA 12/10/2016

DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: CRAVA
MEDIDA	:
TRAMO	:

AGREGADO GUESO

A) Pesa Mt. St. Sup. Seca (En Aire) (g)	12808	12967			
B) Pesa Mt. St. Sup. Seca (En Agua) (g)	7901	8004			
C) Vd. densa + vd de vaíos = AB (g)	4907	4963			
D) Pesa material seco en estufa (105°C) (g)	12626	1281.9			
E) Vd. densa = G (A-D) (g)	4725	4815			PROMEDIO
P _{el} (Base seca) = DC	2573	2588			2578
P _{el} (Base saturada) = AC	2610	2613			2611
P _e (Aparente) (Base Seca) = DE	2672	2662			2667
% de absorción = ((A-D)/D * 100)	1441	1155			1298

ENSAYO RÍPIDO POR DESPLAZAMIENTO EN FLOA

PESO material seco	1193
PESO FLOA + AGUA	1221
PESO material sup. en aire	12128
PESO FLOA + MATERIAL	13628

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(AASHTO - T-180, ASTM D1557, MTC E115)

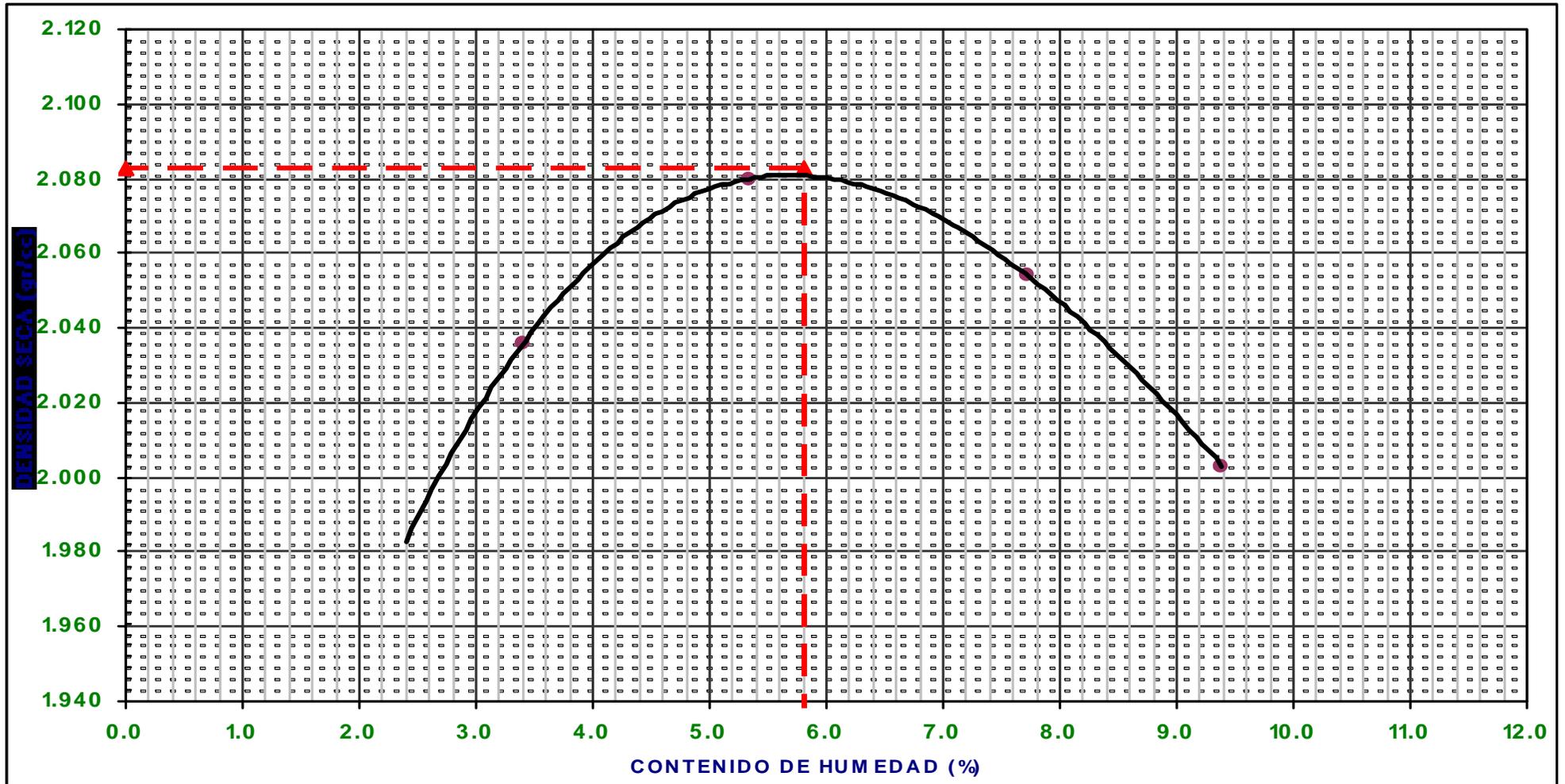
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA :		TECNICO :	
ELEMENTO :	EVALUACION DE CANTERA	HECHO POR :	
MATERIAL :	HORMIGON	REVISADO :	
PROCEDENTE :	CANTERA RIO ANTAUTA	FECHA :	03/10/2006
PROGRESIVA :	KM. 137+100 L/D Y L/I.	MUESTRA :	

COMPACTACION (METODO D)					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3) :	2117	PESO DEL MOLDE (gr.) :	6151		
NUMERO DE ENSAYOS		2	3	4	5
PESO SUELO + MOLDE		10607.0	10788.9	10836	10789
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO		4456	4638	4685	4638
PESO VOLUMETRICO HUMEDO		2.105	2.191	2.213	2.191
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nro.		9	11	4	19
PESO SUELO HUMEDO + TARA		422.00	561.30	535.90	618.70
PESO SUELOS SECO + TARA		409.70	535.20	500.80	569.60
PESO DE LA TARA		48.00	46.40	46.40	46.60
PESO DE AGUA		12.30	26.10	35.10	49.10
PESO DE SUELO SECO		361.70	488.80	454.40	523.00
CONTENIDO DE AGUA		3.40	5.34	7.72	9.39
PESO VOLUMETRICO SECO		2.036	2.080	2.054	2.003
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.083	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA:	5.8	%

MAX DENS	HUMEDAD
2.083	5.8

Dens. Al 95%
1.98

GRAFICO DEL PROCTOR



ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)

(AASHTO T-193, ASTM D1883, MTC E132)

Molde N°	22	23	24								
N° Capa	5	5	5								
Golpes por capa N°	56	25	12								
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO					
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13793		13589		13416						
Peso de molde (gr)	9134		9009		8984						
Peso del suelo húmedo (gr)	4659		4580		4432						
Volumen del molde (cm3)	2111		2119		2120						
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.207		2.161		2.091						
Humedad (%)	5.95		5.90		5.970						
Densidad seca (gr/cm3)	2.083		2.041		1.973						
Tarro N°	1		20		6						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	399.50	212	358.40		373.60						
Tarro + Suelo seco (gr)	379.70		341.10		355.30						
Peso del Agua (gr)	19.80		17.30		18.30						
Peso del tarro (gr)	47.10		48.00		48.80						
Peso del suelo seco (gr)	332.60		293.10		306.50						
Humedad (%)	5.95		5.90		5.97						
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

CONSTRUCCION DE LA CARRETERA

TRAMO : AZANGARO-PUENTE INAMBARI.



56 golpes		25 golpes		12 golpes	
0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0
0.025	4.5	0.025	3.2	0.025	2.9
0.050	13.1	0.050	4.8	0.050	4.1
0.075	23.8	0.075	8.5	0.075	7.0
0.100	37.3	0.100	13.1	0.100	11.7
0.150	65.4	0.150	26.2	0.150	17.9
0.200	91.7	0.200	42.5	0.199	35.8
0.250	117.6	0.250	60.0	0.250	36.8
0.300	141.2	0.300	76.9	0.300	43.8

x 0.1"	82.1	49.5	29.4
y	2.083	2.041	1.973

X 0.2"	107.9	65.4	37.0
Y	2.083	2.041	1.973

Ecuacion Prensa Soiltest (CONTRATISTA)

Anillo N/S 24432

Capacidad 10000 lbs

PISTON		
DIAMETRO	=	5 cm
AREA	=	19.63 cm ²

FUERZA $A + B \cdot X$

ECUACION DE CALIBRACION		
A	=	9.9498
B	=	41.187



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

CONSTRUCCION DE LA CARRETERA

TRAMO : AZANGARO-PUENTE INAMBARI.



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T84, T85, ASTM C127/YC128, MICEZ06 Y E205)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA	: OBRAS DE ARTE	TECNICO	
ELEMENT	: CONCRETO FRILADO	HECHO POR	
CANTERA	: RIO ANTAUTA	ING. RESP.	
PROG. (KM)	: KM137	FECHA	11/04/2007
DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	: AGREGADO CHANCADO < 3/4"		
MUESTRA	: EN PLANTA INDUSTRIAL		
TRAMO	:		

AGREGADO GRUESO					
A	Peso M _t . S _t . S _u p. S _e ca (En Aire) (g)	14140	12349		
B	Peso M _t . S _t . S _u p. S _e ca (En Agua) (g)	8750	7610		
C	V _d . de masa + v _d . de vacíos = AB (g)	5390	4739		
D	Peso material seco en estufa (105°C) (g)	13975	12209		
E	V _d . de masa = G (A - D) (g)	525	499		PROMEDIO
	Pe _{bulk} (Base seca) = DC	2598	2576		2585
	Pe _{bulk} (Base saturada) = AC	2623	2606		2615
	Pe _{Ap} arente (Base Seca) = DE	2675	2655		2665
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.181	1.147		1.164



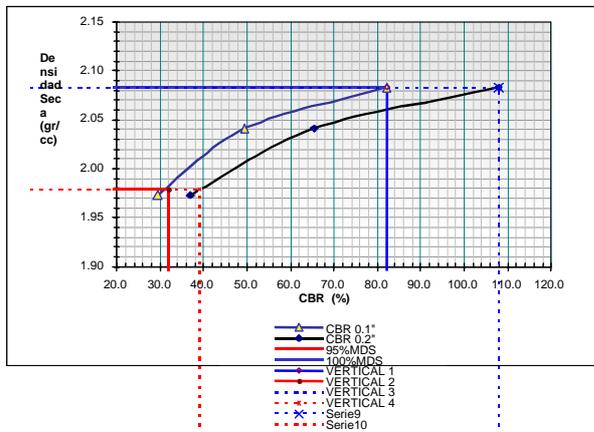
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

CONSTRUCCION DE LA CARRETERA

TRAMO : AZANGARO-PUENTE INAMBARI.



GRAFICO DE PENETRACION DE

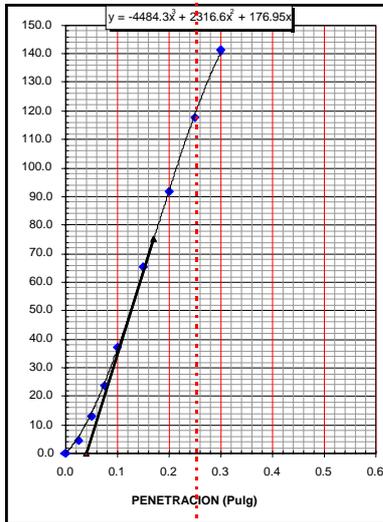


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	82.1	0.2":	107.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	32.0	0.2":	39.0

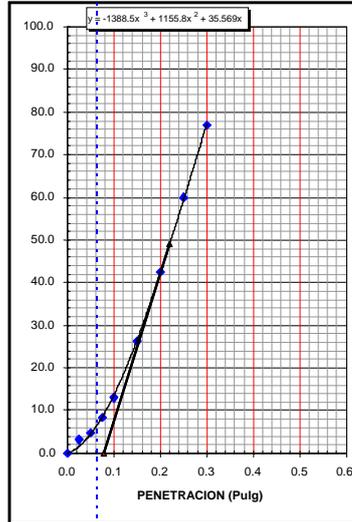
Datos de Terreno		
Densidad Maxima	2.083	%
Humedad Penetrac.	5.80	%

OBSERVACIONES:

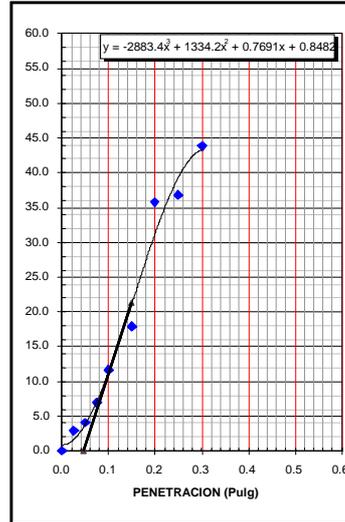
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES

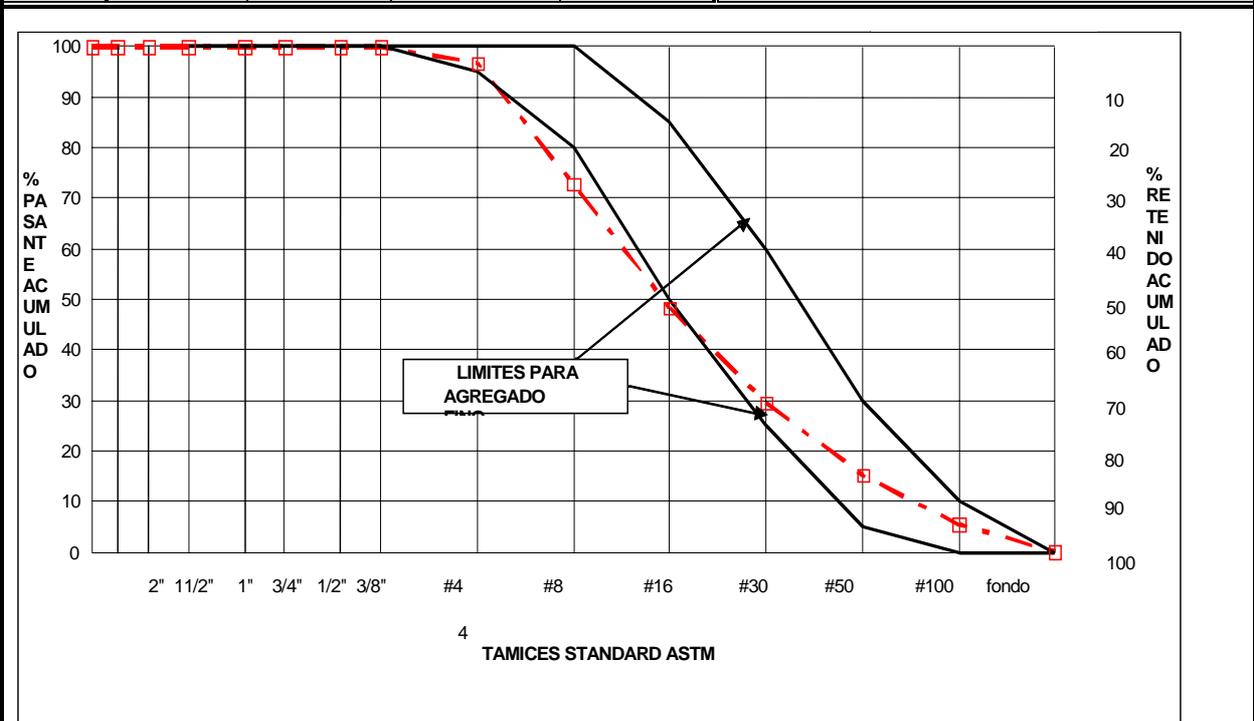


EC = 12 GOLPES



N° SOLICITUD : 01 MUESTRA : AGREGADO FINO LAVADO PROCEDENCIA : RIO ANTAUTA KM 137 PETICIONARIO : INTER SUR TRAMO 4	INSPECCIÓN : FECHA ANALISIS : 11/06/2007 FECHA DE ENTREGA : TECNICO : WACH
---	---

GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.		
3"					MODULO DE FINEZA	3.32
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	3/16 "
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO	2.581
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS	2.630
1"		0.0	0.0	100.0	% ABSORCION	1.902
3/4"		0.0	0.0	100.0	% PASANTE DE MALLA # 200	1.99
1/2"		0.0	0.0	100.0	% HUMEDAD	3.60
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	% EQUIVALENTE DE ARENA	81.21
# 4	14.8	3.2	3.2	96.8	% PARTÍCULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	
# 8	110.5	24.0	27.2	72.8	% PARTÍCULAS LIGERAS	
# 16	112.60	24.4	51.7	48.3	% INALTERABILIDAD	5.68
#30	86.50	18.8	70.4	29.6	por medio de sulfato de magnesio	
#50	66.30	14.4	84.8	15.2	PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)	1592
#100	44.60	9.7	94.5	5.5	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)	1820
fondo	25.3	5.5	100.0	0.0	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
					SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	
					SULFATOS SOLUBLES (ppm)	
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					CLORUROS SOLUBLES (mg/Kg)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					Otros	
TOTAL	460.6	100.0	MODULO FINEZA	3.32		



malla 200	
Peso muestra sin lavar seca (g)	460.6
Peso muestra lavada seca (g)	451.5
Material < malla N° 200 (%)	1.99

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso muestra humeda (g)	500.0
Peso muestra seca (g)	482.6
Humedad (%)	3.60

PESO ESPECÍFICO - ABSORCIÓN			
Peso muestra saturada con superficie seca (g)	300.0	300.0	
Peso fiola o frasco con agua (g)	658.3	667.3	
Peso muestra saturada dentro del agua + fiola o frasco (g)	958.3	967.3	
Peso Material + agua en frasco gr	844.2	853.3	
Peso muestra seca en horno @ 105°C (g)	294.1	294.7	
Volumen Masa	108.2	108.7	
Peso específico de masa - P.E.M. (g)	2.578	2.585	
Peso específico de masa S.S.S.	2.629	2.632	
Peso específico aparente - P.E.A. - (g)	2.718	2.711	
Absorción (%)	2.006	1.798	1.902

PESO UNITARIO SUELTO			
Peso muestra suelta + contenedor 1/10 pie3 (Kg)	9.488	9.485	Peso unitario
Peso contenedor (Kg)	6.116	6.116	
Peso muestra suelta (Kg)	3.37	3.37	suelto promedio
Volumen contenedor (m ³)	0.002117	0.002117	
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1592.82	1591.40	1592.1

Peso muestra suelta (Kg)			
Volumen contenedor (m ³)			
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	#¡VALOR!	#¡DIV/0!	#¡VALOR!

PESO UNITARIO COMPACTADO			
Peso muestra compactada + contenedor (Kg)	9.97	9.97	Peso unitario
Peso contenedor (Kg)	6.12	6.12	
Peso muestra compactada (Kg)	3.86	3.85	compactado promedio
Volumen contenedor (m ³)	0.002117	0.002117	
Peso unitario compactado (Kg/m ³)	1821.92	1818.14	1820

EQUIVALENTE DE ARENA			
Altura inicial (plg.)	4.90	5.00	5.00
Altura final (plg.)	4.00	4.10	4.00
Equivalente de arena	81.6	82.0	80.0
P R O M E D I O		81.2	

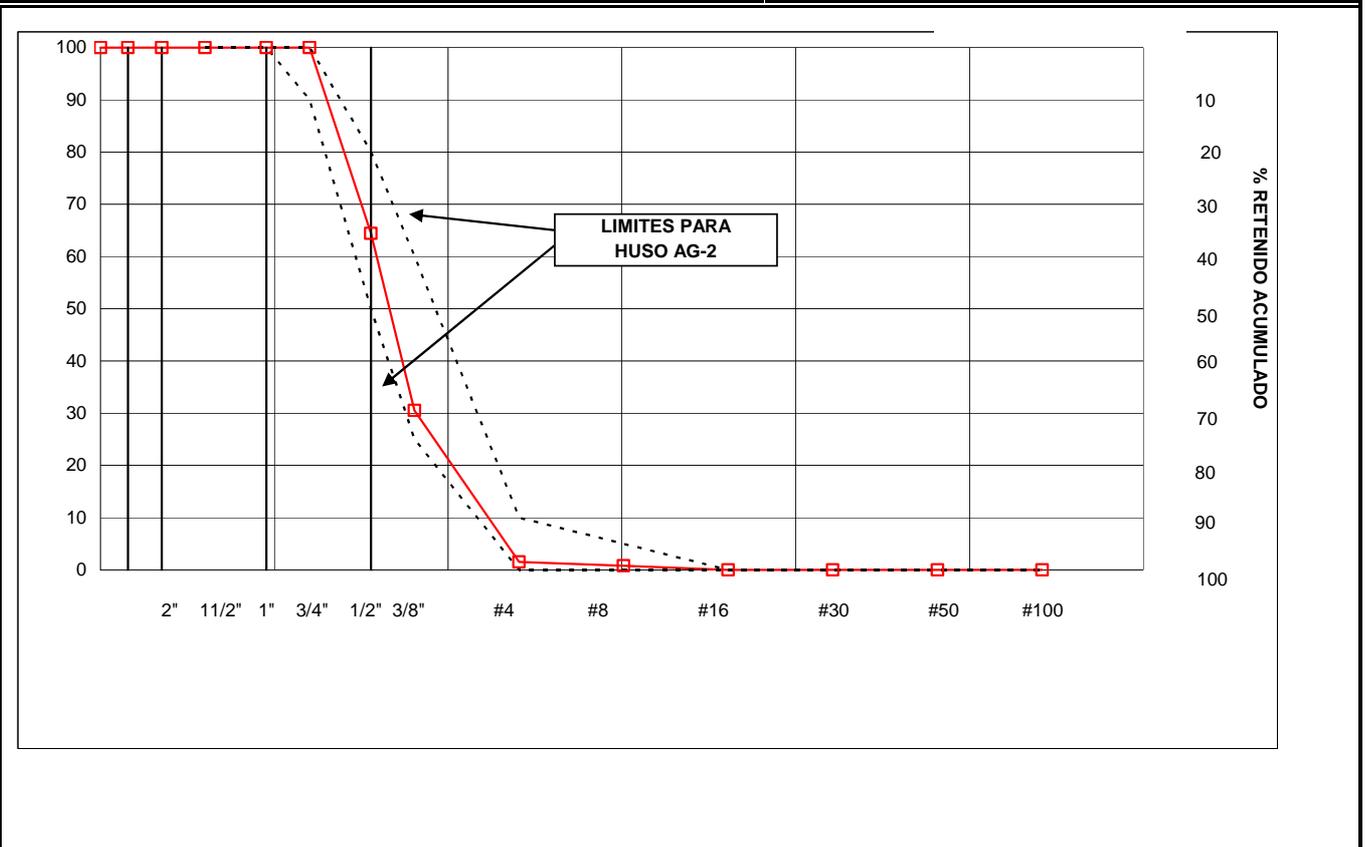
INALTERABILIDAD POR MEDIO DE SULFATO DE MAGNESIO						
TAMAÑO DE MALLAS		RETENIDO MUESTRA ORIGINAL (gr)	PESO FRACC. ANTES DE ENSAYO (g)	PESO FRACC. DESPUÉS DE ENSAYO (g)	PÉRDIDA DESPUÉS DE ENSAYO (%)	PÉRDIDAS CORREGIDAS (%)
PASA (3/8")	RETIENE					
	N°4	52.0	100	88.6	11.4	0.51
	N°4	289.5	100.00	92.0	8.0	2.01
	N°8	271.5	100.00	96.1	3.9	0.92
	N°16	206.40	100.00	92.9	7.1	1.27
	N°30	189.2	100.00	94.2	5.8	0.95
	N°50	104.3	-----	-----	-----	-----
	< N°100	37.7	-----	-----	-----	-----
T O T A L E S		1150.60	-----	-----	-----	5.68

PARTICULAS FRIABLES	
Peso retenido en malla N° 16	100.00
Peso retenido en malla N° 20	99.85
Partículas friables (%)	0.15

PARTICULAS LIGERAS		
Peso retenido (gr)		% Particulas Ligeras
Malla # 4 (inic)	Malla # 50 (final)	
120.00	0.19	0.16

N° SOLICITUD :	INSPECCIÓN :
MUESTRA : AGREGADO TRITURADO GRUESO < 3/4"	FECHA : 11/06/2007
PROCEDENCIA : RIO ANTAUTA KM 137	TECNICO : WACH
PETICIONARIO : INTER SUR TRAMO 4	

GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	6.67
3"					TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO	2.582
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS	2.614
1 1/2"		0.0	0.0	100.00	% ABSORCION	1.246
1"		0.0	0.0	100.00	% PASANTE DE MALLA # 200	0.33
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.00	% HUMEDAD	0.30
1/2"	2292.0	35.6	35.6	64.43	% ABRASIÓN a 500	
3/8"	2185.0	33.9	69.5	30.51	REVOLUCIONES	20.00
# 4	1869.0	29.0	98.5	1.51	% PARTÍCULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	
# 8	45.0	0.7	99.2	0.81	% PARTÍCULAS LIGERAS	
fondo	52.0	0.8	100.0	0.00	% INALTERABILIDAD	
					por medio de sulfato de magnesio	1.84
					PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)	1393
					PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)	1512
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS						
					SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	
					SULFATOS SOLUBLES (ppm)	
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
TOTAL	6443.0	100.0	MODULO FINEZA	6.67	Otros	



malla 200	
Peso muestra sin lavar seca (g)	6654.0
Peso muestra lavada seca (g)	6632.2
Material < malla Nº 200 (%)	0.33

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso muestra húmeda (g)	1500.0
Peso muestra seca (g)	1495.5
Humedad (%)	0.30

PESO ESPECÍFICO - ABSORCIÓN			
Peso muestra saturada con superficie seca (g)	1614.7	1324.5	
Peso canastilla dentro del agua (g)	0.0	0.0	
Peso muestra saturada dentro del agua + canastilla (g)	997.0	818.0	
Peso muestra seca en horno @ 105°C (g)	1593.55	1309.2	
Peso muestra saturada dentro del agua (g)	997.0	818.0	PROMEDIOS
Peso específico de masa - P.E.M. (g)	2.580	2.585	2.582
Peso específico de masa S.S.S.	2.614	2.615	2.615
Peso específico aparente - P.E.A. - (g)	2.671	2.665	2.668
Absorción (%)	1.327	1.165	1.246

PESO UNITARIO SUELTO			
Peso muestra suelta + contenedor 1/2 pie3 (Kg)	160.00	160.00	Peso
Peso contenedor (Kg)	152.33	152.33	unitario
Peso muestra suelta (Kg)	7.67	7.67	suelto
Volumen contenedor (m ³)	0.005505	0.005505	promedio
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1393.3	1393.3	1393.3

PESO UNITARIO COMPACTADO			
Peso muestra compactada + contenedor (Kg)	175.00	175.00	Peso
Peso contenedor (Kg)	166.68	166.68	unitario
Peso muestra compactada (Kg)	8.32	8.32	compactado
Volumen contenedor (m ³)	0.006	0.006	promedio
Peso unitario compactado (Kg/m ³)	1512	1512	1512

DESGASTE POR ABRASIÓN	
Gradación	A-12
Peso inicial (Kg)	2500.00
Peso final (Kg)	2000.00
% abrasión	20.00

INALTERABILIDAD POR MEDIO DE SULFATO DE MAGNESIO						
TAMAÑO DE MALLAS		RETENIDO MUESTRA ORIGINAL (%)	PESO FRACC. ANTES DE ENSAYO (g)	PESO FRACC. DESPUÉS DE ENSAYO (g)	PÉRDIDA DESPUÉS DE ENSAYO (%)	PÉRDIDAS CORREGIDAS (%)
PASA	RETIENE	(%)	(g)	(g)	(%)	(%)
50 mm (2")	37,5 mm (1 1/2")	-----	-----	-----	-----	-----
37,5 mm (1 1/2")	25,0 mm (1")	0.0				
25,0 mm (1")	19,0 mm (3/4")	0.0				
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	37.3	652.20	642.3	1.5	0.57
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	34.3	332.60	326.6	1.8	0.62
9,5 mm (3/8")	4,75 mm (Nº4)	28.4	310.20	303.1	2.3	0.65
T O T A L E S		100.00	-----	-----	-----	1.84

PARTICULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA								
MALLA ASTM	Peso retenido (g)	Porcentaje Retenido (%)	Cantidad de muestra (g)	Proporción %	Retenido malla Nº4 (g)	Retenido malla Nº 8 (g)	terrones de arcilla y part. Friables Muestra	Friables Muestra inicial (%)
1 1/2"				0.00	0.00	-----		
3/4"				0.00	0.00	-----		
3/8"	4477.00	70.55	1000.00	50.00	998.10	1.00	0.19	0.13
Nº 4	1869.00	29.45	1000.00	50.00	1.00	996.70	0.33	0.10
TOTAL	6346.00	100.00	2000.00	100.00	P R O M E D I O			0.12

PARTICULAS LIGERAS		
Malla # 4 (inic)	Malla # 50 (final)	% Particulas Ligeras
120.00	0.23	0.192

DISEÑO DE AGREGADO GLOBAL PARA CONCRETO PORTLAND

Combinación de agregados; proporciones en porcentajes por pesos

GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS									
FINO					GRUESO				
		peso gr.	% retenido	% que pasa		peso gr.	% retenido	% que pasa	
			acumul.				acumul.		
50.800	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00
38.100	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00
25.400	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00
19.050	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00
12.700	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	2292.00	35.57	35.57	64.43
9.525	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	2185.00	33.91	69.49	30.51
4.750	No 4	14.80	3.21	3.21	96.79	1869.00	29.01	98.49	1.51
2.360	No 8	110.50	23.99	27.20	72.80	45.00	0.70	99.19	0.81
1.180	No 16	112.60	24.45	51.65	48.35	52.00	0.81	100.00	0.00
0.590	No 30	86.50	18.78	70.43	29.57	0.00	0.00	100.00	0.00
0.295	No 50	66.30	14.39	84.82	15.18	0.00	0.00	100.00	0.00
0.148	No 100	44.60	9.68	94.51	5.49	0.00	0.00	100.00	0.00
0.074	No 200	25.30	5.49	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
	fondo	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
	total:	460.60 gr.				6443.00 gr.			
	MF:	3.32				6.67			

PORCENTAJES DE AGREGADO COMBINADO (en peso)

ingresar sólo % del agr. FINO
 % peso agregado fino (rf) ? 55 %
 % peso agregado grueso (rg) ? 45 %

módulo de fineza global: 4.827

Realizado por: Ing Roberto Lopez Lazo
 Referencia: CARRETERA INTEROCEANCIA SUR TRAMO 4

ACI 304.2R Para Concreto Normal

AGREGADO GLOBAL : 55% ARENA + 45% PIEDRA									
PESOS (gr)		% RETENIDO		GLOBAL		% peso que pasa	NTP 400.037		
ARENA < 1/4"	PIEDRA < 2"	ARENA 55%	PIEDRA 45%	PARCIAL	ACUMUL.		%MIN	%MAX	
2"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00			
1 1/2"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00			
1"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00 CUMPLE
3/4"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	95.00	100.00 CUMPLE
1/2"	0.0	2292.0	0.00	16.01	16.01	16.01	83.99	70.00	88.00 CUMPLE
3/8"	0.0	2185.0	0.00	15.26	15.26	31.27	68.73	55.50	75.00 CUMPLE
No 4	14.8	1869.0	1.77	13.05	14.82	46.09	53.91	35.00	55.00 CUMPLE
No 8	110.5	45.0	13.19	0.31	13.51	59.60	40.40	28.00	50.00 CUMPLE
No 16	112.6	52.0	13.45	0.36	13.81	73.41	26.59	18.20	42.00 CUMPLE
No 30	86.5	0.0	10.33	0.00	10.33	83.74	16.26	10.00	35.00 CUMPLE
No 50	66.3	0.0	7.92	0.00	7.92	91.65	8.35	6.00	20.00 CUMPLE
No 100	44.6	0.0	5.33	0.00	5.33	96.98	3.02	0.00	8.00 CUMPLE
No 200	25.3	0.0	3.02	0.00	3.02	100.00	0.00	0.00	0.00 CUMPLE
fondo	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00 CUMPLE

Fórmula de Bolomey

$$P = f + (100 - f) \times (d / D)^{1/2}$$

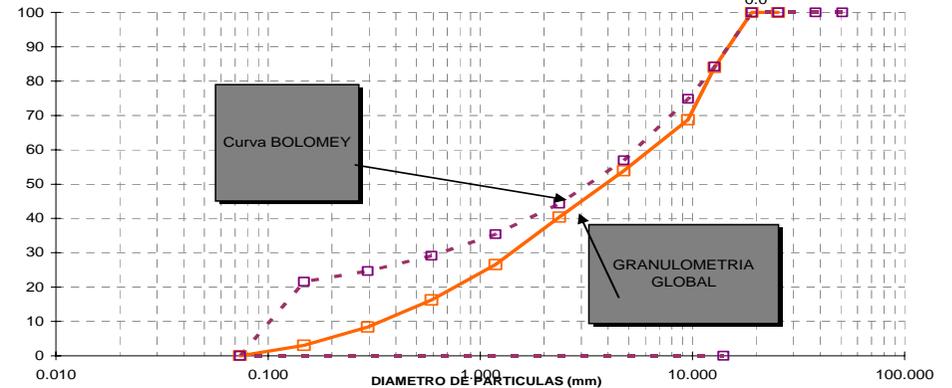
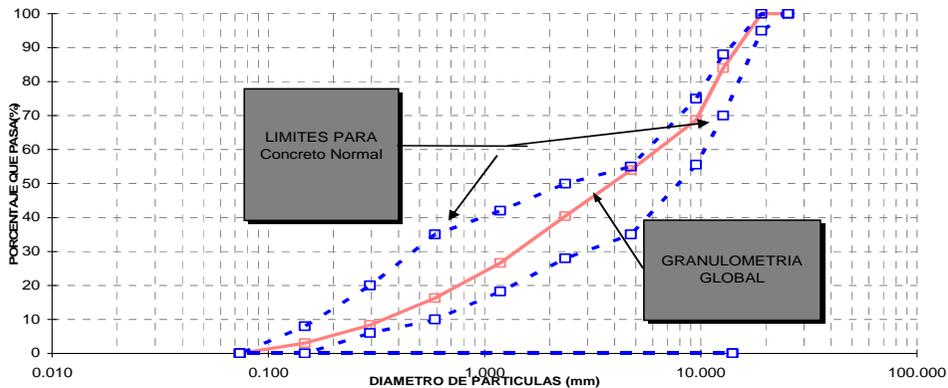
donde:

P = porcentaje de material que pasa por el tamiz de abertura d.
 D = tamaño máximo del agregado.
 f = constante empírica que indica el grado de trabajabilidad de una mezcla de concreto para una consistencia y una forma determinada de las partículas.

Forma	Valores de f		
	Seca	Normal	Húmeda
Redonda	6 - 8	10	12
Cúbica	8 - 10	12 - 14	14 - 16

Ingresar valor de f : 14

T.M. : 19.05		mm
0.75		
d (mm)	% Pasa	
50.80	100.0	
38.10	100.0	
25.40	100.0	
19.05	100.0	
12.70	84.2	
9.53	74.8	
4.75	56.9	
2.36	44.3	
1.18	35.4	
0.59	29.1	
0.30	24.7	
0.15	21.6	
0.07	0.0	



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES



CONSTRUCCION DE LA CARRETERA

TRAMO : AZANGARO-PUENTE INAMBARI.



PESO UNITARIO DE SUELOS

(NORMA AASHTO T-19)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y

OBRA	: CARRETERA INTEROCEANICA SUR	MUESTRA	:
TRAMO	: AZANGARO PUENTE INAMBARI	FECHA	: 11-Apr-07
CANTERA	: RIO ANTAUTA KM 137		
UBICACIÓN	: ANTAUTA		

AGREGADO GRUESO sin

MATERIAL : Grava 3/4"	CALICATA :	PROGRESIVA :	IDENTIFICACION				Promedio
			1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra (Kg)			14424	14430	14421		
Peso del recipiente (Kg)			6692	6692	6692		
Peso de la muestra (Kg)			7732	7738	7729		
Volumen (m ³)			5562	5562	5562		
Peso unitario compactado humedo (Kg/m ³)			1.390	1.391	1.390		1.390
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara (g)			23.3	22.2	21.6		
Peso de tara + muestra humeda (g)			141.3	119.7	108.8		
Peso de tara + muestra seca (g)			141.3	119.7	108.8		
Peso Agua (g)			0.0	0.0	0.0		
Peso Suelo Seco (g)			118.0	97.5	87.2		
Contenido de humedad (%)			0.0	0.0	0.0		
Peso unitario suelto seco (Kg/m ³)			1.390	1.391	1.390		1.390

AGREGADO GRUESO

CANTERA :	CALICATA :	PROGRESIVA :	IDENTIFICACION				Promedio
			1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra (Kg)			15115	15125	15112		
Peso del recipiente (Kg)			6692	6692	6692		
Peso de la muestra (Kg)			8423	8433	8420		
Volumen (m ³)			5562	5562	5562		
Peso unitario compactado humedo (Kg/m ³)			1.514	1.516	1.514		1.515
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara (g)			23.3	22.2	21.6		
Peso de tara + muestra humeda (g)			141.3	119.7	108.8		
Peso de tara + muestra seca (g)			141.3	119.7	108.8		
Peso Agua (g)			0.0	0.0	0.0		
Peso Suelo Seco (g)			118.0	97.5	87.2		
Contenido de humedad (%)			0.0	0.0	0.0		
Peso unitario suelto seco (Kg/m ³)			1.514	1.516	1.514		1.515

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y

ESTRUCTURA : CONCRETO ARMADO

FECHA: ABRIL/07

ELEMENTO : OBRAS DE ARTE

HECHO POR :

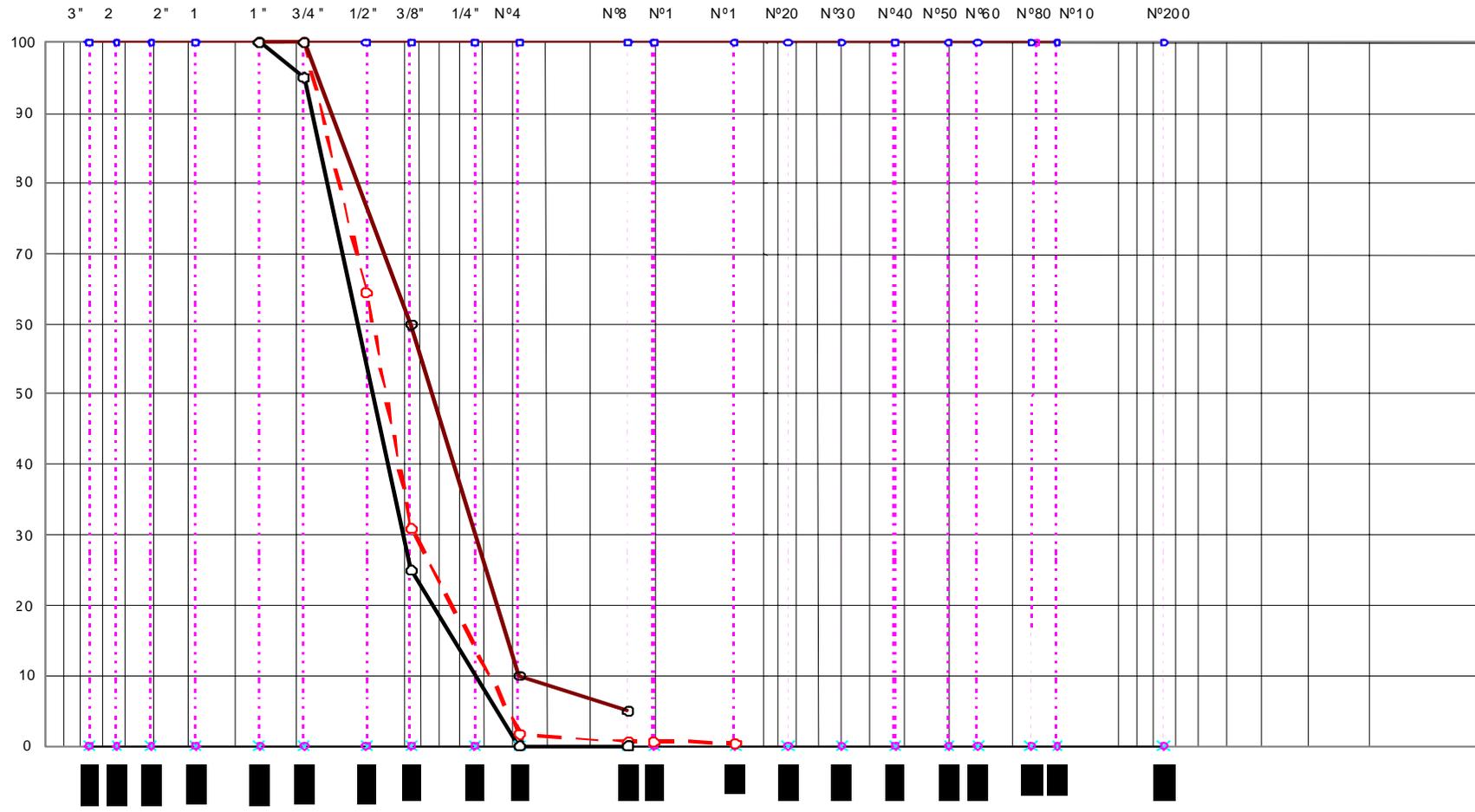
MUESTRA : GRAVA 3/4" - PLANTA INDUSTRIAL KM 137

ING. RESP. :

CURVA GRANULOMÉTRICA - ESTADÍSTICA
CONCRETO PORTLAND KM 137: ANTAUTA

Análisis Granulométrico - % Que Pasa Tamiz											
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 10	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 200
AASHTO T-27 (mm.)	25.400	19.000	12.700	9.500	4.750	2.360	2.000	1.190	0.600	0.300	0.075
MÍN - ESPECIFICACIÓN	100.0	95.0		25.0	0.0	0.0					
MIN - ESTADISTICO	100.0	100.0	52.7	17.9	0.5	0.0	0.0	0.0			
Xp (Media)	100.0	100.0	64.4	31.0	1.8	0.8	0.6	0.5			
MAX - ESTADISTICO	100.00	100.00	72.96	45.05	4.64	2.36	1.43	1.20			
MÁX - ESPECIFICACIÓN	100.0	100.0		60.0	10.0	5.0					

Curva Granulométrica - Estadística



ESTRUCTURA ELEMENTO MUESTRA	CONCRETO OBRAS DE ARTE GRAVA 3/4"	CANTERA 750 ANFAUTA UBICACIÓN PLANTA INDUSTRIAL KM 137 REGION ARAUCO	TÉCNICO: HECHO POR: ING. RESP:
-----------------------------------	---	--	--------------------------------------

RESÚMEN GRAVA 3/4" - CONCRETO

INFORME MENSUAL N° 1	FECHA	TAMANO MAXIMO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PORCENTAJES QUE PASAN TAMIZ											% DUREZ	% SALES TOTALES	% ABRASIÓN	% CHUBAS ALABRIDAS	% CARAS		FISIOUNITARIO		FISIOESPECÍFICO				
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 10	N° 16	N° 20	N° 50	N° 200					TRACTURADAS		SUELO	COMPACT.	BULK IN	BULK SBS	A PAR.		
																		< 1 CARA	> 1 CARA							
CONCRETO - OBRAS DE ARTE	09/04/2007	3/4"	100.0	100.0	89.7	28.4	1.46	0.547	0.517	0.473					1.84	20.0	16.5	100.0	98.4	1.365	1.929	2.582	2.614	2.671		
	09/04/2007	3/4"	100.0	100.0	57.8	27.5	1.86	0.706	0.677	0.634																
	10/04/2007	3/4"	100.0	100.0	98.6	24.6	1.89	0.941	0.710	0.481																
	10/04/2007	3/4"	100.0	100.0	82.7	23.0	2.00	1.001	0.779	0.633																
	10/04/2007	3/4"	100.0	100.0	89.1	37.4	4.64	2.364	0.636	0.346							18.9	97.6	98.9							
	11/04/2007	3/4"	100.0	100.0	98.9	24.0	1.37	0.790	0.732	0.675									1.360	1.915	2.585	2.615	2.665			
	11/04/2007	3/4"	100.0	100.0	57.8	30.0	2.07	0.385	0.346	0.289																
	12/04/2007	3/4"	100.0	100.0	72.4	38.9	2.49	0.691	0.339	0.030																
	12/04/2007	3/4"	100.0	100.0	73.0	46.0	4.29	1.641	1.430	1.196																
	13/04/2007	3/4"																								
	16/04/2007	3/4"																								
	18/04/2007	3/4"	100.0	100.0	68.8	36.1	1.7	0.5	0.5	0.5																
	18/04/2007	3/4"	100.0	100.0	68.5	36.5	2.5	0.5	0.5	0.5																
	19/04/2007	3/4"	100.0	100.0	69.7	36.6	1.7																			
	19/04/2007	3/4"	100.0	100.0	68.3	34.9	0.9	0.6	0.6	0.5																
	20/04/2007	3/4"	100.0	100.0	63.1	29.1	1.0	0.4	0.4	0.4																
	01/02/2007	3/4"	100.0	100.0	71.3	23.1	0.6	0.6	0.5	0.4																
	01/09/2007	3/4"	100.0	100.0	64.8	24.0	0.5	0.4	0.4	0.4																
	01/09/2007	3/4"	100.0	100.0	67.9	36.2	2.5	1.2	1.1	0.9																
	02/09/2007	3/4"	100.0	100.0	66.7	31.8	0.8	0.7	0.6	0.6																
	02/09/2007	3/4"	100.0	100.0	65.0	17.9	0.6	0.0	0.0	0.0																
	04/09/2007	3/4"	100.0	100.0	67.7	36.6	1.2	0.6	0.6	0.6																
	04/09/2007	3/4"	100.0																							
	04/09/2007	3/4"	100.0																							
	04/09/2007	3/4"	100.0																							
	04/09/2007	3/4"	100.0																							
	04/09/2007	3/4"	100.0																							
	04/09/2007	3/4"	100.0																							
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0																								
04/09/2007	3/4"	100.0	</																							

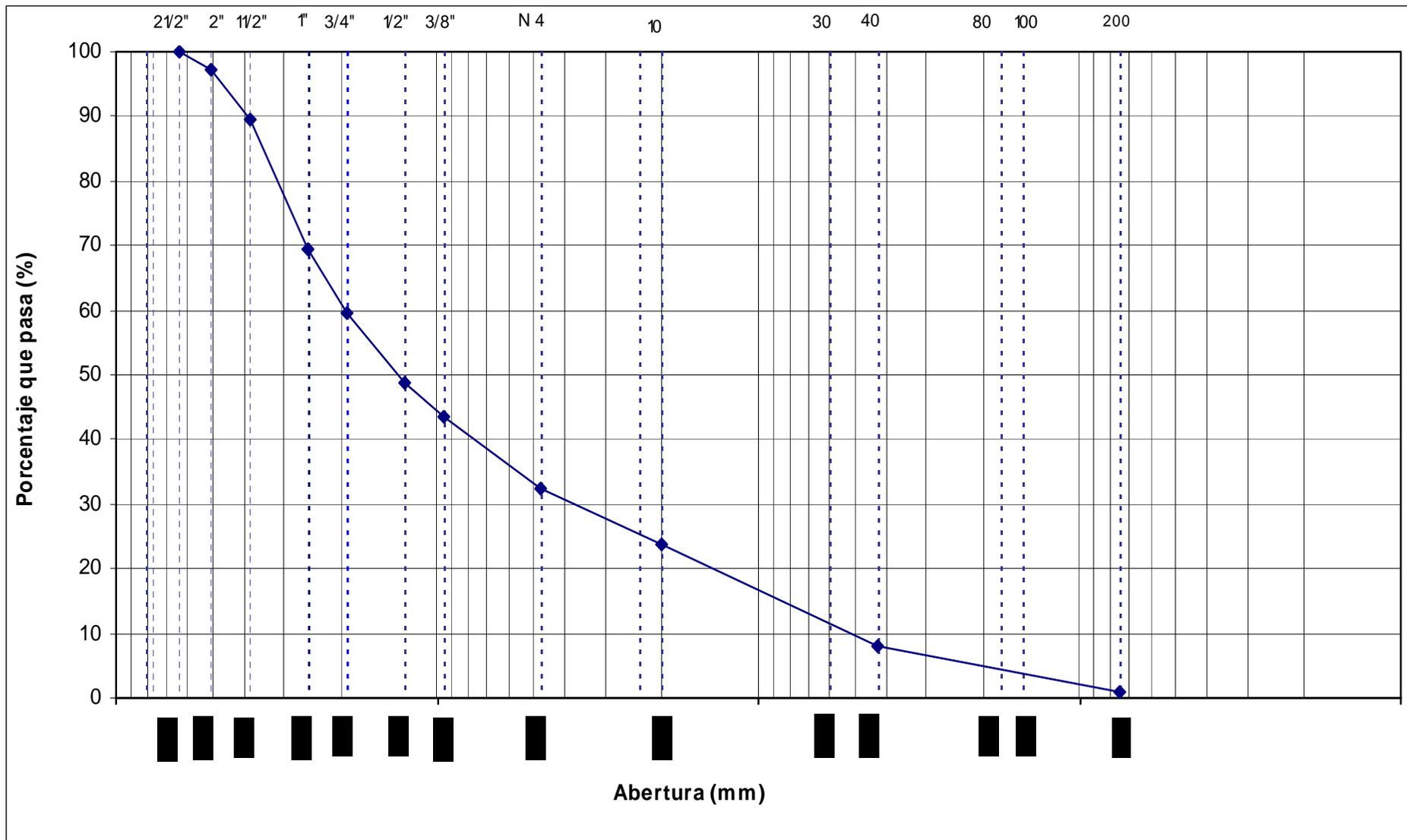
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTUR	:		TECNICO :
ELEMENTO	:	EVALUACION DE CANTERAS	HECHO POR :
CANTERA	:	ANTAUTA	ING. RESP. :
PROG (KM.)	:	KM. 137+100 L.D. Y L.I.	FECHA : 02/10/2006

DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTREO	:	RIO ANTAUTA ACCESO VARIABLE	TAMAÑO MAXIMO : 2"
MATERIAL	:		PESO INICIAL : 12778.4 g
	:		FRACCION LAVADA SECA : 768.6 g

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES		FAJA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A		DE TRABAJO	
3 1/2"	80.89								
3"	76.200				100.0				
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0				%Peso Piedra: 67.7%
2"	50.800	335.4	2.6	2.6	97.4	100	100		% Peso arena: 32.3%
1 1/2"	38.100	1020.5	8.0	10.6	89.4				Límite Líquido (LL) : <input type="text" value="NO PLASTICO"/>
1"	25.400	2535.8	19.8	30.5	69.5				Límite Plástico (LP) : <input type="text" value="NO PLASTICO"/>
3/4"	19.000	1282.5	10.0	40.5	59.5				Índice Plástico (IP) : <input type="text" value="NO PLASTICO"/>
1/2"	12.700	1374.2	10.8	51.2	48.8				Clasificación(SUCS) : GP
3/8"	9.500	680.4	5.3	56.6	43.4	30	65		Clasific.(AASHTO) : A-1-a (0)
Nº 4	4.750	1418.1	11.1	67.7	32.3	25	55		
Nº 8	2.360								
Nº 10	2.000	201.2	8.5	76.1	23.9	15	40		Contenido de Humedad (%) :
Nº 16	1.190								Materia Orgánica :
Nº 20	0.840								
Nº 30	0.600								OBSERVACIONES :
Nº 40	0.425	373.30	15.7	91.8	8.2	8	20		
Nº 50	0.300								
Nº 80	0.177								
Nº 100	0.150								
Nº 200	0.075	173.20	7.3	99.1	0.9	2	8		
< Nº 200	FONDO	20.90	0.9	100.0					



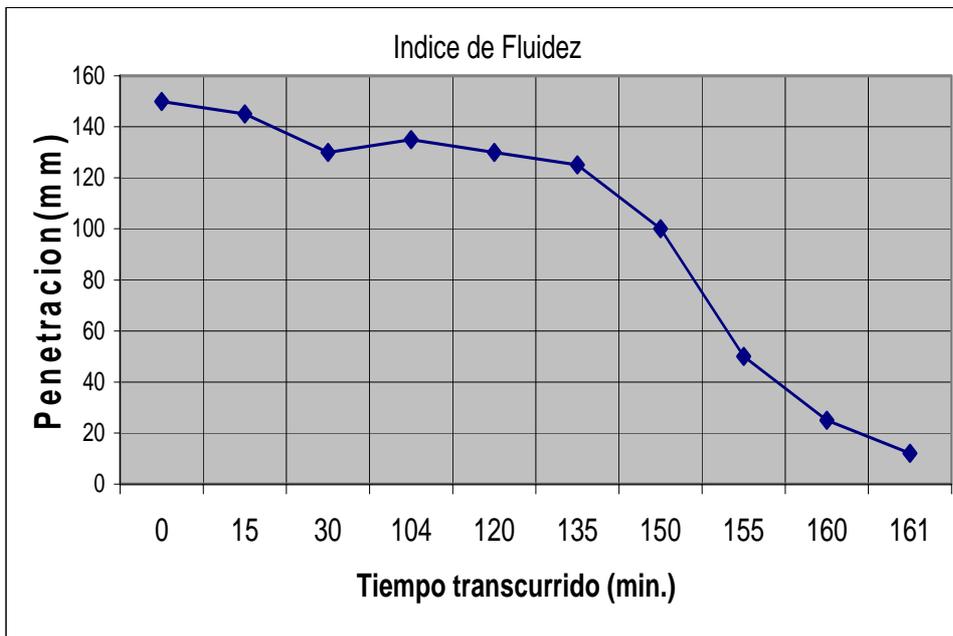
CURVA GRANULOMETRICA

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: Construccion Carretera Interoceanica Sur.	REVISADO POR	: Ing. Alex Redy Aiquipa H.
TRAMO	: IV, Puente Inambari-Azangaro.	REALIZADO POR	: Lab. Edgar Mandamiento Ch.
REVISADO	: Ing. Roberto López.	ASISTENCIA	: Bachiller. Moisés Speicher.
		GERENTE. RESPONSABLE	: Carlos A. Santos Santos.

ENSAYO TIEMPO DE ENDURECIMIENTO EN CONCRETOS (ASTM C-321)

Ensayo Nº	Temperatura concreto	Temperatura ambiente.	Tiempo (hh:mm:ss)	Tiempo transcurrido. (min.)	Lectura (mm)
1	23	14	2 : 15 : 30	0	150
2	24	15	2 : 30 : 30	15	145
3	23	12	2 : 45 : 30	30	130
4	21	13	3 : 59 : 30	104	135
5	22	12	4 : 15 : 30	120	130
6	20	12	4 : 30 : 30	135	125
7	19	10	4 : 45 : 30	150	100
8	18	11	4 : 50 : 30	155	50
9	17	11	4 : 55 : 30	160	25
10	16	9	4 : 56 : 30	161	12





MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

CONSTRUCCION DE LA CARRETERA

TRAMO : AZANGARO-PUENTE INAMBARI.



DATOS

Agregado Fino Lavado Rio San Anton 107D	
Peso especifico (base saturada)	2,582 Ton/m ³
Peso unitario varillado	1,808 Ton/m ³
Peso unitario suelto.	1,676 Ton/m ³
Absorcion.	1,833 %
Humedad.	4,00 %
Modulo de fineza	3,19

Cemento	
Cemento Portland	Yura
Tipo	I
Peso Especifico	3,15 gr./cc
Tiempo de fraguado inicial	153 min.
Tiempo de fraguado final	178 min.

DOSIFICACIO

EN PROPORCION	
Cemento	1
Arena <3/8"	2,85
Agua	0,5
Relacion a/c	0,5

EN PESO	
Cemento	420 Kg./m ³
Arena <3/8"(seco)	1197 Kg./m ³
Arena <3/8" (humedo)	1223 Kg./m ³
Agua de aporte de arena	26 Lt/m ³
Agua adicionada	184 Lt./m ³

EN VOLUMEN(Para 1m ³ de mortero)	
Cemento	9,9 bolsas
Arena <3/8" (humedo)	0,70 m ³
Agua adicionada en planta.	184 Lt
Agua de aporte de arena	26 Lt.

RESULTADOS

Contenido de aire	3 %
Slump	7 1/2 pulg.
Fluidez	10 mm/min.
Temperatura mortero	19,1 °C
Temperatura ambiente.	10,1 °C
Peso unitario del mortero	1812 Kg/m ³

RESISTENCIA CILÍNDRICA A LA COMPRESIÓN
DISEÑO DE MORTERO HIDRAULICO CON CEMENTO YURA PORTLAND TIPO I

Nº	Descripcion	Fecha Moldeo	EDAD (Dias)	Fecha Rotura	Slump	Temperatura Concreto	Temperatura Ambiente	% Aire Total	Carga Rotura (Kg)	Area (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)	Resist. Espec. (Kg/cm ²)	% RESISTENCIA
1	Mortero hidraulico	24/07/2006	3	27/07/2006	7.5"	19.1°C	10.1°C	2.2	19870	80.28	245.0	247.8	210	118.0
2	Mortero hidraulico	24/07/2006	3	27/07/2006	7.5"	19.1°C	10.1°C	2.2	20080	80.12	250.8		210	
3	Mortero hidraulico	24/07/2006	7	31/07/2006	7.5"	19.1°C	10.1°C	2.2	28870	79.49	363.2	376.7	210	179.4
4	Mortero hidraulico	24/07/2006	7	31/07/2006	7.5"	19.1°C	10.1°C	2.2	30360	79.39	380.1		210	
5	Mortero hidraulico	24/07/2006	28	21/08/2006	7.5"	19.1°C	10.1°C	2.2	42860	79.39	540.1	547.5	210	260.7
6	Mortero hidraulico	24/07/2006	28	21/08/2006	7.5"	19.1°C	10.1°C	2.2	44730	80.81	554.9		210	

RESISTENCIA CILÍNDRICA A LA COMPRESIÓN CURADO ACELERADO ASTM C-89
DISEÑO DE MORTERO HIDRAULICO CON CEMENTO YURA PORTLAND TIPO I (Agregado fino, San Anton Km. 106+800)

Nº	Descripcion	Fecha de Moldeo	EDAD (Dias)	Fecha de Rotura	Slump (pulg.)	Hora moldeo (hh:mm:ss)	Hora ingreso a agua herviendo.	Hora salida de agua herviendo.	Hora de rotura	Carga Rot. (Kg)	Area (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia Promedio, (f', Kg/cm ²)	Resist. especificada (Kg/cm ²)	% RESISTENCIA
1	Mortero hidraulico	24/07/2006	1	25/07/2006	7.5	02:30:00	01:45:00	05:15:00	06:15:00	28260	79.98	328.4	326.7	210	160.3
2	Mortero hidraulico	24/07/2006	1	25/07/2006	7.5	02:30:00	01:45:00	05:15:00	06:15:00	27980	79.98	344.9		210	
3	Mortero hidraulico	24/07/2006	1	25/07/2006	7.5	02:30:00	01:45:00	05:15:00	06:15:00	27970	80.28	343.4	346.5	210	164.5
4	Mortero hidraulico	24/07/2006	1	25/07/2006	7.5	02:30:00	01:45:00	05:15:00	06:15:00	27980	79.39	347.7		210	
										$f'_{c, 28 días} = 1.66 \cdot f'_{c, 1 día} + 89.66$		\Rightarrow 618.4 Kg/cm²		294%	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

ESTRUCTURA :	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	FECHA:	Jun-07
ELEMENTO :	CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND	HECHO POR:	
RESISTENCIA :	210 Kg/cm²	ING. RESPON:	

DATOS		
Concreto con aire incorporado		
Aditivo Incorporador Aire MB VR	1050	Kg/m ³
Plastificante RHECBUILD 1000	1190	Kg/m ³
Acelerante Fragua Pozzolith NC-534	1380	Kg/m ³
% Reduccion agua estimado	15	%
$f'c =$	210	kg/cm ²
Factor de Seguridad	25	%
$f'c$ (diseño) =	263	kg/cm ²

Cemento Portland	Yura	
Tipo 1	x	
Peso específico	3.15	

PROCESAMIENTO (Continuación)		
Volúmenes absolutos		
Cemento =	0.1021	m ³
Agua =	0.1641	m ³
Aire =	0.050	m ³
Plastificante RHECBUILD 1000	0.0030	m ³
Incorporador aire MB VR	0.0001	m ³
Acelerante de Fragua	0.0000	m ³
Agregado grueso =	0.3072	m ³
Sub-total	0.626	m ³

Contenido de Agregado fino		
Volúmen absoluto fino =	0.3735	m ³
Peso fino seco =	982	kg/m ³

TABLA 1.1-a

VOLUMEN UNITARIO DE

TM Nominal	Volumen Unitario de agua lit/m ³ para slump y perfiles de aridos grueso					
	1 a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
Grava	Agreg Redondo	Agreg Angular	Agreg Redondo	Agreg Angular	Agreg Redondo	Agreg Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

Agregado Fino Cantera Rio Antauta km 137		
Peso específico (base saturada)	2.630	Tn/m ³
Peso unitario compactado	1.820	Tn/m ³
Peso unitario suelto	1.592	Tn/m ³
Absorción	1.902	%
Humedad (w)	3.60	%
Módulo de fineza	3.32	

Agregado Grueso Chancado Cantera Rio Antauta km 137		
Tam. Máx Nominal	3/4 "	
Peso unitario compactado	1.512	Tn/m ³
Peso unitario suelto	1.393	Tn/m ³
Peso específico (base saturada)	2.614	Tn/m ³
Absorción	1.246	%
Humedad (w)	0.3	%

VARIABLES DE CALCULO		
Seleccionar el asentamiento de acuerdo a especificación	10.0 - 12.5	cm
Aditivo Acelerante de Fragua	0.0	% cemento
Aditivo Incorporador de Aire	0.04	% cemento
Plastificante: Reductor de Agua	1.10	% cemento
Volumen unitario de agua	164	lt/m ³
(Tabla 1.1)		
Contenido de aire incorporado	5.0	%
(Tabla 1.2)		
Relación a/c por resistencia	0.51	a/c
(Tabla 1.3)		
Factor cemento	322	kg/m ³
	7.6	bls
Contenido agregado grueso	0.531	peso/m ³
(Tabla 1.4)		
Peso agregado grueso =	803	kg/m ³

Valores de diseño		
Cemento =	322	kg/m ³
Agua =	164	lt/m ³
Agregado fino seco =	982	kg/m ³
Agregado grueso seco =	803	kg/m ³
Plastificante RHEOBUILD 1000	3.54	kg/m ³
Incorporador aire MB VR	0.13	kg/m ³
Acelerante de Fragua Pozzulith	0.00	kg/m ³
Corrección por humedad		
Agregado fino húmedo =	999	kg/m ³
Agregado grueso húmedo =	795	kg/m ³

Humedad superficial de los agregados		
Agregado fino =	1.70	%
Agregado grueso seco =	-0.95	%

Aporte de humedad (agua) de los agregados		
Agregado fino =	16.68	lt/m ³
Agregado grueso seco =	-7.60	lt/m ³
Aporte de humedad agregados =	9.09	lt/m ³
Agua efectiva =	154.96	lt/m ³

Pesos corregidos por humedad		
Cemento =	322	kg/m ³
Agua efectiva =	155	lt/m ³
Agregado fino húmedo =	999	kg/m ³
Agregado grueso húmedo =	795	kg/m ³
Plastificante RHEOBUILD 1000	3.54	kg/m ³
Incorporador aire MB VR	0.13	kg/m ³
Acelerante de Fragua Pozzulith	0.00	kg/m ³
Peso Volumetrico	2275	kg/m³

RESULTADOS FINALES							
Proporción en peso (húmedo)							
	322	999	795	c	af	ag	agua
	322	322	322	1	3.1	2.5	20.5
							lt/saco

Proporción en Volumen pie ³ (Humedo)							
	7.6	22.119	20.122	c	af	ag	agua
	7.6	7.6	7.6	1	2.9	2.7	20.5
							lt/saco

Relación a/c		
a/c diseño	0.51	
a/c efectivo	0.48	

Peso por tanda		
cemento =	42.5	kg/saco
agua efectiva =	20.5	lt/saco
agregado fino húmedo =	132	kg/saco
agregado grueso húmedo =	105	kg/saco
Aditivo Plastificante RHEOBUILD	393	ml / saco
Incorp. Aire MB - VR	16.2	ml / saco
Acelerante de Fragua Pozzulith	0.0	ml / saco

VOLUMEN UNITARIO DE

ASENTAMIENTO	Agua, en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados						
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"

Concreto sin aire incorporado

1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	

Concreto con aire incorporado

1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

TABLA 1.2

CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO (Incluye la suma del atrapado e

TAMAÑO MÁXIMO	Contenido de aire total		
	Exposición leve	Exposición moderada	Exposición severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.0
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.5	5.5
2"	2.0	4.0	5.0
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1.0	3.0	4.0

TABLA 1.3
RELACION AGUA/CEMENTO POR

f _c (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

TABLA 1.4
PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	Volúmen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volúmen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

**ASENTAMIENTO DEL CONCRETO VS. TIEMPO DE FRAGUA,
NORMA ASTM C-143; AASHTO T-119, MTC E 705**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

OBRA : Construccion de la Carretera Interoceanica Sur Tramo IV, Azangaro - Pte. Inambari.
EQUIPO : Cono de Abrahams **ING. RESPONSABLE.** : Carlos Alberto Santos.
MARCA : SOLOTEST **REVISADO:** :Ing. Roberto Lopez Lazo
UBICACIÓN : Planta Industrial Km. 106+000 :Ing Alex Aiquipa Huaman
FECHA : 17/05/2007 **ASISTENCIA:** :Ing. Moises Speicher Fernández.

DATOS DEL EQUIPAMIENTO

MEZCLADORA:	MASALTA	CAPACIDAD MAXIMA.	1.5Pie ³	TEMPERATURA DEL AGUA	23°C
RPM	32	USO	Mezclar concreto hidraulico.	HUMEDAD RELATIVA	50%

ENSAYO Nro. 01

Nº	TEMPERATURA DEL CONCRETO	TEMP. AMBIENTE	HORA DE ENSAYO	TIEMPO TRANSCURRIDO	SLUMP
	°C.	°C	hh:mm:ss	min.	(mm. = Pulg.)
1	20.4	17.0	03:47:00 p.m.	0	216 = 8 1/2
2	19.4	15.0	04:02:00 p.m.	15	168 = 6 5/8
3	18.1	14.0	04:17:00 p.m.	30	102 = 4
4	16.8	13.0	04:32:00 p.m.	45	25 = 1
5	16.8	12.0	04:47:00 p.m.	60	0 = 0

DATOS DEL DISEÑO	
CEMENTO:	10.625Kg.
AGUA:	4.725lt.
ARENA:	29.25Kg.
GRAVA:	29.75Kg.
PLASTIFICANTE	125ml.
INCORPORADOR DE AIRE.	3.025ml

ENSAYO Nro. 02

1	13.4	16.0	08:34:00 a.m.	0	203 = 8.00
2	13.8	18.0	08:49:00 a.m.	15	184 = 7 1/4
3	13.5	9.6	09:04:00 a.m.	30	19 = 3/4
4	14.8	16.3	09:19:00 a.m.	45	0 = 0

DATOS DEL DISEÑO	
CEMENTO:	10.625Kg.
AGUA:	4.725lt.
ARENA:	29.25Kg.
GRAVA:	29.75Kg.
PLASTIFICANTE	100ml.
INCORPORADOR DE AIRE.	3.025

ENSAYO Nro. 03

1	17.6	18.2	11:57:00 a.m.	0	165 = 6 1/2
2	17.7	16.4	12:12:00 a.m.	15	78 = 3 1/8
3	17.5	16.8	12:27:00 a.m.	30	70 = 2 3/4
4	16.9	16.0	12:42:00 a.m.	45	32 = 1 1/4
5	16.6	16.3	12:57:00 a.m.	60	0 = 0

DATOS DEL DISEÑO	
CEMENTO:	10.625Kg.
AGUA:	4.725lt.
ARENA:	29.25Kg.
GRAVA:	29.75Kg.
PLASTIFICANTE	90ml.
INCORPORADOR DE AIRE.	3.025

ENSAYO Nro. 04

1	22.0	26.0	12:12:00 p.m.	0	121 = 4 3/4
2	23.0	26.0	12:27:00 p.m.	15	64 = 2 1/2
3	23.4	26.0	12:42:00 p.m.	30	57 = 2 1/4
4	23.6	25.0	12:57:00 p.m.	45	32 = 1 1/2
5	24.0	22.7	13:12:00 p.m.	60	19 = 3/4
6	23.7	25.2	13:27:00 p.m.	75	19 = 3/4
7	22.9	19.0	13:42:00 p.m.	90	0 = 0

DATOS DEL DISEÑO	
CEMENTO:	10.625Kg.
AGUA:	4.875lt.
ARENA:	23.50Kg.
GRAVA:	26.25Kg.
PLASTIFICANTE ml	0.00
INCORPORADOR DE AIRE.	3.025

INCREMENTO DE ADITIVO DURANTE PERDIDA DE SLUMP

1	21.5	18.0	13:57:00 p.m.	57 = 2 1/4
2	21.0	19.0	14:00:00 p.m.	108 = 4 1/4
3	20.9	20.0	14:12:00 p.m.	168 = 6 5/8

PLASTIFICANTE ml	25.00
PLASTIFICANTE ml	50.00
PLASTIFICANTE ml	75.00

ENSAYO Nro. 05

1	19.0	10.6	05:07:00 p.m.	0	95 = 3 3/4
2	18.7	10.7	05:22:00 p.m.	15	38 = 1 1/2
3	17.6	11.0	05:37:00 p.m.	30	32 = 1 1/4
4	15.4	10.0	05:52:00 p.m.	45	25 = 1
5	14.1	9.3	06:07:00 p.m.	60	0 = 1/2
6	13.5	9	06:22:00 p.m.	75	0 = 0.0

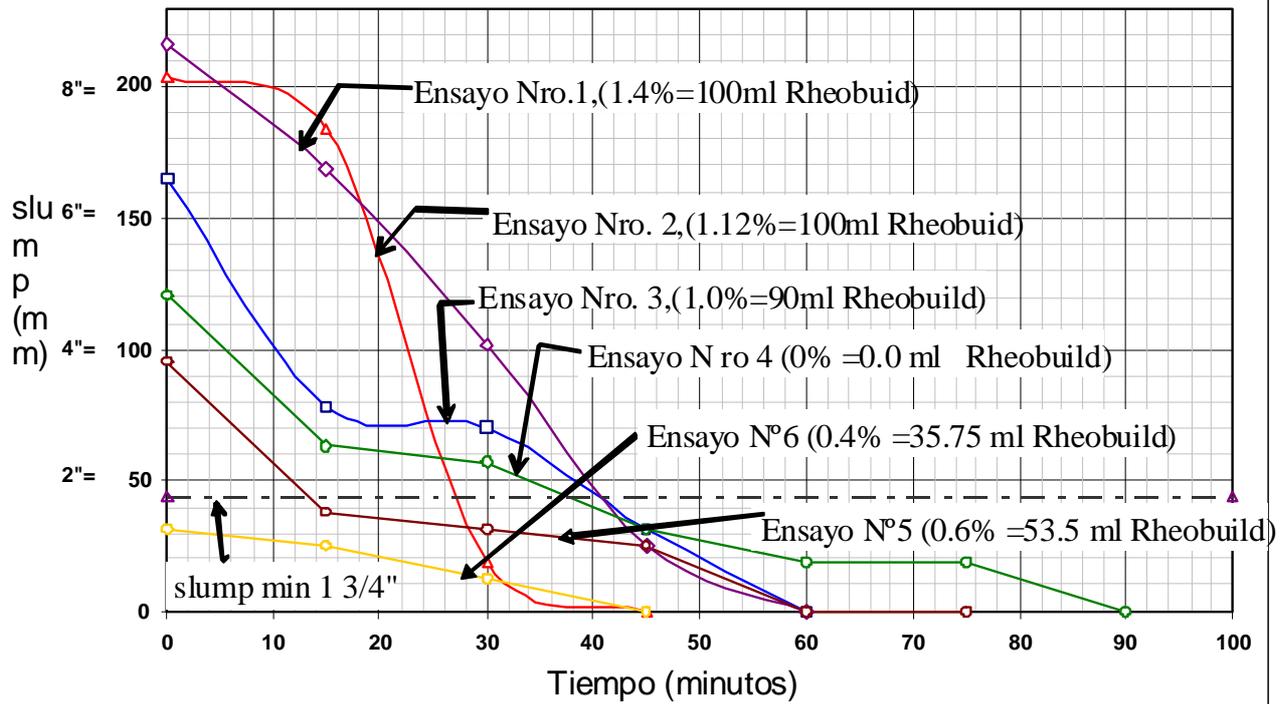
DATOS DEL DISEÑO	
CEMENTO:	10.625Kg.
AGUA:	5.475lt.
ARENA:	28.75Kg.
GRAVA:	29.75Kg.
PLASTIFICANTE	53.5 ml (0.6%).
INCORPORADOR DE AIRE.	3.025

ENSAYO Nro. 06

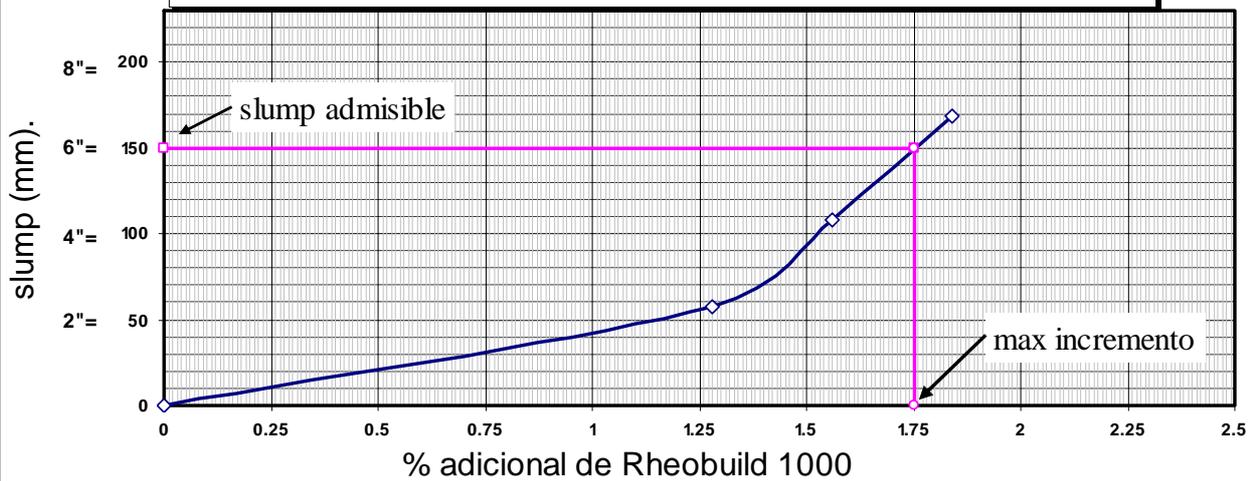
1	17.4	19.0	10:07:00 a.m.	0	32 = 1 1/4
2	18.1	19.0	10:22:00 a.m.	15	25 = 1
3	18.7	21.0	10:37:00 a.m.	30	13 = 1/2
4	18.4	20.0	10:52:00 a.m.	45	0 = 0

DATOS DEL DISEÑO	
CEMENTO:	10.625Kg.
AGUA:	4.45 lt
ARENA:	29.75Kg.
GRAVA:	29.75Kg.
PLASTIFICANTE	35.75 ml (0.4%).
INCORPORADOR DE AIRE.	3.025

INFLUENCIA DEL ADITIVO RHEOBUILD EN ASENTAMIENTO DEL TRAVES DEL



INCREMENTO DE ADITIVO RHEOBUILD PARA REFORMULAR ASENTAMIENTO DEL CONCRETO



RESISTENCIA CILINDRICA A LA COMPRESION

ESTUDIO DE LA PERDIDA DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN EL TIEMPO

Nro.	ESTRUCTURA	Progresiva	Código	Moldaje	EDAD	Rotura	Slump Salida	Cantidad de Rheobuild (ml) / %	EMPRESA EJECUTORA	Carga Rot. (Kg.)	Area (Cm2)	Resistencia (Kg/cm2)	Resistencia Promedio	R(Kg/cm2) S/Espec.	% RESISTENCIA
------	------------	------------	--------	---------	------	--------	--------------	--------------------------------	-------------------	------------------	------------	----------------------	----------------------	--------------------	---------------

1	Estudio de Plastificante	106+800	1-D	16/05/2007	7	23/05/2007	8.0 "	100 / 1.12%	INTERSUR	34960	179.00	195.3	191.7	210	91.3
2	Estudio de Plastificante	106+800	2-D	16/05/2007	7	23/05/2007	8.0"	100 / 1.12%	INTERSUR	34050	181.00	188.1		210	
3	Estudio de Plastificante	106+800	3-D	16/05/2007	28	13/06/2007	8.0"	100 / 1.12%	INTERSUR					210	
4	Estudio de Plastificante	106+800	4-D	17/05/2007	7	24/05/2007	6 1/2"	90.9 / 1.0%	INTERSUR	45150	185.70	243.1	240.9	210	114.7
5	Estudio de Plastificante	106+800	5-D	17/05/2007	7	24/05/2007	6 1/2"	90.9 / 1.0%	INTERSUR	44500	186.40	238.7		210	
6	Estudio de Plastificante	106+800	6-D	17/05/2007	28	14/06/2007	3 1/2"	90.9 / 1.0%	INTERSUR					210	
7	Estudio de Plastificante	106+800	7-D	17/05/2007	7	24/05/2007	8 1/2"	125 / 1.4%	INTERSUR	37400	180.40	207.3	203.6	210	97.0
8	Estudio de Plastificante	106+800	8-D	17/05/2007	7	24/05/2007	8 1/2"	125 / 1.4%	INTERSUR	36200	181.10	199.9		210	
9	Estudio de Plastificante	106+800	9-D	17/05/2007	28	14/06/2007	8 1/2"	125 / 1.4%	INTERSUR					210	

10	Estudio de Plastificante	106+800	10-D	18/05/2007	7	25/05/2007	6 5/8"	95.0 / +1 .75%	INTERSUR	38500	185.00	208.1	208.3	210	99.2
11	Estudio de Plastificante	106+800	11-D	18/05/2007	7	25/05/2007	6 5/8"	95.0 / +1.75%	INTERSUR	38000	182.20	208.6		210	
12	Estudio de Plastificante	106+800	12-D	18/05/2007	28	15/06/2007	6 5/8"	95.0 / +1.75%	INTERSUR					210	

RESISTENCIA CILINDRICA A LA COMPRESION															
INFORME MENSUAL DEL MES DE FEBRERO DEL 2007															
Nro.	OBRA DE ARTE	Progresiva	ESTRUCTURA	Moldaje	EDAD	Rotura	Slump Salida	Slump Llegada	EMPRESA EJECUTORA	Carga Rot. (Kg.)	Area (Cm2)	Resistencia (Kg/cm2)	Resistencia Promedio	R(Kg/cm2) S/Espec.	% RESISTENCIA
4559	ALCANTARILLA MARCO	109+088	LOZA SUPERIOR	11/05/2007	7	18/05/2007	6"	4"	INTERSUR	42230	181.46	232.7	212.9	210	101.4
4560	ALCANTARILLA MARCO	109+088	LOZA SUPERIOR	11/05/2007	7	18/05/2007	6"	4"	INTERSUR	34586	179.08	193.1		210	
4563	ALCANTARILLA MARCO	136+170	LOZA INFERIOR	11/05/2007	7	18/05/2007	6"	3 3/4"	INTERSUR	28190	155.76	181.0	181.3	210	86.4
4564	ALCANTARILLA MARCO	136+170	LOZA INFERIOR	11/05/2007	7	18/05/2007	6"	3 3/4"	INTERSUR	33220	182.83	181.7		210	
4567	ALCANTARILLA MARCO	169+270	LOZA SUPERIOR	11/05/2007	7	18/05/2007	4 1/4"	2" (3 1/2") *Se Adiciono 0.75 lt de Plastificante)	INTERSUR	27700	151.45	182.9	182.3	210	86.8
4568	ALCANTARILLA MARCO	169+270	LOZA SUPERIOR	11/05/2007	7	18/05/2007	4 1/4"	2" (3 1/2") *Se Adiciono 0.75 lt de Plastificante)	INTERSUR	39490	217.34	181.7		210	



**CONSTRUCCION CARRETERA INTEROCEANICA SUR
TRAMO Nº 4 : AZANGARO - PUENTE INAMBARI
SUB TRAMO: AZANGARO - ANTAUTA**



RESISTENCIA CILINDRICA A LA COMPRESION

ESTUDIO DE LA PERDIDA DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN EL TIEMPO

Nro.	ESTRUCTURA	Progresiva	Codigo	Moldaje	EDAD	Rotura	Slump Salida	Cantidad de Rheobuild %	A/C	% Aire total	Carga Rot. (Kg.)	Area (Cm2)	Resistencia (Kg/cm2)	Resistencia Promedio	R(Kg/cm2) S/Espec.	% RESISTENCIA
1	DISEÑO MEZCLA KM 137	137+000	30-D	12/6/2007	7	19/6/2007	5"	1.10	0.510	5.0%	46730	176.70	264.5	262.0	210	124.8
2	DISEÑO MEZCLA KM 137	137+000	31-D	12/6/2007	7	19/6/2007	5"	1.10	0.510	5.0%	44890	174.40	257.4		210	
3	DISEÑO MEZCLA KM 137	137+000	32-D	12/6/2007	7	19/6/2007	5"	1.10	0.510	5.0%	46700	176.70	264.3		210	
9	DISEÑO MEZCLA KM 137	137+000	38-D	12/6/2007	7	19/6/2007	4.5"	1.10	0.595	5.0%	42810	179.50	238.5	239.0	175	136.6
10	DISEÑO MEZCLA KM 137	137+000	39-D	12/6/2007	7	19/6/2007	4.5"	1.10	0.595	5.0%	42460	176.70	240.3		175	
11	DISEÑO MEZCLA KM 137	137+000	40-D	12/6/2007	7	19/6/2007	4.5"	1.10	0.595	5.0%	42690	179.10	238.4		175	
17	DISEÑO MEZCLA KM 137	137+000	46-D	12/6/2007	7	19/6/2007	4.5"	1.10	0.660	4.9%	26560	181.50	146.3	149.7	140	106.9
18	DISEÑO MEZCLA KM 137	137+000	47-D	12/6/2007	7	19/6/2007	4.5"	1.100	0.660	4.9%	26540	174.40	152.2		140	
19	DISEÑO MEZCLA KM 137	137+000	48-D	12/6/2007	7	19/6/2007	4.5"	1.100	0.660	4.9%	26590	176.70	150.5		140	
25	DISEÑO MEZCLA KM 137	137+000	56-D	14/6/2007	7	21/6/2007	6.5"	1.10	0.400	6.5%	80200	174.80	458.8	461.6	280	164.8
26	DISEÑO MEZCLA KM 137	137+000	57-D	14/6/2007	7	21/6/2007	6.5"	1.10	0.400	6.5%	81670	174.80	467.2		280	
27	DISEÑO MEZCLA KM 137	137+000	58-D	14/6/2007	7	21/6/2007	6.5"	1.10	0.400	6.5%	81500	177.70	458.6		280	



CONSTRUCCION CARRETERA INTEROCEANICA SUR : TRAMO 4



RESUMEN : DISEÑO MEZCLAS DE CONCRETO PORTLAND (Incluye Aditivos Químicos)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ESTRUCTURA : OBRAS DE ARTE Y DRENAJE
 ELEMENTO : CONCRETO PORTLAND
 CEMENTO : YURA: PORTLAND TIPO I
 CANETRAS : RIO SAN ANTON
 PROGRESIVA : KM 105

TECNICO :
 HECHO POR :
 REVISADO :
 FECHA : 25/6/2007
 MUESTRA :

TIPO CONCRETO	Tamaño Maximo Nominal Agregado	Cemento Portland tipo I		Componente 01: Grava Triturada 1.5"			Componente 02: Grava Triturada 1"			Componente 03: Arena Natural Lavada 1/4"			Componente 04: Agua	Aditivo Plastificante: RHEOBUILD 1000		Aditivo Incorporador de aire: MB VR	
		Peso Especifico Bulk Aparente	Kg/m3 (Seco)	Peso Especifico Bulk Base Saturada	Peso Unitario seco Suelto ton/m3	Kg/m3 (Seco)	Peso Especifico Bulk Base Saturada	Peso Unitario seco Suelto ton/m3	Kg/m3 (Seco)	Peso Especifico Bulk Base Saturada	Peso Unitario seco Suelto ton/m3	Kg/m3 (Seco)	Kg/m3	Proporcion %peso cemento	Kg/m3	Proporcion %peso cemento	Kg/m3
fc' = 100 kg/cm2	1"	3.15	195.00				2.590	1.335	1048.000	2.617	1.622	906.00	156.00	0.750	1.460	0.030	0.06
fc' = 140 kg/cm2	1"	3.15	213.00				2.590	1.335	987.000	2.617	1.622	955.00	150.00	0.750	1.596	0.030	0.06
fc' = 175 kg/cm2	3/4" (solo cunetas triangulares)	3.15	240.00				2.590	1.485	976.000	2.617	1.622	954.00	146.00	0.750	1.800	0.030	0.00
fc' = 175 kg/cm2	3/4"	3.15	253.00				2.590	1.278	972.000	2.617	1.622	915.000	158.00	0.750	1.900	0.030	0.07
fc' = 210 kg/cm2	3/4"	3.15	308.00				2.590	1.278	911.000	2.617	1.622	925.00	160.00	0.750	2.300	0.030	0.09
fc' = 280 kg/cm2	3/4"	3.15	410.00				2.590	1.278	866.000	2.617	1.622	884.00	160.00	0.750	3.080	0.030	0.12

ANALISIS COMPARATIVO PARA DISEÑOS DE CONCRETO: PESO VS VOLUMEN

TIPO CONCRETO	DISEÑO GRAVIMETRICO POR m3			DISEÑO GRAVIMETRICO POR MIXER DE 6 m3		
	CEMENTO kg	GRAVA kg	ARENA kg	CEMENTO kg	GRAVA kg	ARENA kg
fc' = 100 kg/cm2	195.00	1048.000	906.00	1170.00	6288.000	5436.00
fc' = 140 kg/cm2	213.00	987.000	955.00	1278.00	5922.000	5730.00
fc' = 175 kg/cm2	240.00	976.000	954.00	1440.00	5856.000	5724.00
fc' = 175 kg/cm2 solamente cunetas triangulares	253.00	972.000	915.000	1518.00	5832.000	5490.000
fc' = 210 kg/cm2	308.00	911.000	925.00	1848.00	5466.000	5550.00
fc' = 280 kg/cm2	410.00	866.000	884.00	2460.00	5196.000	5304.00

Nº BOLsAs

4.5882353
5.0117647
5.6470588
5.9529412
7.2470588
9.6470588

% desperdicio de aridos:

4%

TIPO CONCRETO	DOSAJE VOLUMETRICO POR m3			DOSAJE VOLUMETRICO POR MIXER DE 6 m3		
	CEMENTO kg	GRAVA kg	ARENA kg	CEMENTO kg	GRAVA kg	ARENA kg
fc' = 100 kg/cm2	212.50	1089.920	942.24	1275.00	6539.520	5653.44
fc' = 140 kg/cm2	233.75	1026.480	993.20	1402.50	6158.880	5959.20
fc' = 175 kg/cm2	255.00	1015.040	992.16	1530.00	6090.240	5952.96
fc' = 175 kg/cm2 solamente cunetas triangulares	267.75	1010.880	951.60	1606.50	6065.280	5709.600
fc' = 210 kg/cm2	329.38	947.440	962.00	1976.25	5684.640	5772.00
fc' = 280 kg/cm2	435.63	900.640	919.36	2613.75	5403.840	5516.16

TIPO CONCRETO	DOSAJE VOLUMETRICO POR m3			DOSAJE VOLUMETRICO POR MIXER DE 6 m3		
	CEMENTO kg	GRAVA m3	ARENA m3	CEMENTO kg	GRAVA m3	ARENA m3
fc' = 100 kg/cm2	212.50	421.000	581.00	1275.00	2526.000	3486.00
fc' = 140 kg/cm2	233.75	396.000	612.00	1402.50	2376.000	3672.00
fc' = 175 kg/cm2	255.00	392.000	612.00	1530.00	2352.000	3672.00
fc' = 175 kg/cm2 solamente cunetas triangulares	265.63	390.000	587.00	1593.75	2340.000	3522.000
fc' = 210 kg/cm2	329.38	366.000	593.00	1976.25	2196.000	3558.00
fc' = 280 kg/cm2	425.00	348.000	567.00	2550.00	2088.000	3402.00

1) APROVECHAMIENTO DE CEMENTO PORTLAND YURA TIPO I

TIPO CONCRETO	CEMENTO kg (Diseño Gravimetrico)	CEMENTO kg (Diseño Volumetrico)	Diferencia kg	% perdido
fc' = 100 kg/cm2	195.00	212.50	-17.50	-8.97
fc' = 140 kg/cm2	213.00	233.75	-20.75	-9.74
fc' = 175 kg/cm2	240.00	255.00	-15.00	-6.25
fc' = 175 kg/cm2 solamente cunetas triangulares	253.00	267.75	-14.75	-5.83
fc' = 210 kg/cm2	308.00	329.38	-21.38	-6.94
fc' = 280 kg/cm2	410.00	435.63	-25.63	-6.25

El empleo de la planta gravimetrica de concreto, significara eliminar los porcentajes perdidos de cemento portland



**CONSTRUCCION DE LA CARRETERA INTEROCEANICA SUR
TRAMO IV: AZANGARO - Pte INAMBARI.**



TIEMPO DE FRAGUADO AGUJA DE VICAT, NORMA ASTM C 191

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

OBRA	: Construccion de la Carretera Interoceanica Sur Tramo IV, Azangaro - Pte. Inambari.	ING. RESPONSABLE.	: Carlos Alberto Santos.
EQUIPO	: Aguja de Vicat.	TECNICO	: Edgar Muñoz Chavez
MARCA	: SOLOTEST	FECHA	: 14/06/2007
UBICACIÓN	: Planta Industrial Km. 137+000		

DATOS DEL APARATO VICAT

MARCA EQUIPO:	SOLOTEST	PENETRACION MAXIMA	40mm.	TEMPERATURA DEL AGUA	23°C
PESO DE MASA	300(g)	USO	Tiempo de fraguado inicial y final del cemento.	HUMEDAD RELATIVA	50%

Nº	TEMPERATURA DE ENSAYO.	HORA DE LECTURA	TIEMPO TRASCURRIDO	PENETRACION
	Cº	h:min	min.	mm.
1	23.0	15 : 04	0	40.0
2	22.4	15 : 19	15	40.0
3	22.6	15 : 34	30	40.0
4	23.1	15 : 49	45	40.0
5	22.2	16 : 04	60	39.5
6	22.9	16 : 19	75	39.0
8	23.2	16 : 34	90	38.0
9	23.3	16 : 49	105	38.0
10	23.0	17 : 04	120	36.0
11	22.2	17 : 19	135	32.0
12	22.5	17 : 34	150	28.0
13	22.3	17 : 49	165	20.0
14	22.5	18 : 04	180	5.0
15	22.7	18 : 19	195	3.0
	22.4	18 : 30	206	0.0

DATOS DEL CEMENTO

CEMENTO:	YURA
TIPO:	I
% de agua:	23.8
Peso de cemento:	650g.

OBSERVACIONES:

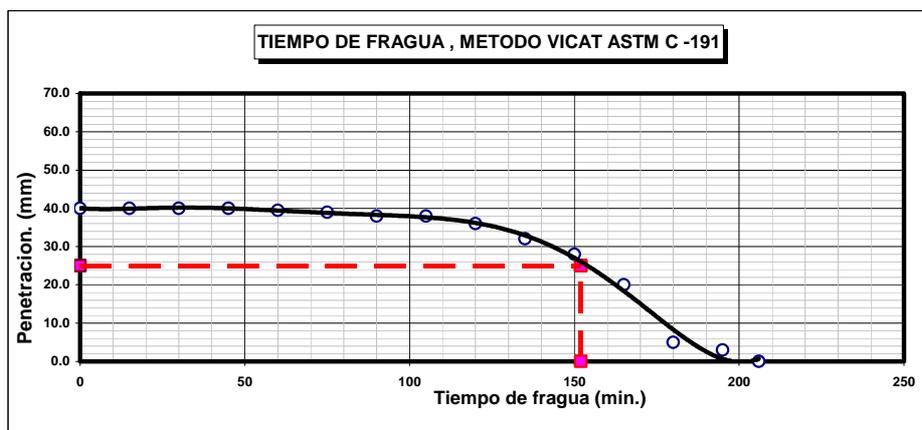
* Cemento YURA.
* Ensayo verificado por la supervision encargado (Tec. Ramon Huacasi L.)

RESULTADOS

TIEMPO DE FRAGUA INICIAL
152 min > 45 min

TIEMPO DE FRAGUA FINAL.
206 min < 375 max

CEMENTO:	YURA I
% Agua:	23.8%



Quando se llega a Penetraciones = 6 mm, voltear el tronco conico con la pasta y proseguir con la mediciones hasta lograr el fraguado final penetrac=0.0 mm



**CONSTRUCCION DE LA CARRETERA INTEROCEANICA SUR
TRAMO IV: AZANGARO - Pte INAMBARI.**



TIEMPO DE FRAGUADO AGUJA DE VICAT, NORMA ASTM C 191

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

OBRA	: Construccion de la Carretera Interoceanica Sur Tramo IV, Azangaro - Pte. Inambari.	ING. RESPONSABLE.	: Carlos Alberto Santos.
EQUIPO	: Aguja de Vicat.	TECNICO	: Juan Medina Abanto.
MARCA	: SOLOTEST	FECHA	: 09/06/2007
UBICACIÓN	: Planta Industrial Km. 137+000		

DATOS DEL APARATO VICAT

MARCA EQUIPO:	SOLOTEST	PENETRACION MAXIMA	40mm.	TEMPERATURA DEL AGUA	23°C
PESO DE MASA	300(g)	USO	Tiempo de fraguado inicial y final del cemento.	HUMEDAD RELATIVA	50%

Nº	TEMPERATURA DE ENSAYO.	HORA DE LECTURA	TIEMPO TRASCURRIDO	PENETRACION
	Cº	h:min	min.	mm.
1	16.6	07 : 07	0	40
2	17.2	08 : 07	60	40
3	17.4	08 : 37	90	40
4	19.1	09 : 07	120	37
5	19.6	09 : 37	150	31
6	20.2	09 : 52	165	26
8	19.1	10 : 11	184	21
9	21.9	10 : 41	214	13
10	20.0	10 : 54	227	8
11	20.0	11 : 02	235	4
12	22.4	11 : 10	243	2
13	22.0	11 : 18	251	1
14	20.0	11 : 27	260	0

DATOS DEL CEMENTO	
CEMENTO:	RUMI
TIPO:	IP
% de agua:	26
Peso de cemento:	650g.

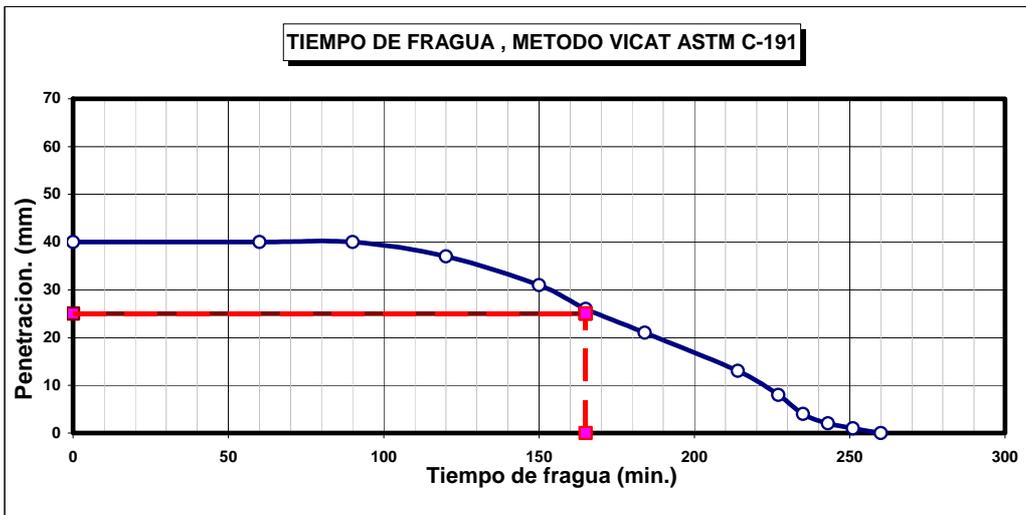
OBSERVACIONES:

RESULTADOS

TIEMPO DE FRAGUA INICIAL
165 min > 45 min

TIEMPO DE FRAGUA FINAL.
260 min < 375 max

CEMENTO:	RUMI IP
% Agua:	26%



Quando se llega a Penetraciones = 6 mm, voltear el tronco conico con la pasta y proseguir con la mediciones hasta lograr el fraguado final penetrac=0.0 mm



CONSTRUCCION DE LA CARRETERA INTEROCEANICA SUR

TRAMO IV: AZANGARO - Pte INAMBARI.

CONSISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO, NORMA ASTM C -187



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

OBRA	: Construccion de la Carretera Interoceanica Sur Tramo IV, Azangaro - Pte. Inambari.	ING. RESPONSABLE.	:Carlos Alberto Santos.
EQUIPO	: Aguja de Vicat.	TECNICO	:Juan Medina Abanto.
MARCA	: SOLOTEST	FECHA	: 08/06/2007
UBICACIÓN	: Planta Industrial Km. 137+000		

DATOS DEL APARATO VICAT

MARCA EQUIPO:	SOLOTEST	PENETRACION MAXIMA	40mm.	TEMPERATURA DEL AGUA	23°C
PESO DE MASA	300(g)	USO	Consistencia Normal de pasta	HUMEDAD RELATIVA	50%

Nº	% Agua	tiempo lectura	TIEMPO TRASCURRIDO	PENETRACION
	%	min:seg	seg	mm.
1	20.0	9.0 : 0		
1	20.0	9.0 : 30	30	8.0
2	22.0	10.0 : 0		
2	22.0	10.0 : 30	30	8.8
3	24.0	11.0 0		
3	24.0	11.0 30	30	9.2
4	26.0	12.0 0		
4	26.0	12.0 30	30	10.0

DATOS DEL CEMENTO

CEMENTO:	RUMI
TIPO:	IP
% de agua:	26.00
Peso de cemento:	650g.

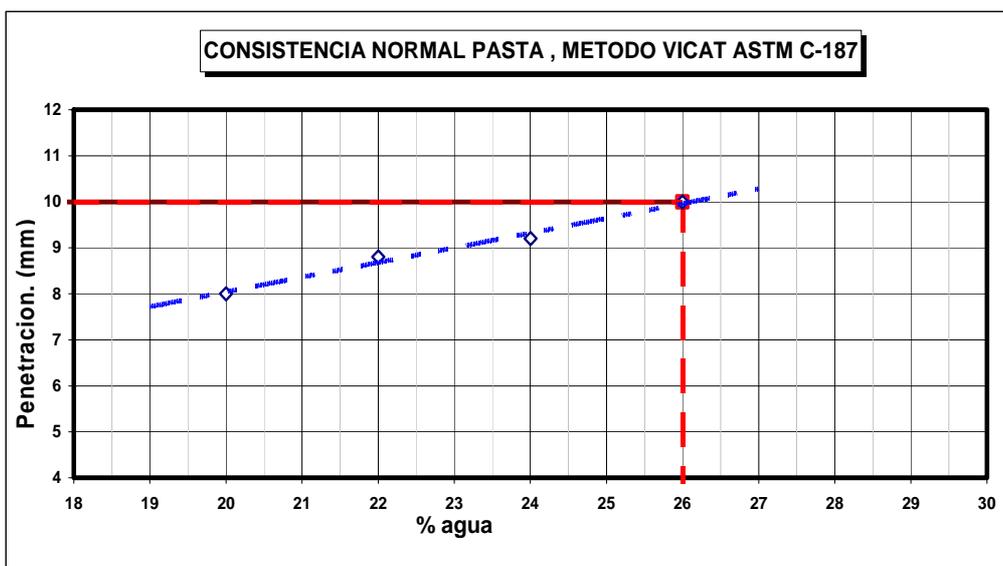
OBSERVACIONES:

RESULTADOS

PENETRACION NORMALIZADA
10mm

% AGUA IDEAL
26% <20,30>

CEMENTO:	RUMI IP
-----------------	---------





CONSTRUCCION DE LA CARRETERA INTEROCEANICA SUR
TRAMO IV: AZANGARO - Pte INAMBARI.
CONSISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO, NORMA ASTM C -187



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

OBRA : Construcción de la Carretera Interoceánica Sur Tramo IV, Azangaro - Pte. Inambari.	ING. RESPONSABLE. : Carlos Alberto Santos.
EQUIPO : Aguja de Vicat.	TECNICO : Juan Medina Abanto.
MARCA : SOLOTEST	FECHA : 08/06/2007
UBICACIÓN : Planta Industrial Km. 137+000	

DATOS DEL APARATO VICAT

MARCA EQUIPO:	SOLOTEST	PENETRACION MAXIMA	40mm.	TEMPERATURA DEL AGUA	23°C
PESO DE MASA	300(g)	USO	Consistencia Normal de pasta	HUMEDAD RELATIVA	50%

Nº	% Agua		tiempo lectura		TIEMPO TRASCURRIDO	PENETRACION
	%		min:seg	seg		
1	21.0		13.0	0		
1	21.0		13.0	30	30	9.0
2	23.0		14.0	0		
2	23.0		14.0	30	30	9.5
3	25.0		15.0	0		
3	25.0		15.0	30	30	10.8
4	27.0		16.0	0		
4	27.0		16.0	30	30	11.7

DATOS DEL CEMENTO	
CEMENTO:	YURA
TIPO:	I
% de agua:	27.00
Peso de cemento:	650g.

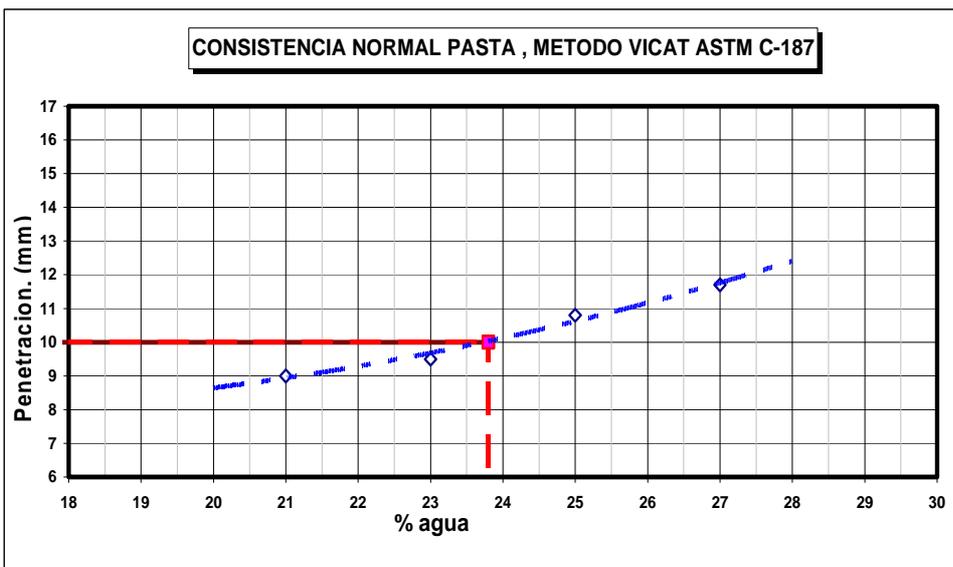
OBSERVACIONES:

RESULTADOS

PENETRACION NORMALIZADA
10mm

% AGUA IDEAL
23.8% <20,30>

CEMENTO:	YURA I
-----------------	--------



CAPÍTULO IX. ESPECIFICACIONES.

degussa.

creating essentials

Manejabilidad

El concreto al que se ha adicionado RHEOBUILD® 1000 tiene la capacidad de mantener una condición rheoplástica de 200 a 280 mm (8 a 11 in) de asentamiento si así se requiere. La duración precisa para poder trabajar la mezcla no solo depende de la temperatura, sino también del tipo de cemento, materiales cementicios suplementarios, proporciones de la mezcla, la naturaleza de los agregados, el método de transporte y la dosificación.

APLICACION

Dosificación

El rango de dosificación recomendado para el RHEOBUILD 1000 es de 650-1600 ml/100 kg (10-25 oz fl/100 lb) de material cementicio dependiendo de la aplicación y de cuanto se desee incrementar el asentamiento y resistencia.



Las dosificaciones anteriores aplican a la mayoría de las mezclas de concreto que usan ingredientes típicos del concreto. Debido a las variaciones en las condiciones de la obra y de los materiales de concreto como la microsilica, se podrán requerir rangos de dosificación diferentes a los recomendados. En tales casos, contacte a su representante local de Degussa.

Mezclado

Ya que se incrementa la retención de asentamiento usando el aditivo RHEOBUILD 1000, éste se puede adicionar en la planta de premezclados. También puede adicionarse en la obra si se desea incrementar el asentamiento.

RECOMENDACIONES

Corrosividad

No corrosivo, no contiene cloruros

RHEOBUILD 1000 no iniciará o promoverá la corrosión del acero reforzado en el concreto, concreto pretensado o concreto colocado en sistemas de pisos y techos de acero galvanizado. No se utilizó cloruro de calcio ni ningún ingrediente a base de cloruros en la manufactura del aditivo RHEOBUILD 1000.

Compatibilidad

RHEOBUILD 1000 puede utilizarse en combinación con la mayoría de los aditivos de Degussa Construction Chemicals y en todo el concreto de color y arquitectónico. Cuando se usa con otros aditivos, cada aditivo deberá adicionarse a la mezcla en forma separada. RHEOBUILD 1000 no debe usarse con RHEOMAC® UW 450, RHEOMAC® VMA 358 o RHEOMAC® 450 VMA ya que pueden experimentarse comportamientos erráticos en asentamiento, extensión del asentamiento o capacidad de bombeo.

Temperatura

Si se llega a congelar el RHEOBUILD 1000, eleve a una temperatura de 7°C (45°F) o mayor y reconstituya el producto por completo con una agitación mecánica ligera. No use aire presurizado para agitar.

ALMACENAMIENTO

RHEOBUILD 1000 tiene una vida útil de 18 meses como mínimo. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, la vida útil puede ser mayor.

EMPAQUE

RHEOBUILD 1000 se suministra en tambores de 208 l (55 gal), en tanques de 1040 l (275 gal) y a granel.

SEGURIDAD

Consulte la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) para este producto

Para información adicional sobre este producto o para su uso en el desarrollo de mezclas de concreto con características especiales de desempeño, consulte a su representante local de Degussa.

MB VR®

Aditivo inclusor de aire para concreto

USOS RECOMENDADOS

- Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo
- Producción de concreto de alta calidad normal y de peso ligero (el cemento pesado normalmente no contiene aire ocluido)

DESCRIPCION

MB VR (Solución de Resina Vinsol® neutralizada de Degussa Construction Chemicals) es un aditivo inclusor de aire para concreto que cumple con las especificaciones de ASTM C 260, AASHTO M 154 y CRD-C 13 y otras especificaciones estatales y federales. Listo para usarse a la concentración adecuada para una aplicación rápida y precisa.

VENTAJAS

- Mayor resistencia al daño causado por los ciclos de congelamiento y deshielo
- Mayor resistencia a la descamación por sales para deshielo
- Superior plasticidad y manejabilidad
- Mejora las propiedades de las mezclas usadas para fabricar bloques y tubos de concreto así como otros productos de concreto prefabricado.
- Menor permeabilidad incrementando su impermeabilidad al agua
- Reduce la segregación y el sangrado

CARACTERISTICAS DE DESEMPEÑO

Investigaciones sobre la durabilidad del concreto han demostrado que la mejor protección del concreto contra los efectos adversos de ciclos de congelamiento y deshielo, así como de las sales para deshielo proviene de: un contenido adecuado de aire en el concreto endurecido; un sistema correcto de espacios con aire en términos del tamaño de las burbujas y su espaciamiento; y una resistencia del concreto adecuada, asumiendo el uso de buenos agregados y técnicas apropiadas de mezclado, colocación, manejo y curado del concreto.

En el caso de requerir cantidades inusualmente altas o bajas de un aditivo inclusor de aire para lograr contenidos de aire normales o, si se observa que la cantidad necesaria del aditivo inclusor de aire para lograr los niveles requeridos de contenido de aire cambia significativamente bajo determinadas circunstancias, deberá investigarse la causa de ello. En estos casos es importante determinar que exista una cantidad de aire adecuada en el concreto fresco al momento de su colocación y que se obtenga un sistema de burbujas de aire adecuado (factor de espaciamiento) en el concreto endurecido.

Determinación de contenido de aire

El contenido de aire total del concreto de peso normal deberá determinarse siguiendo en forma estricta el método de la ASTM C 231, "Método de Prueba Estándar para la Determinación de Contenido de Aire de Concreto Recién Mezclado por el Método de Presión" o ASTM C 173, "Método de Prueba Estándar para la Determinación de Contenido de Aire de Concreto Recién Mezclado por el Método Volumétrico". El contenido de aire del concreto de peso ligero deberá determinarse únicamente usando el Método Volumétrico.

El contenido de aire deberá verificarse calculando el contenido de aire gravimétrico de conformidad con el método de la ASTM C 138, "Peso Unitario, Rendimiento y Contenido de Aire (Gravimétrico) de concreto". Si el contenido de aire total que se mide por el Método de Presión o el Método Volumétrico y se verifica por el Método Gravimétrico se desvía en más de un 1.5%, deberá determinarse la causa de la desviación y corregirse mediante la calibración del equipo o por cualquier proceso que se considere necesario.

APLICACION

Dosificación

No existe un rango de dosificación estándar para el MB VR®. La cantidad exacta de aditivo necesaria para un contenido específico de aire en el concreto no es predecible ya que varía en función de las diferencias de los materiales usados en el concreto. Los factores típicos que pueden influir en la cantidad de aire son: la temperatura, el cemento, el tamaño de partícula de la arena, las proporciones de la mezcla, el asentamiento, los métodos de transporte y colocación, el uso de materiales extra finos como cenizas voladoras, etc.

La cantidad de MB VR a usar dependerá de la cantidad de aire ocluido que se requiera bajo las condiciones reales de la obra. En una mezcla de prueba use de 16 a 260 ml/100 kg (¼ a 4 oz fl/100 lb) de cemento. En las mezclas que contengan reductores de agua o controladores de fraguado, la cantidad de MB VR necesaria puede ser algo menor a la cantidad requerida para el concreto normal. Para mezclas que normalmente requieren una dosificación mayor o menor para obtener el contenido de aire deseado, consulte al representante local de Degussa.

Debido a posibles cambios en los factores que afectan el rango de dosificación de MB VR, deberán realizarse verificaciones frecuentes durante el transcurso de la obra. Los ajustes deberán basarse en la cantidad de aire ocluido en la mezcla al momento de su colocación.

Formas de Aplicación

Añada el MB VR a la mezcla utilizando un dosificador diseñado para aditivos inclusores de aire o en forma manual usando un dispositivo de medición adecuado que asegure una precisión de $\pm 3\%$ de la cantidad requerida.

Para obtener un desempeño óptimo y consistente, el aditivo inductor de aire deberá adicionarse en el agregado fino, húmedo o con el agua del lote inicial. Al usar agregado fino y ligero, deberán realizarse evaluaciones de campo para determinar el mejor método de adición para el inductor de aire.

RECOMENDACIONES

Corrosividad

No contiene Cloruros, No Corrosivo

El aditivo MB VR no iniciará o promoverá la corrosión del acero reforzado embebido en el concreto, en concreto pretensado o concreto colocado en sistemas de techos y pisos de acero galvanizado. El cloruro de calcio no es un ingrediente que se adiciona en la manufactura de este aditivo.

Compatibilidad

MB VR puede usarse en combinación con cualquier otro aditivo de Degussa Construction Chemicals. Al usarse en combinación con otros aditivos, cada uno deberá adicionarse a la mezcla en forma separada.

Temperatura

MB VR deberá almacenarse y suministrarse a una temperatura de 2°C (35°F) o mayor. A pesar de que la congelación no afecta al producto, deberán tomarse las precauciones necesarias para protegerlo de la congelación. Si llega a congelarse, funda y reconstituya el producto por completo con una agitación mecánica ligera. No use aire presurizado para agitar.

ALMACENAMIENTO

MB VR tiene una vida útil de 18 meses como mínimo. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, la vida útil puede ser mayor.

EMPAQUE

MB VR se suministra en tambores de 208 l (55 gal) y a granel.

SEGURIDAD

MB VR es una solución cáustica. Se recomienda el uso de lentes de seguridad y guantes al transferir o manejar cantidades grandes del producto.

Consulte la Hoja de Datos de Seguridad

(MSDS) para este producto y/o la etiqueta por mayor información.

Para información sobre especificaciones sugeridas o datos adicionales sobre el producto MB VR, consulte al representante local de Degussa.



CEMENTO PORTLAND TIPO I YURA S.A.

	YURA	ASTM C150-04 NTP 334.009
<u>REQUERIMIENTOS QUIMICOS:</u>		
Óxido de Magnesio, MgO, %	3.28	6.00 Máximo
Trisulfato de Azufre, SO ₃ , %	1.89	3.00 Máximo
Pérdida por Ignición o al Fuego, P.F %	0.83	3.00 Máximo
Residuo Insoluble, R.I. %	0.68	0.75 Máximo
<u>REQUERIMIENTOS FISICOS:</u>		
Finura Superficie Específica, m ² /Kg. (cm ² /g)	325.00 (3250)	280.00 Mínimo (2800 Mínimo)
Expansión en Autoclave, %	0.08	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo de Vicat, minutos		
Tiempo de Fraguado (Inicial)	160	45 Mínimo
Tiempo de Fraguado (Final)	190	375 Máximo
Contenido de Aire del mortero, %	5.18	12.00 Máximo
Resistencia a la Compresión, MPa, (Kg/cm ²)		Mínimo :
3 días	22.88 (224.37)	12.00 (122.36)
7 días	26.93 (264.14)	19.00 (193.75)

Arequipa, 2006 Febrero 01


ING. NORMA ARENAS ESPINOZA
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD



CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO TIPO IP YURA S.A.

	YURA	ASTM C 595-03 NTP 334.090
<u>REQUERIMIENTOS QUIMICOS:</u>		
Óxido de Magnesio, MgO, %	1.88	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, SO ₃ , %	1.96	4.00 Máximo
Pérdida por Ignición o al Fuego, P.F %	1.87	5.00 Máximo
<u>REQUERIMIENTOS FISICOS:</u>		
Expansión en Autoclave, %	0.00	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo de Vicat, minutos		
Tiempo de Fraguado (Inicial)	185	45 Mínimo
Tiempo de Fraguado (Final)	225	420 Máximo
Contenido de Aire del mortero, %	4.34	12.00 Máximo
Resistencia a la Compresión, MPa, (Kgf/cm ²)		Mínimo :
03 días	19.34 (197.21)	13.00 (132.56)
07 días	23.52 (239.81)	20.00 (203.94)
28 días	30.99 (315.97)	25.00 (254.93)

Arequipa, 2007 Febrero 01


ING. NORMA ARENAS OPORTO
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD



CEMENTO PORTLAND TIPO V YURA S.A.

	YURA	ASTM C150-04 NTP 334.009
<u>REQUERIMIENTOS QUIMICOS:</u>		
Óxido de Magnesio, MgO, %	2.47	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, SO ₃ , %	1.80	2.30 Máximo
Pérdida por Ignición o al Fuego, P.F %	0.52	3.00 Máximo
Residuo Insoluble, R.I.%	0.63	0.75 Máximo
Aluminato Tricalcico, C ₃ A, %	3.06	5.00 Máximo
C ₄ AF + 2(C ₃ A), %	17.96	25.00 Máximo
<u>REQUERIMIENTOS FISICOS:</u>		
Finura Superficie Especifica, m ² /Kg. (cm ² /g)	330.00 (3300)	280.00 Mínimo (2800 Mínimo)
Expansión en Autoclave, %	0.00	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo de Vicat, minutos		
Tiempo de Fraguado (Inicial)	150	45 Mínimo
Tiempo de Fraguado (Final)	180	375 Máximo
Contenido de Aire del mortero, %	5.22	12.00 Máximo
Resistencia a la Compresión, MPa, (Kgf/cm ²)		Mínimo :
03 días	21.12 (215.33)	8.00 (81.58)
07 días	26.50 (270.26)	15.00 (152.90)
28 días	32.94 (335.91)	21.00 (214.14)

Arequipa, 2007 Febrero 01


 INC. NORMA ARENAS OPORTO
 JEFE DE CONTROL DE CALIDAD



CEMENTO FRONTERA PORTLAND PUZOLANICO TIPO IP

	YURA	ASTM C 595-03 NTP 334.090
<u>REQUERIMIENTOS QUIMICOS:</u>		
Óxido de Magnesio, MgO, %	1.89	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, SO ₃ , %	1.98	4.00 Máximo
Pérdida por ignición o al Fuego, P.F %	1.98	5.00 Máximo
<u>REQUERIMIENTOS FISICOS:</u>		
Expansión en Autoclave, %	0.01	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo de Vicat, minutos		
Tiempo de Fraguado (Inicial)	180	45 Mínimo
Tiempo de Fraguado (Final)	220	420 Máximo
Contenido de Aire del mortero, %	4.33	12.00 Máximo
Resistencia a la Compresión, MPa, (Kgf/cm ²)		Mínimo :
03 días	19.46 (198.39)	13.00 (132.56)
07 días	23.56 (240.21)	20.00 (203.94)
28 días	31.08 (316.95)	25.00 (254.93)

Arequipa, 2007 Febrero 01


ING. NORMA ARENAS OPORTO
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

BIBLIOGRAFÍA

PCA. The Portland Cement Association:

Design and control of concrete mixtures. (Engineering bulletin) 13º EDIT. 1990.

Predicting Temperature Rise and Thermal Cracking in Concrete by Michael Edward Robbins 2007. PCA R&D Serial No. 3030

Properties of Self-Consolidating Concrete Containing Type F Fly Ash by Raissa Patricia Douglas 2004. PCA R&D Serial No. 2619.

Comparison of Mortar Leaching Methods by Howard Kanare and Javed I. Bhatti 2007. PCA R&D Serial No. 2660.

Revision of Test Methods and Specifications for Controlling Heat of Hydration in Hydraulic Cement by Toy Poole 2007. PCA R&D Serial No. 3007.

Solar Reflectance of Concretes for LEED Sustainable Sites Credit: Heat Island Effect by Medgar L. Marceau and Martha G. VanGeem 2007. PCA R&D Serial No. 2982.

Effect of Relative Humidity on Expansion and Microstructure of Heat-Cured Mortars by Luis A. Graf 2007. PCA Serial No. SN2945.

An Investigation on the Cause and Effect of Air-Void Coalescence in Air-Entrained Concrete Mixes by Gabriel R. Camposagrado 2006. PCA R&D Serial No. 2624.

The Durability of Concrete Containing High Levels of Fly Ash by Donald Burden 2006. PCA R&D Serial No. 2989.

Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Enrique Pasquel carvajal. Segunda

- edición Noviembre 1998. Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional.
- Curso Laboratorista Vial Volumen III. Ministerio de Obras Publicas, 1985. Laboratorio Nacional e Viabilidad. Editorial Universitaria. San Francisco 454. Santiago de Chile. Septiembre 1993. 4ta edicion.
- Método para dosificar mezclas de Hormigón. Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la universidad de Guayaquil ecuador, 1987. O’reilly, Vitervo A.
- Tecnología del concreto (tomos I, II, III) Instituto Mexicano del cemento y del concreto, Edit, Limusa S A. Edición 1989. Neville , A.
- Concreto: Materiales, Diseño y Aplicaciones. y Durabilidad del Concreto Libros del Ing. Enrique Rivas López.
- Reglamento Nacional de Construcción.
- Especificaciones Técnicas Proyecto corredor Vial interoceánico Sur Tramo 4 Azángaro – Puente Inambari.
- Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000) Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- Normas ASTM Y AASHTO.
- Ensayos de roturas efectuados por el Dr. Sandino de la Universidad Nacional del Cauca- Colombia.
- Norma técnica peruana NTP 334.009-2007.
- Información de especificaciones técnicas de los productos brindados por nuestros proveedores y fabricantes del cemento empleado en obra, “Cementos Yura S.A.” y “Cementos Rumi S.A.”.