

PRUEBAS DE ADITIVOS EN HORMIGÓN

PRACTICA SUPERVISADA



Universidad
Nacional
de Córdoba

AUTOR: Gastón Ariel Roussy

TUTOR INTERNO: Ing. Héctor Gatavara

TUTOR EXTERNO: Inga. Patricia Irico

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FISICAS Y NATURALES

INDICE

INTRODUCCIÓN	4
INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LOS ADITIVOS	4
RESEÑA HISTORICA	5
¿POR QUÉ UTILIZAR ADITIVOS?	8
TERMINOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN.	8
TIPO DE ADITIVOS, EFECTOS Y APLICACIONES	9
ADITIVOS MÁS EMPLEADOS EN NUESTRO PAÍS	10
ADITIVOS REDUCTORES DEL AGUA DE AMASADO	10
ADIT. MODIF. DEL FRAGUADO Y LA RESISTENCIA INICIAL	12
ADITIVOS INCORPADORES DE AIRE:	15
OTROS ADITIVOS	16
OBJETIVOS	17
MATERIALES Y METODOS	18
MATERIALES PROVISTOS POR LA EMPRESA ALUBRY SAN LUIS S.A.	18
DESCRIPCIÓN DE LOS ADITIVOS PROVISTOS POR LA EMPRESA ALUBRY SAN LUIS	18
PROCEDIMENIENTO DE ELABORACION DE PASTONES Y ENSAYOS SOBRE LOS MISMOS	20
RESULTADOS	22
DENSIDAD Y ABSORCION EN AGREGADOS FINOS Y GRUESOS	23
TABLA 1 Y 2	
TABLA 3 Y 4	24
Pastón 1	25
Pastón 2	29
Pastón 3	33
Pastón 4	37
Pastón 5	41

Pastón 6	45
Pastón 7	49
Pastón 8	53
Pastón 9	57
Pastón 10	61
Pastón 11	65
Pastón 12	69
TABLA DE RESUMEN FINAL DE TODOS LOS PASTONES	74
CONCLUSIONES	76
BIBLIOGRAFIA	78

INTRODUCCIÓN

La empresa Alubry San Luis cuenta con tres plantas en dicha provincia (Capital, Villa Mercedes y Carpintería) y con más de 30 años de experiencia en el mercado de la construcción. Está especializada en la producción de hormigón elaborado para la construcción y de productos de hormigón propiamente dicho, tales como bloques, premoldeados y pretensados como vigas para puentes, columnas, viguetas, tribunas y otros.

Actualmente la empresa analiza la posibilidad de incorporar nuevos aditivos a sus productos con la finalidad de reducir los costos de producción. En razón a ello solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, que se realice una verificación de ciertas propiedades de los diferentes aditivos.

Para comprobar dichas propiedades y sus comportamientos, la empresa envió al laboratorio de estructuras, doce diferentes dosificaciones de hormigón, solicitando que se ejecuten los pastones para cada dosificación (sin modificaciones) y que sean sometidos a los ensayos que el laboratorio considere pertinente para tal fin.

De esta forma, Alubri San Luis, podrá comprobar si son aptos para ser incorporados a su producción manteniendo la calidad de sus productos.

INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LOS ADITIVOS

Los aditivos son productos suplementarios a los componentes principales del hormigón (material cementicio, agua y agregados). Se incorporan a la mezcla con el objetivo de modificar sus propiedades, ya sea en estado fresco o endurecido. Son de naturaleza líquida o pulverulenta y se agregan en cantidades reducidas durante el mezclado del hormigón. Se los utiliza en pequeñas dosis, menores al 1% del peso seco del cemento y rara vez supera el 5%.

Por medio de los aditivos se logra aumentar la fluidez sin incrementar el contenido de agua, reducir el contenido de agua manteniendo la fluidez, incorporar aire como

microburbujas, acelerar el tiempo de fraguado, incrementar el desarrollo de resistencia, reducir la exudación de agua y la segregación de partículas sólidas y aumentar la durabilidad del hormigón expuesto a medios agresivos.

El desarrollo y el uso de aditivos han contribuido durante los últimos 75 años en el avance de la tecnología del hormigón, lo cual fue un factor importante para aumentar la vida útil de las estructuras y obtener hormigones de alto desempeño. Tal es así que en la actualidad más del 80% de los hormigones empleados en los países desarrollados contiene este material. En nuestro medio la mayoría de los cementos tipo Portland producidos en plantas elaboradoras y los utilizados en grandes obras de infraestructura poseen al menos uno.

El futuro viene de la mano del desarrollo de nuevos aditivos cada vez más eficaces para lograr parámetros de diseño requeridos como la resistencia y la durabilidad entre otros, con menor contenido de cemento, lo cual ahorrará energía y disminuirá la emisión de CO₂. De esta manera los aditivos harán su aporte para lograr estructuras de hormigón sustentable.

RESEÑA HISTÓRICA:

Los aditivos nacieron simultáneamente con los primeros aglomerados cementicios. En la antigua Roma, se emplearon “aditivos naturales” como la sangre animal y la clara de huevo. Además se utilizó la grasa animal y la leche para mejorar alguna de sus propiedades como la incorporación de aire a la mezcla, haciéndola más trabajable.

La clara de huevo combinada con cal y arena, permitía lograr un aglomerante muy resistente que mezclado con trozos de piedra adecuadamente ensamblados, formaban el “calicanto” o “cal de canto” muy utilizada en la Europa medieval y traída a América por los españoles. Testigo de ello pueden verse aún en puentes de Chile y Perú.

A mediados del siglo XIX, se observó que componentes como los aluminatos, generaban un rápido endurecimiento de la mezcla. Con el fin de regular el fraguado se utilizó yeso anhidro que se agregaba en la preparación del hormigón. Este fue el primer aditivo retardador de la era industrial.

Otro producto muy utilizado antiguamente como aditivo fue el cloruro de calcio. Patentado en el año 1885 y pocos años después se demostró que podía ser acelerador de

fraguado o retardador según la dosis empleada. En la mitad del siglo XX se demostró que producía corrosión de las armaduras y se restringió su uso.

El desarrollo de aditivos modernos se inició a mediados de la década de 1930. En su primera etapa, varios de ellos se obtenían de subproductos de otras industrias y solían tener variaciones de composición química y consecuentemente, en sus efectos sobre el hormigón.

El avance en el conocimiento de la acción de los aditivos permitió reducir impurezas de la materia prima y sustituir los subproductos por sintéticos. Esto permitió la aparición de sucesivas generaciones de aditivos. A comienzo de la década de 1970 se elaboraron aditivos con polímeros de alto peso molecular que permitían generar hormigones de elevada fluidez y muy buena trabajabilidad. Estos se conocieron como aditivos superfluidificantes o reductores de agua.

A principio de la década de 1990 aparecen los hiperfluidificantes que están constituidos por polímeros y copolímeros sintetizados que permiten obtener hormigones con razones agua/cemento menores de 0,30.

En Argentina la tecnología de los incorporadores de aire fue aplicada en el año 1951 en las estructuras de la planta potabilizadora de Punta Lara. Los fluidificantes y retardadores de fraguado comenzaron a investigarse en la década de 1960. A fines de esa década se aplicaron en grandes obras como son las presas de Agua del Toro y El Chocón y en el armado de Zárate Brazo Largo. De allí en más todas las grandes obras utilizan aditivos.

Los superfluidificantes se introdujeron en nuestro país en la década de 1980 y una de las primeras aplicaciones fue en la construcción del puente y viaductos Rosario-Victoria.

A principio del siglo XXI se construyeron edificios de gran altura empleando hormigón de alta resistencia con superfluidificantes de última generación. Por ejemplo en el edificio Repsol-YPF elaborado con hormigón clase H-60 y la Torre Madero Office construida con H-80.

¿POR QUÉ UTILIZAR ADITIVOS?

Existen tres razones que justifican su utilización:

- 1- Aparecen importantes mejoras que pueden lograrse en el hormigón fresco y endurecido y se desarrollará como ventajas técnicas con el uso de cada tipo de aditivo.
- 2- Economía en la dosificación del hormigón, ahorros de energía, tiempo y facilidad de colocación, reutilización de encofrados, reducción de los plazos de entrega y puesta en servicio de la estructura.
- 3- Posibilidad de satisfacer las especificaciones técnicas para obra o los requerimientos de los nuevos reglamentos.

TERMINOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN:

En el mercado nacional e internacional existen una gran variedad de productos, pero mayor aún es la cantidad de denominaciones que reciben algunos de ellos, teniendo como base el mismo producto químico.

TIPO DE ADITIVOS, EFECTOS Y APLICACIONES

Tipo de Aditivo	Efecto deseado	Aplicaciones
Acelerante	Acelerar el tiempo de fraguado y el desarrollo de la resistencia temprana	Hormigón premoldeado de rápida habilitación al tránsito hormigonado en clima frío
Mejora de la adherencia	Incrementar la resistencia de adherencia de la mezcla cementicea	Hormigones y morteros de reparación. Morteros adhesivos.
Agente Espumante	Incorporar a la masa un volumen de aire entre el 20 y 80%	Hormigones livianos y rellenos de densidad controlada (RDC)
Anti-deslave, Anti wash-out	Aumentar la cohesión del hormigón	Hormigón colocado bajo agua
Hidrófugos de masa	Reducir la permeabilidad	Hormigones impermeables, en contacto con líquidos
Auxiliar de bombeo	Mejorar las condiciones de bombeo	Bombeables con bajo contenido de cemento o mala granulometría de los agregados
Pigmentos	Modificar el color de los hormigones	Hormigones arquitectónicos. Hormigones estampados.
Estabilizadores de la hidratación	Suspender la hidratación del cemento por tiempo prolongado	Hormigones proyectados. Hormigones con transporte o espera prolongada
Activadores de la hidratación	Acelerar el endurecimiento (rigidización) del hormigón	Hormigones proyectados.
Expansores por formación de gas	Generar expansión antes del fraguado	Grouts. Hormigones y morteros de reparación para relleno de oquedades.
Expansores por formación de sólidos	Aumentar el volumen del hormigón después del fraguado	Hormigones de contracción compensada: pisos industriales y elementos de grandes superficies
Biocidas (fungicida, germicida, insecticida)	Inhibir o controlar el crecimiento de bacterias y hongos	Se añade para contrarrestar el efecto de hormigones ante de compuestos orgánicos
Incorporador de aire	Incorporar pequeñas burbujas de aire en dosis baja (4 al 7% aproximadamente)	mejorar la durabilidad de hormigones sometidos ciclos de congelamiento y deshielo. hormigones bajo agua
Inhibidor de reacción álcali agregado	Reducir la expansión por reacción álcali-agregado	Hormigones elaborados con agregados potencialmente reactivos
Inhibidos de la corrosión de armaduras	Reducir la corrosión del acero en el hormigón armado	Hormigones elaborados con agregados potencialmente reactivos
Depresor de aire	Disminuir el contenido de aire en el hormigón	Hormigones con contenidos de aire mayores a los deseados
Reductor de agua convencional	Reducir entre un 5 y 8% el contenido de agua para una consistencia dada	Hormigones en general. Normalmente también retardan el fraguado
Reductor de agua de medio rango	Reducir entre un 6 y 12% el contenido de agua para una consistencia dada	Hormigones en general. No tienden a retardar el fraguado
Reductor de agua de alto rango (Superfluidificante Hiperfluidificante)	Reducir más del 12% el contenido de agua. Aumentar la fluidez del hormigón	Hormigones fluidos en general autocompactantes
Reductor de Contracción	Disminuir la contracción por secado	Hormigones de baja contracción, colocados en grandes superficies.
Retardador	Retardar el tiempo de fraguado	Hormigones en clima caluroso. Hormigón con alto tiempo de transporte y espera

ADITIVOS MÁS EMPLEADOS EN NUESTRO PAÍS

Los problemas que más comúnmente se presentan en nuestro país, en la ejecución de estructuras de hormigón son los relacionados por un lado con el manejo de las mezclas frescas, ya sea para mejorar sus condiciones de transporte y colocación, como para aumentar la duración de este período del hormigón; por otro lado, en relación con las mezclas endurecidas, se plantea a menudo la necesidad de aceleración del endurecimiento. Asimismo en ciertos casos debe cumplirse con requisitos de durabilidad, ante la acción de sustancias agresivas.

Para lograr que los hormigones adquieran las propiedades antes mencionadas se emplean aditivos con una gran cantidad de diferentes denominaciones comerciales pero que pueden ser agrupados en los siguientes 4 tipos básicos:

- 1) Reductores de contenido de agua de amasado
- 2) Modificadores del fraguado y la resistencia inicial
- 3) Incorporadores de aire
- 4) Otros aditivos (desarrollados para necesidades específicas)

1) ADITIVOS REDUCTORES DEL AGUA DE AMASADO:

Principio de acción: durante el proceso de molienda del cemento, se generan sobre la superficie del mismo cargas electrostáticas positivas y negativas. Cuando los granos se ponen en contacto con un líquido polar como el agua, se genera una tendencia a flocular. Al mismo tiempo, dentro de los flóculos de cemento quedan atrapadas moléculas de agua que no estarán disponibles para fluidificar la mezcla. De esta manera disminuye la movilidad de la mezcla.

Los productos que se emplean habitualmente como reductores de agua son materias orgánicas solubles en agua, o combinaciones de materias orgánicas e inorgánicas, tales como *sales de ácidos lignosulfónicos y sales de ácidos hidroxilados carboxílicos*.

Fluidificantes: si bien según normativa nacional, todos pertenecen a un mismo grupo, en la construcción se los puede dividir en 2 grupos:

- Reductores de agua convencional o plastificantes.
- Reductores del contenido de agua de medio rango.

Estas sustancias al ser agregadas a los componentes del hormigón modifican en forma beneficiosa, tanto las características de la mezcla fresca, como endurecida. La disminución del contenido de agua, trae aparejados un conjunto de beneficios, tales como el aumento de la cohesión, con lo cual disminuye el peligro de la segregación de los componentes.

Los reductores de agua convencional presentan básicamente las siguientes características:

- otorgan una reducción del 5 al 8% de agua aproximadamente.
- se emplean en hormigones con asentamiento de hasta 12 a 15 cm.
- se pueden utilizar en forma combinada con un superfluidificante.

Los aditivos reductores de agua de rango medio, están formados por lignosulfonato de sodio y calcio. Pueden presentar un poder de reducción de agua entre 6 y 18%, se emplean en hormigones con asentamiento de hasta 15 a 18 cm. Pudiendo utilizarse en forma combinada con reductores de agua de alto rango.

Reductores del contenido de agua de alto rango o superplastificantes: durante los últimos años una nueva clase de plastificante o aditivo reductor de agua ha ganado amplia aceptación ya que permite alcanzar reducciones del orden del 15 al 30 %. Las reducciones del contenido de agua de esta magnitud tienen un impacto muy superior sobre las propiedades del hormigón y por lo tanto se utilizan para la producción de hormigones fluidos con asentamientos entre 17,5 y 22,5 cm o de hormigones de alta resistencia con relaciones agua/cemento entre 0,30 y 0,40.

Un superfluidificante es, entonces, un aditivo que modifica la consistencia aumentando la fluidez del hormigón o reduce la cantidad de agua de mezclado, en un 12 % como mínimo, para una misma consistencia. Están compuestos por polímeros lineales que contienen grupos ácidos sulfónicos. Los dos tipos principales de polímeros que conforman la base de los aditivos disponibles comercialmente son los sulfonatos condensados de melamina/formaldehído y los sulfonatos condensados de naftaleno/folmaldehido.

La efectividad de estos aditivos radica en que los efectos secundarios indeseables, tales como la incorporación de aire y el retardo de fraguado, están ausentes o muy reducidos.

Reductores de agua de última generación: los hiperfluidificantes: aditivos de reciente aparición, están basados en polímeros de cadena larga y ramificada de acrilatos y carboxilatos. Existen varios tipos de acuerdo a los requerimientos de obra.

2) ADITIVOS MODIFICADORES DEL FRAGUADO Y LA RESISTENCIA INICIAL:

Este tipo de aditivos actúa sobre la cinética de las reacciones químicas del cemento, acelerándolas y retardándolas. Trabajan modificando la velocidad de disolución de algunos componentes del cemento o modificando la temperatura de la reacción lo que produce cambio en la cinética química.

Aceleradores de endurecimiento: Se emplean para lograr la resistencia deseada en un periodo corto de tiempo, o para contrarrestar la baja resistencia inicial que desarrolla un hormigón en estado frío.

El cloruro de calcio es el acelerante más efectivo del mercado pero su uso está restringido, ya que induce corrosión a las armaduras. Cuando se debe emplear un acelerante en una estructura de hormigón armado o pretensado, normalmente se especifica que sea “sin cloruros”. En esos casos se recurre a acelerantes en base de nitritos de calcio, lo cual es más costoso que el anterior. También presenta propiedades como anticongelante e inhibidor de la corrosión.

No se conoce por completo el mecanismo de acción de los acelerantes. No obstante, se acepta que estos aceleran la hidratación del cemento.

La aceleración del endurecimiento, es decir la obtención de valores determinados de resistencia mecánica a edades tempranas ofrece una cantidad de ventajas entre las cuales pueden mencionarse las siguientes:

- 1) Posibilidad de habilitación rápida de estructuras o pavimentos, nuevos o reparados.
- 2) Reducción de los períodos de protección y curado del hormigón.

- 3) Disminución del tiempo necesario de mantenimiento de los encofrados y apuntalamientos, permitiendo su uso una mayor cantidad de veces.
- 4) Compensación total o parcial del efecto retardador de las bajas temperaturas en climas fríos.
- 5) Aumento de productividad de la industria del premoldeado, al aprovechar mejor las instalaciones.

Retardadores de fraguado: se utilizan para retardar el tiempo de fraguado del hormigón, lo cual permite prolongar el tiempo disponible para su colocación y compactación. Son de aplicación para evitar la generación de juntas frías entre capas sucesivas de hormigón fresco. También se emplean en los casos de transporte prolongados y cuando se trabaja con altas temperaturas.

Las ventajas de estos aditivos son, fundamentalmente, las siguientes:

- a) Posibilidad de transportes prolongados del hormigón fresco.
- b) Mayor tiempo para la compactación y terminación.
- c) Eliminación de juntas de trabajo en estructuras de grandes dimensiones, que deben mantenerse monolíticas.
- d) Adaptación del hormigón fresco a las deformaciones de los encofrados en estructuras de grandes luces.
- e) Desfasajes entre los períodos de mayor temperatura ambiente y la producción de calor por hidratación (hormigonado de grandes estructuras en climas calurosos).
- f) Posibilidad de interrupción de hormigonado mientras se reparan equipos descompuestos o se producen cortes de energía eléctrica.

Básicamente estos aditivos trabajan indirectamente en la hidratación de los componentes del cemento ya que retardan transitoriamente la precipitación del Ca(OH)_2 incorporando iones Ca^{++} al medio acuoso y a su vez bloquea la disolución del silicato y el aluminato tricálcico.

Las sustancias que se utilizan como retardadores se pueden resumir en cuatro grupos:

- Lignosulfonatos, por sus contenidos de azúcares.
- Ácidos carbohidroxilados, como el cítrico, tartárico y glucónico, y sus sales.

- Hidrato de carbono, como glucosa y almidón.
- Polifosfatos

Existen otros productos más efectivos, como el azúcar, que actúan sobre todos los productos a base de calcio, generando una película poco permeable sobre la partícula de cemento, retrasando así el tiempo de fraguado y la ganancia de resistencia. Esto puede llegar a ser peligroso en caso de una sobredosis, ya que puede inhibir el fraguado del cemento.

El tiempo de fraguado del hormigón se mide mediante el ensayo de penetración realizado con las agujas de Proctor, en morteros obtenidos del hormigón en estudio, por eliminación del agregado grueso (Norma IRAM 1662). Esta norma establece valores convencionales para el inicio y finalización del período de fraguado, el primero correspondiendo al llamado límite de vibración y el último al momento a partir del cual el hormigón no debe ser sometido a golpes ni vibraciones pues de lo contrario, debido a la insuficiente resistencia a la tracción del hormigón, éste tendería a destruirse.

Así como en el caso de los aceleradores, también los retardadores pueden ser fluidificantes y además incorporar pequeñas cantidades de aire, con lo cual se suman las ventajas prácticamente de todos los aditivos mencionados, pues se reduce el agua de mezcla, se mejoran las resistencias a todas las edades, se disminuye la retracción, se mejoran las homogeneidad y la durabilidad y por supuesto, se aumenta el tiempo disponible para la colocación del hormigón.

Se considera como tiempo inicial de fraguado el lapso transcurrido desde el momento en que se pone el cemento en contacto con el agua hasta que la resistencia a la penetración de la aguja sea de por lo menos 35 kg/cm^2 . En cuanto al tiempo final de fraguado es el que corresponde al lapso (contado también a partir del momento en que se pone el cemento en contacto con el agua) necesario para que la resistencia a la penetración de la aguja sea de 280 kg/cm^2 (Norma IRAM 1662).

3) ADITIVOS INCORPADORES DE AIRE:

Los agentes incorporadores de aire contienen sustancias surfactantes que se concentran en la interfase aire-agua, disminuyen la tensión superficial y de este modo las burbujas pueden formarse más fácilmente y resultan más estables. Las moléculas que componen estas sustancias surfactantes tienen en uno de sus extremos un grupo capaz de disolver el agua (grupos hidrofílicos) y en el otro extremo grupos repelentes del agua (grupos hidrofóbicos). Estas moléculas tienden a alinearse en la interfase aire-agua con los grupos hidrofílicos hacia el agua y los grupos hidrofóbicos hacia el aire.

La principal razón para el uso de aire incorporado, es la mejora que provoca en el comportamiento del hormigón, ante los efectos alternativos del congelamiento y deshielo; sin embargo provee otros muchos beneficios, tanto en el hormigón fresco como en el endurecido.

Las burbujas correspondientes al aire incorporado son muy pequeñas, ya que sus diámetros oscilan entre 25 y 75 micrones, por otra parte no están conectados entre sí y están distribuidas uniformemente en la masa del hormigón.

Las ventajas del aire incorporado se hacen evidentes tanto en el estado fresco, como en el endurecido del hormigón. En efecto, en el primer estado las burbujas de aire se comportan como un agregado fino cuyas partículas tienen gran flexibilidad de forma y coeficiente de frotamiento prácticamente igual a cero, que actúan como lubricante de la mezcla; esto mejora la trabajabilidad y reduce la segregación, con lo cual se obtiene un hormigón más homogéneo, y dado que para igualdad de consistencia se necesita menos agua, puede disminuir la contracción de secado.

En el hormigón endurecido, las burbujas interceptan los conductos capilares, y debido al aumento brusco del diámetro que se produce en coincidencia con la burbuja, se reduce la absorción capilar. De esta manera disminuye la penetración de líquidos que puedan actuar en forma agresiva.

4) OTROS ADITIVOS:

Inhibidores de corrosión: Los inhibidores de corrosión se usan en hormigón de estructuras de estacionamientos, estructuras marinas y puentes donde las sales de cloruro estén presentes.

Aditivos reductores de contracción: tienen su uso potencial en tableros de puentes, losas de pisos críticos y edificios donde se deban minimizar las fisuras (grietas) y la deformación por razones de durabilidad y estéticas. Estos aditivos tienen efectos como retardadores del fraguado.

Aditivos químicos para la reducción de la reactividad álcali-agregado (inhibidores de RAS)

Aditivos colorantes: se usan materiales naturales y sintéticos para colorear el hormigón sea por razones estéticas, sea por seguridad.

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Verificar mediante pastones de prueba de hormigón, el comportamiento de nuevos aditivos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Ensayar la absorción en los áridos intervinientes para corregir por humedad.
- Realizar pastón de prueba, para utilizarlo como patrón.
- Medir consistencia, densidad, temperatura e inicio y final de fragüe para cada dosificación de los pastones en estado fresco.
- Medir el contenido de aire en estado fresco de los hormigones aditivados.
- Realizar el moldeo de probetas para determinar densidad y resistencia a la compresión de los hormigones en estado endurecido.

MATERIALES Y METODOS

MATERIALES PROVISTOS POR LA EMPRESA ALUBRY SAN LUIS S.A.

Agregado grueso:

Piedra partida 6-22.

Piedra 3-9.

Agregado Fino:

Arena lavada intermedia.

Arena fina correctora.

Cemento tipo portland: CPF 40 marca Avellaneda.

ADITIVOS:

Descripción de los aditivos provistos por la empresa Alubry San Luis:

Unimix Plas 12: aditivo polifuncional plastificante. Proporciona mezclas más plásticas y cohesivas, permite reducir el agua hasta un 13% incrementando resistencias a 3 y 7 días.

Unimix Plas 18: aditivo plastificante y retardador de tiempo de fragüe. Reduce hasta un 14% el agua de amasado. Incrementa resistencia inicial y final.

Unimix Plas 121: Plastificante y reductor de tiempo de fragüe.

Unisil ARS 1: Superfluidificante, incrementa resistencias iniciales y finales. No produce retardo de fragüe.

Unisil ARS 1 PLUS: Superfluidificante, incrementa resistencias iniciales y finales. No produce retardo de fragüe.

Unisil 440: Superfluidificante, incrementa resistencias iniciales y finales. No produce retardo de fragüe.

Las propiedades de los distintos aditivos fueron obtenidas de las especificaciones técnicas entregadas por el cliente.

LIM: libro de ingreso de muestra. A cada material, aditivo, probeta, etc. ingresado al Laboratorio de Estructuras se le asignó un número con el fin de distinguirlo.

En base a las propiedades de los aditivos descriptos, se decidió llevar a cabo una serie de ensayos para ser aplicado a cada pastón, ya sea en estado fresco como en estado endurecido:

- Ensayo de consistencia a través del Cono de Abrams, con el fin de verificar el efecto provocado por los aditivos plastificantes y reductores de agua.
- Temperatura y Densidad en estado fresco, para verificar el efecto de los aditivos reductores de agua respecto del pastón “patrón N° 1”, el cual no presentaba aditivos.
- Contenido de aire, para verificar si los aditivos incorporados a alguna de las dosificaciones resultaba ser a su vez un agente espumante.
- Tiempo inicial y final de fragüe, para corroborar si los aditivos resultaban modificar los tiempos de fraguado del cemento.
- Densidad en estado endurecido, para conocer la naturaleza de cada dosificación.
- Ensayo de resistencia por comprensión simple para cada hormigón en diferentes edades, con el objetivo de verificar el desarrollo de las resistencias, afectadas o no, por los aditivos.

Para ello se moldearon 8 probetas (2 para cada edad) para ser evaluadas a los 2, 7, 14 y 28 días.

Para cada pastón y con el fin de poder compararlos no solo con la dosificación patrón (N° 1) sino también entre sí, se decidió respetar un procedimiento de mezclado. El mismo consistía en detener la rotación del tambor de la hormigonera a la hora de incorporar un elemento de la dosificación. Una vez agregado a la mezcla, se encendía la hormigonera y se contabilizaba 60 segundos para homogeneizar. Transcurrido dicho tiempo se detenía la

maquinaria para volver a introducir un nuevo elemento y así hasta completar la dosificación. Con la salvedad de que al agregar por un lado el cemento tipo portland y por otro los aditivos (últimos dos elementos incorporados) se mezcló a lo largo de 120 segundos.

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE PASTONES Y ENSAYOS SOBRE LOS MISMOS

- Se corrigió las dosificaciones por humedad, de acuerdo a los datos obtenidos de absorción de los áridos.
- Se obtuvo mediante pesaje las dosificaciones corregidas llevadas a un volumen de 70 l.
- Se elaboró cada pastón manteniendo siempre un mismo procedimiento:

Incorporación de:	Tiempo de mezcla
Árido grueso de mayor tamaño	1 min.
Árido grueso de menor tamaño	1 min.
Agua	1 min.
Áridos finos	1 min.
Cemento	2 min.
Aditivos	2 min.

- Luego de volcado el pastón se tomó la temperatura del ambiente y posteriormente la del hormigón.
- Se determinó la consistencia a través del cono de Abrams.
- Se obtuvo la densidad del hormigón en estado fresco utilizando el recipiente del aparato de Washington.
- El contenido de aire del hormigón en estado fresco se determinó utilizando el aparato de Washington.
- Se continuó con el moldeo de 8 probetas cilíndricas.
- Se tamizó una porción de la mezcla utilizando tamiz IRAM N°4 para luego ser colocado en un recipiente cúbico de 20 cm de arista.
- Con el material pasante por el tamiz IRAM N°4 se obtuvo el inicio y final de fragüe con la utilización de un instrumento Proctor.

- Después de 24 hs. se desmoldaron las probetas y se determinó su peso para posteriormente obtener la densidad de cada una.
- Se colocaron las mismas en piletos de curado.
- Posteriormente dependiendo de la edad de cada probeta, se las retiró de los piletos, se encabezaron y ensayaron a compresión simple mediante una prensa.
- Todos los ensayos se realizaron siguiendo los procedimientos especificados según Norma IRAM.

RESULTADOS

DENSIDAD Y ABSORCION EN AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

AGREGADOS FINOS (IRAM 1533-02)

TABLA 1

IDENTIFICACION N° LIM:		4094	
TIPO DE ARIDO		Arena lavada intermedia	
TECNICO		ROUSSY, GASTÓN	
FECHAS DE INMERCION/ENSAYO/SECADO		11-ago	12-ago
ms Masa Sat.Sup. Seca (grs)		500	
Vol	Volumen (cm ³) (Lectura - 200):	190	
m Masa Seca (grs):			493,7
Densidad relativa seca d (m/vol)		2,598	
Densidad relativa SSS (ms/vol)		2,632	
Densidad relativa real (m/(vol-ms+m))		2,688	
Absorción	(grs) (ms-m)	6,3	
	% ((ms-m)/m)*100)	1,276	

TABLA 2

IDENTIFICACION N° LIM:		4093	
TIPO DE ARIDO		Arena fina correctora	
TECNICO		ROUSSY, GASTÓN	
FECHAS DE INMERCION/ENSAYO/SECADO		11-ago	12-ago
ms Masa Sat.Sup. Seca (grs)		500,1	
Vol	Volumen (cm ³) (Lectura - 200):	191,8	
m Masa Seca (grs):			497,4
Densidad relativa seca d (m/vol)		2,593	
Densidad relativa SSS (ms/vol)		2,607	
Densidad relativa real (m/(vol-ms+m))		2,630	
Absorción	(grs) (ms-m)	2,7	
	% ((ms-m)/m)*100)	0,543	

AGREGADOS GRUESOS (IRAM 1533-02)

TABLA 3

IDENTIFICACION N° LIM:		4097	
TIPO DE ARIDO		Piedra Partida 6/22	
TECNICO		ROUSSY, GASTÓN	
FECHAS DE INMERCION/ENSAYO/SECADO		09-ago	10-ago
ma Masa Sumergida (grs):		2743	
ms Masa Sat. Sup. Seca (grs):		4367	
m Masa Seca (grs):			4336,3
Densidad relativa aparente SECA d (m/(ms-ma))		2,670	
Densidad relativa aparente SSS (ms/(ms-ma))		2,689	
Densidad relativa real (m/(m-ma))		2,722	
Absorción	(grs) (ms-m)	30,7	
	% ((ms-m)/m)*100	0,71	

TABLA 4

IDENTIFICACION N° LIM:		4096	
TIPO DE ARIDO		Piedra 3/9 (granza triturada)	
TECNICO		ROUSSY, GASTÓN	
FECHAS DE INMERCION/ENSAYO/SECADO		09-ago	10-ago
ma Masa Sumergida (grs):		2210	
ms Masa Sat. Sup. Seca (grs):		4387	
m Masa Seca (grs):			4345
Densidad relativa aparente SECA d (m/(ms-ma))		1,996	
Densidad relativa aparente SSS (ms/(ms-ma))		2,015	
Densidad relativa real (m/(m-ma))		2,035	
Absorción	(grs) (ms-m)	42	
	% ((ms-m)/m)*100	0,967	

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ELABORACIÓN DE LOS DIFERENTES PASTONES

PASTON 1

- Características: Hormigón patrón, sin aditivos.
- Requisitos:
 - Resistencia característica: 21 Mpa.
 - Asentamiento entre 10 y 20 cm.

DOSIFICACION Y CORRECCION POR HUMEDAD

MEMORIA NRO	1		FECHA:	martes, 11 de octubre de 2016						GASTON ROUSSY				
H21-10-20 (comunes)														
MATERIAL	ARENA LAVADA INTERMEDIA		ARENA FINA CORRECTORA		PIEDRA PARTIDA 6-22		CEMENTO CPF 40		AGUA		UNIMIX PLAS 12 LIQUIDO		UNIMIX PLAS 12 SOLIDO	
LIM	4094		4093		4097		4095				4101		4100	
CANTIDAD - 1m3	900	KG	100	KG	890	KG	340	KG	170	KG	0	LTS	0	KG
ABSORCION AGUA	1,276	%	0,543	%	0,710	%								
PASTON LTS														
70	63,0	KG	7,0	KG	62,3	KG	23,8	KG	11,9	KG	0,0	ML	0,0	GRS
HUMEDAD	4,201	%	4,24	%	0,185	%								
CORRECCION H	-2,925	%	-3,7	%	0,525	%								
CORRECCION MATERIAL	64,84	KG	7,26	KG	61,97	KG	23,80	KG	10,13	KG	0,0	ML	0,0	GRS

TIEMPOS DE PREPARACION

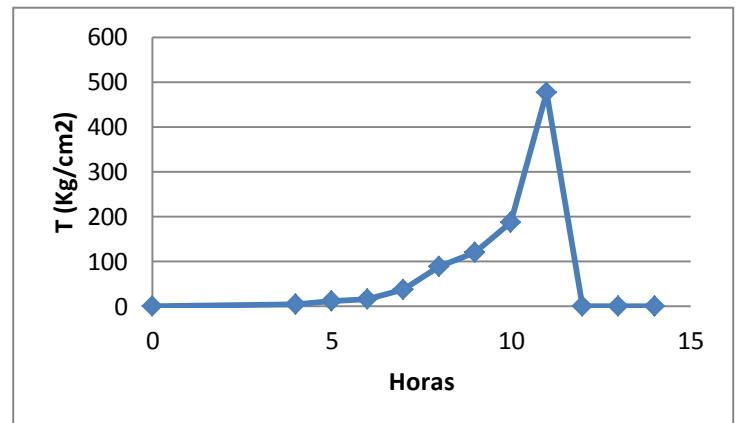
Horario	Actividad
10:36:00 a.m.	Incorporación de piedra partida 6-22
10:37:00 a.m.	Incorporación agua
10:38:00 a.m.	Incorporación Arena intermedia y correctora
10:39:00 a.m.	Incorporación cemento
10:41:00 a.m.	Incorporación de aditivos
10:43:00 a.m.	Vuelco del pastón

MEDICIONES TOMADAS DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Hormigón H21-10-20 (comunes)	
Hora fin mezclado	10:43 a.m.
Asentamiento (cm)	2
Temp. Amb (°C)	22,1
Temp. H° (°C)	20,2
Vol recipiente (ml)	7042
Peso recipiente (gr)	3449
Peso H°+ molde (gr)	19060
Densidad H° Fresco (tn/m3)	2,22
Contenido de aire H° (%)	6,9

TIEMPO DE FRAGÜE

Hora	tiempo	Ø [cm]	A [cm²]	F [kg]	T [kg/cm²]
10:39:00	00:00:00				
14:39:00	04:00:00	2	3,14	16,00	5,09
15:39:00	05:00:00	2	3,14	35,00	11,14
16:39:00	06:00:00	1,4	1,54	25,00	16,24
17:39:00	07:00:00	1,4	1,54	58,00	37,68
18:39:00	08:00:00	0,9	0,64	56,00	88,03
19:39:00	09:00:00	0,6	0,28	34,00	120,25
20:39:00	10:00:00	0,6	0,28	53,00	187,45
21:39:00	11:00:00	0,4	0,13	60,00	477,46



Inicio de fragüe (h): 06:52

Final de fragüe (h): 10:19

MEDICIONES TOMADAS EN EL HORMIGON EN ESTADO ENDURECIDO

ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESION SIMPLE

IDENTIF.PROB.			FECHA DE ENSAYO	DIMENS. Mm		CARGA MÁX. KN	T. ROTURA	TENSIÓN DE ROTURA	
S/LABO	S/SOLIC			Ø	H			Mpa	(Kg/cm ²)
LIM	IDENT.	EDAD ENS.							
4308-1		2	13-10-16	150.4	306	156	7	9	89
4308-2		2	13-10-16	150.5	310	161	1	9	92
4308-3		7	18-10-16	149.7	310	286	1	16	166
4308-4		7	18-10-16	150.4	309	244	1	14	140
4308-5		14	25-10-16	149.4	310	331	1	19	193
4308-6		14	25-10-16	149.4	312	332	1	19	193
4308-7		28	8-11-16	152.4	305	311	1	17	174
4308-8		28	8-11-16	149.5	307	340	1	19	198

DENSIDAD EN ESTADO ENDURECIDO

LIM	Ø1 (mm)	Ø2 (mm)	H (mm)	Masa (kg)	Densidad (tn/m ³)
4308-1	151,1	149,7	306	12,238	2,251
4308-2	151,3	149,6	310	12,267	2,226
4308-3	149,9	149,5	310	12,249	2,245
4308-4	150,2	150,5	309	12,218	2,227
4308-5	149,3	149,5	310	12,367	2,276
4308-6	149,7	149,0	312	12,263	2,244
4308-7	151,0	153,8	305	12,556	2,257
4308-8	149,6	149,4	307	12,257	2,274

TABLA RESUMEN

Características	Pastón 1
Denominación	H21-10-20
Fecha de elaboración	11/10/2016
Objetivo	-
Aditivos	-
Relación a/c	0.50
Relación adit/c (%)	-
Resul. H Fresco	
Asentamiento (cm)	2
Temp. Ambiente (°C)	22.1
Temp. H° (°C)	20.2
Densidad (tn/m ³)	2.22
Contenido Aire (%)	6.9
Inicio Fragüe (H:m)	06:52
Trabajabilidad	Mala
Observaciones	pastón sumamente seco
Resul. H Endurecido	
Densidad (tn/m ³)	2.22
T. Rotura 2 días (Mpa)	8.9
T. Rotura 7 días (Mpa)	15
T. Rotura 14 días (Mpa)	18.2
T. Rotura 28 días (Mpa)	18.9

Se esperaba que su asentamiento estuviese en el rango de 10 y 20 cm, es decir un hormigón trabajable, el cual no fue alcanzado ya que se obtuvo un hormigón de consistencia seca. Así también, se esperaba obtener una resistencia a la compresión de 21 MPa. Por el contrario la resistencia promedio obtenida a los 28 días fue de 19 MPa.

PASTON 2

- Características: Hormigón bombeable, utilizando aditivo Polifuncional plastificante Unimix Plas 12.
- Objetivo: Aumentar asentamiento.
- Requisitos:
 - Resistencia característica 21 Mpa.
 - Asentamiento entre 15 y 20 cm.

DOSIFICACION Y CORRECCION POR HUMEDAD

MEMORIA NRO	2		FECHA:	martes, 11 de octubre de 2016				GASTON ROUSSY						
H21-15-20														
MATERIAL	ARENA LAVADA INTERMEDIA		ARENA FINA CORRECTORA		PIEDRA PARTIDA 6-22		CEMENTO CPF 40		AGUA		UNIMIX PLAS 12 LIQUIDO		UNIMIX PLAS 12 SOLIDO	
LIM	4094		4093		4097		4095				4101		4100	
CANTIDAD - 1m3	900	KG	100	KG	890	KG	340	KG	170	KG	0,5	LTS	1,45	KG
ABSORCION AGUA	1,276	%	0,543	%	0,710	%								
PASTON LTS														
70	63,0	KG	7,0	KG	62,3	KG	23,8	KG	11,9	KG	35,0	ML	101,5	GRS
HUMEDAD	4,201	%	4,24	%	0,185	%								
CORRECCION H	-2,925	%	-3,7	%	0,525	%								
CORRECCION MATERIAL	64,84	KG	7,26	KG	61,97	KG	23,80	KG	10,13	KG	35,0	ML	101,5	GRS

TIEMPOS DE PREPARACION

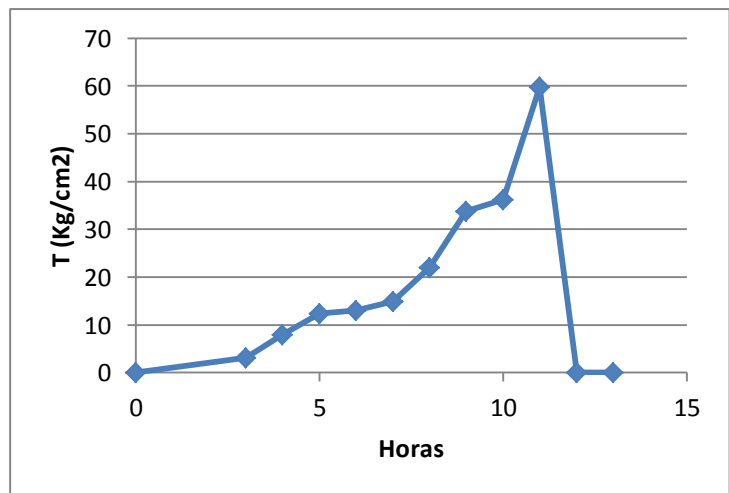
Horario	Actividad
12:47:00 p.m.	Incorporación de piedra partida 6-22
12:48:00 p.m.	Incorporación agua
12:49:00 p.m.	Incorporación Arena intermedia y correctora
12:50:00 a.m.	Incorporación cemento
12:52:00 p.m.	Incorporación de aditivos
12:54:00 p.m.	Vuelco del pastón

MEDICIONES TOMADAS DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Hormigón H21-15-20	
Hora fin mezclado	12:54 p.m.
Asentamiento (cm)	20
Temp. Amb (°C)	26,5
Temp. H° (°C)	22,2
Vol recipiente (ml)	7042
Peso recipiente (gr)	3449
Peso H°+ molde (gr)	19899
Densidad H° Fresco (tn/m3)	2,34
Contenido de aire H° (%)	4,3

TIEMPO DE FRAGÜE

Hora	tiempo	Ø [cm]	A [cm ²]	F [kg]	T [kg/cm ²]
12:50:00	00:00:00				0
14:50:00	02:00:00	2,8	6,16	19,00	3,09
15:50:00	03:00:00	2,8	6,16	49,00	7,96
16:50:00	04:00:00	2	3,14	39,00	12,41
17:50:00	05:00:00	1,4	1,54	20,00	12,99
18:50:00	06:00:00	1,4	1,54	23,00	14,94
19:50:00	07:00:00	1,4	1,54	34,00	22,09
20:50:00	08:00:00	1,4	1,54	52,00	33,78
21:50:00	09:00:00	0,9	0,64	23,00	36,15
22:50:00	10:00:00	0,9	0,64	38,00	59,73



Inicio de fragüe (h): 08:31

MEDICIONES TOMADAS EN EL HORMIGÓN EN ESTADO ENDURECIDO
 ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESION SIMPLE

IDENTIF.PROB.			FECHA DE ENSAYO	DIMENS. Mm		CARGA MÁX. KN	T. ROTURA	TENSIÓN DE ROTURA	
S/LABO	S/SOLIC			Ø	H			Mpa	(Kg/cm ²)
LIM	IDENT.	EDAD ENS.							
4319-1		2	14-10-16	149.3	307	168	1	10	98
4319-2		2	14-10-16	151.6	299	174	1	10	98
4319-3		7	19-10-16	149.5	307	321	1	18	187
4319-4		7	19-10-16	149.6	308	316	1	18	183
4319-5		14	26-10-16	150.9	305	363	1	20	207
4319-6		14	26-10-16	150.1	308	350	1	20	202
4319-7		28	9-11-16	150.6	311	395	1	22	226
4319-8		28	9-11-16	150.0	309	380	1	22	219

DENSIDAD EN ESTADO ENDURECIDO

LIM	Ø1 (mm)	Ø2 (mm)	H (mm)	Masa (kg)	Densidad (tn/m ³)
4309-1	149,7	149,9	308	12,419	2,28
4309-2	150,4	150,7	306	12,396	2,27
4309-3	148,9	148,8	308	12,298	2,29
4309-4	149,5	149,0	305	12,085	2,26
4309-5	149,4	150,3	309	12,457	2,28
4309-6	148,4	151,8	307	12,634	2,32
4309-7	151,2	148,1	305	12,496	2,32
4309-8	150,4	151,7	306	12,474	2,27

TABLA RESUMEN

Características	Pastón 2
Denominación	H21-15-20
Fecha de elaboración	11/10/2016
Objetivo	obtener hormigón bombeable sin modificar Rel. A/C
Aditivos	Unimix Plas 12 (Plastificante, reductor de agua)
Relación a/c	0.50
Relación adit/c (%)	0.57
Resul. H Fresco	
Asentamiento (cm)	20
Temp. Ambiente (°C)	26.5
Temp. H° (°C)	22.2
Densidad (tn/m3)	2.34
Contenido Aire (%)	4.3
Inicio Fragüe (H:m)	08:31
Trabajabilidad	Moderada
Observaciones	segregación baja, exudación moderada
Resul. H Endurecido	
Densidad (tn/m3)	2.29
T. Rotura 2 días (Mpa)	12.9
T. Rotura 7 días (Mpa)	24.1
T. Rotura 14 días (Mpa)	27.9
T. Rotura 28 días (Mpa)	29.4

Se deseaba obtener un hormigón bombeable utilizando la misma dosificación que el pastón 1 pero incorporando un aditivo polifuncional plastificante (Unimix Plas 12), de tal forma de mantener su relación agua/cemento y así su resistencia a la compresión. Sin embargo su asentamiento aumentó, pero de una manera mayor a lo esperado, a tal punto de hacerlo casi inutilizable para bombeo. En cuanto a su resistencia no solo se logró sino que se mejoró hasta un 50% más de lo esperado.

PASTON 3

- Características: Hormigón bombeable, utilizando aditivo Polifuncional plastificante Unimix Plas 12.
- Objetivo: reducir el agua 13% respecto del pastón 2, manteniendo la relación agua cemento y estudiar el desarrollo de la resistencia.
- Requisitos:
 - Resistencia característica 21 Mpa.
 - Asentamiento entre 10 y 20 cm.

DOSIFICACION Y CORRECCION POR HUMEDAD

MEMORIA NRO	3		FECHA: miércoles, 12 de octubre de 2016						GASTON ROUSSY					
H21-10-20														
MATERIAL	ARENA LAVADA INTERMEDIA		ARENA FINA CORRECTORA		PIEDRA PARTIDA 6-22		CEMENTO CPF 40		AGUA		UNIMIX PLAS 12 LIQUIDO		UNIMIX PLAS 12 SOLIDO	
LIM	4094		4093		4097		4095				4101		4100	
CANTIDAD - 1m3	900	KG	115	KG	905	KG	300	KG	150	KG	0,5	LTS	1,45	KG
ABSORCION AGUA	1,276	%	0,543	%	0,710	%								
PASTON LTS														
70	63,0	KG	8,1	KG	63,4	KG	21,0	KG	10,5	KG	35,0	ML	101,5	GRS
HUMEDAD	4,201	%	4,24	%	0,185	%								
CORRECCION H	-2,925	%	-3,7	%	0,525	%								
CORRECCION MATERIAL	64,84	KG	8,35	KG	63,02	KG	21,00	KG	8,69	KG	35,0	ML	101,5	GRS

TIEMPOS DE PREPARACION

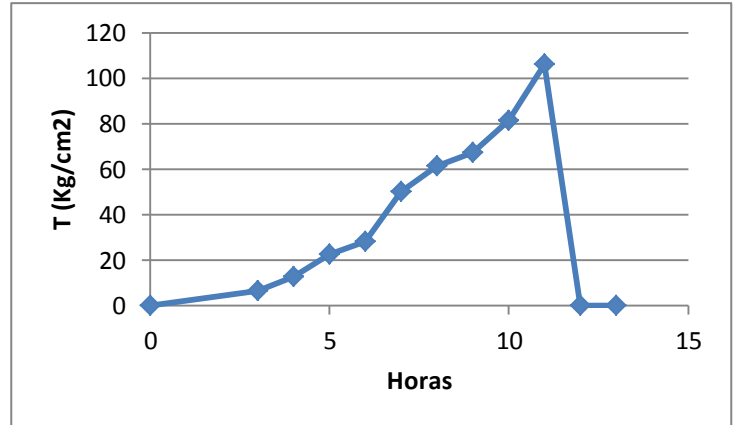
Horario	Actividad
11:46:00 a.m.	Incorporación de piedra partida 6-22
11:47:00 a.m.	Incorporación agua
11:48:00 a.m.	Incorporación Arena intermedia y correctora
11:49:00 a.m.	Incorporación cemento
11:51:00 a.m.	Incorporación de aditivos
11:53:00 a.m.	Vuelco del pastón

MEDICIONES TOMADAS DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Hormigón H21-10-20	
Hora fin mezclado	11:53 a.m.
Asentamiento (cm)	0,5
Temp. Amb (°C)	24,2
Temp. H° (°C)	22,6
Vol recipiente (ml)	7042
Peso recipiente (gr)	3449
Peso H°+ molde (gr)	19777
Densidad H° Fresco (tn/m ³)	2,32
Contenido de aire H° (%)	3,3

TIEMPO DE FRAGÜE

Hora	tiempo	∅ [cm]	A [cm ²]	F [kg]	T [kg/cm ²]
11:49:00	00:00:00				0
14:49:00	03:00:00	2,8	6,16	40,00	6,50
15:49:00	04:00:00	2	3,14	40,00	12,73
16:49:00	05:00:00	1,4	1,54	35,00	22,74
17:49:00	06:00:00	0,9	0,64	18,00	28,29
18:49:00	07:00:00	0,9	0,64	32,00	50,30
19:49:00	08:00:00	0,9	0,64	39,00	61,30
20:49:00	09:00:00	0,6	0,28	19,00	67,20
21:49:00	10:00:00	0,6	0,28	23,00	81,35
22:49:00	11:00:00	0,6	0,28	30,00	106,10



Inicio de fragüe (h): 06:18

MEDICIONES TOMADAS EN EL HORMIGÓN EN ESTADO ENDURECIDO

ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESION SIMPLE

IDENTIF.PROB.			FECHA DE ENSAYO	DIMENS. mm		CARGA MÁX. KN	T. ROTURA	TENSIÓN DE ROTURA	
S/LABO	S/SOLIC			Ø	h			Mpa	(Kg/cm ²)
LIM	IDENT.	EDAD ENS.							
4319-1		2	14-10-16	149.3	307	168	1	10	98
4319-2		2	14-10-16	151.6	299	174	1	10	98
4319-3		7	19-10-16	149.5	307	321	1	18	187
4319-4		7	19-10-16	149.6	308	316	1	18	183
4319-5		14	26-10-16	150.9	305	363	1	20	207
4319-6		14	26-10-16	150.1	308	350	1	20	202
4319-7		28	9-11-16	150.6	311	395	1	22	226
4319-8		28	9-11-16	150.0	309	380	1	22	219

DENSIDAD EN ESTADO ENDURECIDO

LIM	Ø1 (mm)	Ø2 (mm)	H (mm)	Masa (kg)	Densidad (tn/m ³)
4319-1	149,6	149,0	307	12,919	2,403
4319-2	150,2	153,0	299	12,55	2,325
4319-3	150,1	148,9	307	12,521	2,323
4319-4	150,1	149,1	308	12,507	2,310
4319-5	151,8	150,0	305	12,712	2,330
4319-6	149,4	150,7	308	12,619	2,316
4319-7	151,2	150,0	311	12,658	2,284
4319-8	149,8	150,1	309	12,734	2,333

TABLA RESUMEN

Características	Pastón 3
Denominación	H21-10-20
Fecha de elaboración	12/10/2016
Objetivo	verificar resistencias al reducir cemento manteniendo rel. A/C
Aditivos	Unimix Plas 12 (Plastificante, reductor de agua)
Relación a/c	0.50
Relación adit/c (%)	0.65
Resul. H Fresco	
Asentamiento (cm)	0.5
Temp. Ambiente (°C)	24.2
Temp. H° (°C)	22.6
Densidad (tn/m3)	2.32
Contenido Aire (%)	3.3
Inicio Fragüe (H:m)	06:18
Trabajabilidad	moderada/ buena
Observaciones	pastón moderadamente plástico
Resul. H Endurecido	
Densidad (tn/m3)	2.32
T. Rotura 2 días (Mpa)	9.6
T. Rotura 7 días (Mpa)	18.1
T. Rotura 14 días (Mpa)	20
T. Rotura 28 días (Mpa)	21.8

Para verificar los efectos en la resistencia a la compresión respecto al pastón 2, se redujo la cantidad de cemento y de agua de la dosificación original, pero manteniendo la relación de los mismos ($A/C = 0,5$) y agregando la misma cantidad del aditivo polifuncional plastificante (Unimix Plas 12).

Su resistencia se vio afectada de manera negativa respecto al pastón 2 pero su valor no fue menor al esperado por el solicitante (Alubry). Su asentamiento se redujo drásticamente respecto al anterior. Es decir que se obtuvo un hormigón no bombeable en contraposición a lo buscado.

PASTON 4

- Características: Hormigón bombeable, utilizando aditivo Polifuncional plastificante Unimix Plas 12.
- Objetivo: Extender el tiempo de manejabilidad de la mezcla para transporte a distancias medias, aumentando la relación de aditivo/cemento, utilizando dosificación de pastón 2
- Requisitos:
 - Resistencia característica 21 Mpa.
 - Asentamiento entre 10 y 20 cm.
 - Mantener las características del hormigón 2 luego de 1 h de mezclado.

DOSIFICACION Y CORRECCION POR HUMEDAD

MEMORIA NRO	4		FECHA: martes, 18 de octubre de 2016				GASTON ROUSSY							
H21-10-20														
MATERIAL	ARENA LAVADA INTERMEDIA		ARENA FINA CORRECTORA		PIEDRA PARTIDA 6-22		CEMENTO CPF 40		AGUA		UNIMIX PLAS 12 LIQUIDO		UNIMIX PLAS 12 SOLIDO	
LIM	4094		4093		4097		4095				4101		4100	
CANTIDAD - 1m3	900	KG	100	KG	890	KG	340	KG	170	KG	0,7	LTS	2	KG
ABSORCION AGUA	1,276	%	0,543	%	0,710	%								
PASTON LTS														
70	63,0	KG	7,0	KG	62,3	KG	23,8	KG	11,9	KG	49,0	ML	140,0	GRS
HUMEDAD	6,09	%	4,12	%	0,205	%								
CORRECCION H	-4,814	%	-3,6	%	0,505	%								
CORRECCION MATERIAL	66,03	KG	7,25	KG	61,99	KG	23,80	KG	8,93	KG	49,0	ML	140,0	GRS

TIEMPOS DE PREPARACION

Horario	Actividad
12:55:00 p.m.	Incorporación de piedra partida 6-22
12:56:00 p.m.	Incorporación agua
12:57:00 p.m.	Incorporación Arena intermedia y correctora
12:58:00 a.m.	Incorporación cemento
1:00:00 p.m.	Incorporación de aditivos
2:02:00 p.m.	Vuelco del pastón

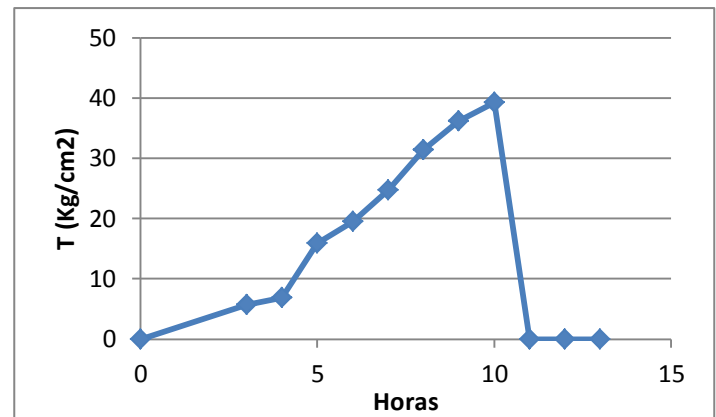
* Se mezcló 2 min. en intervalos de 10 min c/u durante 1 h.

MEDICIONES TOMADAS DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Hormigón H21-10-20	
Hora fin mezclado	01:02 p.m.
Asentamiento (cm)	21
Temp. Amb (°C)	16,9
Temp. H° (°C)	18,8
Vol recipiente (ml)	7042
Peso recipiente (gr)	3449
Peso H°+ molde (gr)	20110
Densidad H° Fresco (tn/m3)	2,37
Contenido de aire H° (%)	3,2

TIEMPO DE FRAGÜE

Hora	tiempo	∅ [cm]	A [cm ²]	F [kg]	T [kg/cm ²]
12:58:00	00:00:00				0
15:58:00	03:00:00	2,8	6,16	35,00	5,68
16:58:00	04:00:00	2,8	6,16	42,00	6,82
17:58:00	05:00:00	2	3,14	50,00	15,92
18:58:00	06:00:00	1,4	1,54	30,00	19,49
19:58:00	07:00:00	1,4	1,54	38,00	24,69
20:58:00	08:00:00	0,9	0,64	20,00	31,44
21:58:00	09:00:00	0,9	0,64	23,00	36,15
22:58:00	10:00:00	0,9	0,64	25,00	39,30



Inicio de fragüe (h): 08:45

MEDICIONES TOMADAS EN EL HORMIGON EN ESTADO ENDURECIDO
ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESION SIMPLE

IDENTIF.PROB.			FECHA DE ENSAYO	DIMENS. mm		CARGA MÁX. KN	T. ROTURA	TENSIÓN DE ROTURA	
S/LABO	S/SOLIC			∅	h			Mpa	(Kg/cm ²)
LIM	IDENT.	EDAD ENS.							
4345-1		2	20-10-16	149.4	305	138	1	8	81
4345-2		2	20-10-16	149.2	307	138	1	8	81
4345-3		7	25-10-16	149.2	307	335	1	19	196
4345-4		7	25-10-16	149.9	308	341	1	19	197
4345-5		14	1-11-16	150.4	310	427	1	24	245
4345-6		14	1-11-16	149.7	310	397	1	23	230
4345-7		28	15-11-16	152.6	306	477	1	26	266
4345-8		28	15-11-16	149.5	307	457	1	26	266

DENSIDAD EN ESTADO ENDURECIDO

LIM	∅1 (mm)	∅2 (mm)	H (mm)	Masa (kg)	Densidad (tn/m ³)
4345-1	149,4	149,4	305	12,561	2,349
4345-2	148,9	149,5	307	12,449	2,319
4345-3	149,1	149,3	307	12,503	2,329
4345-4	149,7	150,0	308	12,636	2,326
4345-5	151,2	149,5	310	12,625	2,293
4345-6	150,1	149,2	310	12,59	2,308
4345-7	152,9	152,3	306	12,953	2,314
4345-8	149,9	149,0	307	12,506	2,322

TABLA RESUMEN

Características	Pastón 4
Denominación	H21-10-20
Fecha de elaboración	18/10/2016
Objetivo	verificar manejabilidad de la mezcla luego de 1hr de transporte
Aditivos	Unimix Plas 12 (Plastificante, reductor de agua)
Relación a/c	0.50
Relación adit/c (%)	0.79
Resul. H Fresco	
Asentamiento (cm)	21
Temp. Ambiente (°C)	16.9
Temp. H° (°C)	18.8
Densidad (tn/m ³)	2.37
Contenido Aire (%)	3.2
Inicio Fragüe (H:m)	08:45
Trabajabilidad	moderada
Observaciones	segregación baja, exudación moderada
Resul. H Endurecido	
Densidad (tn/m ³)	2.32
T. Rotura 2 días (Mpa)	7.9
T. Rotura 7 días (Mpa)	19.3
T. Rotura 14 días (Mpa)	23.3
T. Rotura 28 días (Mpa)	26.1

Se buscó extender el tiempo de manejabilidad de la mezcla para transporte a distancias medias, manteniendo la misma dosificación que el pastón 2, pero aumentando la relación aditivo/cemento.

Se mantuvo el asentamiento luego de transcurrida una hora. No varió el tiempo inicial de fragüe respecto del pastón 2. También se puede aclarar que no se modificó la resistencia a la compresión en relación al mismo.

PASTON 5

- Características: Hormigón bombeable, utilizando aditivo plastificante y retardador de tiempo de fragüe Unimix Plas 18.
- Objetivo: Extender el tiempo de manejabilidad de la mezcla para transporte a distancias largas, aumentando la relación de aditivo/cemento, utilizando dosificación de pastón 2.
- Requisitos:
 - Resistencia característica 21 Mpa.
 - Asentamiento entre 10 y 20 cm.
 - Mantener las características del hormigón 2 luego de 2 h de mezclado.

DOSIFICACION Y CORRECCION POR HUMEDAD

MEMORIA NRO	5		FECHA:	miércoles, 19 de octubre de 2016						GASTON ROUSSY				
H21-10-20														
MATERIAL	ARENA LAVADA INTERMEDIA		ARENA FINA CORRECTORA		PIEDRA PARTIDA 6-22		CEMENTO CPF 40		AGUA		UNIMIX PLAS 18 LIQUIDO		UNIMIX PLAS 18 SOLIDO	
LIM	4094		4093		4097		4095							
CANTIDAD - 1m3	900	KG	100	KG	890	KG	340	KG	170	KG	0,66	LTS	1,93	KG
ABSORCION AGUA	1,276	%	0,543	%	0,710	%								
PASTON LTS														
70	63,0	KG	7,0	KG	62,3	KG	23,8	KG	11,9	KG	46,2	ML	135,1	GRS
HUMEDAD	6,094	%	4,12	%	0,205	%								
CORRECCION H	-4,818	%	-3,6	%	0,505	%								
CORRECCION MATERIAL	66,04	KG	7,25	KG	61,99	KG	23,80	KG	8,93	KG	46,2	ML	135,1	GRS

TIEMPOS DE PREPARACION

Horario	Actividad
11:07:00 a.m.	Incorporación de piedra partida 6-22
11:08:00 a.m.	Incorporación agua
11:09:00 a.m.	Incorporación Arena intermedia y correctora
11:10:00 a.m.	Incorporación cemento
11:12:00 a.m.	Incorporación de aditivos
13:14:00 a.m.	Vuelco del pastón

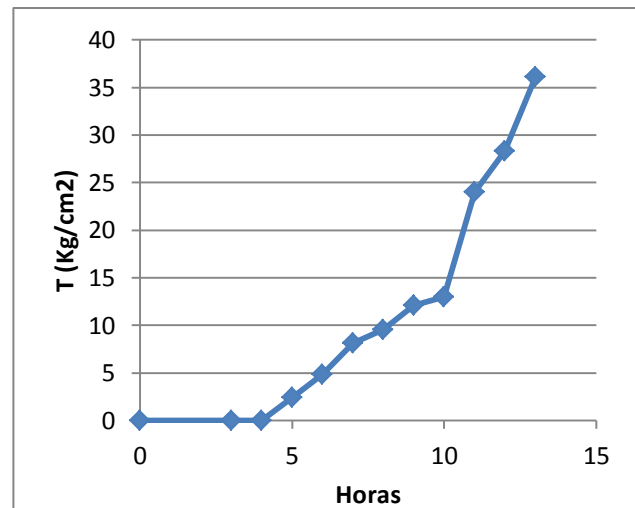
* Se mezcló durante 2 min con intervalos de 10 min entre cada uno, a lo largo de 2 horas.

MEDICIONES TOMADAS DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Hormigón H21-10-20	
Hora fin mezclado	11:14 a.m.
Asentamiento (cm)	20
Temp. Amb (°C)	20
Temp. H° (°C)	21,5
Vol recipiente (ml)	7042
Peso recipiente (gr)	3449
Peso H°+molde (gr)	19918
Densidad H° Fresco (tn/m3)	2,34
Contenido de aire H° (%)	4,8

TIEMPO DE FRAGÜE

Hora	tiempo	∅ [cm]	A [cm ²]	F [kg]	T [kg/cm ²]
15:10:00	04:00:00	2,8	6,16	0,00	0,00
16:10:00	05:00:00	2,8	6,16	15,00	2,44
17:10:00	06:00:00	2,8	6,16	30,00	4,87
18:10:00	07:00:00	2,8	6,16	50,00	8,12
19:10:00	08:00:00	2	3,14	30,00	9,55
20:10:00	09:00:00	2	3,14	38,00	12,10
21:10:00	10:00:00	1,4	1,54	20,00	12,99
22:10:00	11:00:00	1,4	1,54	37,00	24,04
23:10:00	12:00:00	0,9	0,64	18,00	28,29
00:10:00	13:00:00	0,9	0,64	23,00	36,15



Inicio de fragüe (h): 12:51

MEDICIONES TOMADAS EN EL HORMIGÓN EN ESTADO ENDURECIDO

ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESION SIMPLE

IDENTIF.PROB.			FECHA DE ENSAYO	DIMENS. mm		CARGA MÁX. KN	T. ROTURA	TENSIÓN DE ROTURA	
S/LABO	S/SOLIC			∅	h			Mpa	(Kg/cm ²)
LIM	IDENT.	EDAD ENS.							
4351-1		2	21-1-00	149.8	307	183	1	10	106
4351-2		2	21-1-00	150.8	306	184	1	10	105
4351-3		7	26-1-00	149.3	306	447	1	26	261
4351-4		7	26-1-00	149.5	305	456	1	26	265
4351-5		14	2-1-00	151.2	308	491	1	27	279
4351-6		14	2-1-00	149.6	310	500	1	28	290
4351-7		28	16-1-00	148.6	306	544	1	31	320
4351-8		28	16-1-00	150.1	305	555	1	31	320

DENSIDAD EN ESTADO ENDURECIDO

LIM	∅1 (mm)	∅2 (mm)	H (mm)	Masa (kg)	Densidad (tn/m3)
4351-1	150,4	149,1	307	12,506	2,31
4351-2	150,5	151,1	306	12,699	2,32
4351-3	149,2	149,3	306	12,428	2,32
4351-4	149,4	149,6	305	12,547	2,34
4351-5	151,2	151,2	308	12,593	2,28
4351-6	149,1	150,1	310	12,516	2,30
4351-7	148,2	149,0	306	12,298	2,32
4351-8	150,2	149,9	305	12,445	2,31

TABLA RESUMEN

Características	Pastón 5
Denominación	H21-10-20
Fecha de elaboración	19/10/2016
Objetivo	verificar manejabilidad de la mezcla luego de 2hr de transporte
Aditivos	Unimix Plas 18 (plastificante, retardador, aumenta resistencia inicial y final)
Relación a/c	0.50
Relación adit/c (%)	0.76
Resul. H Fresco	
Asentamiento (cm)	20
Temp. Ambiente (°C)	20
Temp. H° (°C)	21.5
Densidad (tn/m ³)	2.34
Contenido Aire (%)	4.8
Inicio Frague (H:m)	12:51
Trabajabilidad	Moderada
Observaciones	segregación baja, exudación moderada
Resul. H Endurecido	
Densidad (tn/m ³)	2.31
T. Rotura 2 días (Mpa)	10.3
T. Rotura 7 días (Mpa)	25.8
T. Rotura 14 días (Mpa)	27.9
T. Rotura 28 días (Mpa)	31.4

En este hormigón se buscó extender el tiempo de manejabilidad de la mezcla para transporte a distancias largas, manteniendo la misma dosificación que el pastón 2, es decir la de un hormigón bombeable, pero utilizando otro aditivo plastificante que a su vez funciona como retardador de fragüe (Unimix Plas 18).

Se logró lo esperado en relación a su manejabilidad a lo largo del tiempo, ya que luego de 2 h. se mantuvo el asentamiento a pesar de que se retardo el tiempo inicial de fragüe respecto del pastón 2. La resistencia a la compresión en relación al mismo pastón se mantuvo.

PASTON 6

- Características: hormigón bombeable, utilizando aditivo plastificante y retardador DE TIEMPO DE FRAGUE
- Características: hormigón bombeable, utilizando aditivo plastificante y retardador DE TIEMPO DE FRAGUE Unimix Plas 18.
- Objetivo: reducir el agua 14% respecto del pastón 2, manteniendo la relación agua cemento, observando cómo se desarrolla la resistencia. Procurando mantener un asentamiento de 10cm.
- Requisitos:
 - Resistencia característica 21MPa.
 - Asentamiento entre 10 y 20 cm.

DOSIFICACION Y CORRECCION POR HUMEDAD

MEMORIA NRO	6		FECHA:	lunes, 24 de octubre de 2016						GASTON ROUSSY					
H21-10-20															
MATERIAL	ARENA LAVADA INTERMEDIA		ARENA FINA CORRECTORA		PIEDRA PARTIDA 6-22		CEMENTO CPF 40		AGUA		UNIMIX PLAS 18 LIQUIDO		UNIMIX PLAS 18 SOLIDO		
LIM	4094		4093		4097		4095								
CANTIDAD - 1m3	900	KG	115	KG	905	KG	312	KG	146	KG	0,66	LTS	1,93	KG	
ABSORCION AGUA	1,276	%	0,543	%	0,710	%									
PASTON LTS															
70	63,0	KG	8,1	KG	63,4	KG	21,8	KG	10,2	KG	46,2	ML	135,1	GRS	
HUMEDAD	7,095	%	4,67	%	0,185	%									
CORRECCION H	-5,819	%	-4,1	%	0,525	%									
CORRECCION MATERIAL	66,67	KG	8,38	KG	63,02	KG	21,84	KG	6,55	KG	46,2	ML	135,1	GRS	

TIEMPOS DE PREPARACION

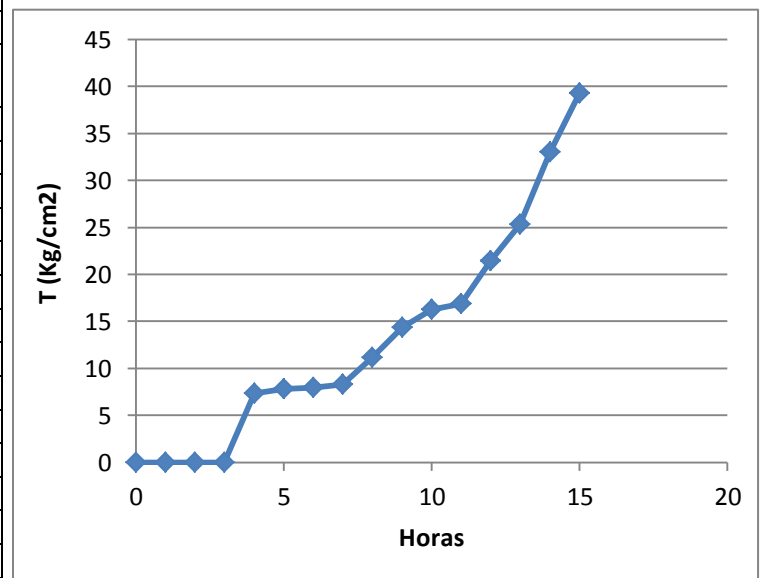
Horario	Actividad
10:31:00 a.m.	Incorporación de piedra partida 6-22
10:32:00 a.m.	Incorporación agua
10:33:00 a.m.	Incorporación Arena intermedia y correctora
10:34:00 a.m.	Incorporación cemento
10:36:00 a.m.	Incorporación de aditivos
10:38:00 a.m.	Vuelco del pastón

MEDICIONES TOMADAS DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Hormigón H21-10-20	
Hora fin mezclado	10:38 a.m.
Asentamiento (cm)	2
Temp. Amb (°C)	20,9
Temp. H° (°C)	21,7
Vol recipiente (ml)	7042
Peso recipiente (gr)	3449
Peso H°+molde (gr)	20190
Densidad H° Fresco (tn/m3)	2,38
Contenido de aire H° (%)	3,4

TIEMPO DE FRAGÜE

Hora	tiempo	Ø [cm]	A [cm ²]	F [kg]	T [kg/cm ²]
10:34:00	00:00:00	2,8	6,16	0,00	0,00
11:34:00	01:00:00	2,8	6,16	0,00	0,00
12:34:00	02:00:00	2,8	6,16	0,00	0,00
13:34:00	03:00:00	2,8	6,16	0,00	0,00
14:34:00	04:00:00	2,8	6,16	45,00	7,31
15:34:00	05:00:00	2,8	6,16	48,00	7,80
16:34:00	06:00:00	2	3,14	25,00	7,96
17:34:00	07:00:00	2	3,14	26,00	8,28
18:34:00	08:00:00	2	3,14	35,00	11,14
19:34:00	09:00:00	2	3,14	45,00	14,32
20:34:00	10:00:00	2	3,14	51,00	16,23
21:34:00	11:00:00	1,4	1,54	26,00	16,89
22:34:00	12:00:00	1,4	1,54	33,00	21,44
23:34:00	13:00:00	1,4	1,54	39,00	25,33
00:34:00	14:00:00	0,9	0,64	21	33,01
01:34:00	15:00:00	0,9	0,64	25	39,30



Inicio de fragüe (h): 14:19

MEDICIONES TOMADAS EN EL HORMIGON EN ESTADO ENDURECIDO
ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESION SIMPLE

IDENTIF.PROB.			FECHA DE ENSAYO	DIMENS. Mm		CARGA MÁX. KN	T. ROTURA	TENSIÓN DE ROTURA	
S/LABO	S/SOLIC			Ø	H			Mpa	(Kg/cm ²)
LIM	IDENT.	EDAD ENS.							
4372-1		2	26-10-16	150.0	306	102	1	6	59
4372-2		2	26-10-16	150.0	306	97	1	6	56
4372-3		7	31-10-16	149.0	307	218	1	13	128
4372-4		7	31-10-16	150.0	308	228	1	13	132
4372-5		14	7-11-16	149.3	308	273	1	16	159
4372-6		14	7-11-16	150.0	307	265	1	15	153
4372-7		28	21-11-16	149.2	307	309	1	18	180
4372-8		28	21-11-16	150.3	306	314	1	18	180

DENSIDAD EN ESTADO ENDURECIDO

LIM	Ø1 (mm)	Ø2 (mm)	H (mm)	Masa (kg)	Densidad (tn/m3)
4372-1	149,2	150,8	306	12,528	2,316791244
4372-2	149,6	150,4	306	12,471	2,306250288
4372-3	148,5	149,4	307	12,469	2,330887632
4372-4	149,4	150,5	308	12,644	2,3246091
4372-5	149,0	149,5	308	12,439	2,308421841
4372-6	149,8	150,1	307	12,696	2,341772497
4372-7	150,1	148,2	307	12,409	2,313454683
4372-8	150,4	150,1	306	12,635	2,328809486

TABLA RESUMEN

Características	Pastón 6
Denominación	H21-10-20
Fecha de elaboración	24/10/2016
objetivo	reducir la cantidad de cemento, manteniendo un asentamiento cercano a 10cm
Aditivos	Unimix Plas 18 (plastificante, retardador, aumenta resistencia inicial y final)
Relación a/c	0.47
Relación adit/c (%)	0.83
Resul. H Fresco	
Asentamiento (cm)	2
Temp. Ambiente (°C)	20.9
Temp. H° (°C)	21.7
Densidad (tn/m ³)	2.38
Contenido Aire (%)	3.4
Inicio Fragüe (H:m)	14:19
Trabajabilidad	mala
Observaciones	Pastón seco. Baja segregación y exudación
Resul. H Endurecido	
Densidad (tn/m ³)	2.32
T. Rotura 2 días (Mpa)	5.6
T. Rotura 7 días (Mpa)	12.7
T. Rotura 14 días (Mpa)	15.3
T. Rotura 28 días (Mpa)	17.7

Se utilizó una dosificación similar al pastón 2, pero con la incorporación de un nuevo aditivo y con una menor cantidad de cemento, manteniendo la relación A/C. El aditivo incorporado fue Unimix Plas 18 (plastificante y retardador de tiempo de fragüe) con el fin de obtener un hormigón bombeable, procurando mantener una resistencia de 21MPa y un asentamiento entre 10 y 20cm.

Por el contrario se obtuvo un pastón seco, con poco asentamiento y con una pérdida significativa de resistencia a la compresión, respecto a la dosificación 2.

PASTON 7

- Características: Hormigón bombeable, utilizando aditivo plastificante y retardador de tiempo de fragüe Unimix Plas 18.
- Objetivo: Incrementar la resistencia inicial y final, respecto de pastón 2. Manteniendo la cantidad de cemento, utilizando el aditivo como reductor de agua.
- Requisitos:
 - Resistencia característica 21 Mpa.
 - Asentamiento entre 10 y 20 cm.

DOSIFICACION Y CORRECCION POR HUMEDAD

MEMORIA NRO	7		FECHA: lunes, 24 de octubre de 2016						GASTON ROUSSY					
H21-10-20														
MATERIAL	ARENA LAVADA INTERMEDIA		ARENA FINA CORRECTORA		PIEDRA PARTIDA 6-22		CEMENTO CPF 40		AGUA		UNIMIX PLAS 18 LIQUIDO		UNIMIX PLAS 18 SOLIDO	
LIM	4094		4093		4097		4095							
CANTIDAD - 1m3	900	KG	112	KG	902	KG	340	KG	146	KG	0,66	LTS	1,93	KG
ABSORCION AGUA	1,276	%	0,543	%	0,710	%								
PASTON LTS														
70	63,0	KG	7,8	KG	63,1	KG	23,8	KG	10,2	KG	46,2	ML	135,1	GRS
HUMEDAD	7,095	%	4,67	%	0,185	%								
CORRECCION H	-5,819	%	-4,1	%	0,525	%								
CORRECCION MATERIAL	66,67	KG	8,16	KG	62,81	KG	23,80	KG	6,56	KG	46,2	ML	135,1	GRS

TIEMPOS DE PREPARACION

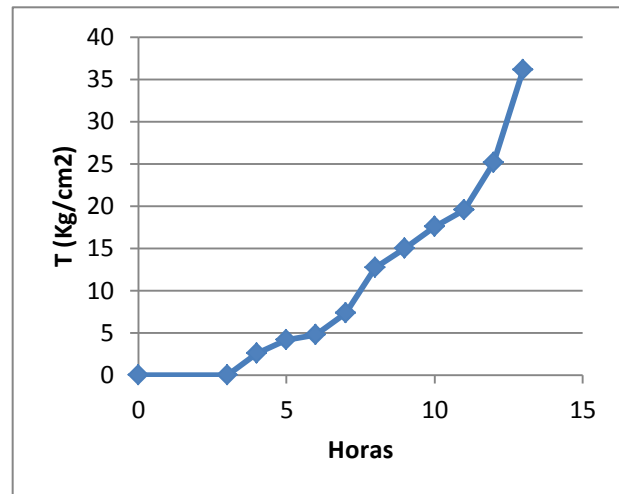
Horario	Actividad
12:42:00 p.m.	Incorporación de piedra partida 6-22
12:43:00 p.m.	Incorporación agua
12:44:00 p.m.	Incorporación Arena intermedia y correctora
12:45:00 p.m.	Incorporación cemento
12:47:00 p.m.	Incorporación de aditivos
12:49:00 p.m.	Vuelco del pastón

MEDICIONES TOMADAS DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Hormigón H21-10-20	
Hora fin mezclado	12:49 p.m.
Asentamiento (cm)	2
Temp. Amb (°C)	23,5
Temp. H° (°C)	22
Vol recipiente (ml)	7042
Peso recipiente (gr)	3449
Peso H°+molde (gr)	20281
Densidad H° Fresco (tn/m3)	2,39
Contenido de aire H° (%)	3,5

TIEMPO DE FRAGÜE

Hora	tiempo	Ø [cm]	A [cm ²]	F [kg]	T [kg/cm ²]
16:45:00	04:00:00	2	3,14	8,00	2,55
17:45:00	05:00:00	2	3,14	13,00	4,14
18:45:00	06:00:00	2	3,14	15,00	4,77
19:45:00	07:00:00	2	3,14	23,00	7,32
20:45:00	08:00:00	2	3,14	40,00	12,73
21:45:00	09:00:00	1,4	1,54	23,00	14,94
22:45:00	10:00:00	1,4	1,54	27,00	17,54
23:45:00	11:00:00	1,4	1,54	30,00	19,49
00:45:00	12:00:00	0,9	0,64	16,00	25,15
01:45:00	13:00:00	0,9	0,64	23,00	36,15



Inicio de fragüe (h): 12:54

MEDICIONES TOMADAS EN EL HORMIGÓN EN ESTADO ENDURECIDO
ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESION SIMPLE

IDENTIF.PROB.			FECHA DE ENSAYO	DIMENS. Mm		CARGA MÁX. KN	T. ROTURA	TENSIÓN DE ROTURA	
S/LABO	S/SOLIC			Ø	H			Mpa	(Kg/cm ²)
LIM	IDENT.	EDAD ENS.							
4373-1		2	26-10-16	149.9	307	111	1	6	64
4373-2		2	26-10-16	151.3	309	112	1	6	64
4373-3		7	31-10-16	149.1	310	265	1	15	155
4373-4		7	31-10-16	150.4	310	263	1	15	151
4373-5		14	7-11-16	149.6	306	315	1	18	183
4373-6		14	7-11-16	150.5	306	322	1	18	185
4373-7		28	21-11-16	149.6	308	380	1	22	221
4373-8		28	21-11-16	149.4	307	366	1	21	213

DENSIDAD EN ESTADO ENDURECIDO

LIM	Ø1 (mm)	Ø2 (mm)	H (mm)	Masa (kg)	Densidad (tn/m3)
4373-1	150,0	149,7	307	12,866	2,37629733
4373-2	151,6	151,0	309	12,821	2,307781395
4373-3	148,8	149,4	310	12,676	2,341932388
4373-4	150,8	149,9	310	12,993	2,360749915
4373-5	150,2	149,0	306	12,892	2,396871693
4373-6	151,6	149,3	306	12,992	2,388247349
4373-7	149,1	150,0	308	12,964	2,396208333
4373-8	149,1	149,7	307	12,812	2,380600183

TABLA RESUMEN

Características	Pastón 7
Denominación	H21-10-20
Fecha de elaboración	24/10/2016
Objetivo	incrementar resistencias iniciales y finales utilizando aditivo red. de agua
Aditivos	Unimix Plus 18 (plastificante, retardador, aumenta resistencia inicial y final)
Relación a/c	0.43
Relación adit/c (%)	0.76
Resul. H Fresco	
Asentamiento (cm)	2
Temp. Ambiente (°C)	23.5
Temp. H° (°C)	22
Densidad (tn/m3)	2.39
Contenido Aire (%)	3.5
Inicio Fragüe (H:m)	12:54
Trabajabilidad	mala
Observaciones	Paston seco. Baja segregación y exudación
Resul. H Endurecido	
Densidad (tn/m3)	2.37
T. Rotura 2 días (Mpa)	6.3
T. Rotura 7 días (Mpa)	15
T. Rotura 14 días (Mpa)	18
T. Rotura 28 días (Mpa)	21.3

Se utilizó una dosificación similar a la del pastón 2, manteniendo la cantidad de cemento, pero incorporando un aditivo plastificante-reductor de agua, una menor cantidad de agua y por lo tanto un menor relación A/C. Se usó Unimix Plas 18, con el fin de incrementar resistencias iniciales y finales respecto al pastón 2 y manteniendo un asentamiento entre 10 y 20. En contraposición, se logró un pastón seco con poco asentamiento y con una pérdida significativas de resistencia a la compresión.

PASTON 8

- Características: Hormigón bombeable, utilizando aditivo plastificante y reductor de tiempo de fragüe Unimix Plas 121.
- Objetivo: Aumentar el asentamiento para obtener un hormigón bombeable.
- Requisitos:
 - Resistencia característica 21 Mpa.
 - Asentamiento entre 15 y 20 cm.

DOSIFICACION Y CORRECCION POR HUMEDAD

MEMORIA NRO	8		FECHA: jueves, 27 de octubre de 2016						GASTON ROUSSY					
H21-15-20														
MATERIAL	ARENA LAVADA INTERMEDIA		ARENA FINA CORRECTORA		PIEDRA PARTIDA 6-22		CEMENTO CPF 40		AGUA		UNIMIX PLAS 121 LIQUIDO		UNIMIX PLAS 121 SOLIDO	
LIM	4094		4093		4097		4095							
CANTIDAD - 1m3	900	KG	100	KG	890	KG	340	KG	170	KG	0,56	LTS	2,02	KG
ABSORCION AGUA	1,276	%	0,543	%	0,710	%								
PASTON LTS														
70	63,0	KG	7,0	KG	62,3	KG	23,8	KG	11,9	KG	39,2	ML	141,4	GRS
HUMEDAD	6,044	%	4,187	%	0,185	%								
CORRECCION H	-4,768	%	-3,6	%	0,525	%								
CORRECCION MATERIAL	66,00	KG	7,26	KG	61,97	KG	23,80	KG	8,97	KG	39,2	ML	141,4	GRS

TIEMPOS DE PREPARACION

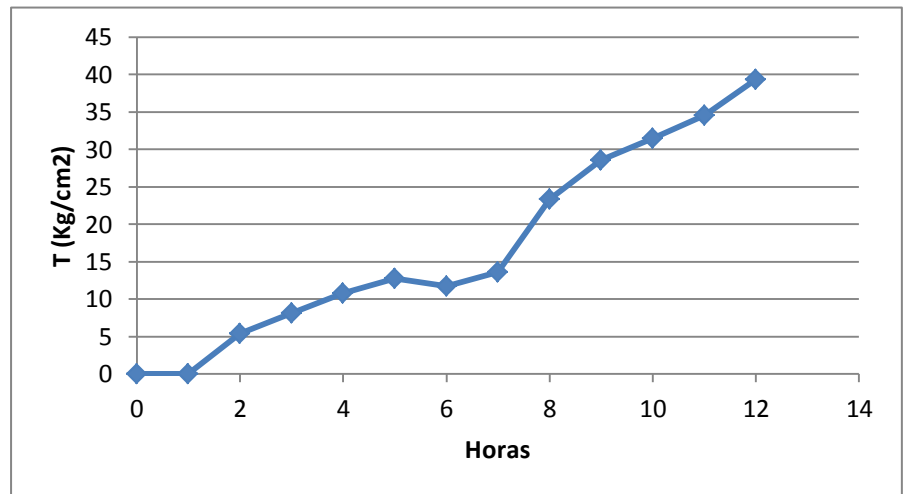
Horario	Actividad
12:17:00 p.m.	Incorporación de piedra partida 6-22
12:18:00 p.m.	Incorporación agua
12:19:00 p.m.	Incorporación Arena intermedia y correctora
12:20:00 a.m.	Incorporación cemento
12:22:00 p.m.	Incorporación de aditivos
12:24:00 p.m.	Vuelco del pastón

MEDICIONES TOMADAS DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Hormigón H21-15-20	
Hora fin mezclado	12:24 p.m.
Asentamiento (cm)	4
Temp. Amb (°C)	19,8
Temp. H° (°C)	18,2
Vol recipiente (ml)	7042
Peso recipiente (gr)	3449
Peso H°+ molde (gr)	20053
Densidad H° Fresco (tn/m3)	2,36
Contenido de aire H° (%)	5,4

TIEMPO DE FRAGÜE

Hora	tiempo	Ø [cm]	A [cm ²]	F [kg]	T [kg/cm ²]
12:20:00	00:00:00				0
13:20:00	01:00:00				0,00
14:20:00	02:00:00	2,8	6,16	33,00	5,36
15:20:00	03:00:00	2,8	6,16	50,00	8,12
16:20:00	04:00:00	2	3,14	34,00	10,82
17:20:00	05:00:00	2	3,14	40,00	12,73
18:20:00	06:00:00	1,4	1,54	18,00	11,69
19:20:00	07:00:00	1,4	1,54	21,00	13,64
20:20:00	08:00:00	1,4	1,54	36,00	23,39
21:20:00	09:00:00	1,4	1,54	44,00	28,58
22:20:00	10:00:00	0,9	0,64	20,00	31,44
23:20:00	11:00:00	0,9	0,64	22,00	34,58
00:20:00	12:00:00	0,9	0,64	25,00	39,30



Inicio de fragüe (h): 11:06

MEDICIONES TOMADAS EN EL HORMIGON EN ESTADO ENDURECIDO
ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESION SIMPLE

IDENTIF.PROB.			FECHA DE ENSAYO	DIMENS. Mm		CARGA MÁX. KN	T. ROTURA	TENSIÓN DE ROTURA	
S/LABO	S/SOLIC			Ø	H			Mpa	(Kg/cm ²)
LIM	IDENT.	EDAD ENS.							
4397-1		2	29-10-16	148.9	305	154	1	9	90
4397-2		2	29-10-16	150.3	306	133	1	7	76
4397-3		7	3-11-16	149.4	306	335	1	19	195
4397-4		7	3-11-16	149.8	310	340	1	19	197
4397-5		14	10-11-16	148.7	307	507	1	29	298
4397-6		14	10-11-16	149.2	309	526	1	30	307
4397-7		28	24-11-16	149.9	307	572	1	32	331
4397-8		28	24-11-16	152.8	305	588	1	32	328

DENSIDAD EN ESTADO ENDURECIDO

LIM	Ø1 (mm)	Ø2 (mm)	H (mm)	Masa (kg)	Densidad (tn/m ³)
4397-1	148,8	149,0	305	12,309	2,317622188
4397-2	149,7	150,8	306	12,424	2,289919197
4397-3	149,2	149,5	306	12,512	2,334016696
4397-4	149,5	150,0	310	12,466	2,283183776
4397-5	148,5	148,8	307	12,226	2,294696705
4397-6	149,5	148,8	309	12,353	2,288108159
4397-7	149,7	150,0	307	12,426	2,295031138
4397-8	153,6	151,9	305	12,758	2,282597954

TABLA RESUMEN

Características	Pastón 8
Denominación	H21-15-20
Fecha de elaboración	27/10/2016
Objetivo	obtener un hormigón bombeable sin perder propiedades
Aditivos	Unimix Plas 121 (plastificante y reductor de tiempo de fragüe de rango medio)
Relación a/c	0.5
Relación adit/c (%)	0.76
Resul. H Fresco	
Asentamiento (cm)	4
Temp. Ambiente (°C)	19.8
Temp. H° (°C)	18.2
Densidad (tn/m3)	2.36
Contenido Aire (%)	5.4
Inicio Fragüe (H:m)	11:06
Trabajabilidad	mala
Observaciones	Pastón seco. Baja segregación y exudación
Resul. H Endurecido	
Densidad (tn/m3)	2.3
T. Rotura 2 días (Mpa)	8.2
T. Rotura 7 días (Mpa)	19.2
T. Rotura 14 días (Mpa)	29.7
T. Rotura 28 días (Mpa)	32.3

Se utilizó la misma dosificación del pastón 2, pero con la incorporación de un nuevo aditivo. Se empleó Unimix Plas 121 (plastificante y reductor de tiempo de fragüe) con el objetivo de lograr un hormigón bombeable manteniendo una resistencia a la compresión de 21Mpa y un asentamiento entre 15 y 20cm.

Se obtuvo un pastón seco con bajo asentamiento pero con muy buena resistencia inicial y final a la compresión (mayor a la esperada y con valores superiores al pastón 2).

PASTON 9

- Características: Hormigón bombeable, utilizando aditivo plastificante y reductor de tiempo de fragüe Unimix Plas 121.
- Objetivo: Incrementar resistencias iniciales y finales reduciendo la relación agua cemento respecto pastón 8.
- Requisitos:
 - Resistencia característica de 21 Mpa.
 - Asentamiento entre 10 y 20 cm.

DOSIFICACION Y CORRECCION POR HUMEDAD

MEMORIA NRO	9		FECHA: martes, 08 de noviembre de 2016						GASTON ROUSSY					
H21-10-20														
MATERIAL	ARENA LAVADA INTERMEDIA		ARENA FINA CORRECTORA		PIEDRA PARTIDA 6-22		CEMENTO CPF 40		AGUA		UNIMIX PLAS 121 LIQUIDO		UNIMIX PLAS 121 SOLIDO	
LIM	4094		4093		4097		4095							
CANTIDAD - 1m3	900	KG	115	KG	905	KG	340	KG	140	KG	0,53	LTS	1,92	KG
ABSORCION AGUA	1,276	%	0,543	%	0,710	%								
PASTON LTS														
70	63,0	KG	8,1	KG	63,4	KG	23,8	KG	9,8	KG	37,1	ML	134,4	GRS
HUMEDAD	6,044	%	4,187	%	0,185	%								
CORRECCION H	-4,768	%	-3,6	%	0,525	%								
CORRECCION MATERIAL	66,00	KG	8,34	KG	63,02	KG	23,80	KG	6,84	KG	37,1	ML	134,4	GRS

TIEMPOS DE PREPARACION

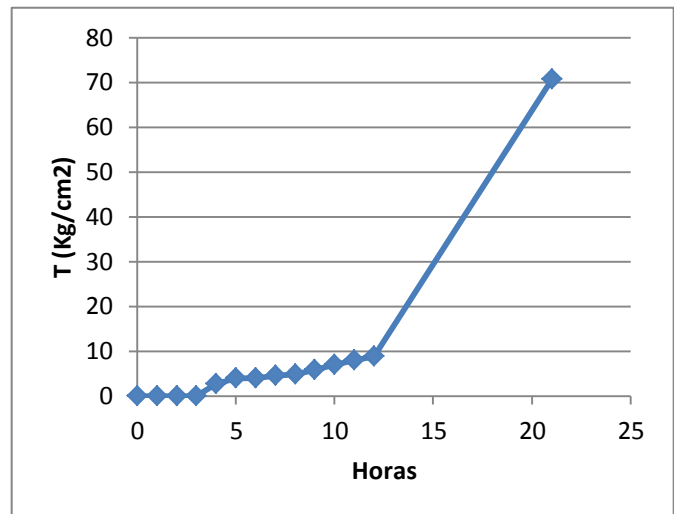
Horario	Actividad
10:57:00 a.m.	Incorporación de piedra partida 6-22
10:58:00 a.m.	Incorporación agua
10:59:00 a.m.	Incorporación Arena intermedia y correctora
11:00:00 a.m.	Incorporación cemento
11:02:00 a.m.	Incorporación de aditivos
11:04:00 a.m.	Vuelco del pastón

MEDICIONES TOMADAS DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Hormigon H21-10-20	
Hora fin mezclado	11:04 a.m.
Asentamiento (cm)	0
Temp. Amb (°C)	22,7
Temp. H° (°C)	23,7
Vol recipiente (ml)	7042
Peso recipiente (gr)	3449
Peso H°+ molde (gr)	20157
Densidad H° Fresco (tn/m3)	2,37
Contenido de aire H° (%)	2,6

TIEMPO DE FRAGÜE

Hora	tiempo	Ø [cm]	A [cm²]	F [kg]	T [kg/cm²]
11:00:00	00:00:00				0
12:00:00	01:00:00		0,00		0,00
13:00:00	02:00:00		0,00		0,00
14:00:00	03:00:00		0,00		0,00
15:00:00	04:00:00	2,8	6,16	17,00	2,76
16:00:00	05:00:00	2,8	6,16	25,00	4,06
17:00:00	06:00:00	2,8	6,16	25,00	4,06
18:00:00	07:00:00	2,8	6,16	28,00	4,55
19:00:00	08:00:00	2,8	6,16	30,00	4,87
20:00:00	09:00:00	2,8	6,16	36,00	5,85
21:00:00	10:00:00	2	3,14	22,00	7,00
22:00:00	11:00:00	2	3,14	25,00	7,96
23:00:00	12:00:00	2	3,14	28,00	8,91
08:00:00	21:00:00	0,6	0,28	20,00	70,74



Inicio de fragüe (h): 15:48

MEDICIONES TOMADAS EN EL HORMIGÓN EN ESTADO ENDURECIDO
ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESION SIMPLE

IDENTIF.PROB.			FECHA DE ENSAYO	DIMENS. mm		CARGA MÁX. KN	T. ROTURA	TENSION DE ROTURA	
S/LABO	S/SOLIC			Ø	h			Mpa	(Kg/cm ²)
LIM	IDENT.	EDAD ENS.							
4420-1		2	10-11-16	149.5	303	196	1	11	114
4420-2		2	10-11-16	149.2	300	222	1	13	130
4420-3		7	15-11-16	149.5	311	332	1	19	193
4420-4		7	15-11-16	150.0	309	373	1	21	215
4420-5		14	22-11-16	152.4	308	422	1	23	236
4420-6		14	22-11-16	150.7	307	428	1	24	245
4420-7		28	6-12-16	150.9	307	430	1	24	246
4420-8		28	6-12-16	149.5	309	461	1	26	268

DENSIDAD EN ESTADO ENDURECIDO

LIM	Ø1 (mm)	Ø2 (mm)	H (mm)	Masa (kg)	Densidad (tn/m3)
4420-1	149,9	149,1	303	12,541	2,35785046
4420-2	149,4	149,0	300	12,493	2,3818639
4420-3	149,2	149,8	311	12,288	2,25085507
4420-4	150,0	150,0	309	12,538	2,29612946
4420-5	153,7	151,1	308	12,415	2,20970947
4420-6	151,2	150,2	307	12,189	2,22593409
4420-7	150,7	151,0	307	12,146	2,21367253
4420-8	149,6	149,3	309	12,442	2,29535034

TABLA RESUMEN

Características	Pastón 9
Denominación	H21-10-20
Fecha de elaboración	08/11/2016
objetivo	incrementar resistencias iniciales y finales reduciendo rel. A/C
Aditivos	Unimix Plas 121 (plastificante y reductor de tiempo de fragüe de rango medio)
Relación a/c	0.41
Relación adit/c (%)	0.72
Resul. H Fresco	
Asentamiento (cm)	0
Temp. Ambiente (°C)	22.7
Temp. H° (°C)	23.7
Densidad (tn/m ³)	2.37
Contenido Aire (%)	2.6
Inicio Fragüe (H:m)	15:48
Trabajabilidad	mala
Observaciones	pastón sumamente seco
Resul. H Endurecido	
Densidad (tn/m ³)	2.28
T. Rotura 2 días (Mpa)	11.9
T. Rotura 7 días (Mpa)	20
T. Rotura 14 días (Mpa)	23.6
T. Rotura 28 días (Mpa)	25.2

Se usó una dosificación similar a las del pastón 8, incorporando el mismo aditivo y la misma cantidad de cemento, pero con menos cantidad de agua y por lo tanto una menor relación A/C. Con el fin de obtener mayores resistencias iniciales y finales a la compresión respecto al pastón 8, logrando un asentamiento entre 10 y 20cm. Se logró un pastón sumamente seco con asentamiento nulo y con resistencia a la compresión inferior a la del hormigón 8.

PASTON 10

- Características: Hormigón bombeable, utilizando aditivo superplastificante Unisil ARS 1
- Objetivo: Incrementar resistencias iniciales y finales obteniendo hormigón con asentamiento mayor a 15cm sin segregación.
- Requisitos:
 - Resistencia característica 40 Mpa.
 - Asentamiento entre 15 y 20 cm.

DOSIFICACION Y CORRECCION POR HUMEDAD

MEMORIA NRO	10	FECHA:	jueves, 10 de noviembre de 2016						GASTON ROUSSY					
H40-15-20														
MATERIAL	ARENA LAVADA INTERMEDIA		ARENA FINA CORRECTORA		PIEDRA PARTIDA 6-22		CEMENTO CPF 40		AGUA		UNISIL ARS 1		PIEDRA 3/9	
LIM	4094		4093		4097		4095							
CANTIDAD - 1m3	500	KG	230	KG	800	KG	455	KG	170	KG	3,4	LTS	190	KG
ABSORCION AGUA	1,276	%	0,543	%	0,710	%							0,967	%
PASTON LTS														
70	35,0	KG	16,1	KG	56,0	KG	31,9	KG	11,9	KG	238,0	ML	13,3	GRS
HUMEDAD	4,51	%	3,36	%	0,185	%							0,156	%
CORRECCION H	-3,234	%	-2,8	%	0,525	%							0,811	%
CORRECCION MATERIAL	36,13	KG	16,55	KG	55,71	KG	31,85	KG	10,61	KG	238,0	ML	13,19	GRS

TIEMPOS DE PREPARACION

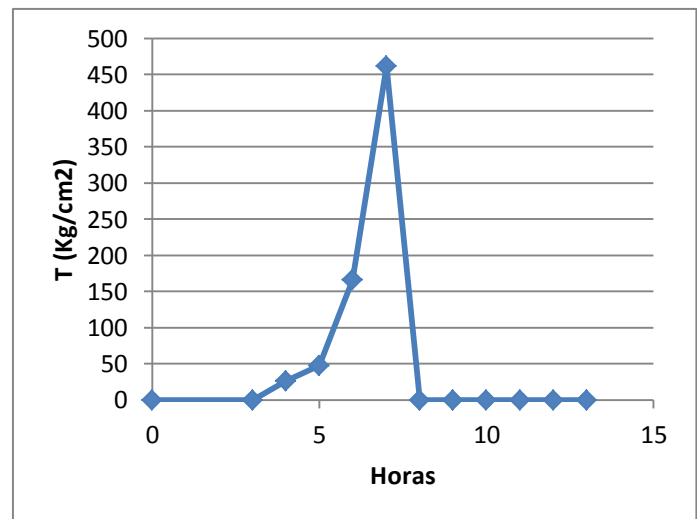
Horario	Actividad
9:47:00 a.m.	Incorporación de piedra partida 6-22
9:48:00 a.m.	Incorporación agua
9:49:00 a.m.	Incorporación Arena intermedia y correctora
9:50:00 a.m.	Incorporación cemento
9:52:00 a.m.	Incorporación de aditivos
9:54:00 a.m.	Vuelco del pastón

MEDICIONES TOMADAS DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Hormigón H21-10-20	
Hora fin mezclado	09:54 a.m.
Asentamiento (cm)	22
Temp. Amb (°C)	25
Temp. H° (°C)	23,5
Vol recipiente (ml)	7042
Peso recipiente (gr)	3449
Peso H°+molde (gr)	20483
Densidad H° Fresco (tn/m ³)	2,42
Contenido de aire H° (%)	2,6

TIEMPO DE FRAGÜE

Hora	tiempo	Ø [cm]	A [cm ²]	F [kg]	T [kg/cm ²]
09:50:00	00:00:00				0
10:50:00	01:00:00		0,00		0,00
11:50:00	02:00:00		0,00		0,00
12:50:00	03:00:00		0,00		0,00
13:50:00	04:00:00	1,4	1,54	40,00	25,98
14:50:00	05:00:00	0,9	0,64	30,00	47,16
15:50:00	06:00:00	0,6	0,28	47,00	166,23
16:50:00	07:00:00	0,4	0,13	58,00	461,55
17:50:00	08:00:00	2	3,14		0,00
18:50:00	09:00:00	1,4	1,54		0,00
19:50:00	10:00:00	1,4	1,54		0,00
20:50:00	11:00:00	1,4	1,54		0,00
21:50:00	12:00:00	0,9	0,64		0,00
22:50:00	13:00:00	0,9	0,64		0,00



Inicio de fragüe (h): 4:26

MEDICIONES TOMADAS EN EL HORMIGON EN ESTADO ENDURECIDO
ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESION SIMPLE

FECHA DE ENSAYO	DIMENS. mm		CARGA MÁX. KN	T. ROTURA	TENSIÓN DE ROTURA	
	∅	h			Mpa	(Kg/cm ²)
14-11-16	149.7	311	501	1	28	290
14-11-16	150.2	307	546	1	31	314
17-11-16	149.5	308	565	1	32	328
17-11-16	150.1	308	583	1	33	336
24-11-16	150.7	309	660	1	37	378
24-11-16	149.4	309	625	1	36	364
8-12-16	150.7	309	712	1	40	408
8-12-16	152.1	308	770	1	42	432

DENSIDAD EN ESTADO ENDURECIDO

LIM	∅1 (mm)	∅2 (mm)	H (mm)	Masa (kg)	Densidad (tn/m ³)
4426-1	150,0	149,4	311	12,965	2,369
4426-2	150,0	150,4	307	12,817	2,356
4426-3	149,9	149,0	308	12,803	2,370
4426-4	150,6	149,5	308	12,918	2,372
4426-5	151,1	150,2	309	12,861	2,335
4426-6	149,3	149,4	309	12,847	2,373
4426-7	150,5	150,8	309	12,922	2,346
4426-8	153,5	150,7	308	13,268	2,371

TABLA RESUMEN

Características	Pastón 10
Denominación	H40-15-20
Fecha de elaboración	10/11/2016
objetivo	incrementar resistencias iniciales y finales con asentamiento mayor a 15
Aditivos	Unisil ARS 1 (Superplastificante, incrementa resistencias iniciales y finales. No retarda el fragüe)
Relación a/c	0.37
Relación adit/c (%)	0,75 *
Resul. H Fresco	
Asentamiento (cm)	22
Temp. Ambiente (°C)	25
Temp. H° (°C)	23.5
Densidad (tn/m ³)	2.42
Contenido Aire (%)	2.6
Inicio Fragüe (H:m)	04:26
Trabajabilidad	moderada
Observaciones	segregación baja, exudación moderada
Resul. H Endurecido	
Densidad (tn/m ³)	2.36
T. Rotura 2 días (Mpa)	29.6
T. Rotura 7 días (Mpa)	32.6
T. Rotura 14 días (Mpa)	36.3
T. Rotura 28 días (Mpa)	41.2

*Se utilizó la mitad del aditivo según dosificación propuesta. Debido a que los valores de asentamientos obtenidos para esta cantidad superaban al valor esperado para la totalidad de aditivo.

Se utilizó una dosificación con una granulometría de áridos completa, con alta contenido de cemento y con un aditivo superfluidificante, Unisil ARS 1. Con el objetivo de lograr un hormigón bombeable con altas resistencias iniciales y finales a la compresión, con valores característicos de 40 Mpa y con asentamientos entre 15 y 20.

Se obtuvo un hormigón bombeable con exudación moderada, altos niveles de asentamiento, pero cumpliendo con los valores esperados de resistencia a la compresión.

PASTON 11

- Características: hormigón bombeable, utilizando aditivo superplastificante Unisil ARS 1 Plus.
- Objetivo: incrementar resistencias iniciales y finales, obteniendo hormigón con asentamiento mayor a 15cm sin segregación.
- Requisitos:
 - Resistencia característica 40MPa.
 - Asentamiento entre 15 y 20 cm.

DOSIFICACION Y CORRECCION POR HUMEDAD

MEMORIA NRO	11		FECHA:	lunes, 21 de noviembre de 2016						GASTON ROUSSY				
H40-15-20														
MATERIAL	ARENA LAVADA INTERMEDIA		ARENA FINA CORRECTORA		PIEDRA PARTIDA 6-22		CEMENTO CPF 40		AGUA		ARS 1 PLUS		PIEDRA 3/9	
LIM	4094		4093		4097		4095							
CANTIDAD - 1m3	500	KG	230	KG	800	KG	455	KG	170	KG	3,4	LTS	190	KG
ABSORCION AGUA	1,276	%	0,543	%	0,710	%							0,967	%
PASTON LTS														
70	35,0	KG	16,1	KG	56,0	KG	31,9	KG	11,9	KG	238,0	ML	13,3	GRS
HUMEDAD	4,51	%	5,743	%	0,185	%							0,234	%
CORRECCION H	-3,234	%	-5,2	%	0,525	%							0,733	%
CORRECCION MATERIAL	36,13	KG	16,94	KG	55,71	KG	31,85	KG	10,22	KG	238,0	ML	13,20	GRS

TIEMPOS DE PREPARACION

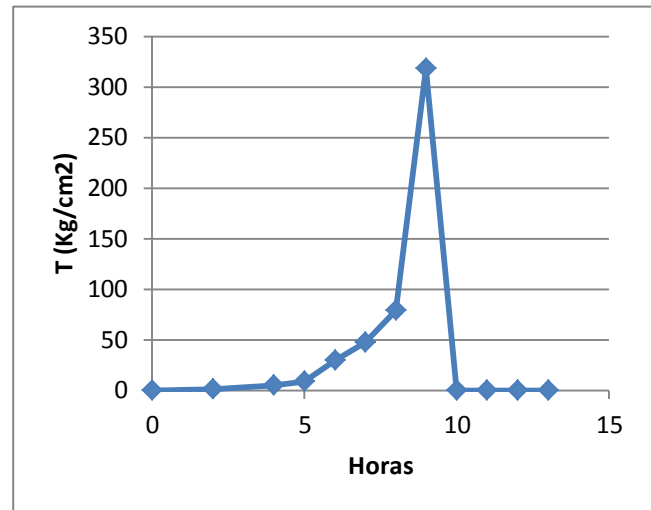
Horario	Actividad
10:16:00 a.m.	Incorporación de piedra partida 6-22
10:17:00 a.m.	Incorporación agua
10:18:00 a.m.	Incorporación Arena intermedia y correctora
10:19:00 a.m.	Incorporación cemento
10:21:00 a.m.	Incorporación de aditivos
10:23:00 a.m.	Vuelco del pastón

MEDICIONES TOMADAS DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Hormigón H21-10-20	
Hora fin mezclado	10:23 a.m.
Asentamiento (cm)	22
Temp. Amb (°C)	16
Temp. H° (°C)	19,6
Vol recipiente (ml)	7042
Peso recipiente (gr)	3449
Peso H°+molde (gr)	20530
Densidad H° Fresco (tn/m ³)	2,43
Contenido de aire H° (%)	2,6

TIEMPO DE FRAGÜE

Hora	tiempo	Ø [cm]	A [cm ²]	F [kg]	T [kg/cm ²]
10:19:00	00:00:00				0,00
11:19:00	01:00:00		0,00	0,00	0,00
12:19:00	02:00:00	2,8	6,16	8,00	1,30
13:19:00	03:00:00	2,8	6,16	30,00	4,87
14:19:00	04:00:00	2	3,14	28,00	8,91
15:19:00	05:00:00	1,4	1,54	45,00	29,23
16:19:00	06:00:00	0,9	0,64	30,00	47,16
17:19:00	07:00:00	0,9	0,64	50,00	78,60
18:19:00	08:00:00	0,4	0,13	40,00	318,31
19:19:00	09:00:00	1,4	1,54		0,00
20:19:00	10:00:00	1,4	1,54		0,00
21:19:00	11:00:00	1,4	1,54		0,00
22:19:00	12:00:00	0,9	0,64		0,00
23:19:00	13:00:00	0,9	0,64		0,00



Inicio de fragüe (h): 5:19

MEDICIONES TOMADAS EN EL HORMIGÓN EN ESTADO ENDURECIDO
ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESION SIMPLE

IDENTIF.PROB.			FECHA DE ENSAYO	DIMENS. mm		CARGA MÁX. KN	T. ROTURA	TENSIÓN DE ROTURA	
S/LABO	S/SOLIC			∅	h			Mpa	(Kg/cm ²)
LIM	IDENT.	EDAD ENS.							
4444-1		2	23-11-16	150.8	306	422	1	24	241
4444-2		2	23-11-16	149.8	307	419	1	24	242
4444-3		7	27-11-16	150.0	309	652	1	37	376
4444-4		7	27-11-16	149.6	310	620	1	35	360
4444-5		14	4-12-16	149.2	308	703	1	40	410
4444-6		14	4-12-16	149.5	311	705	1	40	410
4444-7		28	18-12-16	150.5	310	712	1	40	409
4444-8		28	18-12-16	150.9	309	710	1	40	405

DENSIDAD EN ESTADO ENDURECIDO

LIM	∅1 (mm)	∅2 (mm)	H (mm)	Masa (kg)	Densidad (tn/m3)
4444-1	150,7	150,9	306	13,041	2,386
4444-2	150,3	149,3	307	12,916	2,387
4444-3	148,7	151,3	309	12,981	2,377
4444-4	150,1	149,0	310	12,748	2,341
4444-5	149,2	149,2	308	12,841	2,385
4444-6	148,4	150,5	311	12,861	2,357
4444-7	150,8	150,1	310	13	2,359
4444-8	150,3	151,4	309	13,089	2,370

TABLA RESUMEN

Características	Pastón 11
Denominación	H40-15-20
Fecha de elaboración	21/11/2016
Objetivo	incrementar resistencias iniciales y finales con asentamiento mayor a 15
Aditivos	Unisil ARS 1 PLUS (Superplastificante, incrementa resistencias iniciales y finales. No retarda el fragüe)
Relación a/c	0.37
Relación adit/c (%)	0,75 *
Resul. H Fresco	
Asentamiento (cm)	22
Temp. Ambiente (°C)	16
Temp. H° (°C)	19.6
Densidad (tn/m3)	2.43
Contenido Aire (%)	2.6
Inicio Fragüe (H:m)	05:19
Trabajabilidad	moderada
Observaciones	segregación baja, exudación moderada
Resul. H Endurecido	
Densidad (tn/m3)	2.37
T. Rotura 2 días (Mpa)	23.7
T. Rotura 7 días (Mpa)	36.1
T. Rotura 14 días (Mpa)	40.2
T. Rotura 28 días (Mpa)	39.9

*Se utilizó la mitad del aditivo según dosificación propuesta. Debido a que los valores de asentamientos obtenidos para esta cantidad superaban al valor esperado para la totalidad de aditivo.

Se utilizó la misma dosificación que el pastón 10, con una granulometría de áridos completa, con alto contenido de cemento pero con otro aditivo superfluidificante. Se usó Unisil ARS 1 Plus. Con el objetivo de lograr un hormigón bombeable con altas resistencias iniciales y finales a la compresión, con valores característicos de 40 Mpa y con asentamientos entre 15 y 20. Se obtuvo un hormigón bombeable con exudación moderada, altos niveles de asentamiento, pero cumpliendo con los valores esperados de resistencia a la compresión.

PASTON 12

- Características: Hormigón bombeable, utilizando aditivo superplastificante Unisil 440.
- Objetivo: Obtener hormigón de alta performance con resistencias superiores a 50MPa, con asentamiento mayor a 17cm.
- Requisitos:
 - Resistencia característica 70 Mpa.
 - Asentamiento entre 10 y 20 cm.

DOSIFICACION Y CORRECCION POR HUMEDAD

MEMORIA NRO	12	FECHA:	lunes, 21 de noviembre de 2016						GASTON ROUSSY					
H70-10-20														
MATERIAL	ARENA LAVADA INTERMEDIA		ARENA FINA CORRECTORA		PIEDRA PARTIDA 6-22		CEMENTO CPF 40		AGUA		UNISIL 440		PIEDRA 3/9	
LIM	4094		4093		4097		4095							
CANTIDAD - 1m3	500	KG	230	KG	800	KG	455	KG	170	KG	6	LTS	190	KG
ABSORCION AGUA	1,276	%	0,543	%	0,710	%							0,967	%
PASTON LTS														
70	35,0	KG	16,1	KG	56,0	KG	31,9	KG	11,9	KG	420,0	ML	13,3	GRS
HUMEDAD	6,09	%	5,743	%	0,185	%							0,634	%
CORRECCION H	-4,814	%	-5,2	%	0,525	%							0,333	%
CORRECCION MATERIAL	36,68	KG	16,94	KG	55,71	KG	31,85	KG	9,67	KG	420,0	ML	13,26	GRS

TIEMPOS DE PREPARACION

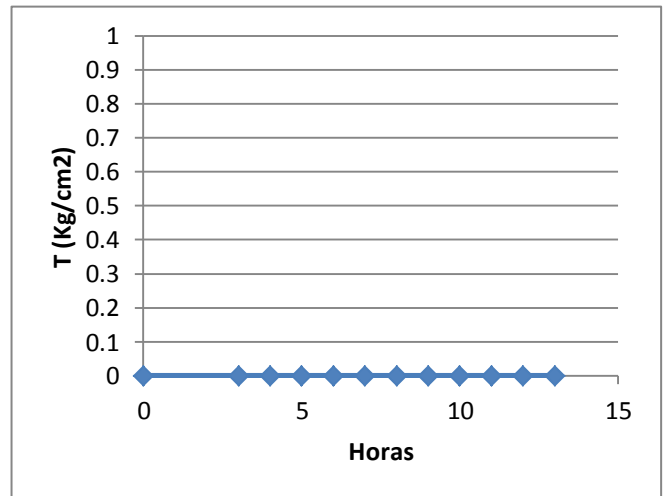
Horario	Actividad
3:07:00 a.m.	Incorporación de piedra partida 6-22
1:08:00 p.m.	Incorporación agua
1:09:00 p.m.	Incorporación Arena intermedia y correctora
1:10:00 p.m.	Incorporación cemento
1:12:00 p.m.	Incorporación de aditivos
1:14:00 p.m.	Vuelco del pastón

MEDICIONES TOMADAS DEL HORMIGON EN ESTADO FRESCO

Hormigón H21-10-20	
Hora fin mezclado	01:14 p.m.
Asentamiento (cm)	22
Temp. Amb (°C)	20,4
Temp. H° (°C)	20,1
Vol recipiente (ml)	7042
Peso recipiente (gr)	3449
Peso H°+molde (gr)	20926
Densidad H° Fresco (tn/m ³)	2,48
Contenido de aire H° (%)	1

TIEMPO DE FRAGÜE

Hora	tiempo	∅ [cm]	A [cm ²]	F [kg]	T [kg/cm ²]
12:45:00	00:00:00				0,00
13:45:00	01:00:00		0,00		0,00
14:45:00	02:00:00		0,00		0,00
15:45:00	03:00:00		0,00		0,00
16:45:00	04:00:00	2	3,14		0,00
17:45:00	05:00:00	2	3,14		0,00
18:45:00	06:00:00	2	3,14		0,00
19:45:00	07:00:00	2	3,14		0,00
20:45:00	08:00:00	2	3,14		0,00
21:45:00	09:00:00	1,4	1,54		0,00
22:45:00	10:00:00	1,4	1,54		0,00
23:45:00	11:00:00	1,4	1,54		0,00
00:45:00	12:00:00	0,9	0,64		0,00
01:45:00	13:00:00	0,9	0,64		0,00



Inicio de fragüe (h): no se pudo determinar inicio de fragüe.

MEDICIONES TOMADAS EN EL HORMIGÓN EN ESTADO ENDURECIDO
ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESION SIMPLE

IDENTIF.PROB.			FECHA DE ENSAYO	DIMENS. mm		CARGA MÁX. KN	T. ROTURA	TENSIÓN DE ROTURA	
S/LABO	S/SOLIC			Ø	h			Mpa	(Kg/cm ²)
LIM	IDENT.	EDAD ENS.							
4445-1		7	29-11-16	150.3	306	394	1	22	227
4445-2		7	29-11-16	150.4	302	391	1	22	225
4445-3		14	5-12-16	150.8	302	428	1	24	245
4445-4		14	5-12-16	150.1	303	442	1	25	255
4445-5		28	19-12-16	150.1	302	501	1	28	289
4445-6		28	19-12-16	150.0	301	479	1	27	277

DENSIDAD EN ESTADO ENDURECIDO

LIM	Ø1 (mm)	Ø2 (mm)	H (mm)	Masa (kg)	Densidad (tn/m ³)
4445-1	150,4	150,1	306	13,083	2,411
4445-2	149,9	150,8	302	12,997	2,424
4445-3	150,5	151,1	302	13,058	2,421
4445-4	149,2	150,9	303	12,967	2,420
4445-5	150,4	149,7	302	12,925	2,420
4445-6	151,4	148,5	301	13,081	2,461

TABLA RESUMEN

Características	Pastón12
Denominación	H70-10-20
Fecha de elaboración	21/11/2016
objetivo	obtener resistencia mayor a 50MPa con asentamiento mayor a 17
Aditivos	Unisil 440 (Superplastificante, incrementa resistencias iniciales y finales. No retarda el fragüe)
Relación a/c	0.37
Relación adit/c (%)	1.32
Resul. H Fresco	
Asentamiento (cm)	22
Temp. Ambiente (°C)	20.4
Temp. H° (°C)	20.1
Densidad (tn/m3)	2.48
Contenido Aire (%)	1
Inicio Fragüe (H:m)	**
Trabajabilidad	muy mala
Observaciones	segregación y exudación excesiva
Resul. H Endurecido	
Densidad (tn/m3)	2.42
T. Rotura 2 días (Mpa)	-
T. Rotura 7 días (Mpa)	22.1
T. Rotura 14 días (Mpa)	24.5
T. Rotura 28 días (Mpa)	27.7

** No se pudo ensayar el inicio de fragüe, debido a la dificultad que presentaba el pastón para homogeneizarlo y tamizarlo.

Se utilizó la misma dosificación que el pastón 10 y 11, con una granulometría de áridos completa, con alta contenido de cemento pero con otro aditivo superfluidificante. En este caso se usó Unisil 440. Con el objetivo de lograr un hormigón bombeable con altas resistencias iniciales y finales a la compresión, con valores característicos de 70 Mpa y con asentamientos entre 15 y 20.

Se obtuvo un hormigón no bombeable, con muy mala trabajabilidad, con exudación y segregación excesiva y altos niveles de asentamiento. Así también se obtuvo menores valores de resistencia a la compresión respecto de lo esperado. Menor aun que en los pastones 10 y 11.

TABLA DE RESUMEN FINAL DE TODOS LOS PASTONES

Características	Pastón 1	Pastón 2	Pastón 3	Pastón 4	Pastón 5	Pastón 6	Pastón 7	Pastón 8	Pastón 9	Pastón 10	Pastón 11	Pastón 12
Denominación	H21-10-20	H21-15-20	H21-10-20	H21-10-20	H21-10-20	H21-10-20	H21-10-20	H21-15-20	H21-10-20	H40-15-20	H40-15-20	H70-10-20
Fecha de elaboración	11/10/2016	11/10/2016	12/10/2016	18/10/2016	19/10/2016	24/10/2016	24/10/2016	27/10/2016	08/11/2016	10/11/2016	21/11/2016	21/11/2016
objetivo	-	obtener hormigón bombeable sin modificar Rel. A/C	verificar resistencias al reducir cemento manteniendo rel. A/C	verificar manejabilidad de la mezcla luego de 1hr de transporte	verificar manejabilidad de la mezcla luego de 2hr de transporte	reducir la cant.de cemento, manteniendo un asentamiento cercano a 10cm	incrementar resistencias iniciales y finales utilizando aditivo red. de agua	obtener un hormigón bombeable sin perder propiedades	incrementar resistencias iniciales y finales reduciendo rel. A/C	incrementar resistencias con asentamiento mayor a 15	incrementar resistencias con asentamiento mayor a 15	obtener resistencia mayor a 50MPa con asentamiento mayor a 17
Aditivos	-	Unimix Plas 12 (Plastificante, reductor de agua)	Unimix Plas 12 (Plastificante, reductor de agua)	Unimix Plas 12 (Plastificante, reductor de agua)	Unimix Plas 18 (plastificante, retardador, aumenta resistencia inicial y final)	Unimix Plas 18 (plastificante, retardador, aumenta resistencia inicial y final)	Unimix Plas 18 (plastificante, retardador, aumenta resistencia inicial y final)	Unimix Plas 121 (plastificante y reductor de tiempo de fragüe de rango medio)	Unimix Plas 121 (plastificante y reductor de tiempo de fragüe de rango medio)	Unisil ARS 1 (Superplastificante, incrementa resistencias iniciales y finales. No retarda el fragüe)	Unisil ARS 1 PLUS (Superplastificante, incrementa resistencias iniciales y finales. No retarda el fragüe)	Unisil 440 (Superplastificante, incrementa resistencias iniciales y finales. No retarda el fragüe)
Relación a/c	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,47	0,43	0,5	0,41	0,37	0,37	0,37
Relación adit/c (%)	-	0,57	0,65	0,79	0,76	0,83	0,76	0,76	0,72	0,75 *	0,75 *	1,32
Resul. H Fresco												
Asentamiento (cm)	2	20	0,5	21	20	2	2	4	0	22	22	22
Temp. Ambiente (°C)	22,1	26,5	24,2	16,9	20	20,9	23,5	19,8	22,7	25	16	20,4
Temp. H° (°C)	20,2	22,2	22,6	18,8	21,5	21,7	22	18,2	23,7	23,5	19,6	20,1
Densidad (tn/m3)	2,22	2,34	2,32	2,37	2,34	2,38	2,39	2,36	2,37	2,42	2,43	2,48
Contenido Aire (%)	6,9	4,3	3,3	3,2	4,8	3,4	3,5	5,4	2,6	2,6	2,6	1
Inicio Fragüe (H:m)	07:53	08:31	06:18	08:45	12:51	14:19	12:54	11:06	15:48	04:26	05:19	**
Trabajabilidad	mala	moderada	moderada/buena	moderada	moderada	Mala	mala	mala	Mala	moderada	moderada	muy mala

Observaciones	pastón sumamente seco	segregación baja, exudación moderada	pastón moderadamente plástico	segregación baja, exudación moderada	segregación baja, exudación moderada	Pastón seco. Baja segregación y exudación	Pastón seco. Baja segregación y exudación	Pastón seco. Baja segregación y exudación	pastón sumamente seco	segregación baja, exudación moderada	segregación baja, exudación moderada	segregación y exudación excesiva
Resul. H Endurecido												
Densidad (tn/m3)	2,22	2,29	2,32	2,32	2,31	2,32	2,37	2,3	2,28	2,36	2,37	2,42
T. Rotura 2 días (Mpa)	8,9	12,9	9,6	7,9	10,3	5,6	6,3	8,2	11,9	29,6	23,7	-
T. Rotura 7 días (Mpa)	15	24,1	18,1	19,3	25,8	12,7	15	19,2	20	32,6	36,1	22,1
T. Rotura 14 días (Mpa)	18,2	27,9	20	23,3	27,9	15,3	18	29,7	23,6	36,3	40,2	24,5
T. Rotura 28 días (Mpa)	18,9	29,4	21,8	26,1	31,4	17,7	21,3	32,3	25,2	41,2	39,9	27,7

*Se utilizó la mitad del aditivo según dosificación propuesta. Debido a que los valores de asentamientos obtenidos para esta cantidad superaban al valor esperado para la totalidad de aditivo.

** No se pudo ensayar el inicio de fragüe, debido a la dificultad que presentaba el pastón para homogeneizarlo y tamizarlo.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos a partir de la realización de los diferentes pastones, se puede afirmar que los dosajes no son los adecuados para lograr las propiedades de cada aditivo, ya que en la mayoría de los pastones no se alcanzó las metas esperadas en cuanto a sus características y hasta algunos resultaron inutilizables como tal. La única dosificación que cumplió con las características buscadas fue la del pastón 5.

En cuanto a cada aditivo en particular podemos aclarar las siguientes diferencias:

- Unimix Plas 12 resulto ser un “reductor de agua convencional” ya que al reducir el porcentaje de agua más de un 8% en el pastón 3 respecto al 2, se modificó notablemente la consistencia volviendo la mezcla seca.
- Unimix Plas 18 si resulto ser un aditivo retardador de tiempo de fragüe, sin modificar los valores de asentamiento y resistencia respecto de la misma dosificación pero sin aditivo.
- Unimix Plas 18 resulto ser un “reductor de agua convencional” ya que al reducir el porcentaje de agua más de un 8% en el pastón 7 respecto al 2, se modificó notablemente la consistencia volviendo la mezcla seca y a su vez con menor resistencia a la compresión.
- Unimix Plas 121 resulto ser un “reductor de agua convencional” pero de menor rango que Unimix Plas 12 ya que para una misma dosificación logró una mezcla más seca y permitió obtener mayores resistencias que al utilizar Unimix Plas 12 para una misma dosificación.
- Unisil ARS 1, Unisil ARS 1 Plus y Unisil 440 resultaron ser aditivos “reductores de agua de alto rango” (superfluidificantes) ya que a pesar de ser usados en dosificaciones con muy bajas relaciones agua/cemento, provocaron mezclas sumamente fluidas.
- Unisil ARS 1, Unisil ARS 1 Plus y Unisil 440 resultaron ser también aditivos acelerantes de fragüe.

Por lo que concluimos que los materiales áridos, como así también el tipo de cemento no son los más adecuados para los aditivos utilizados. También los resultados obtenidos no son determinantes ya que se debería hacer más pastones de prueba para cada dosificación.

Aconsejamos al solicitante que analice los resultados obtenidos para entender el comportamiento real de los aditivos. A partir de lo cual se deberá ajustar las dosificaciones, rehacer los pastones para poder lograr las características buscadas y así poder calibrar el funcionamiento de los aditivos.

BIBLIOGRAFIA

Aditivos para los Hormigones, Composición, Propiedades y Empleo. Editores Técnicos y Asociados S.A. ETA. , Barcelona, España (1984).

Libro HORMIGON-materiales, vida útil y criterios de conformidad y su consideración en el reglamento CIRSOC. Cap.: Aditivos. Alberto Giovambattista, Juan Carlos Galuppo, Raúl Zerbino, Graciela Giaccio, y Humberto Balzamo, 201 - (2005).

Aditivos para el hormigón: compatibilidad cemento-aditivos basados en policarboxilatos. Francisca Puertas Maroto, María del Mar Alonso López, Marta Palacios Arévalo. Monografías del Instituto Eduardo Torroja, N° 415, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, (2009).

Ese Material llamado hormigón. Cap. 6 Aditivos químicos. Humberto Bálzamo, Ricardo Leonardo Checmarew. Pag. 163 – 190.

Alubry Construyendo Futuro. <http://www.alubrysanluis.com.ar/2017/>.