

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
Facultad de Construcciones
Departamento de Ingeniería Civil



TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Comportamiento de la retracción de hormigones a partir de la variación de los constituyentes a utilizar en los bungalows de Cayo Coco.

Autor: Lianet Sánchez Carvajal.

Tutor: Dr.Ing. Juan José Dopico Montes de Oca.

Consultante: MSc. Rafael Ramírez Díaz.

Santa Clara 2015
"Año 57 de la Revolución"

PENSAMIENTO

“Inclinar la cabeza ante los libros es la única manera de levantarla ante los hombres”

José Martí

DEDICATORIA

*Dedicado especialmente a mis padres, Ubaldo y María de los Ángeles,
por su incondicionalidad.*

A mi hermano Yuri Maikel, por su apoyo.

*A los tres por su amor y porque siempre tuvieron una palabra
de aliento en los momentos difíciles a lo largo de mi vida estudiantil.*

AGRADECIMIENTOS

*Agradezco primeramente a Dios, por darme fuerzas y ser guía
y protección para mí...*

A mis familiares y amigos...

A mi novio Yisan, por estar a mi lado y por su incesante ayuda...

*A José Antonio Artilles, del laboratorio de la ECOT en Cayo Santa María,
por su gran colaboración en el transcurso de estos meses....*

A Dayran por su preocupación y apoyo....

A mis tutores por su ayuda.....

*Al colectivo de profesores que años tras años colaboraron en mi formación
profesional.....*

*Y a todas las personas que día a día han dado algo de sí para ayudarme a
lograr este sueño, ¿y por qué no?, también quiero agradecer a quienes en un
momento negaron su apoyo, pues ayudaron a trazar mi propia estrategia y
poder llegar hoy aquí.*

A todos, muchas gracias....

RESUMEN

La presente investigación se basa en el estudio y evaluación de las deformaciones que se producen en hormigones utilizados en los muros de los Bungalows de Cayo Coco, en la Provincia de Ciego de Ávila. El trabajo comprende la caracterización del cemento y los áridos, según la NC-251, así como la comprobación de la actividad puzolánica de la adición mineral utilizada; toba zeolítica Tasajera, fracción Zoad. Se presentan los resultados del análisis detallado de los materiales y componentes del hormigón, primero, los diferentes estados en que se puede procesar el árido, tomando la influencia del mismo como aspecto fundamental en la investigación y segundo, el análisis de una adición puzolánica, así como, la incorporación de un aditivo controlador de encogimiento. Se elaboraron diferentes mezclas de hormigón, una patrón y el resto con los componentes antes mencionados, para poder comprobar el efecto moderador de la retracción, causa fundamental del agrietamiento producido en dichos edificios.

Por último, se arriban a conclusiones que determinan la validez del planteamiento inicial y se plantean recomendaciones con el fin de atenuar estas afectaciones.

SUMMARY

The present investigation focused on the study and evaluation of the deformations that take place in concretes used in the walls of the Bungalows of Cayo Coco, at the Ciego of Ávila province. The work comprises the characterization of cement and the aggregates according to the NC 251, as well as the checking of pozzolanic activity of mineral addition used ; toba zeolítica of Tasajera, Zoad fraction . The results of the detailed analysis of the materials and concrete components are present, first, the different states in which the aggregate, taking the influence can be processed of the same like fundamental aspect in investigation and second, the analysis of an pozzolanic, addition as well as, the incorporation of a controlling additive of shrinkage. Template and the rest with the above-mentioned components elaborated different concrete mixtures, one themselves, in order to be able to check the balancing effect of retraction, fundamental cause of the cracking produced in the aforementioned buildings.

Finally, they come near to findings that determine the validity of the initial proposal and put forward recommendations with the aim of attenuating these affectations of manners.

TABLA DE CONTENIDOS

<i>PENSAMIENTO</i>	i
<i>DEDICATORIA</i>	ii
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	iii
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. Estado del arte sobre la retracción en el hormigón.....	4
1.1 Reseña histórica del hormigón	4
1.2 Hormigón.....	5
1.2.1 Materiales constituyentes.....	6
1.2.1.1 Cementos	6
1.2.1.2 Áridos.....	6
1.2.1.3 Adiciones	8
1.2.1.4 Aditivos.....	9
1.2.1.5 Agua.....	10
1.2.2 Propiedades del hormigón	10
1.2.3 Proceso de fabricación del hormigón.....	17
1.3 La fisuración por retracción en el hormigón.....	19
1.3.1 Fisuración como concepto	19
1.3.2 Fisuración como fenómeno.....	20
1.3.3 Clasificación de las fisuras (de acuerdo a su origen y momento de aparición).	21
1.3.4 El estado fisurado producto a la retracción.....	21
1.3.4.1 Retracción Química	22
1.3.4.2 Retracción Plástica.....	23

1.3.4.3 Retracción Autógena.....	24
1.3.4.4 Retracción por secado.....	25
1.3.5 Factores influyentes en la retracción	26
1.4 Métodos de ensayos para la evaluación de la retracción en el hormigón	29
1.5 Caso de estudio (<i>Bungalows-Cayo Coco</i>)	31
1.6 Conclusiones parciales:.....	32
CAPÍTULO 2. Evaluación de la retracción en hormigones.....	33
2.1 Introducción	33
2.2. Plan experimental	33
2.3 Materiales y Métodos.....	34
2.3.1 Áridos.....	34
2.3.2 Cemento	36
2.3.3 Adición mineral	37
2.3.4 Agua.....	39
2.3.5 Aditivo químico	39
2.3.5.1 Aditivo superplastificante fuertemente acelerante de alta concentración SAHE A ₂ R ₉	39
2.3.5.2 Aditivo Shrinko- tec nano 4. RESIGUM.....	40
2.4 Fabricación de las mezclas de hormigón	40
2.5 Principales ensayos realizados.....	44
2.5.1 Resistencia a compresión del hormigón	44
2.5.2 Ensayo de Retracción.....	45
2.5.3 Canal de retracción	47
2.6 Conclusiones Parciales:	48
CAPÍTULO 3. Análisis de los resultados	49

1.1	Introducción	49
1.2	Resistencia a Compresión en las mezclas de hormigón.....	49
1.3	Análisis de la retracción durante el proceso de curado.	51
1.4	Análisis de la retracción autógena.....	52
1.5	Análisis del Canal de retracción.....	52
1.6	Conclusiones del capítulo	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		55
CONCLUSIONES		55
RECOMENDACIONES.....		56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		57
ANEXOS		59
Anexo I Factores influyentes en la retracción		59
Anexo II Métodos de ensayos para evaluar la retracción.....		60
Anexo III Procesamiento de lavado del árido fino		62
Anexo IV Resistencia a Compresión de las mezclas de hormigón.....		65
Anexo V Valores de deformación diaria experimentada por las probetas.		68
Anexo VI Deformación experimentada por las mezclas en el Canal de retracción...		103

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción tiene una importancia capital en la economía actual de cualquier país; en cierto modo es uno de los principales motores de la actividad productiva y económica en general, al ser el primer eslabón en las mismas. La evolución de la construcción es reconocida como un indicador de crecimiento y dinamismo para el desarrollo, ya que con el transcurso de los años, se ha enriquecido con nuevas tecnologías y avances científicos. Este impetuoso desarrollo, demanda cada día más una preparación técnica rigurosa, desde la concepción hasta las etapas finales de las obras, para así lograr seguridad, funcionalidad y durabilidad de la misma.

La interacción con el Medio Ambiente y otras causas producidas a lo largo de la extensa etapa de uso y operación de las edificaciones, ocasionan diferentes deterioros que afectan seriamente a los componentes de estas estructuras y por tanto a los parámetros anteriormente mencionados.

La fisuración es un ejemplo concreto de estas patologías, siendo de las más significativas que caracterizan las obras de hormigón. Estas presentan condiciones de aspecto superficial que inciden directamente en lo funcional siendo una de las razones de más peso en la durabilidad de la estructura, además de que dichas afectaciones pueden ser de carácter estético. Diagnosticar a tiempo e intervenir aceptadamente en ellas, evita su propagación e influencia negativa sobre la vida útil de una edificación.

Este fenómeno puede surgir por varias causas: tensiones por la aplicación de carga, mala calidad y laborabilidad del cemento, ataque por sulfatos, corrosión del esfuerzo, reacción álcalis-agregados, el congelamiento, la contracción no uniforme y los cambios de volumen por temperatura o las derivadas de la propia naturaleza del hormigón, es decir, que ocurren por cambios autógenos de volumen comúnmente llamados como retracción.

En la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, específicamente en el Centro de Investigación y Desarrollo de Estructuras y Materiales (CIDEM) ubicado en la Facultad de Construcciones, se lleva a cabo un estudio e investigación detallada sobre las deformaciones o fisuras por retracción a petición de la Asociación Económica Internacional (AEI) UCM-*Bouygues Bâtiment International* (BBI). Dicha investigación tuvo sus inicios en las estructuras tipo *Bungalows* de la Cayería norte de Villa Clara donde obtuvieron como diagnóstico que las fisuras producidas, no son causadas por

factores de tipo estructural, o tensiones producidas que no hayan sido tenidas en cuenta en el proceso de diseño de la estructura sino que pueden estar relacionadas con los efectos del cambio de volumen propio del proceso de hidratación del cemento y la retracción provocada por gradientes de humedad relativa durante el secado a edades superiores, al encender el aire acondicionado dentro de las habitaciones .

La presente investigación dará continuidad a este estudio, partiendo de una hipótesis ya trazada, la cual será profundizada y mejorada con nuevas propuestas. Teniendo en cuenta este análisis o conclusión podemos dar inicio a la misma, pues este Proyecto se desarrollará en la provincia de Ciego de Ávila específicamente en Cayo Coco zona que presenta condiciones similares a las de Cayo Santa María.

Problema científico

¿En qué medida la variación de los constituyentes de los hormigones de los *bungalows* de Cayo Coco influye en la disminución de los valores de retracción?

Como respuesta al problema científico planteado se presenta la siguiente

Hipótesis

La variación de los constituyentes en las mezclas disminuye los valores de retracción, en hormigones empleados en los *bungalows* de Cayo Coco.

Objetivo General de la Investigación

Obtener una disminución de los valores de retracción en hormigones empleados en los *bungalows* de Cayo Coco con la variación de sus constituyentes.

Objetivos específicos:

- ❖ Realizar una revisión bibliográfica que confirme el estado del conocimiento sobre la retracción en los hormigones y los componentes del mismo.
- ❖ Caracterizar el cemento, los áridos y las adiciones de los hormigones utilizados en los *Bungalows* de Cayo Coco.
- ❖ Evaluar muestras de hormigones con diferentes condiciones del árido, que incluyan puzolanas (tobas zeolíticas) y aditivos controladores de encogimiento regidos por una dosificación certificada.
- ❖ Realizar el análisis de los resultados y determinar la influencia de los componentes de cada mezcla en los cambios volumétricos de estas.

Estructura del Trabajo de Diploma:

- + Portada
- + Resumen: Se argumenta brevemente la esencia del trabajo.
- + Índice
- + Introducción: Se exponen criterios fundamentales para adentrarnos en las verdaderas causas del problema que se plantea.
- + Capítulo # 1: Estado del arte sobre la retracción en hormigones.
- + Capítulo # 2: Evaluación de la retracción en hormigones.
- + Capítulo # 3: Análisis de los resultados.
- + Conclusiones: Aspectos más importantes y generales, principales resultados y aportes.
- + Recomendaciones: Aspectos a continuar, completar, validar, perfeccionar.
- + Bibliografía
- + Referencias bibliográficas: Se realizará según la Norma Harvard.
- + Anexos

Campo de acción

La evaluación de la retracción en mezclas de hormigón certificadas a partir de la variación de sus constituyentes.

Novedad Científica

La novedad científica está dada por el uso del Canal de Retracción y la utilización de dosificaciones certificadas para las obras hoteleras de Cayo Coco, haciendo variar sus constituyentes e incorporando tobas zeolíticas y un aditivo controlador del encogimiento.

Justificación de la investigación

El Centro de Investigación y Desarrollo de Estructuras y Materiales (CIDEM) de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas responde a una petición de prestación de servicios técnicos de la Asociación Económica Internacional entre la Unión de Construcciones Militares (UCM) y la empresa francesa *Bouygues Bâtiment International* (BBI) a través de relaciones contractuales.

CAPÍTULO 1. Estado del arte sobre la retracción en el hormigón

1.1 Reseña histórica del hormigón

El hormigón es considerado hoy, como el rey universal de los materiales de construcción y constituye en la historia de la humanidad uno de los inventos más significativos. El uso de este como elemento constructivo ha estado presente en multitud de estructuras y edificaciones desde los albores de la prehistoria hasta nuestros días. Paralelamente han ido evolucionando con él, tanto los elementos básicos de las obras en las que se ha utilizado este material como la propia puesta en obra del mismo, los ensayos que se realizan para asegurar la calidad y los aditivos utilizados en su elaboración (Civil., 2007).

Nuestros antepasados inicialmente se cobijaban en cavernas, centrales subterráneas y cualquier otra estructura de roca que le brindara la naturaleza. Con su desarrollo, el hombre sintió la necesidad de construir y procede a utilizar materiales minerales estables (piedra o roca) que tallaban para conformar los primeros muros sin ningún tipo de conglomerante, lo cual provocaba la rotura en la mayoría de los casos. Posteriormente con su afán de buscar un lugar que le brindase protección y seguridad, comenzó a crear pastas o morteros que le permitieran unir dichos mampuestos para poder conformar estructuras estables, dándose de esta manera los primeros pasos que conllevaron al surgimiento del hormigón.

En sus inicios se emplearon pastas elaboradas con arcillas, yeso o cal, pero estas no eran lo suficientemente resistentes antes las inclemencias atmosféricas. Así se fueron ideando diversas soluciones, mezclando agua con rocas y minerales triturados, para obtener pastas que no se degradasen con facilidad. En el Antiguo Egipto por ejemplo se utilizaron pastas obtenidas con mezclas de yeso y calizas disueltas en agua, para poder unir sólidamente los sillares de piedra (Nistal et al., 2012).

También en la antigua Grecia, hacia el 5 00 a. C, se mezclaban compuestos de caliza calcinada con agua y arena, añadiendo piedras trituradas, tejas rotas o ladrillos, dando origen al primer hormigón de la historia, utilizando tobas volcánicas extraídas de la isla de Santorín (FIHP, 2002).

Los antiguos romanos emplearon tierras o cenizas volcánicas, que contienen sílice y alúminas, que al combinarse químicamente con la cal daban como resultado el

denominado cemento puzolánico. A esta masa le agregaban jarras cerámicas o materiales de baja densidad para reducir el peso de los muros y obtuvieron así el primer hormigón aligerado (FIHP, 2002).

Tras la caída del Imperio Romano, el hormigón fue poco utilizado, posiblemente debido a la falta de medios técnicos y humanos; no se encuentran muestras de su uso en grandes obras hasta el siglo XIII, en que se vuelve a utilizar en la célebre Torre de Londres, en Inglaterra.

Durante el siglo XIX, en el año 1824, el albañil inglés Joseph Aspdin crea el cemento Portland Puzolánico, lo cual significó un gran paso en la historia del hormigón.

A finales del siglo XIX ya existía la posibilidad de describir en términos matemáticos las fuerzas y las tensiones de edificios grandes y complejos, lo cual derivó en un rápido desarrollo de la construcción con hormigón armado (Hormigón + Acero) ya que ofreció tanto a arquitectos como a ingenieros una nueva libertad en el proyecto cuya consecuencia fue un uso intensivo de este material en todos los tipos de construcción (Díaz, 2012).

Ningún otro material constructivo ha alcanzado un uso tan extendido en arquitectura e ingeniería como el hormigón. Por su sencilla elaboración y su amplia disponibilidad, el hormigón es, sin duda, el material constructivo de los siglos XX y XXI (Infante, 2008).

1.2 Hormigón

Hormigón o Concreto, material artificial utilizado en ingeniería que se obtiene mezclando cemento Portland, agua, algunos materiales bastos como la grava y otros refinados, y una pequeña cantidad de aire. El hormigón es casi el único material de construcción que llega en bruto a la obra. Esta característica hace que sea muy útil en construcción, ya que puede moldearse de muchas formas. Presenta una amplia variedad de texturas y colores y se utiliza para construir muchos tipos de estructuras, como autopistas, calles, puentes, túneles, presas, grandes edificios, pistas de aterrizaje, sistemas de riego y canalización, rompeolas, embarcaderos y muelles, aceras, silos o bodegas, factorías, casas e incluso barcos. Otras características favorables del hormigón son su resistencia, su bajo costo y su larga duración. Si se mezcla con los materiales adecuados, el hormigón puede soportar fuerzas de compresión elevadas. Su resistencia longitudinal es baja, pero reforzándolo con acero y a

través de un diseño adecuado se puede hacer que la estructura sea tan resistente a las fuerzas longitudinales como a la compresión. Su larga duración se evidencia en la conservación de columnas construidas por los egipcios hace más de 3.600 años (Alconz, 2006).

1.2.1 Materiales constituyentes

1.2.1.1 Cementos

Según Adam N. Neville referenciado por (Becker, n.d), “el cemento puede definirse como un material con propiedades tanto adhesivas como cohesivas, las cuales le dan la capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar todo un compacto”. A esta definición puede agregársele que tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que al endurecer, conservará su resistencia y estabilidad. El cemento hidráulico se fábrica generalmente a partir de materiales minerales calcáreos, tales como caliza, y por alúmina y sílice, que se encuentran como arcilla en la naturaleza (Becker, n.d).

- Tipos de cementos

Existe una diversa gama de cementos disponibles en nuestro medio, como los cementos Portland, los cementos de albañilería utilizados para la elaboración de morteros, cementos blancos, cementos colas, así también como los cementos que se enumeran en las normas NE: Cementos resistentes a los sulfatos, cementos resistentes al agua de mar, cementos de bajo calor de hidratación, cementos para usos especiales, cementos naturales, cementos de aluminato de calcio, etc. Es importante distinguir los de uso general y los de uso especial. La diferencia está en función de la resistencia mecánica desarrollada y la durabilidad que presenta cada uno, con respecto al tiempo y los diferentes agentes agresivos. Conocer su correcta identificación de acuerdo a sus características y componentes, además de otros parámetros por los que se debe regir para su uso (clase de exposición, circunstancia de hormigonado, temperatura, características del lugar) y el tipo de elemento a hormigonar (Dimensiones, resistencias mecánicas, etc.) nos permitirá darle un uso óptimo como material aglomerante que es (Arriola, 2009).

1.2.1.2 Áridos

La NC 120:2007 “Hormigón Hidráulico. Especificaciones” define al árido como el material mineral granular adecuado para su uso en el hormigón. Estos pueden ser naturales,

artificiales o reciclados a partir de materiales previamente utilizados en la construcción (Betancourt, 2009).

También los áridos se dividen según su tamaño en áridos finos y gruesos. Los primeros consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que van desde 4 ó 5 mm hasta mayores de 60 µm; los segundos son aquellos cuyas partículas son mayores de 4 mm hasta 125 mm (Alconz, 2006). A continuación se muestra de manera más organizada un esquema que refleja en orden creciente el tamaño oscilante de cada árido para obtener su granulometría y clasificación.

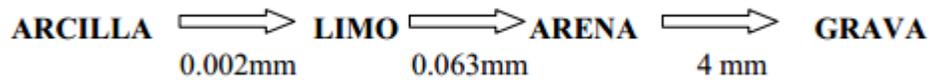


Figura 1.1. Tamaño de partículas

No obstante el tamaño se puede definir también a partir de los porcentos que pasan por los tamices correspondientes, es decir, que se denomina tamaño máximo de un árido, la mínima abertura de tamiz por el que pase más del 90 % en peso, cuando además pase el total por el tamiz de abertura doble y tamaño mínimo de un árido, la máxima abertura de tamiz por el que pase menos del 10 % en peso (Alconz, 2006). El tamaño máximo del árido se define en función a la construcción, en función a la armadura, espesor mínimo de la losa superior, etc. La tabla 1.1 muestra la clase de áridos utilizados según el tipo de hormigón.

Tabla 1: “Relación entre el tipo de hormigón y los agregados” Tomado de (Alconz, 2006).

TIPOS DE HORMIGÓN	CLASES DE ÁRIDOS		
	ÁRIDOS NATURALES		ÁRIDOS ARTIFICIALES
	RODADOS	MACHACADOS	
Pesado		Espatos pesados triturados Magnetita triturada Barita triturada Limonita trturada	Viruta de acero Limaduras de acero Chatarra de acero
Normal	Arena de río Gravilla de río Arena de cantera Gravilla de Cantera Grava de cantera	Arena de trituradora Gravilla machacada Grava machacada Gravas de piedra natural: Granito Sienita Diorita Gabro Pórfidos Bosalto Lava basáltica Calizas Grauwacas Mármol Gneis Pizarra dura	Escorias altos hornos : Siderúrgicas Cúpricas
Ligero	Arena natural muy fina Pómez natural Lava porosa Arcilla expandida	Lava porosa triturada Tobas trituradas Virutas de madera Tiras de madera	Escorias granulada de alto horno Pómes sinterizado artificial Escorias de caldera Ladrillo triturado Pizarra esponjada Cenizas Arcilla expandida Polímeros expandidos granulados

Los áridos deben poseer por lo menos la misma resistencia y durabilidad que se le exija al hormigón, así como respetar otros criterios de elección como la dureza, trabajabilidad / puesto en obra, adherencia, compacidad y costos.

Pueden ser de origen natural como artificial. Los de origen natural pueden ser obtenidos en graveras o depósitos, o procedentes de la trituración. Por su parte los artificiales se obtienen en industrias destinadas específicamente a estas producciones. Su función en el hormigón no es solo económica sino también técnica, ya que estos repercuten en las propiedades del hormigón tanto en su estado fresco como endurecido, tales como la disminución de la fisuración, la resistencia mecánica, la durabilidad y la resistencia química (Betancourt, 2009).

Debe resaltarse el hecho de que las características esenciales que han de presentar los áridos no son las mismas siempre, y que la selección depende de las características que se le fijen al hormigón deseado y muy especialmente a las condiciones locales en cuanto a fuentes de suministro, transporte, etc. (Betancourt, 2009).

Los áridos que se emplean en hormigones se obtienen mezclando tres o cuatro grupos de distintos tamaños para alcanzar una granulometría óptima. Tres factores intervienen en una granulometría adecuada: el tamaño máximo del árido, la compacidad y el contenido de granos finos (Casanova).

Las propiedades más apreciadas en los áridos se relacionan con su aspecto físico-mecánico y con su comportamiento químico. En general se requiere un material pétreo que sea químicamente inerte, resistente a los esfuerzos mecánicos, de buena adherencia y que su distribución granulométrica satisfaga las exigencias establecidas para el conjunto (Betancourt, 2009).

1.2.1.3 Adiciones

Definición: Compuestos orgánicos o inorgánicos que modifican las propiedades de los materiales conglomerados en estado endurecido. Pueden estar incorporadas al cemento (inorgánicas) y pueden ser activas (reaccionan con los productos de hidratación del Clinquer) sin variar mucho la resistencia, o inactivas, no aportan ninguna resistencia (Barluenga, 2008).

Según el Art. 29.2, EHE-99 las adiciones son: Materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales (Rivera).

- **Puzolanas:**

De acuerdo con la ASTM (*American Standard Testing Materials*), las puzolanas son materiales silíceos o aluminosos que por sí mismos poseen poca o ninguna actividad hidráulica, pero que finamente divididos y en presencia de agua pueden reaccionar con hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) a temperatura ambiente para formar compuestos con propiedades cementantes (Gómez, 2013).

Las puzolanas pueden clasificarse, en dependencia de su origen, en naturales o artificiales. Las puzolanas naturales son las rocas existentes en la naturaleza que no precisan para su empleo nada más que la molienda, siendo característico de ellas que en su composición química predomine la sílice, el aluminio y el hierro. Las mismas no están distribuidas uniformemente en el planeta, pero hay varias zonas donde estos materiales son abundantes, en especial en el llamado “cinturón de fuego”. Por otro lado, las puzolanas artificiales son subproductos de procesos altos consumidores de energía, ya sea por las altas temperaturas requeridas en la calcinación o combustión de materias primas, así como por el alto costo tecnológico asociado al mismo (Castillo, 2010).

1.2.1.4 Aditivos

Son aquellas sustancias o productos químicos que, incorporados al hormigón antes o durante el amasado, generalmente dosificada por debajo del 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada en el mismo (tanto en estado fresco o endurecido) de sus propiedades habituales o de su comportamiento de tal manera que el material se adapte de una mejor forma a las características de la obra o las necesidades del constructor.

Algunas de estas son la trabajabilidad y exudación en estado fresco, el tiempo de fraguado y resistencia inicial de la pasta de cemento y la resistencia, impermeabilidad y durabilidad en estado endurecido (Rivera).

Es importante tener presente que el uso de los aditivos debe justificarse siempre y cuando la adición de este a la mezcla produzca el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón (Alvarez, 2014).

1.2.1.5 Agua

El agua para el hormigón se utiliza en las diferentes etapas del mismo:

- Agua de contacto (Agua del mar, selenitosas, orgánicas, otras)
- Agua de amasado (Hidratación, consistencia y A/C)
- Agua de curado (Endurecimiento, Retracciones hidráulicas)

El agua de contacto es fundamental en el hormigón para que se produzca el endurecimiento y fraguado de la mezcla, de ahí que tenga que ser un agua limpia y libre de impurezas perjudiciales como aceite, ácidos, álcalis y sales. Se emplearían, por tanto, aguas destiladas, desionizadas o, en el caso de aguas marinas, de ríos o embalses, se prestará atención a los contenidos de impurezas y sales contaminantes... (Alvarez, 2014).

El agua de amasado interviene en las reacciones de hidratación del cemento. Se debe fijar la cantidad de agua estrictamente necesaria para hacer las mezclas de hormigón, puesto que ambos extremos, ya sea menos de la cantidad requerida o más la afectan. El exceso de agua en la mezcla puede provocar una disminución de la resistencia del hormigón, debido a que el agua sobrante, que no interviene en la hidratación se evaporará dando lugar a la formación de huecos. Por otra parte si se utiliza menos agua de la requerida se dificultará la laborabilidad de la mezcla y además conlleva a una difícil colocación en la obra (FIHP, 2002, Jiménez et al., 1987).

Durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón se añade el agua de curado para evitar la desecación y mejorar la hidratación del cemento (FIHP, 2002).

Las dosificaciones del agua aparecen en la NC 353:2004.

1.2.2 Propiedades del hormigón

El hormigón hidráulico se presenta de una forma más o menos plástica al ser mezclados sus componentes en las primeras horas de manera que permite moldearse (Hormigón fresco). Mientras pasa el tiempo y se produce la hidratación del cemento la masa plástica pasa a ser un material sólido con características pétreas (Hormigón endurecido). Las propiedades del hormigón en estado fresco influyen grandemente en las propiedades del hormigón endurecido.

Propiedades en estado plástico:

Consistencia

La consistencia es la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse y consiguientemente ocupar todos los huecos del molde o encofrado(Alvarez, 2014).

Esta es un índice indirecto de evaluar la docilidad. Se trata de un parámetro fundamental del hormigón fresco que permite el control de la cantidad de agua de amasado(Costafreda et al.).

La consistencia se fija antes de la puesta en obra, analizando cual es la más adecuada para la colocación según los medios que se dispone de compactación (FIHP, 2002).

Los factores que modifican la consistencia del hormigón son:

- Contenido de agua
- Contenido de finos
- Tamaño máximo del árido grueso
- Forma de las partículas de los áridos
- Granulometría de los áridos
- Proporciones de la mezcla
- Presencia de aditivos

La medición de la consistencia se realiza a través del cono de Abrams, según el procedimiento que aparece en la NC 174:2002 “Hormigón fresco. Medición del asentamiento por el cono”.

Laborabilidad.

Conocida además por docilidad es la propiedad del hormigón que refleja la aptitud de este para dejarse fabricar, transportar, colocar y compactar, sin que se presenten afectaciones notables en dicha actividad (Betancourt, 2013).

Esta depende de dos factores:

- Las condiciones de fabricación y puesta en obra. (Se refiere a los medios y condiciones con que se cuenta para el amasado, trasiego, colocación, y sobre todo, para la compactación del hormigón.)
- La configuración y dimensiones del molde, así como la cuantía y distribución del acero de refuerzo (Stiopin, 1976).

Exudación.

El fenómeno conocido como exudación ocurre cuando durante la colocación y compactación de la mezcla de hormigón dentro de los encofrados, las partículas componentes del material se van re-acomodando gracias a la lubricación de la pasta-mortero de cemento y a la energía que se le aplica. De esta manera, ya asentadas las partículas más gruesas, una parte del agua “en exceso” es forzada a ascender dentro del volumen del material, logrando parte de ella salir a la superficie y formar una película de agua visible, en los elementos recién hormigonados. Otra parte del agua migra dentro de la masa de hormigón, pero al ser obstaculizado su movimiento queda atrapada bajo las partículas de los áridos, mayormente bajo las partículas planas alargadas y las barras de refuerzo en el hormigón (Betancourt, 2013).

La exudación influye negativamente en las propiedades del hormigón endurecido; al evacuarse el agua hacia la superficie crea a su paso poros capilares que dejan abierta una puerta a los agentes agresivos. Los hormigones que tuvieron mucha exudación generalmente son menos durables.

Los principales factores que influyen en este fenómeno son la relación agua/cemento y el contenido de finos en la mezcla. Para la medición de este fenómeno se determina el agua que es exudada en el proceso; y se realiza mediante la especificación de la NC 243:2003 “Hormigón. Pérdida de agua por exudación”.

Fraguado.

La principal cualidad de la pasta de hormigón que se forma mezclando cemento artificial y agua, es la de fraguado y endurecimiento, tanto al aire como bajo el agua. El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del cemento fluido al estado sólido. Posteriormente continúan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los constituyentes del cemento que provoca el endurecimiento de la masa que se caracteriza por un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas (FIHP, 2002).

El tiempo de fraguado se determina según la NC 168:2002 “Hormigón fresco. Determinación del tiempo de fraguado por Resistencia a la penetración”. Esta norma divide el tiempo de fraguado en tiempo de fraguado inicial y final.

- Tiempo de fraguado inicial (TFI): Tiempo transcurrido desde el contacto inicial del cemento y el agua de la mezcla, hasta que la resistencia a la penetración del mortero alcance un valor de resistencia de 3,5 MPa, medido en horas y minutos (NC-168, 2002).
- Tiempo de fraguado final (TFF): Tiempo transcurrido desde el contacto inicial del cemento y el agua de la mezcla, hasta que la resistencia a la penetración del mortero alcance un valor de resistencia de 27,6 MPa, medido en horas y minutos (NC-168, 2002).

Temperatura.

Esta temperatura es la referida a la suma de la generada por la hidratación del cemento más la condicionada por el ambiente. La misma, en un momento determinado, depende de muchos factores los cuales están vinculados unos con las características propias de la mezcla y otros condicionados por las condiciones ambientales y el tipo de elemento (Betancourt, 2013).

Según la NC 120:2007 “Hormigón hidráulico. Especificaciones”, la temperatura del cemento en el momento de su utilización no debe exceder los 50⁰ C.

La temperatura fresca del hormigón, determinada según los requerimientos de la NC354:2004 “Hormigón fresco. Determinación de la temperatura”, no debe superar los 35⁰ C.

En países con climas tropicales como Cuba es necesario efectuar el control de la temperatura del hormigón y adoptar medidas preventivas para evitar la fisuración prematura del hormigón y otros efectos negativos, como la pérdida de asentamiento y disminución de los tiempos de fraguado. Otros problemas se presentan en países fríos, pero por cuestiones evidentes no se analizan aquí (Betancourt, 2013).

Hay un número de opciones para controlar la temperatura del hormigón, que incluye el ajuste de la temperatura de los materiales constituyentes y/o el enfriamiento de la mezcla. La temperatura de la mezcla de hormigón depende en su mayoría de la temperatura de sus materiales componentes (cemento, áridos y agua), que en el caso de los áridos por constituir del 75 al 80% del volumen, representan el mayor aporte.

Algunas recomendaciones para controlar la temperatura de los áridos son:

- Almacenaje en locales techados.

- Conservándolos húmedos con rociadores.
- El almacenamiento en depósitos pintados de blanco.
- Cuando se requiera el enfriamiento del hormigón pueden emplearse varias vías. Una manera muy efectiva es el uso de agua fría o incluso hielo finamente molido como parte del agua de amasado.

Contenido de aire y peso unitario.

Cuando normalmente se efectúa la colocación y compactación de un hormigón en los moldes, siempre queda una cierta cantidad de aire “atrapado”. Bajo condiciones normales, la cantidad de aire atrapado es de alrededor de un 2 % (unos 20 litros/m³). Desde luego que una compactación deficiente dejará la masa de hormigón menos compacta, y pueden quedar coqueas adicionales al aire atrapado, pero en este caso se refiere al aire que queda en un hormigón “compactado”. Claro que el peso unitario de un hormigón dependerá de su grado de compactación, contenido de aire atrapado y del peso específico de los materiales constituyentes (en sus cantidades respectivas) (Betancourt, 2013).

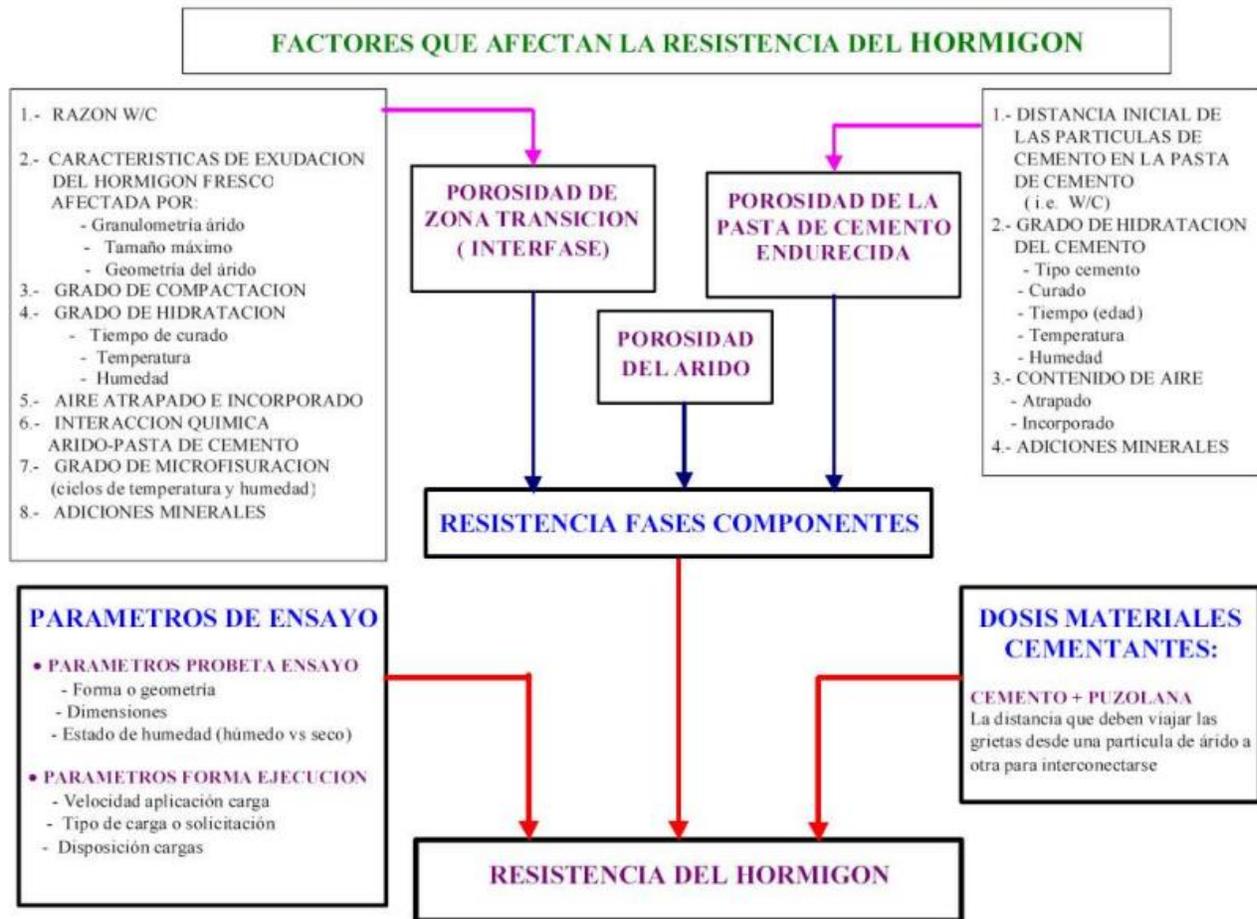
Propiedades en estado endurecido:

Resistencia a la compresión

La resistencia del hormigón se debe en una parte al aporte combinado de efectos físicos y químicos presentes en el conglomerado, pero fundamentalmente depende de la resistencia de la pasta de cemento endurecida (que influye en la resistencia del mortero) y de la adherencia pasta -agregado. No se hace referencia a la resistencia del agregado, ya que en los hormigones se acostumbra a utilizar áridos con una resistencia superior a la resistencia que se pretende lograr en el hormigón (Betancourt, 2013).

La resistencia que presenta frente a los esfuerzos de compresión es la más elevada de todas, cifrándose en unas 10 veces la de tracción, y es la que más interés presenta en su determinación, dado que en la mayor parte de las aplicaciones del hormigón se hace uso de esa capacidad resistente y que, por otra parte, la resistencia a compresión es un índice de la magnitud de otras muchas propiedades del mismo (Arquitectuba, 2009).

Figura 1.2 “Factores que afectan la resistencia del hormigón a compresión” (Bauersfeld, 2004)



✚ Durabilidad.

Esta se define como la capacidad para soportar durante la vida útil para la que ha sido diseñada, las acciones físicas y químicas del ambiente donde estará expuesta, protegiendo además las armaduras y elementos metálicos embebidos en su interior.

La durabilidad del hormigón y la protección de las armaduras frente a la corrosión se garantizan, logrando que este tenga una permeabilidad reducida, realizando una mezcla con una relación a/c baja, una compactación idónea, un peso de cemento adecuado y la hidratación suficiente de este, añadiendo agua de curado para completarlo (FIHP, 2002).

✚ Adherencia.

Esta se basa en la perfecta unión entre el hormigón y el acero de refuerzo, resistiendo bien el primero los esfuerzos de compresión y el segundo los esfuerzos a tracción. Se mantiene de manera adecuada en el material compuesto hormigón armado, debido entre otros factores al hecho de que los coeficientes de dilatación de ambos materiales son parecidos (Betancourt, 2013).

✚ Permeabilidad.

La permeabilidad del hormigón es una propiedad en muchos casos decisiva ya que ella influye en la capacidad de transporte de agentes a través del hormigón, lo cual tiene especial significado en la durabilidad, en la resistencia a la congelación, etc. Esta depende en gran medida de la permeabilidad del mortero y de la pasta de cemento endurecida, pues es donde se encuentran los poros permeables capaces de permitir el paso de sustancias, mediante distintos fenómenos (Betancourt, 2013).

✚ Fatiga.

El comportamiento del hormigón sometido a cargas repetidas es distinto al sometido a cargas estáticas. La repetición de millones de cargas durante la vida de un elemento de hormigón puede determinar el fallo del mismo, con una disminución de la resistencia. Este fenómeno recibe el nombre de fatiga, pues iguales tensiones van provocando cada vez mayores deformaciones (Betancourt, 2013).

✚ Retracción.

La retracción en el hormigón se produce debido a que la desecación en este es mayor en las partes exteriores que en las interiores, generándose tensiones internas de tracción a causa de la retracción desigual, lo cual conduce a la formación de fisuras en la masa de hormigón, particularmente en la interface árido-pasta (Betancourt, 2013).

Factores que modifican la magnitud de la retracción: (imcyc, 2011)

- Alto contenido de agua en el hormigón: Cuanto mayor sea la cantidad de agua mayor será la retracción hidráulica.
- Alta dosificación de cemento: Esto conlleva a la necesidad de emplear más cantidad de agua lo que genera los mismos problemas anteriores.
- Edad del hormigón: Menor retracción a mayor edad.
- Grado de exposición de la pieza: Mayor exposición mayor retracción.

- Espesor de la pieza: Mayor retracción a menor espesor.
- Cuantía y disposición de las armaduras: A mayor cuantía menor retracción.
- Humedad del ambiente de curado: Los ciclos de humedad y sequedad debidos a la lluvia y al sol dan lugar a contracciones y expansiones que pueden generar tracciones que causen la fisuración.
- Naturaleza de los áridos: La retracción de estos influye en la del hormigón.
- Contenido de áridos: Estos reducen la retracción.
- Relación a/c de la mezcla: A igualdad de relaciones a/c la retracción aumenta con la dosis de cemento.
- Proporción árido/cemento: Mientras mayor sea esta menor será la retracción.
- Curado: Cuanto más prolongado sea el curado menor será la retracción

1.2.3 Proceso de fabricación del hormigón

Diseño de la mezcla

Este se realiza según el método que se fije y partiendo de los datos que se tienen del hormigón que se quiere lograr, como son la resistencia característica, la consistencia, el tamaño máximo del árido, la magnitud de volúmenes que se va a hormigonar, la forma de las piezas, la temperatura, la humedad relativa, etc.(Thomas et al., 2001).

Elaboración de la mezcla

Para la elaboración de la mezcla se analizan dos etapas: una de medición y la otra de mezclado de los materiales. La medición de cada uno de los materiales debe hacerse de manera precisa, ya sea por volumen o por peso.

El mezclado tiene como objetivo distribuir uniformemente las diferentes materias primas utilizadas, de manera que todas las porciones que se elijan de una mezcla, presenten la misma composición, es decir que sea homogénea. Su comprobación se realiza a través de la NC 239:2005 “Hormigón fresco. Determinación del coeficiente de uniformidad de mezclado.”

Transporte y entrega de la mezcla

Durante el transporte y la entrega de la mezcla se debe garantizar que esta no pierda sus propiedades, para lo cual se debe tener en cuenta las condiciones disponibles para realizar ambas tareas. Factores que se deben tener en cuenta para la selección adecuada del medio de transporte para una situación dada:(Stiopin, 1976)

- Distancia de traslado.
- Cantidad de hormigón a transportar.

Se debe destacar que el proceso de transporte está limitado por los tiempos de fraguado del hormigón. El tiempo que se demoran en realizar las operaciones de transporte y entrega no deberá exceder la hora y media, desde que se elabora el hormigón hasta que se coloca en obra, pudiéndose modificar este tiempo si se usa convenientemente algún aditivo (Stiopin, 1976).

La medición de la temperatura del hormigón a la hora de entrega se realiza a través de la NC 354:2004 “Hormigón fresco. Determinación de la temperatura”.

Colocación del hormigón

La mezcla de hormigón deberá ser colocada antes de que comience su fraguado inicial. Se tomarán las medidas necesarias para evitar la segregación de la mezcla durante el vertido y la colocación. La altura de caída libre de la mezcla no será superior a los dos metros. Los espesores de capas para la colocación no serán inferiores a los 15cm ni superiores a los 30 cm (NC-120, 2014).

El hormigonado se realizará una vez que se hayan concluido los trabajos preparatorios que incluyen la revisión de la armadura con sus separadores, insertos y acometidas, el chequeo del encofrado, su limpieza y estabilidad, así como el humedecimiento previo del encofrado y el sustrato en caso necesario (NC-120, 2014).

La guía para la preparación, mezclado, transporte y vertido de la mezcla se encuentra en la NC 412:2005.

Compactación

Esta se realiza con el objetivo de aumentar la compacidad de la masa, mediante la expulsión de aire y el reacomodo de sus partículas. La compactación será más cuidadosa en los fondos y paredes del encofrado, así como en los vértices y aristas, sin permitir que el dispositivo de compactación entre en contacto directo con el encofrado, ni con el acero de refuerzo (NC-120, 2014).

Es recomendable sumergir el vibrador lentamente hasta que el aire y el agua aparezcan en la superficie, no se debe dejar demasiado tiempo en el mismo sitio, pues se produciría la segregación de los materiales. Los hormigones demasiados líquidos es preferible no vibrarlos por su fácil segregación. Además no se debe introducir el

vibrador al azar, sino de manera sistemática y la penetración de la aguja y extracción de la misma debe hacerse siempre verticalmente. Los requerimientos a cumplir durante la compactación se pueden encontrar en la NC 482:2006 (NC-120, 2014).

Curado

Se entiende por curado el procedimiento mediante el cual se evita que parte del agua de amasado del hormigón se pierda por distintas vías (Betancourt, 2013)

Si se permite la fuga desmedida del agua, puede ocurrir que la restante sea insuficiente para la correcta hidratación del cemento, de ahí la importancia de garantizar condiciones adecuadas que impidan la pérdida de agua, en otras palabras, el curado del hormigón es el mantenimiento de las condiciones de temperatura y humedad adecuadas para que se produzca de manera conveniente el proceso de fraguado y endurecimiento (Stiopin, 1976).

La importancia del curado puede comprenderse mejor si se tiene en cuenta que este proceso evita o disminuye en gran medida fenómenos tales como la fisuración por retracción y favorece el sellado de los conductos capilares provocados por la exudación, etc. La NC 293:2005 “Código de buenas prácticas para el curado del hormigón” establece los requisitos para los diferentes métodos de curado del hormigón (Betancourt, 2013).

1.3 La fisuración por retracción en el hormigón

El hormigón es un material que está sujeto a constantes cambios durante su fraguado y endurecimiento, provocando, en el mismo, deformaciones debidas a cambios volumétricos o también llamado fenómeno de la retracción. Son diversas las causas que conducen al mismo, el cual puede conllevar consecutivamente a la fisuración del hormigón y posterior deterioro de la estructura, por lo que constituye un tema de gran importancia además de ser un objetivo de la investigación.

1.3.1 Fisuración como concepto

La fisuración es un fenómeno físico que aparece en elementos estructurales de hormigón consistente y su comportamiento puede variar según las condiciones de exposición en el medio y al origen de su aparición. Estas aberturas en general no comprometen la resistencia estructural pero permiten la penetración de diversas especies de aniones corrosivas que

eventualmente pueden afectar la armadura de un elemento de hormigón armado, comprometiendo su durabilidad y a largo plazo podría comprometer también su resistencia.

1.3.2 Fisuración como fenómeno

Las grietas y fisuras son roturas que aparecen en el hormigón u hormigón como consecuencia de tensiones superiores a su capacidad resistente.

Son muchas las causas que originan esta terrible enfermedad en el hormigón, las de origen químico, principalmente atribuidas a cambios derivados por la hidratación del cemento o por la oxidación del acero de refuerzo, mientras que las de origen físico, mayoritarias por demás, obedecen a dos tipos de acciones que aunque etimológicamente son totalmente diferentes, ambas producen cambios volumétricos significativos. Estos cambios son las expansiones y contracciones, ahora bien, cuando los elementos de hormigón están restringidos, la expansión origina esfuerzos de compresión y la contracción origina esfuerzos de tracción. El hormigón es particularmente débil ante este último tipo de esfuerzo, produciendo el agrietamiento cuando este sobrepasa sus valores de resistencia (Toirac, 2004).

Entre las acciones de origen físico que se pueden producir se encuentran:

- Acciones de carácter mecánico (cargas que originan esfuerzos) las cuales no son objetivo de estudio.
- Acciones de carácter espontáneo (retracciones y entumecimientos).

Las combinaciones de cargas, incluyendo las de peso propio, provocan valores de solicitaciones por unidad de superficie determinando variaciones en las dimensiones del elemento de hormigón, pudiendo a su vez desarrollar fuerzas apreciables. Cuando las variaciones de dimensión son "espontáneas", estas serán debidas a las retracciones y entumecimientos de hormigones (Toirac, 2004).

Las fisuras, de acuerdo a su momento de ocurrencia pueden originarse en la etapa de hormigón fresco o estado plástico, es decir, antes de finalizar el fraguado, o a partir de finalizado el fraguado, o sea, durante la etapa de endurecimiento del mismo donde el primer proceso juega un papel determinante para el segundo y su comportamiento (Toirac, 2004).

1.3.3 Clasificación de las fisuras (de acuerdo a su origen y momento de aparición).

Lo hasta aquí planteado permite presentar la siguiente clasificación atendiendo a los dos momentos por los que pasa el hormigón: (Toirac, 2004)

✚ Fisuras originadas en el estado plástico.

Dentro de este grupo se encuentran las fisuras originadas por la contracción plástica las cuales aparecen por varios factores como son:

- Retracción hidráulica durante el fraguado (contracción plástica)
- Exceso de vibración.
- Exceso de llana.
- Asentamiento plástico (su origen se encuentra principalmente en el hormigón luego de colocado en el molde.)

✚ Fisuras originadas en el estado endurecido.

Las fisuras originadas por movimientos espontáneos aparecen en el hormigón por diversas causas entre los que se encuentran:

- Retracción hidráulica (contracción por secado).
- Contracción por carbonatación.
- Retracción térmica.
- Entumecimientos por dilatación térmica.
- Entumecimientos por exceso de expansivos del cemento.
- Reacción álcalis-agregados.

Esta caracterización nos da la medida del amplio campo de este fenómeno, hecho que es de gran preocupación para todos los ingenieros y constructores en la actualidad. Como se pudo apreciar la retracción es una de las más reiterativas y por tanto una de las más significativas dentro de las causas que dan origen a la fisuración, por lo que se profundizara en ella.

1.3.4 El estado fisurado producto a la retracción

El fenómeno de retracción ocurre cuando el hormigón contrae su volumen durante los procesos de fraguado y endurecimiento, siempre que estos ocurran al aire libre. Hay que distinguir cuando se habla de retracción, la retracción hidráulica y la retracción térmica. Dentro de la retracción hidráulica conviene a su vez distinguir entre la retracción hidráulica que se puede presentar antes del fraguado y la que

ocurre después de este, es decir, a partir del inicio del endurecimiento (Toirac, 2004).

La retracción puede explicarse por la pérdida paulatina del agua en el hormigón. Independiente al agua absorbida por los agregados, el agua de mezclado luego de finalizado este, comienza a dividirse en cinco estados diferentes: (Toirac, 2004)

- El agua de reacción, combinación química o de cristalización.
- El agua de gel o pasta.
- El agua intercrystalina.
- El agua adsorbida, que forma meniscos en la periferia de la pasta de cemento que une los granos de agregados.
- El agua capilar o libre.

Si el hormigón no está en un ambiente permanentemente húmedo, el agua capilar y parte del agua adsorbida se irán evaporando progresivamente a la temperatura ordinaria desde la misma fase plástica, produciendo cambios de volumen originado por una contracción de menisco que obliga a que los granos de agregados se aproximen entre sí. Es por ello que la retracción, no es una fuerza como tal sino una deformación impuesta espontánea. Cuando el hormigón no es capaz de resistir esta deformación, éste rompe a causa de la tensión por tracción apareciendo la fisura (Toirac, 2004).

De forma general como pudimos apreciar en el epígrafe anterior las fisuras pueden aparecer en las estructuras por diversos motivos, siendo la retracción uno de ellos y la causa principal de nuestro fenómeno por lo que se convierte en uno de los objetivos o puntos a estudiar. Ahora dentro de la retracción específicamente podemos encontrar:

- La Retracción Química
- La Retracción Plástica
- La Retracción Autógena
- La Retracción por Secado

1.3.4.1 Retracción Química

Durante el proceso de hidratación del cemento ocurren cambios de volúmenes en los sólidos y líquidos de la mezcla de hormigón que se conocen como retracción química.

Los productos hidratados constituyen solo una parte del volumen total de cemento y agua al inicio del proceso (Herrera, 2014).

La retracción química continúa ocurriendo en una escala microscópica mientras dura la hidratación del cemento aunque después del fraguado inicial la pasta no se deforma tanto como cuando estaba en una condición plástica. Un aumento en la hidratación y por consiguiente en la retracción es compensado por la formación de vacíos en la microestructura. La mayor parte de este cambio de volumen es interno y significativamente no cambia las dimensiones externas visibles de un elemento (Díaz, 2012). La expansión que produce el calor generado por las reacciones de hidratación del cemento provoca tensiones en las zonas de temperaturas más frías del mismo elemento, por estar en contacto con el ambiente, o con volúmenes de hormigón puestos en obra con anterioridad que van impidiendo su libre movimiento de retracción inicial (Sant, 2009).

Debido a la retracción química se forman poros permeables que contribuyen a una depresión de la humedad relativa interna (Thomas et al., 2001).

Fisuración por retracción química

El tiempo de formación incluye desde horas hasta varios días de la puesta en obra. La manifestación son fisuras de forma similar a las de tracción o flexión. Como observación se plantea que si el hormigón es armado suelen ser de pequeña anchura y separadas. Aparecen en la superficie en forma serpenteante, ubicadas al azar y orientadas en cualquier dirección (Díaz, 2012).

1.3.4.2 Retracción Plástica

La retracción plástica ocurre debido a la pérdida de agua del hormigón fresco mientras este aun es plástico. Ocurre debido a la tensión que provocan los áridos al asentarse por la pérdida de agua, al ser más rápida la evaporación que la propia exudación del hormigón. Es decir si la humedad se evapora de la superficie del hormigón recién colocado más rápido de lo que puede ser reemplazada por el agua de exudación, el hormigón superficial se contrae. Debido a la restricción proporcionada por el hormigón debajo de la capa superficial que se seca y en proceso de rigidización se desarrollan tensiones de tracción que provocan fisuras (Thomas et al., 2001).

La retracción plástica comienza cuando el hormigón está sujeto a una pérdida de humedad muy rápida provocada por una combinación de factores que incluyen las temperaturas del

aire y el hormigón, la humedad relativa, la geometría del elemento (mayor en secciones delgadas) y la velocidad del viento en la superficie del hormigón. Estos factores pueden combinarse y provocar niveles altos de evaporación superficial en todo tipo de clima, también se asocia a un alto contenido de cemento y/o baja relación agua cemento (Grant et al., 2003).

Se pueden adoptar varias medidas como el uso de láminas plásticas para cubrir las superficies entre operaciones de acabado, resultan muy útiles los rompe-vientos que reducen la velocidad del viento y los parasoles que reducen la temperatura superficial, así como la realización de un curado satisfactorio (Grant et al., 2003).

Fisuración por retracción plástica

Ocurren a las pocas horas del hormigonado. Las grietas rodean los granos del árido horizontalmente son poco profundas pero de profundidad variable, que pueden formar un patrón poligonal aleatorio, o bien pueden aparecer básicamente paralelas unas a otras.

Estas fisuras a menudo son bastante anchas en la superficie. Su longitud varía entre pocos milímetros y más de un metro, y su separación puede ser de pocos milímetros o de hasta 3 m. Las fisuras por retracción plástica comienzan como fisuras de poca profundidad, pero pueden alcanzar de 25 a 50 mm (Díaz, 2012).

1.3.4.3 Retracción Autógena

La retracción autógena en las pastas, morteros y hormigones son los cambios de volúmenes macroscópicos (Visibles) causados por el proceso de fraguado; son cambios químicos y variaciones provocados por la desecación debida a la utilización del agua necesaria para el proceso de hidratación dada la ausencia de agua externa.

Es provocada por la tensión que se genera en la masa de hormigón no sujeta a fuerzas externas. Esta retracción es directamente proporcional al contenido de cemento en la pasta e inversamente proporcional a la relación a/c. El encogimiento químico es la fuerza motriz detrás del encogimiento autógeno (Sant, 2009).

Esta reducción macroscópica de volumen es mucho menor que la reducción absoluta provocada por el encogimiento químico debido a la rigidez que presenta la pasta endurecida (Díaz, 2012). Es un encogimiento que incluye cambios de volumen de la parte interna y externa que concierne a mezclas con relación a/c < 0.42 (Holt, 2001).

Fisuración por retracción autógena

Ocurren en los primeros días de la puesta en obra. Son fisuras importantes en muros y piezas de gran longitud que pueden alcanzar de 2 a 4 mm de ancho. Pueden limitarse por las armaduras o limitando el tamaño de las piezas con lo que variaría la restricción provocada por los mismos. Aparecen siguiendo las líneas del refuerzo (Díaz, 2012).

1.3.4.4 Retracción por secado

La retracción por secado es provocada por la pérdida de humedad de la pasta de cemento, la cual se puede contraer hasta un 1%. Por fortuna, los agregados proveen una restricción interna que reduce la magnitud de este cambio de volumen a aproximadamente 0,06% (Grant et al., 2003).

La magnitud de la retracción por secado depende principalmente de la cantidad y tipo de agregados y del contenido de agua de la mezcla. Cuanto mayor sea la cantidad de agregados, menor será la retracción. Cuanto más rígido sea el agregado, más efectivo será para reducir la retracción del hormigón. Cuanto mayor sea el contenido de agua, mayor será la retracción por secado (Grant et al., 2003)

La retracción que el hormigón sufre debida al secado consiste básicamente en una deformación volumétrica de contracción, como consecuencia del movimiento de humedad dentro del material cuando existe un gradiente de humedad relativa entre el medio ambiente y la estructura (Idiart).

Es decir, esta retracción, es debido a la pérdida de agua asociada al avance del secado hacia el interior de la masa de hormigón que causa una reducción del volumen de la pasta de cemento (Herrera, 2014).

Fisuración por retracción por secado

La fisuración superficial irregular en muros y losas constituye un ejemplo de retracción por secado a pequeña escala. Estas fisuras aparecen en el mortero en las primeras semanas e incluso meses, suelen tener de 4 a 8 mm de espesor y son de profundidad y longitud variable siendo incrementables con el tiempo. Su dirección es perpendicular a la superficie expuesta al secado y el sentido es ascendente (Díaz, 2012). Del 4 al 34% aparecen a los 14 días, del 40 al 80% aparecen a los 90 días y del 66 al 85% aparecen a los 365 días (Thomas et al., 2001).

1.3.5 Factores influyentes en la retracción

Muchos son los factores que modifican la retracción en el hormigón; entre los más significativos se encuentran el cemento, el agua, los áridos, curado, geometría, humedad relativa, entre otros.

Influencia del cemento

Actualmente, aún se discute la influencia de la finura del cemento en la retracción. La finura muy alta no necesariamente conduce a una retracción muy alta en el hormigón, pero si es posible que ésta se acelere de manera que se produzca un aumento en el agrietamiento.

El tipo y la composición del cemento no son factores que influyan en la retracción, si se toma en cuenta la diferente rapidez en la adquisición de la resistencia y se comparan hormigones hechos con diferentes cementos que tengan la misma relación esfuerzo-resistencia (es decir, la relación de esfuerzo aplicado a la resistencia en el momento de aplicar la carga). Un alto contenido de cemento puede afectar la retracción, traducido en un incremento del calor de hidratación y la consiguiente evaporación del agua en la superficie del hormigón contribuyendo a la aparición de grietas en la interface árido-pasta, además un aumento en el contenido de cemento da lugar a la necesidad de emplear más agua con lo cual aparecen problemas de fisuración y pérdida de resistencia (Sant, 2009).

Influencia del contenido de agua

Algunas veces se considera que el contenido de agua en el hormigón es un factor principal en la retracción. El papel principal del contenido de agua es el de reducir la proporción en volumen del agregado restringente. Así, la relación entre el contenido de agua y la retracción no es fundamental siempre que al variar el contenido de agua varíe la relación a/c (Sant, 2009).

Añadir un exceso de agua de amasado para conseguir una masa homogénea y trabajable sin un ajuste de la relación a/c implica en cualquier caso un aumento de la porosidad, de la retracción y de la fisuración del hormigón endurecido y una disminución de la resistencia ya que esta agua de amasado escapa en su mayor parte de la masa en un momento u otro durante el endurecimiento. ([Ver Anexo 1, figura1](#)) (BASF, 2009).

Influencia del árido

Un factor importante es el agregado, por su efecto moderado sobre la contracción libre de la pasta de cemento puro. Se ha encontrado que la contracción del hormigón (S_c) sigue la relación: (Betancourt, 2009)

$$S_c = S_p (1 - g)^n$$

Donde

- S_p - Contracción de la pasta de cemento puro

- g - Concentración de volumen del árido en el hormigón (en el contenido de agregados en volumen)

- n - Constante empírica que varía entre 1.2 y 1.7

Puede verse que el contenido volumétrico de agregado tiene una influencia considerable en la magnitud de retracción que se produce realmente en el hormigón. El tamaño máximo y la granulometría del agregado no son factores principales y sólo afectan la retracción en cuanto a que controlan la pobreza de la mezcla, es decir, el contenido de áridos.

El grado de restricción que presenta el árido depende de sus propiedades elásticas. Por tanto existe una relación directamente proporcional entre la retracción y el módulo de elasticidad del agregado usado.

Muy pocos áridos de los que se usan comúnmente están en sí sujetos a retracción. Los que lo están ordinariamente también tienen una elevada absorción, de manera que se puede usar la prueba de absorción para comprobar la posibilidad de que un árido sea del tipo de los que se retraen. Si la absorción es alta, deberán hacerse pruebas con el agregado sospechoso (Sant, 2009).

Se ha demostrado que la porosidad del agregado influye en las deformaciones plásticas pero, como los agregados con una gran porosidad generalmente tienen un módulo de elasticidad inferior, no es posible separar con facilidad la influencia de estos factores.

La presencia de arcilla en el agregado disminuye el efecto de restricción en la contracción y como la propia arcilla está sujeta a contracción, el recubrimiento de arcilla en el agregado puede aumentar la retracción hasta en un 20% (Sant, 2009).

Es por esto que se buscan métodos para tratar de eliminar la mayor cantidad de arcilla en los áridos y así lograr mejores resultados en cuanto a la retracción del hormigón. Un lavado

óptimo luego del procesamiento normal que tiene en cantera, es una opción por la cual se está investigando.

Influencia del curado

Se produce retracción cualquiera que sea la edad a la que comienza el secado y una vez que comienza prosigue durante mucho tiempo: se han observado algunos movimientos aún después de 28 años, pero es posible que parte de la retracción a largo plazo se deba a la carbonatación, pero la tasa de contracción a grandes edades es tan lenta que no tiene importancia. No todos los hormigones se contraen con la misma rapidez pero para los estructurales, expuestos a una humedad relativa de 50 y 70%:

- Del 14 a 34% de la retracción a los 20 años, se produce en 2 semanas.
- Del 40 al 80% de la retracción a los 20 años se produce en 3 meses.
- Del 66 al 85% de la retracción a los 20 años se produce en 1 año.

De esta disertación puede decantar la importancia del estudio de la retracción del hormigón en edades tempranas, así como la necesidad del proceso de curado como medio de prevención de una desecación acelerada o prematura que produciría fisuras y retracciones además de dificultar el proceso de hidratación (Arquitectuba, 2009).

Efecto de la geometría

Aunque la contracción libre es una propiedad inherente de una mezcla determinada en condiciones específicas, la retracción observada se rige por el grado de secado que se puede producir. Por tanto, es un factor importante el tamaño del miembro de hormigón que se encuentra en proceso de secado (Arquitectuba, 2009).

La influencia del tamaño en la retracción muestra el hecho de que, en cualquier instante, diferentes partes de un miembro de hormigón se secan en mayor o menor medida y, por supuesto, la pérdida de humedad sólo se produce en la superficie. De esta manera, la contracción no es uniforme y es inevitable que el núcleo más húmedo produzca una restricción.

El efecto del tamaño se puede tomar en cuenta indirectamente por la relación de la superficie de secado al volumen de hormigón que implica. Los elementos en forma de placa aunque poseen un secado más uniforme tienen una superficie de secado de mayor magnitud lo que influye directamente en la evaporación del agua presente en el gel lo que lleva a la retracción de la superficie y aparición de grietas (Sant, 2009).

Influencia de la humedad relativa

La humedad relativa es un factor importante, estrictamente hablando, no es la humedad en sí lo que importa, sino el proceso de secado mientras el hormigón está en proceso de retracción. Por tanto, la humedad relativa carece de importancia si el mismo ya alcanzó su equilibrio hidráulico ya que en ese momento la retracción es muy pequeña.

La explicación del fenómeno no se hace simplemente en función de una pérdida adicional de agua del hormigón; el mecanismo por el cual la humedad relativa afecta la retracción es relativamente complejo, siendo uno de los factores claves el hecho de que el equilibrio de la presión del vapor del agua absorbida dependa de su estado de esfuerzo (Betancourt, 2009).

Influencia de la resistencia

La edad en que el hormigón se carga constituye un factor en la retracción, ya que influye en el grado de hidratación y la adquisición de resistencia. Para un contenido constante de lechada de cemento y los mismos esfuerzos aplicados, la retracción sufrida por el hormigón es inversamente proporcional a la resistencia del hormigón (Betancourt, 2010).

La resistencia del hormigón (cualquiera que sea la naturaleza de los factores que la afecten) puede usarse como parámetro global de la retracción (Betancourt, 2009).

1.4 Métodos de ensayos para la evaluación de la retracción en el hormigón

Existen numerosos métodos para evaluar la retracción en el hormigón, los cuales serán divididos según el grupo al que pertenezcan.

En la retracción química, todos están basados en la absorción del agua durante el proceso de hidratación y serán mencionados a continuación:

- Contracción Le Chatelier, 1900. (Mide el decrecimiento de volumen de la pasta de cemento donde se llega a una relación patrón que indica que V productos $<$ V reaccionantes) ([Ver Anexo 2, figura 1](#)) (Thomas et al., 2001).
- Método de Buoyancy. (Se basa en el cálculo del volumen final a través de una expresión matemática.) ([Ver Anexo 2, figura 2](#)) (Thomas et al., 2001).

- Método de análisis de imagen (EPFL) (Se miden los cambios de volumen a la pasta de cemento a través de la lectura del nivel del aceite.) ([Ver Anexo 2, figura 3](#)) (Thomas et al., 2001).

El protocolo de ellos se encuentra en la norma ASTM C1608 “Método estándar para el cálculo de la retracción plástica en hormigones”.

Son varias las técnicas para estudiar la retracción plástica en el hormigón. Entre estas se pueden mencionar los especímenes lineales con restricción en los extremos o con un extremo fijo y el otro móvil; el espécimen tipo losa donde las restricciones son perpendiculares; y el espécimen tipo anillo.

- Método de prueba del panel rectangular ASTM C1579 “Método estándar para el cálculo de la retracción plástica” (Evalúa la contracción plástica sometiendo paneles rectangulares de hormigón a velocidades de viento de 4 m/s en una cámara de condiciones constantes de humedad (Humedad relativa del 30 %) y temperatura (36 °C)).([Ver Anexo 2, figura 4](#)) (ISPJAE., 1985).

- Método de prueba del anillo (Proporciona un grado de restricción elevado y constante que permite resultados consistentes en muestras de pasta de mortero y hormigón.) ([Ver Anexo 2, figura 5 y 6](#)) (ISPJAE., 1985).

Los ensayos para la obtención de la retracción autógena se dividen en dos grupos: Métodos lineales y Métodos volumétricos. Dentro de los lineales se encuentran el método del tubo corrugado y el láser mientras que por la otra parte, el método de la membrana es el más empleado.

- Método del tubo corrugado (Mide la deformación longitudinal de la muestra.) ([Ver Anexo 2, figura 7](#)) (Thomas et al., 2001)
- Método del láser. (Registra el cambio longitudinal que experimenta la muestra con el uso de rayos laser.) ([Ver Anexo 2, figura 8](#)) (Thomas et al., 2001)
- Método de la membrana. ([Ver Anexo 2, figura 9 y 10](#)) (Thomas et al., 2001).

El procedimiento para analizar la Retracción por Secado se encuentra en la norma ASTM C157 “Método estándar para el cálculo de cambios de longitud en morteros y concretos”, mide los cambios de longitud que experimenta la muestra entre dos puntos fijos. Puede realizarse a morteros, pastas y hormigones, requiere una humedad

relativa de 50% y temperatura de 23°C. Es muy importante la razón superficie/volumen total.



Figura 1.2. “Retracción por secado”.

1.5 Caso de estudio (*Bungalows-Cayo Coco*)

Debido a la similitud que existe entre las edificaciones o construcciones de Cayo Coco con Cayo Santa María es entonces que el estudio o análisis de ellas se basa en el mismo concepto.

Los edificios tipo *bungalow* de Cayo Coco son estructuras de hormigón armado con una combinación de elementos prefabricados (vigas y losas balconeras) y elementos fundidos en el lugar de la obra (muros y losas), con predominio de los últimos en el conjunto. Los muros son los elementos de mayor importancia en este tipo de estructura, ya que están en mayor proporción y asumen todas las cargas del edificio. Para la conformación de los muros se utilizan moldes metálicos que son retirados 24 horas después de haber colocado el hormigón, con un deficiente curado, necesario para garantizar la correcta hidratación del cemento en las primeras edades (Herrera, 2014).

Este hecho conlleva a que se produzcan cambios volumétricos en la estructura y puede influir desfavorablemente a lo largo de la vida útil de la misma.

1.6 Conclusiones parciales:

- Los cambios de volumen producidos en el interior del hormigón tanto en el estado fresco como endurecido provocan la retracción en el mismo y con ello la fisuración de la estructura.
- La retracción del hormigón se produce cualquiera que sea la edad a la que comienza el secado pero en mayor medida a edades tempranas.
- El proceso de curado juega un papel fundamental como medio de prevención de una desecación acelerada, que produciría retracciones y fisuras, además de dificultar el proceso de hidratación.
- El árido tiene una influencia considerable en la mezcla de hormigón por su efecto moderado sobre la contracción libre de la pasta de cemento puro. Hay consenso en que un aumento en el tamaño del árido grueso disminuye los valores de retracción.

CAPÍTULO 2. Evaluación de la retracción en hormigones

2.1 Introducción

El trabajo experimental desarrollado en hormigones en estado fresco y endurecido, para la evaluación de la fisuración por retracción de hormigones fabricados en la ECOT “Cayo Santa María”, con destino a los muros de las estructuras tipo Bungalows de las instalaciones hoteleras de la Cayería de Ciego de Ávila, se convierte en el objetivo principal de este capítulo.

El trabajo de investigación parte de realizar ensayos físico – mecánicos a muestras de áridos de la Cantera XX Aniversario en la provincia de Ciego de Ávila, adición puzolánica (tobas zeolítica Tasajera), aditivo RESIGUM y cemento P-35 (Cienfuegos). Se utiliza en todos los casos una dosificación de hormigón certificada, por la que se rigen en Cayo Coco. Esta dosificación se hace variar principalmente en la utilización del árido fino, procesado en diferentes maneras con relación a la variación de las cantidades y otros factores, dado por la influencia de las impurezas (arcilla) que este contiene buscando su comportamiento en la retracción del hormigón.

En el trabajo se utilizan probetas cilíndricas de 10 x 20 cm para los ensayos de resistencia a la compresión a las 24 h, 3 d, 7 d y 28d, probetas prismáticas de 7.5 cm x 7.5 cm x 28.5 cm para la evaluación de cambio de volumen durante el curado (28 días) y el canal de retracción de dimensiones 1000 mm x 60 mm x 100 mm para evaluar el encogimiento en las primeras edades, hasta 5 días. Se evalúa además la consistencia por el Cono de Abrams para todas las mezclas.

2.2. Plan experimental

En trabajo experimental llevado a cabo en la evaluación de la retracción a partir de la influencia de los componentes del hormigón y sus agregados, siguió el siguiente plan experimental.

1. Selección de las materias primas para la producción de hormigones.
2. Caracterización de las materias primas.
3. Cálculo y fabricación de mezclas de hormigón según dosificación certificada y condiciones fijadas (Variables de entrada). Medición del asentamiento por el cono de Abrams.

4. Obtención de probetas de hormigón para la realización del ensayo de resistencia a compresión del hormigón a las 24 h, 3 d, 7 d y 28 d y para las mediciones de la retracción en el medidor comparativo durante 28 días.
5. Colocación de hormigón en el canal de retracción y comienzo de las mediciones.
7. Determinación de los parámetros físico-mecánicos o variables de salida a las edades especificadas.
8. Valoración de los resultados obtenidos.

En general se hace el análisis de los cambios de volumen que se generan en el hormigón y se evalúan de forma particular, la influencia de la retracción en las muestras, la utilización de aditivo químico como factor reductor de la retracción y el comportamiento del árido fino en sus diferentes fases.

2.3 Materiales y Métodos

2.3.1 Áridos

Para la confección del hormigón se utilizan áridos naturales procedentes de la Cantera XX Aniversario en la provincia de Ciego de Ávila, en condiciones similares a las que son puestos en obra, arena natural y complemento de esta como árido fino y fracción gravilla como árido grueso, tal como se muestra en la Figura No 2.1 a, b, c y d.



Figura 2.1a. Arena natural



Figura 2.1b. Arena lavada



Figura 2.1c. Gravilla



Figura 2.1d. Complemento de fino

Los áridos fueron caracterizados en el laboratorio de la ENIA en Villa Clara según NC 251 mediante los diferentes ensayos físico-mecánicos que se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1: “Características físico – mecánicas de los áridos”.

Ensayos Físicos	Gravilla	Arena	Polvo
Peso Específico Corriente (g/cm ³)	2,6	2,63	2,54
Peso Específico Saturado (g/cm ³)	2,64	2,66	2,57
Peso Específico Aparente (g/cm ³)	2,7	2,71	2,63
% Absorción	1,4	1,2	1,4
% material más fino Tamiz 200	1,76	12,08	13,55
% Partículas de Arcilla	0,01	0,43	0,22
Peso Volumétrico Suelto (kg/m ³)	1382	1454	1418
Peso Volumétrico Compactado (kg/m ³)	1563	1563	1563
% Partículas Planas y alargadas.	?	?	?
Impurezas Orgánicas (Placa)	?	?	?

El comportamiento granulométrico de los áridos estudiados se aprecia en la Tabla 2.1.a.

Tabla 2.1 (a): “Análisis granulométrico de los áridos”.

Tamices	% Pasa. Áridos		
	Gravilla	Arena	Polvo
Pulg			
2"			
1 1/2"			
1"	100		
3/4"	89		
1/2"	80	100	100
3/8"	13	100	95
No 4	0	99	85
No8		66	54
No 16		35	27
No 30		17	14
No 50		7	8
No 100		2	4
No 200			2

2.3.2 Cemento

Cemento Portland P-35 de la Fábrica de Cemento “Karl Marx” en la provincia de Cienfuegos mostrado en la Figura 2.1e.



Figura 2.1e. Cemento

El cemento como elemento fundamental en la mezcla de hormigón , además de estar presente en las mismas en cantidades iguales o superiores a las mínimas especificadas, debe ser objeto de ensayos a fin de verificar si cumple o no los requisitos establecidos en la norma NC 95:2011 Cemento Portland. Especificaciones.

El utilizado en la investigación fue analizado a escala de laboratorio donde se determinaron sus propiedades físico – mecánicas mostradas en las Tabla 2.2 y 2.3.

Tabla 2.2: “Ensayos realizados al cemento y su procedencia”.

Descripción del ensayo	Código y nombre de la norma de ensayo
Finura de molido	NC 980:2013 Cemento Hidráulico. Método de Ensayo. Determinación de la finura y la superficie específica (EN 196-6:2010,MOD)
Resistencia Mecánica	NC 506:2013 Cemento hidráulico. Método de ensayo. Determinación de la resistencia mecánica.
Consistencia Normal y Tiempos Fraguado inicial y final	NC 524: 2007 Cemento hidráulico. Método de ensayo. Determinación de la consistencia normal y tiempos de fraguado por aguja Vicat.

Tabla 2.3: “Propiedades físico – mecánicas del cemento”.

Cemento P-35 Cienfuegos			
Ensayo	Resultado	Especificación	Conf.
Tiempo de fraguado inicial (min)	150	≥ 45	C
Tiempo de fraguado final (h)	4:20	≤ 10	C
Consistencia Normal (%)	24,6	-	-
Finura de Molido (%)	6,5	-	-
P.U. Suelto (kg/m ³)	-	-	-
P.E. Real del cemento (g/cm ³)	3,08	-	-
Resistencia Comp. 7días (MPa)	35,5	≥ 25	C
Resistencia Flexo-Tracc. 7días (MPa)	8,6	-	-
Resistencia Comp. 28días (MPa)	42,4	≥ 35	C
Resistencia Flexo-Tracc. 28días (MPa)	9,5	-	-

2.3.3 Adición mineral

Toba zeolítica proveniente del yacimiento Tasajeras en San Juan de los Yeras en el municipio de Ranchuelo de la fracción Zoad que producen industrialmente en dicha planta. Los resultados físicos químicos y granulometría se muestran en las tablas 2.4 y 2.5.

Tabla 2.4: “Propiedades físicas de la toba zeolítica Zoad”.

Ensayos	Valores	Norma utilizada	Especificaciones
Peso específico corriente	1.81 g/cm ³	NC 187/02	>2.5
Peso específico saturado	2.02 g/cm ³	NC 187/02	-
Peso específico aparente	2.30 g/cm ³	NC 187/02	-
Peso unitario suelto	1076 kg/cm ³	NC 181/02	-
Peso unitario compactado	1249 kg/cm ³	NC 181/02	-
% de absorción	11.66	NC 186/02	< 3
% de tamiz 200	20.81	NC 182/02	< 5 para hormigones
% de terrones de arcilla	0.00	NC 179/02	< 1
% de huecos	31.03	NC 177/02	-
Módulo de finura	1.65		-

Tabla 2.5: “Granulometría de la toba zeolítica Zoad”.

Análisis granulométrico: Según NC 178/02			
Tamiz (mm)	% Pasado	% de Especificaciones	
9.52	100	100	100
4.75	100*	90	100
2.38	100*	70	100
1.19	100**	45	80
0.59	71**	25	60
0.297	42**	10	30
0.149	23**	2	10

(*) Conforme (**) No conforme

La evaluación de la reactividad puzolánica fue analizada a partir de la técnica de ensayo Calorimetría isotérmica con (70%) P-35 / (30%) Zoad. Para este análisis se fijaron una serie de aspectos que se muestran en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6: “Análisis del ensayo de calorimetría isotérmica”.

	% P 35	% Zeolita	% Caliza	agua/aglomerante	Temperatura de curado (°C)
Serie 1	70	30	-	0.42	30

Se debe aclarar que como en la realización de estos ensayos no se utilizará ningún tipo de aditivo o adición y se fija una relación a / aglomerante de 0.42.

Ensayo de Calorimetría isotérmica

Este ensayo mide el calor que desprende la muestra al reaccionar sus componentes a través del tiempo. El cemento a utilizar y la adición mineral (toba zeolítica) fueron mezclados una vez que se añadió el agua de amasado, utilizando una hélice de cuatro palas a 1000 rpm durante dos minutos. Se empleó un calorímetro TAM AIR 3238 de la firma Thermometric. Primeramente el equipo se calibró para una escala de 600 mW, a una temperatura de 30°C. Fue utilizada agua destilada como referencia para cada una de las muestras y se realizaron lecturas cada 60 segundos durante 7 días, usando un ordenador conectado al equipo. Las curvas de flujo de calor registradas fueron normalizadas a la masa de cemento e integradas para convertirlas en curvas de calor total liberado en el tiempo, tal como se muestra en la Figura 2.2.

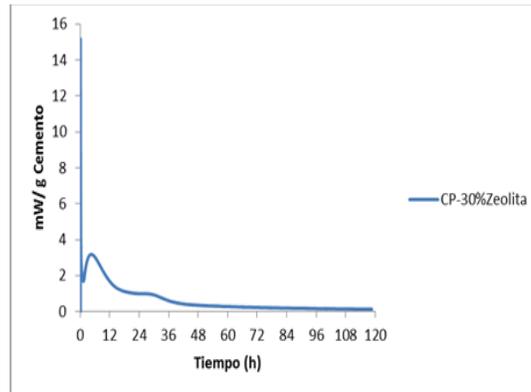


Figura 2.2. Curva de calor liberado normalizado a la masa de cemento

Como se aprecia en la figura anterior, la toba zeolítica es reactiva.

2.3.4 Agua

Se utilizó agua potable, libre de álcalis, ácidos proveniente del servicio público que cumplía con los requisitos de la norma cubana NC 353. “Aguas para el amasado y curado del hormigón y los morteros. Especificaciones”.

2.3.5 Aditivo químico

2.3.5.1 Aditivo superplastificante fuertemente acelerante de alta concentración SAHE A₂R₉.

El A₂R₉ es un aditivo líquido a base de una mezcla de polycarboxilatos modificados de nueva formulación con notable propiedad superfluidificante. La particular cualidad de alta concentración del polycarboxilato utilizado permite que se utilicen dosis pequeñas y aumentos en la laborabilidad del hormigón aun para bajas relaciones a/c, garantizando buena impermeabilidad y alta resistencia mecánica a diferentes tiempos de fraguado (SAHE). El aditivo utilizado se muestra en la Figura 2.3. Las características físico mecánicas se muestran en la tabla 2.7.



Figura 2.3. Muestra de aditivo químico SAHE A₂R₉

Tabla 2.7: “Características del Aditivo SAHE A₂R₉.”

Nombre	SAHE A ₂ R ₉ / 1CU
Producto base	Líquido
Densidad kg/l	1.065 ± 0.02
En la práctica l/m ³	1.0 - 1.5
PH	5-6 (± 1.0)
Dosificación sobre el peso del cemento (%)	0.5 – 1.0

2.3.5.2 Aditivo Shrinko- tec nano 4. RESIGUM

Producto de RESIGUM, formulado para actuar sobre los mecanismos generadores de la retracción de los hormigones. Este no contiene cloruros ni expansivos, mejora la calidad de los conglomerados y además actúa con funcionalidad químico- física. Su función es reducir la tensión superficial que produce el agua sobre los poros capilares del hormigón, causa que provoca la retracción y posterior fisuración del material (SHRINKO). Ver Figura 2.4.



Figura 2.4. “Aditivo SHRINKO-tec nano 4”.

Es recomendable el uso de este producto de 0.5-1.5% en peso con relación al peso del cemento, se emplea contemporáneamente con el agua de la mezcla, siendo la primera adición con estas características y es factible que sea añadido con los áridos ya saturados (SHRINKO). En el trabajo se utiliza un 1% del peso del cemento.

2.4 Fabricación de las mezclas de hormigón

Para la fabricación de las mezclas de hormigón fueron utilizadas las facilidades del laboratorio de la ECOT “Cayo Santa María.

El proceso de fabricación de las mezclas contempló:

- ✓ Preparación de los moldes lo que incluye limpiarlos, cerrarlos y engrasar todas las paredes y bases.
- ✓ Medición de los materiales en peso de acuerdo a la dosificación deseada en recipiente bien tarado.
- ✓ Mezclado en hormigonera basculante de capacidad 60 litros, donde primeramente se hizo un mezclado en seco para la homogenización de la mezcla, la cual se logró cuando el color de la mezcla fue homogéneo. Después se vertieron los materiales y el agua a intervalos para hacer más fácil el mezclado. Seguido se realizó un primer ensayo de consistencia en el Cono de Abrams para comprobar si la cantidad de agua era correcta, (3 ± 1 cm) e incorporar el aditivo A₂R₉ buscando la plasticidad deseada en la mezcla y luego un nuevo ensayo para comprobar el asentamiento requerido para utilizar el hormigón (18 ± 3). La Ver Figura 2.5. muestra el proceso seguido en la elaboración de las mezclas.



Figura 2.5. Proceso de fabricación del hormigón.

- ✓ Elaboración de las probetas. Llenado de los moldes siguiendo la NC 221: 2002, según se muestra en la Figura 2.6.

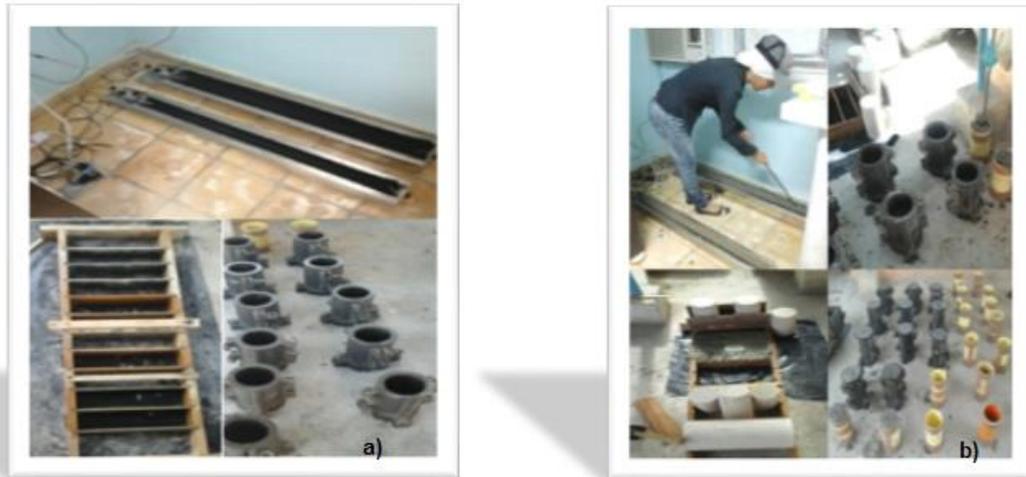


Figura 2.6. (a y b): Proceso de confección de las probetas.

El diseño experimental parte de trabajar una mezcla de hormigón certificada de 30 MPa para las paredes de *bungalows* en Cayo Coco con árido de la cantera XX Aniversario y asentamiento en el cono de Abrams de 18 ± 3 cm (Ver Tabla 2.8), a la cual se le hace variar las condiciones en la que se incluye el árido fino (lavado y sin lavar), el aglomerante (cemento y cemento con toba zeolítica) y el controlador del encogimiento (variables de entrada), manteniendo constante los restantes constituyentes y la consistencia. Como resultados se obtiene el comportamiento de la resistencia a la compresión y de la retracción (variables de salida). La variación del aglomerante está dada por el uso de la adición mineral toba zeolítica como sustitución del cemento.

Tabla 2.8. Dosificación certificada Cayo Coco

Material	UM	Cantidad
Cemento	Kg/m ³	420
Agua	Kg/m ³	175
Arena	Kg/m ³	1050
Gravilla	Kg/m ³	750
Aditivo químico	l/ m ³	5

La variación de las condiciones del árido fino está por el lavado de este material con ayuda de una mezcladora u hormigonera, buscando eliminar la mayor cantidad de arcilla que estuviese presente. La figura 2.7 muestra la el estado del árido fino antes y después del proceso de lavado.



Figura 2.7. Árido fino antes y después de lavado.

El agua producto del lavado se pasó por el tamiz 200, para verificar que en su contenido no quedasen partículas finas utilizables. La arena lavada se depositó en un lugar seco hasta ser utilizada. ([Ver Anexo 3, figura 1-5](#))

Las dosificaciones resultantes del diseño experimental son las siguientes:

M - 1: Cemento P35 - Arena (xx Aniv.) – Árido (xx Aniv.) (N1).

M - 2: Cemento P35 - Arena (xx Aniv.) – Árido (xx Aniv.) (LO).

M - 3: Cemento P35 - Arena (xx Aniv.) – Árido (xx Aniv.) (LC).

M - 4: Cemento P35 - Arena (xx Aniv.) – Árido (xx Aniv.) (N1 + toba zeolítica).

M - 5: Cemento P35 - Arena (xx Aniv.) – Árido (xx Aniv.) (LO + toba zeolítica).

M - 6: Cemento P35 - Arena (xx Aniv.) – Árido (xx Aniv.) (LC + toba zeolítica).

M - 7: Cemento P35 - Arena (xx Aniv.) – Árido (xx Aniv.) (N1 + aditivo).

M - 8: Cemento P35 - Arena (xx Aniv.) – Árido (xx Aniv.) (N1 + aditivo).

M - 9: Cemento P35 - Arena (xx Aniv.) – Árido (xx Aniv.) (LC + aditivo).

M - 10: Cemento P35 - Arena (xx Aniv.) - Árido (xx Aniv.) (N1+ compensación de finos + aditivo+ toba zeolítica).

Dónde:

N1: Condición Normal del árido.

LO: Lavado Óptimo.

LC: Lavado + Compensación de fino.

Las mezclas confeccionadas con las correcciones realizadas se muestran en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9. “Mezclas de hormigón elaboradas”.

Muestras	Cemento P-35 Cienfuegos (kg)	Arena Natural (kg)	Arena Lavada (kg)	Gravilla (kg)	Zeolita (kg)	Agua (l)	A2 R9 (ml)	RESIGUM (ml)
M1	11,8	31,17	▪	21,1	▪	5,2	1,2	▪
M2	11,8	▪	29,5	21,2	▪	5,99	99	▪
M4	10,6	30	▪	21	0,838	5,66	105	▪
M5	10,6	▪	31,4	21	0,838	4,27	105	▪
M7	11,8	30	▪	21	▪	5,66	105	125
M8	11,8	▪	31,7	21,11	▪	3,85	105	125

Nota: Por condiciones ajenas a la autora, el resto de las mezclas no pudieron ser confeccionadas para el trabajo.

Los resultados de asentamiento obtenidos en la confección de las mezclas experimentales se muestran en la tabla 2.10.

Tabla 2.10. “Valores de consistencia obtenidas en las mezclas experimentales”.

Muestras	Asentamiento(mm)	Clasificación
M-1	200	Fluida
M-2	190	Fluida
M-4	180	Fluida
M-5	210	Fluida
M-7	190	Fluida
M-8	210	Fluida

Los valores de asentamiento obtenidos se mantuvieron en el intervalo propuesto en la mezcla certificada, entre los 18 ± 3 cm, clasificando como fluidas según la NC 120: 2014.

2.5 Principales ensayos realizados

2.5.1 Resistencia a compresión del hormigón

La resistencia a la compresión de cada una de las muestras se determina sobre probetas cilíndricas de 10 cm x 20 cm, para ensayarlas a las edades de 24 h, 3 días, 7 días y 28 días. El ensayo se realiza según la NC 244: 2005 “Ensayos del hormigón. Resistencia del hormigón endurecido”.

Para el ensayo se utiliza una prensa “Test Mark” en el laboratorio la ECOT “Cayo Santa María”.



Figura 2.8. Prensa “Test Mark” utilizada en el ensayo de resistencia a compresión.

La superficie de la prensa se limpia de cualquier material extraño y se coloca la probeta centrada y en sus extremos se utilizan almohadillas de neopreno como separadores, que garantizan la uniformidad en la aplicación de la carga.

La carga se aplicará sin saltos bruscos y se incrementa continuamente a una velocidad constante hasta que no pueda ser sostenida una carga mayor. Se selecciona una velocidad de aplicación de los esfuerzos no menor de 0,15 MPa/s y no mayor que 1,0 MPa/s. De esta manera se obtiene entonces dichos valores y sus fuerzas críticas puntuales. [\(Ver Anexo 4, tabla 1\)](#)

2.5.2 Ensayo de Retracción

Este ensayo conocido como retracción se especifica en la norma ASTM C-157 “Método estándar para el cálculo de cambio de longitud en morteros y concreto” se realizan mediciones durante 28 días utilizando probetas prismáticas de hormigón de 75 mm x 75 mm x 285 mm colocadas en la tina de curado. La figura 2.9 muestra probetas confeccionadas para el ensayo.

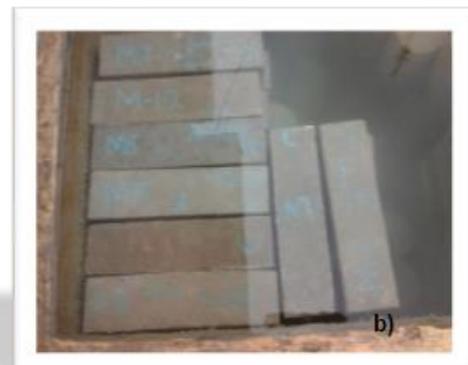


Figura 2.9. (a y b): Probetas de hormigón fuera y dentro de la tina de curado respectivamente.

En la cara superior e inferior de las probetas se ubican puntos de medición fijos, los cuales constituyen referencias constantes e invariables para realizar las mediciones de cambio de longitud. A las $23 \frac{1}{2} \pm \frac{1}{2}$ horas de hormigonadas las probetas deben ser desencofradas y medidas por vez primera. A continuación son sumergidas en una tina de curado por 28 días, donde se controla diariamente su longitud.

Pasos para la medición: (Herrera, 2014)

- ✓ Seleccionar un “comparador” (Varilla metálica de longitud invariable).
- ✓ Medición de la longitud real del “comparador” (285 mm). Esta es tarada en el defómetro utilizado (la longitud de deformación de referencia del comparador es 250 mm).
- ✓ Medir cada muestra por sus cuatro caras.
- ✓ Registrar la diferencia de las lecturas entre las muestras y el “comparador”(Este paso lo realiza automáticamente el defómetro, la lectura del paso anterior es esta diferencia).
- ✓ Calcular la deformación de las probetas mediante la expresión:

$$\Delta L_x = \frac{CRD - inicial\ CRD}{G} \times 1000000$$

Dónde: ΔL_x = Deformación experimentada por la muestra a cualquier edad, expresada en mm/mm $\times 10^{-6}$.

GRD = Diferencia entre las lectura de una probeta y la del comparador de referencia a cualquier edad. (Esta diferencia es registrada automáticamente en el defómetro utilizado; es precisamente este, el valor de la lectura hecha diariamente a la probeta).

G = Longitud de deformación de referencia del comparador (250 mm).

- ✓ Se determina la deformación de una probeta, calculando la media entre las deformaciones en sus cuatro caras.
- ✓ Se determina la media de las deformaciones de las tres probetas para conocer la deformación de la muestra.
- ✓ Se grafica la deformación (ΔL) contra tiempo (días) para cada condición ensayada.
- ✓ Pesar cada muestra hasta obtener peso constante.

Las mediciones se realizan en un intervalo entre 8:0 am y 9:30 a.m. para minimizar el efecto de las condiciones ambientales, de modo tal que no se produzcan afectaciones significativas de la estabilidad en las muestras. Las muestras no deben permanecer más de 35 minutos fuera de las condiciones de temperatura y humedad relativa a que son expuestas (Herrera, 2014).

2.5.3 Canal de retracción

El canal de contracción o retracción está hecho de perfil de acero inoxidable en forma de U de un metro de longitud, tal como se muestra en la Figura 2.9.

Para evitar la fricción entre el material y las paredes del canal, se utiliza una lámina fina de Neopreno. Posee un ancla fija en uno de sus extremos y en el otro, un ancla móvil que se desplaza sobre tres ruedas. Dicho movimiento es registrado por una sonda LVDT de alta sensibilidad. Como sensor de desplazamiento, se utiliza una sonda digital que está conectada a una sonda de Interfaz Electrónica que convierte la señal analógica a formato digital.

Hasta ocho sondas pueden conectarse para el sistema de transferencia digital. La distancia entre la sonda y el *datalogger* puede ser cientos de metros (Qualitest).

Un *datalogger* (caja negra) con el sistema de referencia, registra la información de varios canales de retracción y los almacena como archivos estándar ASCII. De forma opcional, es posible hacer un registro sincronizado de temperatura y humedad. Dos canales de temperatura y uno de temperatura y humedad están disponibles (Qualitest).

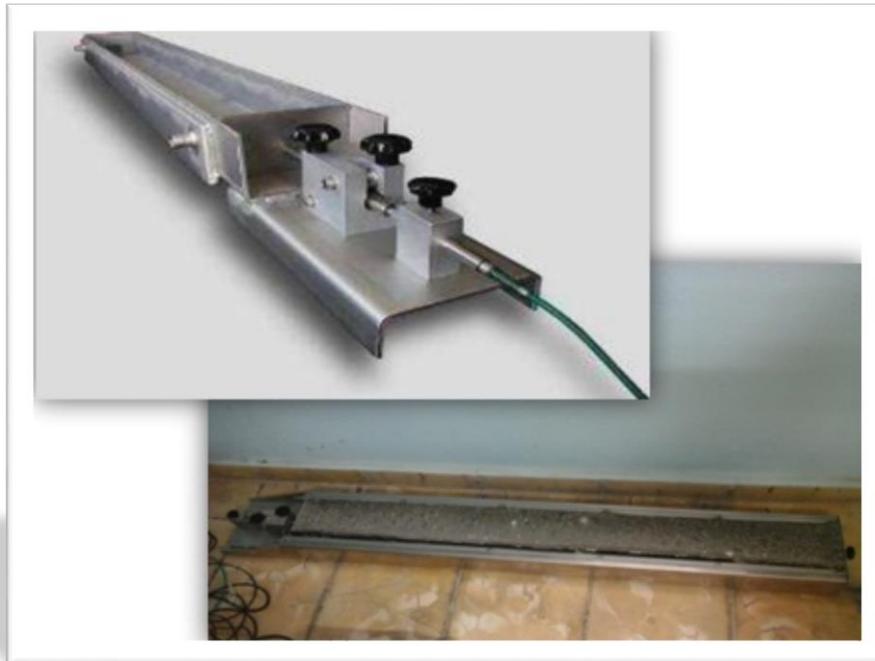


Figura 2.10. "Canal de Retracción".

El logger tiene una interfaz de red, por lo que se puede integrar fácilmente a la intranet local. Con un software estándar de buscador de redes, se puede transferir la información y visualizarla. Para un mejor manejo de la información, recomendamos Microsoft Excel, o cualquier programa similar de visualización. No es necesario un software especial. Solo se necesita un software buscador como Netscape o Internet Explorer. (Qualitest)

2.6 Conclusiones Parciales:

- La mezcla certificada utilizada en Cayo Coco comprende un diseño donde las cantidades de arena superan las cantidades de árido grueso, lo anterior hace que la superficie específica se vea incrementada y como consecuencia mayores contenidos de cemento estarán en el sistema, lo cual pudiera estar incidiendo en la retracción de los hormigones confeccionados.
- Las mezclas confeccionadas mantienen los valores de asentamiento medidos en el cono de Abrams dentro del rango establecido por la mezcla certificada.
- La eliminación de las impurezas del árido fino (presencia de arcilla), pudiera incidir en los resultados de retracción de las mezclas.

CAPÍTULO 3. Análisis de los resultados

3.1. Introducción

En el presente capítulo se analizan los resultados alcanzados durante los ensayos realizados a hormigones elaborados a partir de una mezcla certificada utilizada en la construcción de *bungalows* en Cayo Coco, variando algunos de sus constituyentes. Se evalúa la resistencia a compresión a las 24 h, 3 d, 7 d y 28, así como también el cambio de volumen experimentado por las muestras mediante el procedimiento descrito en la norma ASTM C-157 y por medio del canal de retracción. Los resultados de los ensayos analizados permiten evaluar el efecto del lavado del árido fino, el uso de RESIGUM al 1% en peso del contenido de cemento y la utilización de un 15 % de toba zeolítica en las diferentes mezclas.

3.2. Resistencia a Compresión en las mezclas de hormigón

Se muestran los ensayos obtenidos a las 24 horas, a los 3, 7 y 28 días. La tabla 3.1 muestra los valores de resistencia media de las series de las mezclas confeccionadas para cada edad de ensayo. La figura 3.1 muestra los resultados graficados de resistencia a los 28 días. En el [Anexo 4 \(figuras 1 - 3\)](#) se incluyen los resultados graficados de las edades 24 horas, 3 y 7 días.

Tabla 3.1 “Valores de Resistencia a Compresión de cada serie”.

Mezclas	Medias de la Resistencia a Compresión (MPa)			
	24 horas	3 días	7 días	28 días
M1	15,72	30,93	38,9	44.93
M2	15,73	30,93	36,57	42,1
M4	20,53	24,47	32,17	40.93
M5	17,07	30,73	38,7	44.6
M7	24,93	29,03	34,73	42
M8	22,17	36,5	42,83	49.57

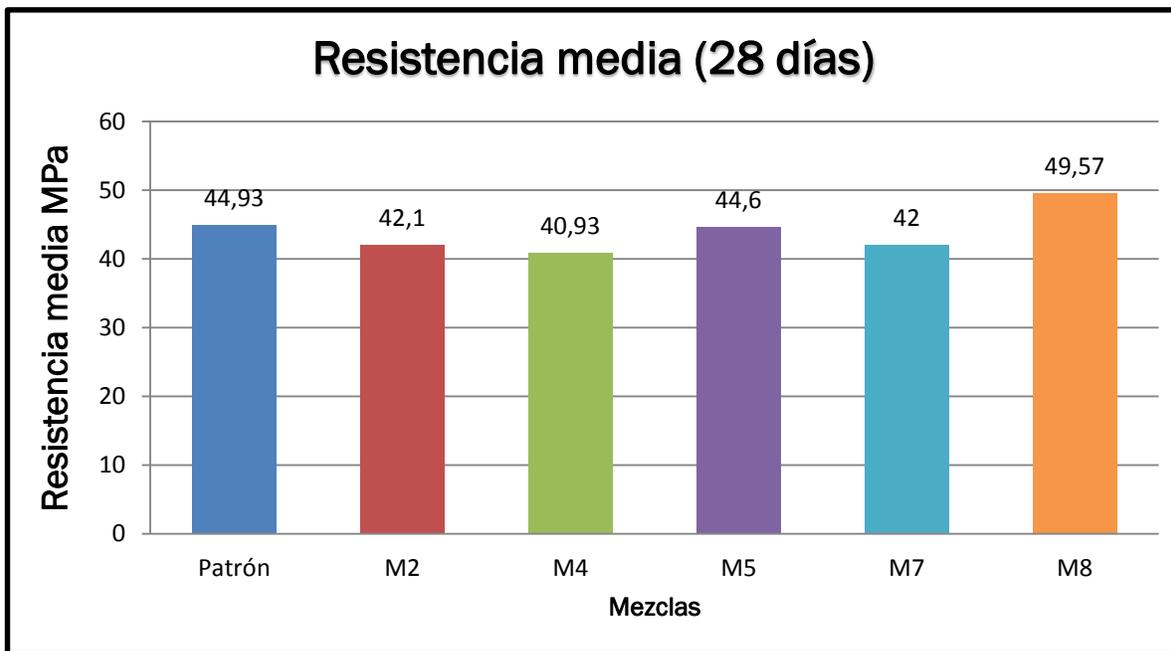


Figura 3.1. Resistencia a compresión a los 28 días

Como se puede apreciar en todos los casos las mezclas elaboradas satisfacen los requerimientos de resistencia especificados en la mezcla certificada, diseñada para 30 MPa. La mezcla 8 donde se presenta el uso del RESIGUM de conjunto con el aditivo químico A₂R₉ y la arena lavada, alcanza los mayores valores. Este resultado podría estar asociado a la influencia del coctel sobre la hidratación del aglomerante sin la presencia de la arcilla como impureza.

Al comparar las mezclas 1 y 2, arena sin lavar y lavada respectivamente, se aprecia la influencia de material fino (arcilla) en los incrementos de resistencia, posiblemente asociados a mejoramientos de la compacidad de la matriz.

La presencia de arcilla en la mezcla con la adición de RESIGUM parece afectar a la resistencia, como se puede apreciar en la mezcla M7 cuando se compara con la mezcla M8 donde la arena es lavada. También se cumple este fenómeno para las mezclas 4 y 5 con adición mineral toba zeolítica fracción Zoad.

Al comparar la mezcla patrón y la mezcla 8, obtenemos una diferencia significativa en el orden de un 10.33%, solo que, 44.93 MPa, valor de la mezcla 1, ya satisface los requerimientos de resistencia especificados en la mezcla certificada.

3.3. Análisis de la retracción durante el proceso de curado.

Según lo planteado en la norma (ASTM-C-157, 2006) y los resultados obtenidos durante el ensayo, se puede evaluar cada una de las mezclas y el efecto de sus constituyentes para los valores de retracción ([Ver Anexo 5](#)). La figura 3.2 muestra los cambios de volumen acumulados en cada una de las mezclas experimentales durante los 28 días.

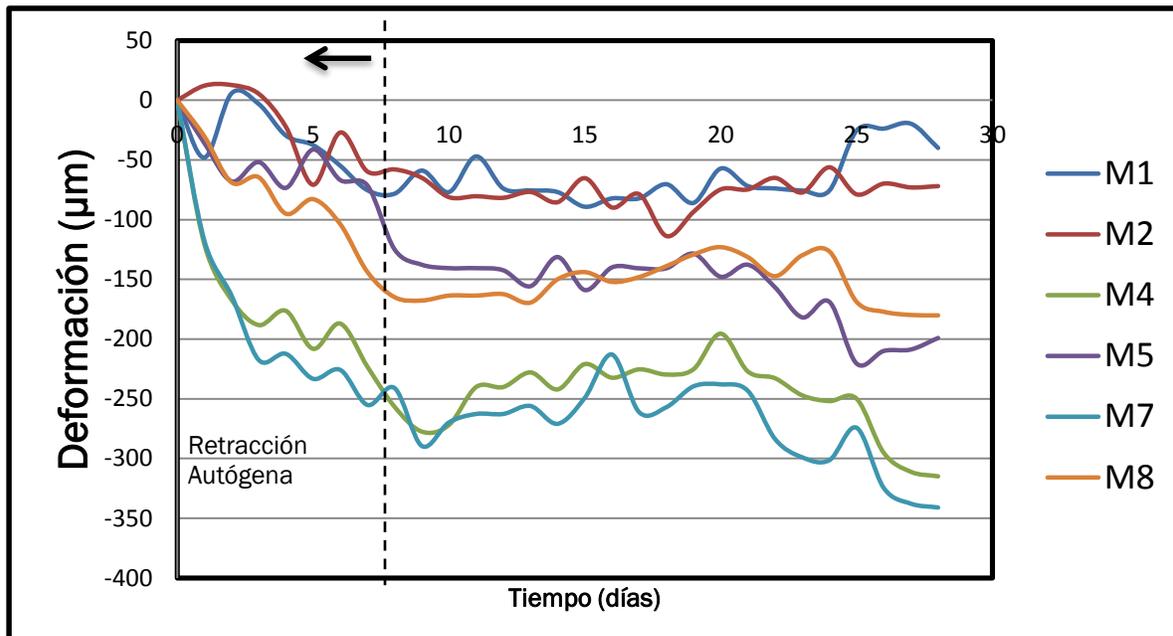


Figura 3.2. Retracción experimentada por las mezclas durante el curado.

Como puede apreciarse en la figura 3,2, los menores valores de retracción se observan en las mezclas experimentales M1 y M2. Ambas mezclas solo difieren en la condición de la arena, en la M2 el árido fino está lavado. Al analizar estos dos resultados se aprecia a simple inspección que tienen similar comportamiento, lo cual indica que el lavado de la arena no contribuye en la reducción de la retracción.

Al analizar el comportamiento de las mezclas M4 y M5, donde se incorpora la adición mineral toba zeolítica en el sistema, para arena sin lavar y lavada respectivamente, no se aprecia reducción de la retracción cuando se compara con la mezcla patrón. Los resultados anteriores infieren que la introducción de la zeolita no reduce el efecto de cambios de volumen, siendo mayor la retracción en la M4 donde se presenta la arena sin lavar.

Al analizar el comportamiento de las mezclas M7 y M8, donde se incorpora el agente reductor RESIGUM en el sistema, no se verifica reducción de la retracción, siendo el resultado más desfavorable en la mezcla M7 donde se combina con la arcilla de la arena sin

lavar. Su accionar con la arena lavada funciona mejor pero muy inferior a los resultados obtenidos en la mezcla patrón M1.

3.3.1. Análisis de la retracción autógena.

La figura 3.3 muestra la deformación experimentada por las mezclas durante los primeros siete días, correspondiente a la retracción autógena.

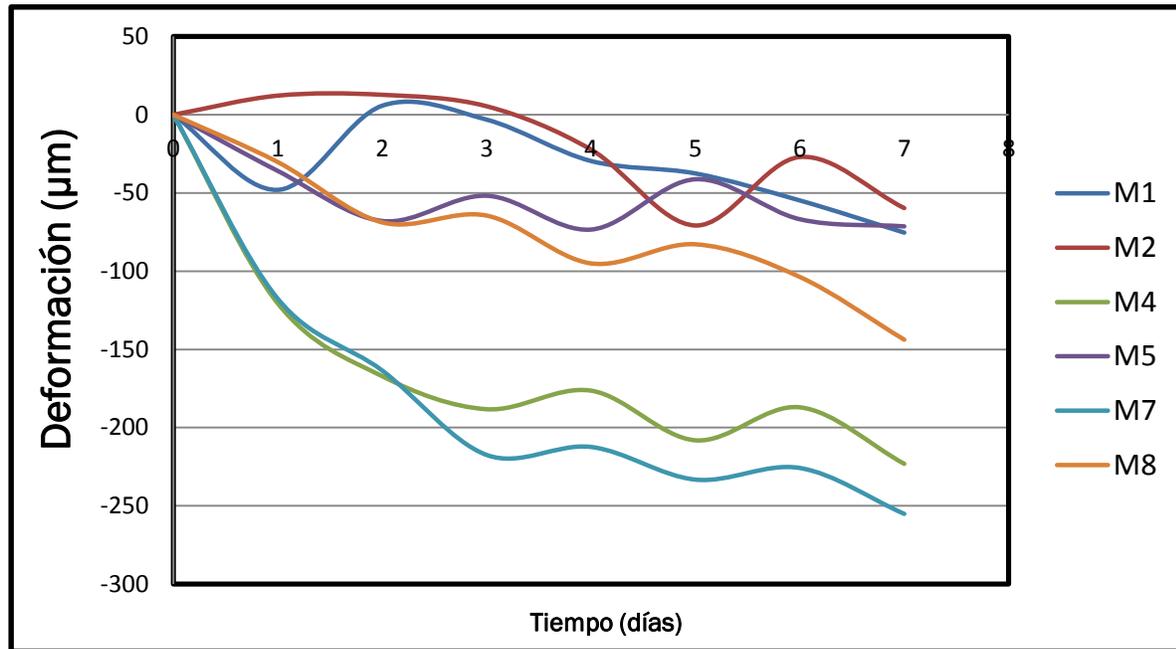


Figura 3.3. Retracción experimentada por las mezclas durante el curado.

Se puede apreciar la tendencia a retraerse en la medida que pasa el tiempo para cada caso analizado. Las mezclas 1 y 2 no se deforman prácticamente y la diferencia entre ambas no es significativa.

Las mezclas 4 y 7 tienen un comportamiento más desfavorable con relación a las demás.

3.4. Análisis del Canal de retracción

Los resultados obtenidos en el canal de retracción se muestran en el [Anexo 6](#), donde se obtiene los valores de la deformación de cada una de las muestras cada 6 horas por 5 días de análisis.

No se realizó el análisis en todas las muestras, producto al poco tiempo adquirido para los ensayos y los limitados equipos para la medición de los mismos. Solo fueron analizadas las mezclas M1 y M2.

El ensayo permite medir las deformaciones que se experimentan en el hormigón en sus primeras edades (5 días), asociadas al comportamiento químico y autógeno del mismo en cada muestra. En las figuras 3.4 y 3.5 se muestra dicho comportamiento.

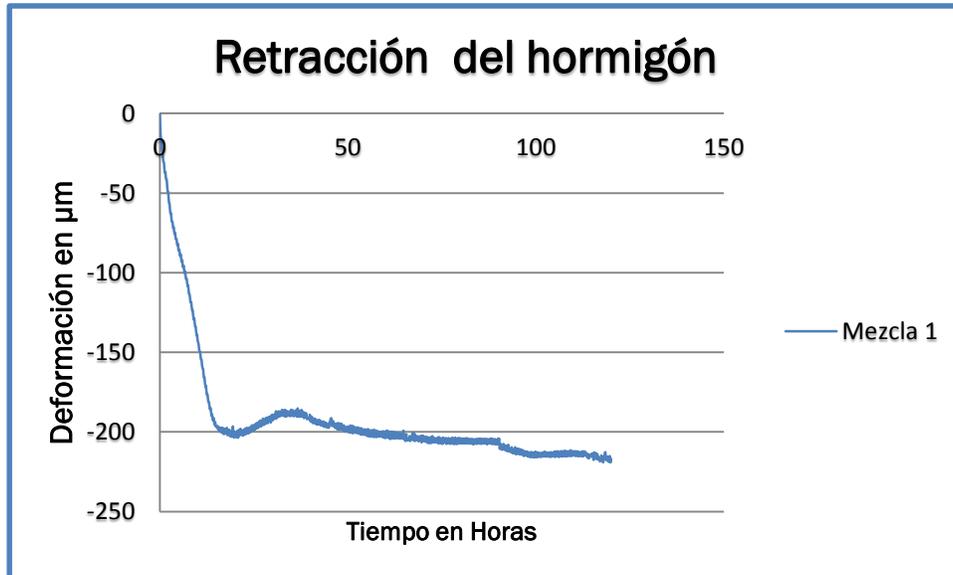


Figura 3.4. Retracción del hormigón en la mezcla Patrón.



Figura 3.5. Retracción del hormigón en M2.

Al analizar el comportamiento de la retracción en el canal entre ambas mezclas M1 y M2, se aprecia mayor cambio de volumen en la mezcla M2 donde se ha utilizado el árido fino lavado. La diferencia entre ambas está en el orden de los 80 μm , valor que a simple inspección no es representativo.

Si comparamos estos resultados de las mezclas M1 y M2 con los obtenidos durante el ensayo de retracción por la norma (ASTM-C-157, 2006) en el proceso autógeno apreciamos coincidencia entre ellos. De lo anterior se puede inferir que el lavado de la arena no favorece la reducción de la retracción en las mezclas elaboradas con áridos procedentes de la cantera XX Aniversario.

3.5. Conclusiones del capítulo

1. La mezcla patrón M1 donde se utiliza la arena de la cantera XX Aniversario en estado natural, sin adición mineral y sin aditivo reductor del encogimiento ofrece los mejores resultados ante los efectos de la retracción.
2. La incorporación del lavado de la arena con la adición mineral o el aditivo reductor del encogimiento en las mezclas, tiene mejores efectos sobre la resistencia a compresión. Sobre la retracción no ofrecen mejoras.
3. Existe coincidencia en los resultados de retracción obtenidos por el canal de retracción y en el medidor comparativo en las mezclas M1 y M2.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. La incorporación de la adición mineral toba zeolítica en mezclas de hormigón elaboradas con áridos de la cantera XX aniversario no favorece la reducción de la retracción.
2. La incorporación del aditivo reductor del encogimiento en mezclas de hormigón elaboradas con áridos de la cantera XX aniversario no favorece la reducción de la retracción en estas.
3. La condición del lavado del árido fino de la cantera XX Aniversario no contribuye a la reducción de la retracción en las mezclas.
4. El uso de la mezcla patrón M1 con arena en su estado natural ofrece los mejores resultados, además de que resulta la opción más económica.

RECOMENDACIONES

1. Completar la realización de las mezclas experimentales que tienen en cuenta la condición del árido, la adición mineral y el aditivo reductor del encogimiento.
2. Incorporación al análisis de la retracción los resultados de ciclos de sol y sombra.
3. Se recomienda la utilización de esta tesis como base material de estudio para próximas investigaciones relacionadas con el tema, donde el factor tiempo es fundamental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCONZ, P. 2006. *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura materiales de construcción (guía de las prácticas de campo y normas de calidad)*. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN.
- ALVAREZ, C. 2014. *Evaluación de las propiedades de los morteros de albañilería elaborados con cemento de bajo carbono (CBC)*. Universidad Marta Abreu de las Villas.
- ARQUITECTUBA. 2009. *Propiedades del Hormigón Endurecido* [Online]. Available: www.arquitectuba.com.ar/monografias-de-rquitectura/propiedades-del-hormigon-endurecido/.
- ARRIOLA, J. M. 2009. *Diseño de morteros con cementos hidráulicos para la construcción de muros con elementos de mampostería*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- BARLUENGA, G. 2008. Otros componentes del hormigón.
Adiciones y aditivos.
- BASF. 2009. Hormigón de retracción compensada. *Construction Chemicals España* [Online].
- BAUERSFELD, W. 2004. Hormigonería, un canto al hormigón. .
- BECKER, E. n.d. CEMENTO PORTLAND CARACTERÍSTICAS Y RECOMENDACIONES DE USO.
- BETANCOURT, S. 2009. Departamento de Ingeniería Civil. UCLV. *Materiales y productos de la construcción*.
- BETANCOURT, S. 2010. Departamento de Ingeniería Civil. UCLV. *Tecnología del Hormigón*.
- BETANCOURT, S. 2013. Departamento de Ingeniería Civil. UCLV. *Tecnología del Hormigón*.
- CASANOVA, I. El lenguaje de las fisuras *BIA*.
- CASTILLO, E. A. R. 2010. Activación de arcillas de bajo grado a altas temperaturas. *Revista Ingeniería de Construcción*, 25 329 - 352.
- CIVIL., E. D. I. T. 2007. Historia del hormigón.
- COSTAFREDA, J. L., CALVO PÉREZ, B. & PARRA Y ALFARO, J. L. *Contribución de la zeolita natural a las resistencias mecánicas de cementos, morteros y hormigones* [Online]. Available: http://oa.upm.es/8127/1/Jorge_Costafreda_Mustelier_Trabajo_ampliado.pdf.
- DÍAZ, M. 2012. *Evaluación de la fisuración de hormigones en zonas marinas, producto de cambios autógenos de volumen, específicamente debidos a la retracción por secado*. Universidad Central Marta Abreu de las Villas.
- FIHP 2002. *Historia del hormigón*

- GÓMEZ, I. G. 2013. Evaluación de la mineralogía y composición química en la reactividad puzolánica de arcillas caoliníticas cubanas *Trabajo de Diploma. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas*
- GRANT, T., POSTON, W. & RANDALL, H. 2003. Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón.
- HERRERA, L. L. 2014. *Evaluación de la fisuración de hormigones en estructuras tipo Bungalows provocadas por retracción inducida por gradientes de humedad relativa.*, Universidad Central Marta Abreu de las Villas.
- HOLT, E. E. 2001. *Early Age Autogenous Shrinkage of Concrete*, Espoo.
- IDIART, A. *Análisis numérico de la retracción por secado en muestras de hormigón p. 21-30.* Doctor of Philosophy.
- IMCYC. 2011. *Arte de la tecnología* [Online]. Available: <http://www.imcyc.com/revistacyt/dic11/arttecnologia.html>
- INFANTE, A. 2008. *La evolución del hormigón armado p.21-26.*
- ISPJAE., C. D. A. D. 1985. *Materiales de la construcción.*, La Habana, Ediciones MES.
- JIMÉNEZ, M. P., GARCÍA, M. A. & MORÁN, C. F. 1987. *Hormigón Armado Tomo I p. 11-20*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili S.A.
- NC-120 2014. Hormigón Hidráulico. Especificaciones. La Habana. Cuba: Oficina nacional de normalización (NC)
- NC-168 2002. Hormigón fresco. Determinación del tiempo de fraguado por resistencia a la penetración. La Habana: Oficina nacional de normalización (NC).
- NISTAL, Á. F., RETANA, M. J. & RUIZ, T. 2012. EL HORMIGÓN: Historia, antecedentes en obras y factores indicativos de su resistencia. *TECNOLOGÍA Y DESARROLLO*, X, 16.
- QUALITEST Cement and Concrete shrinkage and expansion tester
- RIVERA, G. Aditivos para morteros y concretos. *Concreto simple* [Online].
- SAHE Superplastificante fuertemente acelerante de alta concentración.
- SANT, G. N. 2009. Fundamental Investigations Related to the Mitigation of Volume Changes in Cement-Based Materials at Early Ages.
- SHRINKO Aditivo Shrinko- tec nano 4. RESIGUM.
- STIOPIN, P. A. 1976. *Resistencia de materiales p.9*, URSS.
- THOMAS, M. D. A., FOLLIARD, K. J. & SCRIVENER, K. 2001. Doctoral Course "Concrete Durabilit". EPFL.Lausanne, Switzerland.
- TOIRAC, J. 2004. Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón ; origen y prevención. *Ciencia y Sociedad*, 29, 72-114.

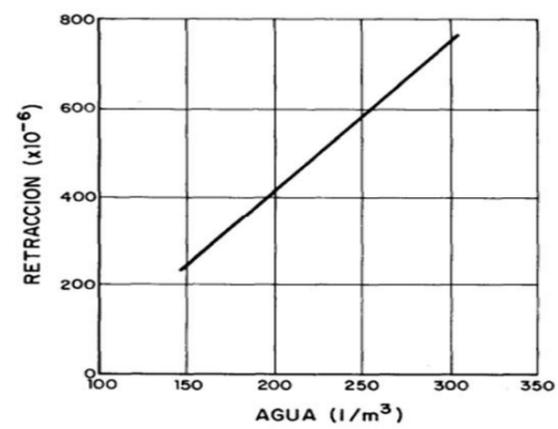
ANEXOS**Anexo I Factores influyentes en la retracción**

Figura 1. “Retracción de un hormigón determinado en función del contenido de agua de amasado” (Bauersfeld, 2004)

Anexo II Métodos de ensayos para evaluar la retracción

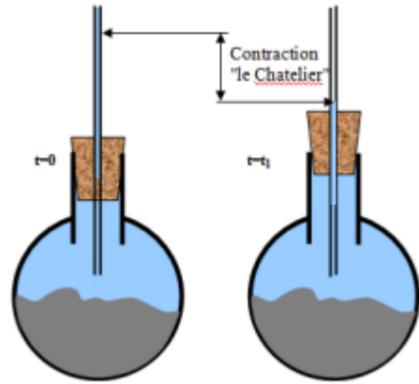


Figura 1: "Contracción Le Chatelier"(Thomas et al., 2001).

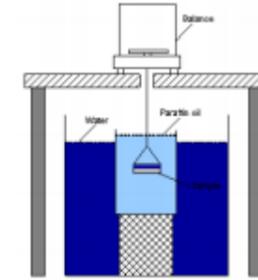


Figura 2: "Método de Buoyancy"(Thomas et al., 2001).



Figura 3:" Método de análisis de la imagen EPFL"(Thomas et al., 2001).

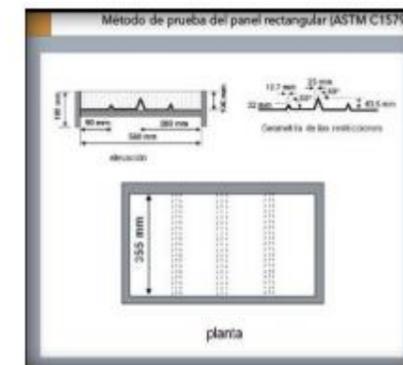


Figura 4: "Prueba del panel rectangular"(ISPJAE., 1985).



Figura 5: "Dispositivo de prueba"(ISPJAE., 1985)



Figura 6: "Cámara de prueba"(ISPJAE., 1985).



Figura 7: "Método del tubo corrugado"(Thomas et al., 2001).



Figura 8: "Método del láser"(Thomas et al., 2001).

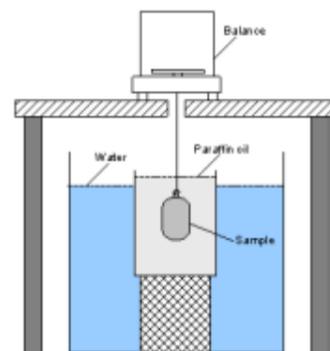


Figura 9: "Método de la membrana "(Thomas et al., 2001).



Figura 10: "Membrana "(Thomas et al., 2001).

Anexo III Procesamiento de lavado del árido fino

Figura 1: "Lavado del árido fino"



Figura 2: "Lavado del árido fino".



Figura 3: "Comprobación por el tamiz 200".



Figura 4: "Comprobación por el tamiz 200".



Figura 5: "Secado del árido fino".

Anexo IV Resistencia a Compresión de las mezclas de hormigón.

Tabla 4.1 “Resultados de la Resistencia a Compresión por cada serie”.

Muestra	24h		3 días		7 días		28 días	
	R (MPa)	P (t)						
1	16.05	12.6	30.9	24.3	38.0	38.0	44.1	34.6
	14.7	11.6	30.8	24.2	38.0	29.9	45.2	35.2
	16.4	12.9	31.1	24.4	40.7	31.9	45.5	35.7
2	16.2	12.7	31.8	25.0	36.0	28.3	41.4	32.5
	16.1	12.6	30.3	23.8	37.0	29.1	41.7	32.7
	14.9	11.7	30.7	24.1	36.7	28.8	43.2	33.9
4	21.6	16.9	24.3	19.1	33.0	25.9	40.9	32.1
	19.8	15.8	23.8	18.7	31.7	25.0	40.6	31.8
	25.9	15.5	25.3	19.8	31.8	25.0	41.3	32.5
5	17.5	13.8	28.8	22.6	40.5	31.8	45.5	35.8
	15.7	12.4	29.4	23.1	38.6	30.3	44.2	33.1
	18.0	14.2	34.0	26.7	37.0	29.0	44.1	34.7
7	25.9	20.32	29.6	23.2	33.9	26.6	40.2	31.6
	24.3	19.1	28.2	22.1	34.5	27.1	43.0	33.7
	24.6	19.3	29.3	22.9	35.8	28.2	42.8	33.6
8	21.4	16.8	35.6	28.0	45.6	35.8	49.6	38.9
	21.4	16.9	37.1	29.1	41.1	32.3	49.1	38.6
	23.7	18.6	36.8	29.0	41.8	32.8	50.0	39.3

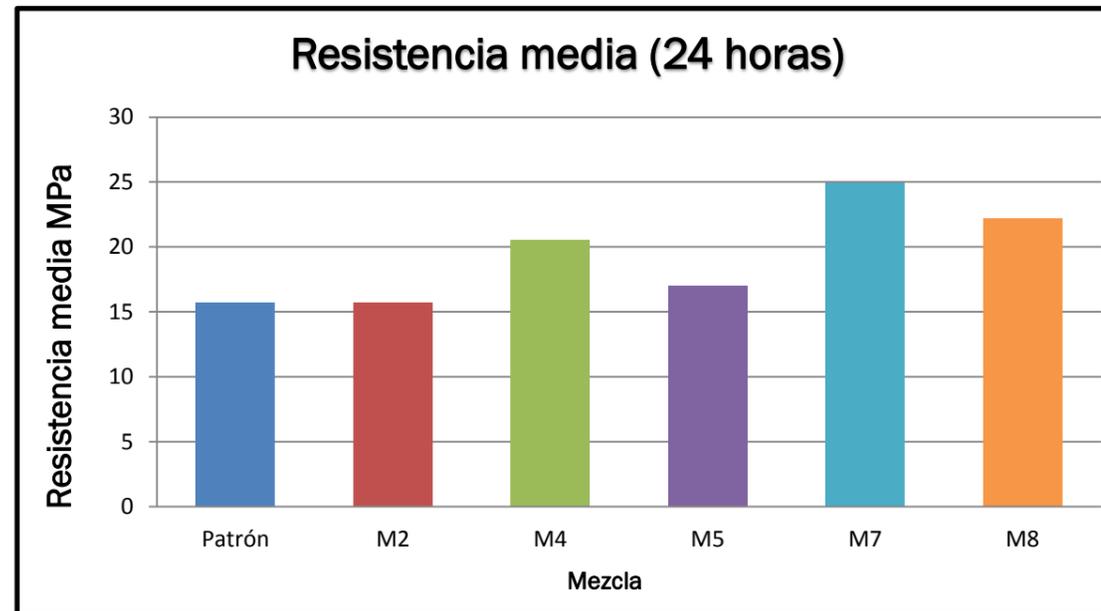


Figura 4.1. Resistencia Media de cada mezcla a las 24 horas.

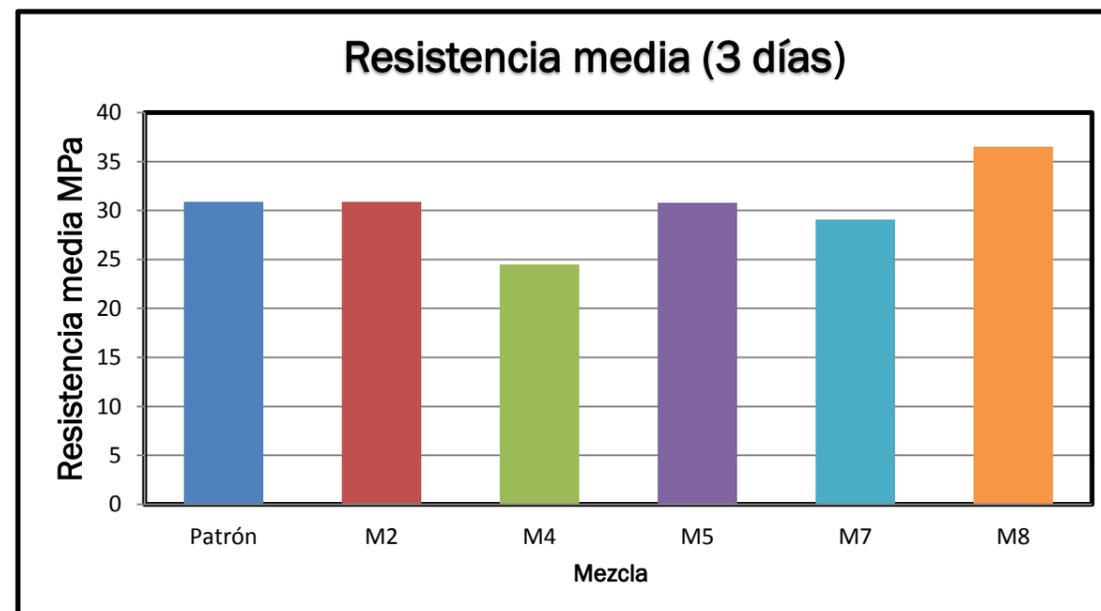


Figura 4.2. Resistencia Media de cada mezcla a los tres días.

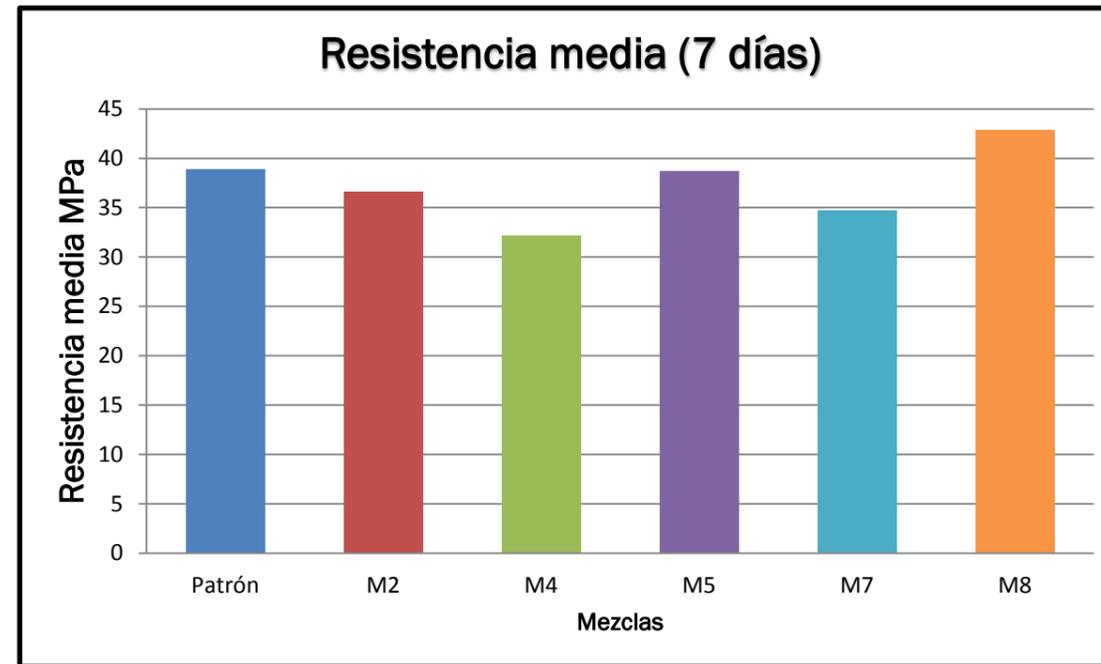


Figura 4.3. Resistencia Media de cada mezcla a los siete días.

Anexo V Valores de deformación diaria experimentada por las probetas.

Mediciones Día 1. Fecha: 17/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)														ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo		
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C			Cara D	Promedio
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio	A	B	C			D	
M2	648	1	0,879	0,868	0,89	0,8790	0,892	0,909	0,903	0,9013	0,896	0,888	0,888	0,8907	0,88	0,886	0,887	0,8843	-	-	28,00	20,00	-1,67	12,22	12,222
		2	3,324	3,326	3,327	3,3257	3,321	3,321	3,32	3,3207	3,338	3,337	3,338	3,3377	3,344	3,333	3,335	3,3373	10,67	9,33	2,67	-2,67	5,00		
		3	3,824	3,823	3,824	3,8237	3,822	3,827	3,823	3,8240	3,818	3,817	3,818	3,8177	3,824	3,825	3,827	3,8253	17,33	50,67	46,67	18,67	33,33		

Mediciones Día 2. Fecha: 18/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)														ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo		
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C			Cara D	Promedio
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio	A	B	C			D	
M2	648	1	0,876	0,871	0,864	0,8703	0,924	0,918	0,921	0,9210	0,89	0,874	0,886	0,8833	0,875	0,896	0,89	0,8870	-	25,33	-	10,67	-7,00	0,56	12,778
		2	3,327	3,324	3,323	3,3247	3,33	3,329	3,323	3,3273	3,317	3,315	3,316	3,3160	3,323	3,321	3,328	3,3240	-4,00	26,67	-	-	-29,33		
		3	3,838	3,837	3,842	3,8390	3,831	3,83	3,835	3,8320	3,833	3,83	3,833	3,8320	3,826	3,826	3,825	3,8257	61,33	32,00	57,33	1,33	38,00		

Mediciones Día 5. Fecha: 21/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio			
M2	648	1	0,872	0,874	0,876	0,8740	0,899	0,894	0,896	0,8963	0,872	0,877	0,877	0,8753	0,841	0,857	0,858	0,8520	-	-	-	-9,33	-28,67	-48,56	-70,778
		2	3,296	3,298	3,3	3,2980	3,301	3,3	3,307	3,3027	3,315	3,315	3,314	3,3147	3,299	3,298	3,299	3,2987	-	-	-	-	-53,00		
		3	3,81	3,809	3,808	3,8090	3,805	3,806	3,808	3,8063	3,804	3,803	3,804	3,8037	3,802	3,8	3,801	3,8010	-	-	-	-	-64,00		
M1	650	1	1,586	1,587	1,587	1,5867	1,588	1,582	1,585	1,5850	1,585	1,585	1,587	1,5857	1,576	1,575	1,573	1,5747	-	-	-	-	-65,67	-48,00	-48,000
		2	3,133	3,13	3,128	3,1303	3,123	3,124	3,128	3,1250	3,127	3,126	3,127	3,1267	3,134	3,135	3,136	3,1350	-	-	-	8,00	-31,00		
		3	2,724	2,721	2,722	2,7223	2,738	2,738	2,735	2,7370	2,718	2,717	2,716	2,7170	2,719	2,714	2,713	2,7153	-	-	-	-	-47,33		

Mediciones Día 6. Fecha: 22/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio			
M2	648	1	0,869	0,869	0,872	0,8700	0,891	0,898	0,889	0,8927	0,871	0,887	0,882	0,8800	0,847	0,865	0,866	0,8593	-	-	18,67	29,33	4,33	43,78	-27,000
		2	3,313	3,314	3,313	3,3133	3,321	3,318	3,317	3,3187	3,311	3,311	3,314	3,3120	3,319	3,319	3,316	3,3180	61,33	64,00	-	77,33	48,00		
		3	3,829	3,829	3,829	3,8290	3,825	3,826	3,825	3,8253	3,823	3,824	3,823	3,8233	3,821	3,822	3,821	3,8213	80,00	76,00	78,67	81,33	79,00		
M1	650	1	1,597	1,596	1,597	1,5967	1,596	1,599	1,596	1,5970	1,599	1,603	1,601	1,6010	1,591	1,592	1,592	1,5917	40,00	48,00	61,33	68,00	54,33	53,78	5,778
		2	3,153	3,152	3,147	3,1507	3,141	3,142	3,14	3,1410	3,142	3,14	3,142	3,1413	3,143	3,144	3,145	3,1440	81,33	64,00	58,67	36,00	60,00		
		3	2,745	2,742	2,742	2,7430	2,735	2,735	2,735	2,7350	2,734	2,732	2,732	2,7327	2,727	2,728	2,729	2,7280	82,67	-8,00	62,67	50,67	47,00		

Mediciones Día 7. Fecha: 23/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,865	0,862	0,861	0,8627	0,881	0,884	0,888	0,8843	0,841	0,839	0,841	0,8403	0,852	0,849	0,852	0,8510	-	-	-	-	-63,67	-32,67	-59,667
		2	3,312	3,308	3,309	3,3097	3,305	3,304	3,305	3,3047	3,317	3,317	3,319	3,3177	3,317	3,319	3,316	3,3173	14,67	56,00	22,67	-2,67	-12,67		
		3	3,824	3,823	3,824	3,8237	3,819	3,82	3,82	3,8197	3,819	3,819	3,819	3,8190	3,815	3,815	3,815	3,8150	21,33	22,67	-17,33	-	-21,67		
M1	650	1	1,596	1,596	1,596	1,5960	1,594	1,595	1,595	1,5947	1,597	1,598	1,597	1,5973	1,586	1,585	1,586	1,5857	-2,67	-9,33	-14,67	-	-12,67	-8,89	-3,111
		2	3,143	3,146	3,143	3,1440	3,136	3,135	3,136	3,1357	3,146	3,143	3,14	3,1430	3,14	3,138	3,138	3,1387	26,67	21,33	6,67	-	-15,67		
		3	2,75	2,751	2,744	2,7483	2,734	2,735	2,732	2,7337	2,733	2,732	2,732	2,7323	2,726	2,726	2,726	2,7260	21,33	-5,33	-1,33	-8,00	1,67		

Mediciones Día 8. Fecha: 24/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,855	0,852	0,851	0,8527	0,875	0,873	0,874	0,8740	0,846	0,843	0,844	0,8443	0,848	0,847	0,849	0,8480	-	-	16,00	-	-19,33	1,78	-57,889
		2	3,319	3,316	3,315	3,3167	3,32	3,321	3,324	3,3217	3,316	3,314	3,315	3,3150	3,318	3,317	3,318	3,3177	28,00	68,00	-	1,33	21,67		
		3	3,825	3,826	3,825	3,8253	3,821	3,82	3,821	3,8207	3,819	3,818	3,82	3,8190	3,815	3,816	3,815	3,8153	6,67	4,00	0,00	1,33	3,00		
M1	650	1	1,597	1,596	1,596	1,5963	1,601	1,596	1,597	1,5980	1,599	1,598	1,599	1,5987	1,586	1,588	1,589	1,5877	1,33	13,33	5,33	8,00	7,00	-26,44	-29,556
		2	3,135	3,134	3,134	3,1343	3,131	3,13	3,131	3,1307	3,129	3,13	3,129	3,1293	3,133	3,132	3,133	3,1327	38,67	20,00	54,67	24,00	-34,33		
		3	2,726	2,725	2,726	2,7257	2,721	2,722	2,721	2,7213	2,723	2,722	2,723	2,7227	2,719	2,719	2,718	2,7187	90,67	49,33	38,67	29,33	-52,00		

Mediciones Día 9. Fecha: 25/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																										
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo	
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio			
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio								
M2	648	1	0,84	0,835	0,835	0,8367	0,868	0,87	0,868	0,8687	0,839	0,838	0,838	0,8383	0,845	0,844	0,843	0,8440	-	-	-	-	-31,33	-7,00	-64,889	
		2	3,317	3,316	3,315	3,3160	3,318	3,319	3,318	3,3183	3,315	3,314	3,312	3,3137	3,316	3,316	3,317	3,3163	-2,67	13,33	-5,33	-5,33	-6,67			
		3	3,829	3,829	3,829	3,8290	3,825	3,827	3,825	3,8257	3,824	3,823	3,824	3,8237	3,82	3,819	3,818	3,8190	14,67	20,00	18,67	14,67	17,00			
M1	650	1	1,586	1,585	1,584	1,5850	1,584	1,585	1,586	1,5850	1,589	1,59	1,588	1,5890	1,581	1,579	1,578	1,5793	-	-	-	-	-42,33	-7,97	-37,522	
		2	3,142	3,141	3,143	3,1420	3,134	3,135	3,133	3,1340	3,136	3,137	3,1143	3,1291	3,133	3,137	3,139	3,1363	30,67	13,33	-0,93	14,67	14,43			
		3	2,733	2,731	2,73	2,7313	2,721	2,721	2,72	2,7207	2,723	2,722	2,723	2,7227	2,718	2,717	2,718	2,7177	22,67	-2,67	0,00	-4,00	4,00			
M4	519	1	3,823	3,822	3,821	3,8220	3,819	3,819	3,818	3,8187	3,81	3,811	3,81	3,8103	3,809	3,81	3,811	3,8100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		2	1,073	1,072	1,074	1,0730	1,069	1,068	1,07	1,0690	1,078	1,077	1,077	1,0773	1,067	1,068	1,067	1,0673	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
		3	3,816	3,823	3,817	3,8187	3,805	3,807	3,805	3,8057	3,802	3,801	3,802	3,8017	3,783	3,792	3,8	3,7917	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			

Mediciones Día 10. Fecha: 26/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																										
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo	
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio			
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio								
M2	648	1	0,842	0,84	0,84	0,8407	0,864	0,863	0,865	0,8640	0,835	0,836	0,835	0,8353	0,836	0,811	0,815	0,8207	16,00	86,67	-12,00	-93,33	-0,67	-16,22	-81,111	
		2	3,314	3,313	3,313	3,3133	3,318	3,317	3,318	3,3177	3,31	3,309	3,31	3,3097	3,314	3,315	3,316	3,3150	-10,67	-2,67	-16,00	-5,33	-8,67			
		3	3,819	3,818	3,819	3,8187	3,815	3,816	3,815	3,8153	3,814	3,815	3,814	3,8143	3,81	3,81	3,809	3,8097	-41,33	-41,33	-37,33	-37,33	-39,33			
M1	650	1	1,584	1,584	1,584	1,5840	1,582	1,583	1,587	1,5840	1,587	1,586	1,587	1,5867	1,58	1,578	1,577	1,5783	-4,00	-4,00	-9,33	-4,00	-5,33	-17,26	-54,778	
		2	3,132	3,133	3,124	3,1297	3,123	3,124	3,124	3,1237	3,127	3,126	3,127	3,1267	3,13	3,128	3,128	3,1287	-49,33	-41,33	-9,73	-30,67	-32,77			
		3	2,728	2,725	2,722	2,7250	2,719	2,72	2,72	2,7197	2,72	2,721	2,72	2,7203	2,714	2,714	2,713	2,7137	-25,33	-4,00	-9,33	-16,00	-13,67			
M4	519	1	3,781	3,777	3,778	3,7787	3,776	3,777	3,775	3,7760	3,772	3,77	3,774	3,7720	3,765	3,767	3,763	3,7650	-	-	-	-	-169,33	-120,56	-120,556	
		2	1,062	1,061	1,062	1,0617	1,06	1,061	1,062	1,0610	1,072	1,071	1,071	1,0713	1,062	1,061	1,061	1,0613	-45,33	-32,00	-24,00	-24,00	-31,33			
		3	3,791	3,806	3,758	3,7850	3,756	3,762	3,756	3,7580	3,755	3,754	3,755	3,7547	3,756	3,755	3,756	3,7557	-	-	-	-	-161,00			
M5	526	1	-	-0,02	-	-0,0180	-	-0,03	-0,03	-0,0293	-	-	-	-0,0267	-	-	-	-0,0267	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	
		2	0,017	0,154	0,163	-0,1590	0,164	0,166	0,165	-0,1650	0,168	0,168	0,167	-0,1677	0,176	0,176	0,175	-0,1757	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
		3	1,531	1,534	1,538	1,5343	1,524	1,522	1,522	1,5150	1,515	1,515	1,526	1,5187	1,521	1,524	1,52	1,5217	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
M7	531	1	3,305	3,305	3,307	3,3057	3,297	3,296	3,295	3,2960	3,303	3,304	3,303	3,3033	3,303	3,302	3,301	3,3020	-44,00	-33,33	-30,67	-33,33	-35,33	-117,56	-117,556	
		2	0,983	0,986	0,989	0,9860	0,975	0,97	0,97	0,9717	0,973	0,974	0,976	0,9743	0,979	0,974	0,973	0,9753	-49,33	-49,33	-54,67	-40,00	-48,33			
		3	3,178	3,177	3,177	3,1773	3,158	3,15	3,152	3,1533	3,151	3,149	3,152	3,1507	3,157	3,154	3,155	3,1553	-	-	-	-	-269,00			
M8	539	1	2,031	2,028	2,028	2,0290	2,022	2,021	2,022	2,0217	2,016	2,016	2,015	2,0157	2,021	2,021	2,02	2,0207	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	
		2	0,666	0,662	0,658	0,6620	0,652	0,65	0,649	0,6503	0,646	0,643	0,643	0,6440	0,643	0,642	0,642	0,6423	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
		3	1,333	1,329	1,328	1,3300	1,314	1,315	1,313	1,3140	1,304	1,304	1,304	1,3040	1,316	1,315	1,315	1,3153	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			

Mediciones Día 11. Fecha: 27/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,847	0,837	0,835	0,8397	0,881	0,865	0,876	0,8740	0,844	0,837	0,837	0,8393	0,819	0,82	0,821	0,8200	-4,00	40,00	16,00	-2,67	12,33	0,78	-80,333
		2	3,311	3,313	3,309	3,3110	3,309	3,304	3,305	3,3060	3,313	3,313	3,313	3,3130	3,313	3,315	3,313	3,3137	-9,33	-46,67	13,33	-5,33	-12,00		
		3	3,82	3,82	3,819	3,8197	3,816	3,815	3,814	3,8150	3,814	3,815	3,815	3,8147	3,811	3,81	3,811	3,8107	4,00	-1,33	1,33	4,00	2,00		
M1	650	1	1,569	1,571	1,569	1,5697	1,572	1,571	1,571	1,5713	1,571	1,57	1,568	1,5697	1,57	1,568	1,56	1,5660	-57,33	-50,67	-68,00	-49,33	-56,33	-20,56	-75,333
		2	3,133	3,13	3,13	3,1310	3,121	3,123	3,123	3,1223	3,125	3,125	3,126	3,1253	3,127	3,127	3,127	3,1270	5,33	-5,33	-5,33	-6,67	-3,00		
		3	2,725	2,724	2,725	2,7247	2,721	2,72	2,72	2,7203	2,719	2,718	2,718	2,7183	2,713	2,713	2,713	2,7130	-1,33	2,67	-8,00	-2,67	-2,33		
M4	519	1	3,768	3,764	3,762	3,7647	3,766	3,775	3,774	3,7717	3,757	3,757	3,757	3,7570	3,757	3,756	3,752	3,7550	-56,00	-17,33	-60,00	-40,00	-43,33	-46,56	-167,111
		2	1,047	1,047	1,047	1,0470	1,051	1,051	1,047	1,0497	1,051	1,051	1,051	1,0510	1,048	1,048	1,047	1,0477	-58,67	-45,33	-81,33	-54,67	-60,00		
		3	3,753	3,753	3,753	3,7530	3,757	3,759	3,758	3,7580	3,753	3,753	3,753	3,7530	3,753	3,753	3,753	3,7530	-	0,00	-6,67	-10,67	-36,33		
M5	526	1	-	-	-	-0,0270	-	-	-	-0,0340	-	-	-	-0,0300	-	-	-	-0,0187	-36,00	-18,67	-13,33	32,00	-9,00	-35,89	-35,889
		2	0,027	0,027	0,027	-0,1673	-0,16	-	-	-0,1687	-	-	-	-0,1760	-	-	-	-0,1840	-33,33	-14,67	-33,33	-33,33	-28,67		
		3	1,513	1,519	1,516	1,5160	1,503	1,504	1,504	1,5037	1,499	1,499	1,499	1,4990	1,501	1,501	1,501	1,5010	-73,33	-45,33	-78,67	-82,67	-70,00		
M7	531	1	3,28	3,28	3,276	3,2787	3,27	3,269	3,268	3,2690	3,268	3,267	3,265	3,2667	3,274	3,274	3,274	3,2740	-	-	-	-	-118,67	-45,89	-163,444
		2	0,98	0,986	0,987	0,9843	0,969	0,969	0,968	0,9687	0,973	0,973	0,973	0,9730	0,974	0,971	0,972	0,9723	-6,67	-12,00	-5,33	-12,00	-9,00		
		3	3,162	3,162	3,162	3,1620	3,153	3,153	3,154	3,1533	3,151	3,151	3,151	3,1510	3,16	3,16	3,161	3,1603	-61,33	0,00	1,33	20,00	-10,00		
M8	539	1	2,012	2,011	2,011	2,0113	2,009	2,009	2,009	2,0090	2,011	2,01	2,01	2,0103	2,01	2,012	2,01	2,0107	-70,67	-50,67	-21,33	-40,00	-45,67	-30,22	-30,222
		2	0,654	0,653	0,648	0,6517	0,645	0,645	0,644	0,6447	0,64	0,64	0,638	0,6393	0,638	0,638	0,638	0,6380	-41,33	-22,67	-18,67	-17,33	-25,00		
		3	1,315	1,314	1,314	1,3143	1,31	1,335	1,31	1,3183	1,301	1,301	1,302	1,3013	1,31	1,309	1,309	1,3093	-62,67	17,33	-10,67	-24,00	-20,00		

Mediciones Día 12. Fecha: 28/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,837	0,835	0,836	0,8360	0,859	0,863	0,86	0,8607	0,838	0,842	0,843	0,8410	0,838	0,842	0,843	0,8410	-	-	6,67	84,00	5,67	-1,33	-81,667
		2	3,31	3,306	3,306	3,3073	3,302	3,303	3,302	3,3023	3,313	3,312	3,311	3,3120	3,313	3,312	3,311	3,3120	-	-	-4,00	-6,67	-10,00		
		3	3,819	3,819	3,817	3,8183	3,815	3,814	3,817	3,8153	3,814	3,813	3,813	3,8133	3,814	3,813	3,813	3,8133	-5,33	1,33	-5,33	10,67	0,33		
M1	650	1	1,571	1,571	1,571	1,5710	1,569	1,57	1,569	1,5693	1,575	1,575	1,577	1,5757	1,567	1,568	1,567	1,5673	5,33	-8,00	24,00	5,33	6,67	-2,89	-78,222
		2	3,129	3,128	3,129	3,1287	3,126	3,12	3,12	3,1220	3,122	3,123	3,123	3,1227	3,126	3,125	3,124	3,1250	-9,33	-1,33	-	-8,00	-7,33		
		3	2,73	2,726	2,723	2,7263	2,715	2,713	2,714	2,7140	2,716	2,715	2,714	2,7150	2,714	2,713	2,712	2,7130	6,67	-	-	0,00	-8,00		
M4	519	1	3,764	3,758	3,759	3,7603	3,759	3,757	3,759	3,7583	3,755	3,753	3,754	3,7540	3,753	3,753	3,755	3,7537	-	-	-	-5,33	-22,00	-21,11	-188,222
		2	1,039	1,039	1,04	1,0393	1,04	1,041	1,04	1,0403	1,051	1,05	1,05	1,0503	1,043	1,043	1,042	1,0427	-	-	-2,67	-	-22,67		
		3	3,75	3,749	3,75	3,7497	3,755	3,753	3,752	3,7533	3,748	3,747	3,746	3,7470	3,749	3,748	3,748	3,7483	-	-	-	-	-18,67		
M5	526	1	-	-	-	-0,0367	-	-	-	-0,0437	-	-	-	-0,0437	-	-	-0,04	-0,0390	-	-	-	-	-53,33	-32,00	-67,889
		2	0,033	0,041	0,036	-0,0367	0,038	0,047	0,046	-0,0437	0,044	0,045	0,042	-0,0437	0,035	0,042	-0,04	-0,0390	38,67	38,67	54,67	81,33	-53,33		
		3	-	-	-	-0,1783	-	-	-	-0,1770	-	-0,18	-	-0,1800	-	-0,19	-	-0,1890	44,00	33,33	16,00	20,00	-28,33		
M7	531	1	1,511	1,51	1,51	1,5103	1,501	1,502	1,5	1,5010	1,496	1,496	1,495	1,4957	1,499	1,498	1,498	1,4983	-	-	-	-	-14,33	-54,00	-217,444
		2	3,265	3,264	3,264	3,2643	3,259	3,259	3,258	3,2587	3,26	3,259	3,259	3,2593	3,268	3,267	3,267	3,2673	57,33	41,33	29,33	26,67	-38,67		
		3	0,964	0,961	0,96	0,9617	0,952	0,953	0,951	0,9520	0,961	0,96	0,961	0,9607	0,957	0,956	0,957	0,9567	90,67	66,67	49,33	62,67	-67,33		
M8	539	1	3,148	3,147	3,147	3,1473	3,138	3,139	3,14	3,1390	3,139	3,138	3,138	3,1383	3,146	3,146	3,146	3,1460	-	-	-	-	-56,00	-38,56	-68,778
		2	1,998	1,997	1,996	1,9970	1,996	1,995	1,994	1,9950	1,991	1,989	1,991	1,9903	1,994	1,992	1,995	1,9937	57,33	56,00	80,00	68,00	-65,33		
		3	0,641	0,64	0,64	0,6403	0,638	0,637	0,637	0,6373	0,633	0,634	0,633	0,6333	0,632	0,632	0,635	0,6330	45,33	29,33	24,00	20,00	-29,67		
		3	1,327	1,314	1,309	1,3167	1,305	1,304	1,304	1,3043	1,295	1,295	1,295	1,2950	1,305	1,309	1,306	1,3067	9,33	56,00	25,33	10,67	-20,67		

Mediciones Día 13. Fecha: 29/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																										
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo	
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio			
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio								
M2	648	1	0,845	0,85	0,846	0,8470	0,865	0,863	0,864	0,8640	0,846	0,844	0,845	0,8450	0,821	0,822	0,818	0,8203	44,00	13,33	16,00	-	82,67	-2,33	4,89	-76,778
		2	3,313	3,312	3,311	3,3120	3,305	3,304	3,306	3,3050	3,315	3,315	3,315	3,3150	3,317	3,316	3,315	3,3160	18,67	10,67	12,00	16,00	14,33			
		3	3,821	3,821	3,82	3,8207	3,816	3,816	3,815	3,8157	3,815	3,815	3,815	3,8150	3,813	3,812	3,81	3,8117	9,33	1,33	6,67	-6,67	2,67			
M1	650	1	1,575	1,571	1,574	1,5733	1,575	1,574	1,575	1,5747	1,573	1,574	1,573	1,5733	1,573	1,571	1,572	1,5720	9,33	21,33	-9,33	18,67	10,00	19,33	-58,889	
		2	3,134	3,133	3,135	3,1340	3,128	3,125	3,126	3,1263	3,129	3,127	3,127	3,1277	3,133	3,129	3,131	3,1310	21,33	17,33	20,00	24,00	20,67			
		3	2,735	2,729	2,729	2,7310	2,723	2,722	2,723	2,7227	2,723	2,722	2,721	2,7220	2,721	2,72	2,719	2,7200	18,67	34,67	28,00	28,00	27,33			
M4	519	1	3,764	3,765	3,763	3,7640	3,764	3,764	3,765	3,7643	3,759	3,76	3,76	3,7597	3,756	3,758	3,757	3,7570	14,67	24,00	22,67	13,33	18,67	11,89	-176,333	
		2	1,045	1,044	1,045	1,0447	1,048	1,047	1,044	1,0463	1,053	1,053	1,052	1,0527	1,046	1,045	1,046	1,0457	21,33	24,00	9,33	12,00	16,67			
		3	3,752	3,751	3,75	3,7510	3,754	3,754	3,755	3,7543	3,746	3,747	3,746	3,7463	3,747	3,748	3,746	3,7470	5,33	4,00	-2,67	-5,33	0,33			
M5	526	1	-	-	-	-0,0310	-	-	-0,04	-0,0390	-0,04	-	-0,04	-0,0373	-	-	-	-0,0373	22,67	18,67	25,33	6,67	18,33	16,11	-51,778	
		2	0,029	0,029	0,035		0,039	0,038			0,032	-0,04	-0,0373		0,038	0,037	0,037		18,67	-2,67	-5,33	5,33	4,00			
		3	0,171	0,174	0,176	-0,1737	0,177	0,178	0,178	-0,1777	0,181	0,182	0,181	-0,1813	0,188	0,187	0,188	-0,1877	30,67	37,33	26,67	9,33	26,00			
M7	531	1	3,271	3,27	3,271	3,2707	3,265	3,264	3,263	3,2640	3,264	3,263	3,263	3,2633	3,271	3,27	3,271	3,2707	25,33	21,33	16,00	13,33	19,00	5,11	-212,333	
		2	0,962	0,96	0,96	0,9607	0,955	0,954	0,953	0,9540	0,968	0,963	0,963	0,9647	0,96	0,959	0,958	0,9590	-4,00	8,00	16,00	9,33	7,33			
		3	3,15	3,148	3,146	3,1480	3,137	3,135	3,134	3,1353	3,136	3,135	3,133	3,1347	3,142	3,142	3,141	3,1417	2,67	14,67	14,67	17,33	-11,00			
M8	539	1	1,988	1,997	1,993	1,9927	1,991	1,99	1,989	1,9900	1,987	1,986	1,985	1,9860	1,988	1,987	1,987	1,9873	-	-	-	-	-20,00	4,33	-64,444	
		2	0,647	0,652	0,647	0,6487	0,643	0,644	0,643	0,6433	0,639	0,64	0,638	0,6390	0,636	0,637	0,636	0,6363	33,33	24,00	22,67	13,33	23,33			
		3	1,313	1,312	1,313	1,3127	1,309	1,308	1,309	1,3087	1,3	1,309	1,301	1,3033	1,308	1,308	1,307	1,3077	16,00	17,33	33,33	4,00	9,67			

Mediciones Día 14. Fecha: 30/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,836	0,831	0,831	0,8327	0,863	0,874	0,855	0,8640	0,837	0,835	0,835	0,8357	0,824	0,813	0,813	0,8167	-57,33	0,00	-37,33	14,67	-27,33	-8,56	-85,333
		2	3,309	3,31	3,309	3,3093	3,304	3,305	3,304	3,3043	3,314	3,314	3,314	3,3140	3,315	3,315	3,314	3,3147	-10,67	-2,67	-4,00	-5,33	-5,67		
		3	3,823	3,822	3,823	3,8227	3,817	3,818	3,817	3,8173	3,817	3,816	3,817	3,8167	3,814	3,813	3,814	3,8137	8,00	6,67	6,67	8,00	7,33		
M1	650	1	1,572	1,571	1,572	1,5717	1,57	1,579	1,57	1,5730	1,582	1,576	1,575	1,5777	1,568	1,566	1,565	1,5663	-6,67	-6,67	17,33	-22,67	-4,67	-18,00	-76,889
		2	3,13	3,127	3,132	3,1297	3,12	3,124	3,123	3,1223	3,122	3,121	3,122	3,1217	3,125	3,124	3,125	3,1247	17,33	16,00	24,00	25,33	-20,67		
		3	2,726	2,725	2,722	2,7243	2,716	2,717	2,716	2,7163	2,715	2,715	2,716	2,7153	2,711	2,71	2,712	2,7110	26,67	25,33	26,67	36,00	-28,67		
M4	519	1	3,754	3,747	3,746	3,7490	3,75	3,748	3,749	3,7490	3,742	3,743	3,747	3,7440	3,742	3,74	3,739	3,7403	60,00	61,33	62,67	66,67	-62,67	-31,78	-208,111
		2	1,042	1,041	1,045	1,0427	1,044	1,043	1,044	1,0437	1,051	1,051	1,051	1,0510	1,046	1,045	1,044	1,0450	-8,00	10,67	-6,67	-2,67	-7,00		
		3	3,743	3,742	3,741	3,7420	3,749	3,748	3,747	3,7480	3,742	3,741	3,74	3,7410	3,743	3,741	3,742	3,7420	36,00	25,33	21,33	20,00	-25,67		
M5	526	1	-0,041	0,035	0,0034	-0,0265	0,048	0,048	0,046	-0,0473	0,039	0,041	0,038	-0,0393	0,036	0,031	0,031	-0,0327	18,13	33,33	-8,00	18,67	-1,13	-21,60	-73,378
		2	-0,182	0,181	-0,184	-0,1823	0,183	0,184	0,185	-0,1840	0,189	0,189	0,189	-0,1890	0,196	0,197	0,196	-0,1963	34,67	25,33	30,67	34,67	-31,33		
		3	1,517	1,509	1,508	1,5113	1,5	1,5	1,501	1,5003	1,496	1,492	1,493	1,4937	1,494	1,494	1,493	1,4937	26,67	40,00	34,67	28,00	-32,33		
M7	531	1	3,273	3,272	3,273	3,2727	3,265	3,265	3,264	3,2647	3,272	3,272	3,272	3,2720	3,274	3,271	3,275	3,2733	8,00	2,67	34,67	10,67	14,00	-20,89	-233,222
		2	0,963	0,955	0,954	0,9573	0,951	0,949	0,95	0,9500	0,951	0,95	0,952	0,9510	0,947	0,947	0,941	0,9450	13,33	16,00	54,67	56,00	-35,00		
		3	3,135	3,134	3,133	3,1340	3,126	3,124	3,123	3,1243	3,126	3,127	3,126	3,1263	3,134	3,133	3,133	3,1333	56,00	44,00	33,33	33,33	-41,67		
M8	539	1	1,98	1,979	1,98	1,9797	1,976	1,975	1,973	1,9747	1,974	1,973	1,972	1,9730	1,975	1,974	1,973	1,9740	52,00	61,33	52,00	53,33	-54,67	-30,56	-95,000
		2	0,644	0,643	0,642	0,6430	0,637	0,634	0,632	0,6343	0,633	0,63	0,625	0,6293	0,626	0,625	0,624	0,6250	22,67	36,00	38,67	45,33	-35,67		
		3	1,31	1,309	1,31	1,3097	1,308	1,307	1,306	1,3070	1,312	1,309	1,307	1,3093	1,306	1,304	1,305	1,3050	12,00	-6,67	24,00	10,67	-1,33		

Mediciones Día 15. Fecha: 31/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,855	0,856	0,85	0,8537	0,879	0,884	0,872	0,8783	0,837	0,834	0,834	0,8350	0,832	0,825	0,824	0,8270	84,00	57,33	-2,67	41,33	45,00	20,11	-65,222
		2	3,312	3,313	3,312	3,3123	3,318	3,318	3,317	3,3177	3,312	3,312	3,312	3,3120	3,317	3,316	3,317	3,3167	12,00	53,33	-8,00	8,00	16,33		
		3	3,822	3,822	3,822	3,8220	3,82	3,817	3,817	3,8180	3,816	3,816	3,817	3,8163	3,813	3,813	3,813	3,8130	-2,67	2,67	-1,33	-2,67	-1,00		
M1	650	1	1,583	1,579	1,58	1,5807	1,576	1,576	1,577	1,5763	1,585	1,582	1,582	1,5830	1,574	1,576	1,574	1,5747	36,00	13,33	21,33	33,33	26,00	29,89	-47,000
		2	3,134	3,133	3,139	3,1353	3,127	3,126	3,126	3,1263	3,128	3,128	3,128	3,1280	3,131	3,131	3,13	3,1307	22,67	16,00	25,33	24,00	22,00		
		3	2,73	2,732	2,733	2,7317	2,727	2,727	2,727	2,7270	2,727	2,727	2,727	2,7270	2,723	2,723	2,723	2,7230	29,33	42,67	46,67	48,00	41,67		
M4	519	1	3,752	3,749	3,745	3,7487	3,753	3,751	3,749	3,7510	3,747	3,746	3,747	3,7467	3,744	3,742	3,741	3,7423	-1,33	8,00	10,67	8,00	6,33	21,11	-187,000
		2	1,059	1,059	1,06	1,0593	1,062	1,064	1,061	1,0623	1,062	1,061	1,06	1,0610	1,065	1,06	1,061	1,0620	66,67	74,67	40,00	68,00	62,33		
		3	3,743	3,73	3,743	3,7387	3,745	3,745	3,745	3,7450	3,741	3,741	3,741	3,7410	3,743	3,743	3,743	3,7430	-	-	0,00	4,00	-5,33		
M5	526	1	-	-	-	-0,0363	-	-	-	-0,0360	-	-0,04	-	-0,0383	-	-	-	-0,0340	-	45,33	4,00	-5,33	1,13	32,16	-41,222
		2	0,032	0,038	0,039		0,036	0,036	0,036		0,036	-0,04	0,039		0,032	0,032	0,038		39,47						
		3	-	-	-0,18	-0,1740	-	-	-	-0,1780	-	-	-	-0,1810	-	-	-	-0,1870	33,33	24,00	32,00	37,33	31,67		
M7	531	1	1,524	1,529	1,525	1,5260	1,516	1,513	1,513	1,5140	1,51	1,509	1,509	1,5093	1,513	1,514	1,513	1,5133	58,67	54,67	62,67	78,67	63,67	7,44	-225,778
		2	3,266	3,265	3,264	3,2650	3,261	3,261	3,26	3,2607	3,261	3,261	3,261	3,2610	3,268	3,273	3,268	3,2697	-	-	-	-	-26,33		
		3	0,958	0,958	0,958	0,9580	0,952	0,952	0,951	0,9517	0,96	0,961	0,961	0,9607	0,957	0,957	0,957	0,9570	2,67	6,67	38,67	48,00	24,00		
M8	539	1	3,138	3,137	3,137	3,1373	3,13	3,13	3,13	3,1300	3,133	3,133	3,133	3,1330	3,142	3,143	3,142	3,1423	13,33	22,67	26,67	36,00	24,67	12,22	-82,778
		2	1,977	1,977	1,977	1,9770	1,974	1,974	1,975	1,9743	1,975	1,975	1,975	1,9750	1,978	1,978	1,978	1,9780	10,67	-1,33	8,00	16,00	3,00		
		3	0,646	0,643	0,643	0,6440	0,645	0,645	0,645	0,6450	0,64	0,64	0,639	0,6397	0,64	0,64	0,64	0,6400	4,00	42,67	41,33	60,00	37,00		
			1,311	1,31	1,311	1,3107	1,306	1,305	1,305	1,3053	1,311	1,304	1,3	1,3050	1,307	1,308	1,305	1,3067	4,00	-6,67	-	6,67	-3,33		

Mediciones Día 16. Fecha: 1/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,84	0,84	0,839	0,8397	0,867	0,865	0,865	0,8657	0,838	0,837	0,838	0,8377	0,815	0,815	0,814	0,8147	-	-	10,67	-	-36,33	-24,56	-89,778
		2	3,309	3,306	3,306	3,3070	3,311	3,31	3,31	3,3103	3,307	3,305	3,311	3,3077	3,31	3,311	3,311	3,3107	21,33	29,33	17,33	24,00	-23,00		
		3	3,818	3,817	3,817	3,8173	3,816	3,814	3,814	3,8147	3,813	3,813	3,814	3,8133	3,81	3,81	3,809	3,8097	18,67	13,33	12,00	13,33	-14,33		
M1	650	1	1,574	1,573	1,574	1,5737	1,572	1,572	1,572	1,5720	1,576	1,579	1,576	1,5770	1,573	1,571	1,568	1,5707	-	-	-	-	-21,33	-26,83	-73,833
		2	3,126	3,127	3,126	3,1263	3,121	3,12	3,121	3,1207	3,122	3,124	3,122	3,1227	3,126	3,125	3,125	3,1253	36,00	22,67	21,33	21,33	-25,33		
		3	2,723	2,722	2,722	2,7223	2,719	2,719	2,718	2,7187	2,72	2,719	2,719	2,7193	2,715	2,714	2,714	2,7145	-	-	-	-	-33,83		
M4	519	1	3,753	3,747	3,746	3,7487	3,748	3,745	3,746	3,7463	3,742	3,741	3,743	3,7420	3,74	3,742	3,74	3,7407	0,00	-	-	-6,67	-11,00	-36,11	-223,111
		2	1,043	1,044	1,043	1,0433	1,043	1,046	1,047	1,0453	1,048	1,047	1,047	1,0473	1,048	1,047	1,048	1,0477	64,00	68,00	54,67	57,33	-61,00		
		3	3,733	3,74	3,738	3,7370	3,748	3,73	3,728	3,7353	3,731	3,732	3,734	3,7323	3,726	3,728	3,726	3,7267	-6,67	38,67	34,67	65,33	-36,33		
M5	526	1	-	-	-	-0,0433	-	-	-	-0,0463	-	-	-	-0,0443	-	-	-	-0,0450	28,00	41,33	24,00	44,00	-34,33	-25,57	-66,793
		2	0,044	0,045	0,041	-0,1863	0,044	0,048	0,047	-0,1887	-0,19	-	-	-0,1907	0,045	0,046	0,044	-0,1857	-0,18	0,00	-	5,33	-8,38		
		3	1,516	1,515	1,515	1,5153	1,504	1,505	1,504	1,5043	1,503	1,501	1,502	1,5020	1,507	1,508	1,506	1,5070	42,67	38,67	29,33	25,33	-34,00		
M7	531	1	3,256	3,257	3,261	3,2580	3,253	3,253	3,254	3,2533	3,254	3,254	3,254	3,2540	3,261	3,262	3,262	3,2617	28,00	29,33	28,00	32,00	-29,33	-29,33	-255,111
		2	0,955	0,957	0,956	0,9560	0,951	0,953	0,951	0,9517	0,956	0,957	0,955	0,9560	0,952	0,952	0,953	0,9523	-8,00	0,00	-	-	-11,33		
		3	3,126	3,125	3,126	3,1257	3,118	3,117	3,118	3,1177	3,122	3,122	3,123	3,1223	3,13	3,129	3,13	3,1297	46,67	49,33	42,67	50,67	-47,33		
M8	539	1	1,975	1,974	1,973	1,9740	1,972	1,972	1,971	1,9717	1,972	1,971	1,971	1,9713	1,97	1,97	1,971	1,9703	12,00	10,67	14,67	30,67	-17,00	-20,89	-103,667
		2	0,636	0,636	0,635	0,6357	0,636	0,633	0,632	0,6337	0,631	0,63	0,629	0,6300	0,629	0,63	0,628	0,6290	33,33	45,33	38,67	44,00	-40,33		
		3	1,31	1,309	1,309	1,3093	1,304	1,303	1,304	1,3037	1,303	1,302	1,3	1,3017	1,308	1,307	1,308	1,3077	-5,33	-6,67	-	4,00	-5,33		

Mediciones Día 17. Fecha: 2/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,839	0,841	0,838	0,8393	0,868	0,871	0,872	0,8703	0,836	0,84	0,836	0,8373	0,823	0,812	0,818	0,8177	-1,33	18,67	-1,33	12,00	7,00	11,11	-78,667
		2	3,307	3,304	3,304	3,3050	3,304	3,301	3,302	3,3023	3,313	3,314	3,313	3,3133	3,314	3,314	3,314	3,3140	-8,00	-32,00	22,67	13,33	-1,00		
		3	3,824	3,824	3,824	3,8240	3,822	3,822	3,822	3,8220	3,82	3,82	3,82	3,8200	3,816	3,816	3,817	3,8163	26,67	29,33	26,67	26,67	27,33		
M1	650	1	1,572	1,573	1,574	1,5730	1,571	1,574	1,573	1,5727	1,575	1,575	1,574	1,5747	1,566	1,566	1,567	1,5663	-2,67	2,67	-9,33	-17,33	-6,67	-1,67	-75,500
		2	3,133	3,133	3,133	3,1330	3,127	3,127	3,127	3,1270	3,131	3,13	3,13	3,1303	3,133	3,132	3,133	3,1327	26,67	25,33	30,67	29,33	28,00		
		3	2,713	2,713	2,713	2,7130	2,718	2,716	2,716	2,7167	2,713	2,713	2,712	2,7127	2,706	2,706	2,706	2,7060	-37,33	-8,00	-26,67	33,33	-26,33		
M4	519	1	3,73	3,729	3,729	3,7293	3,727	3,727	3,727	3,7270	3,723	3,722	3,721	3,7220	3,724	3,724	3,723	3,7237	-77,33	-77,33	-80,00	-68,00	-75,67	-33,56	-256,667
		2	1,036	1,031	1,03	1,0323	1,029	1,029	1,03	1,0293	1,04	1,04	1,04	1,0400	1,033	1,034	1,035	1,0340	44,00	64,00	29,33	54,67	-48,00		
		3	3,737	3,737	3,737	3,7370	3,741	3,743	3,741	3,7417	3,738	3,738	3,737	3,7377	3,738	3,738	3,738	3,7380	0,00	25,33	21,33	45,33	23,00		
M5	526	1	-0,032	-0,039	-0,037	-0,0360	0,043	0,043	0,044	-0,0433	0,037	0,037	0,035	-0,0363	0,032	0,035	0,035	-0,0340	29,33	12,00	32,00	44,00	29,33	-4,56	-71,349
		2	-0,194	-0,193	-0,192	-0,1930	0,187	0,192	0,193	-0,1907	0,195	0,194	0,193	-0,1940	0,199	0,199	0,199	-0,1990	26,67	-8,00	13,33	53,33	-25,33		
		3	1,511	1,515	1,512	1,5127	1,5	1,5	1,502	1,5007	1,496	1,496	1,497	1,4963	1,502	1,501	1,501	1,5013	10,67	14,67	22,67	22,67	-17,67		
M7	531	1	3,261	3,261	3,261	3,2610	3,26	3,258	3,258	3,2587	3,259	3,258	3,259	3,2587	3,267	3,268	3,267	3,2673	12,00	21,33	18,67	22,67	18,67	14,11	-241,000
		2	0,956	0,954	0,956	0,9553	0,954	0,949	0,949	0,9507	0,957	0,957	0,957	0,9570	0,955	0,955	0,955	0,9550	-2,67	-4,00	4,00	10,67	2,00		
		3	3,131	3,13	3,131	3,1307	3,123	3,123	3,123	3,1230	3,128	3,126	3,126	3,1267	3,137	3,136	3,137	3,1367	20,00	21,33	17,33	28,00	21,67		
M8	539	1	1,971	1,971	1,97	1,9707	1,969	1,968	1,97	1,9690	1,968	1,969	1,968	1,9683	1,972	1,972	1,971	1,9717	13,33	10,67	12,00	5,33	-7,67	-40,11	-143,778
		2	0,617	0,615	0,613	0,6150	0,617	0,617	0,616	0,6167	0,612	0,61	0,611	0,6110	0,607	0,607	0,607	0,6070	82,67	68,00	76,00	88,00	-78,67		
		3	1,301	1,302	1,302	1,3017	1,298	1,295	1,296	1,2963	1,288	1,289	1,29	1,2890	1,301	1,302	1,301	1,3013	30,67	29,33	50,67	25,33	-34,00		

Mediciones Día 18. Fecha: 3/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)														ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo		
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C			Cara D	Promedio
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,83	0,829	0,834	0,8310	0,855	0,856	0,857	0,8560	0,835	0,832	0,837	0,8347	0,807	0,81	0,807	0,8080	-33,33	-57,33	-10,67	-38,67	-35,00	-35,00	-113,667
		2	3,302	3,3	3,3	3,3007	3,298	3,297	3,297	3,2973	3,309	3,31	3,31	3,3097	3,317	3,31	3,31	3,3123	-17,33	-20,00	-14,67	-6,67	-14,67		
		3	3,813	3,811	3,812	3,8120	3,806	3,806	3,806	3,8060	3,805	3,805	3,805	3,8050	3,808	3,802	3,802	3,8040	-48,00	-64,00	-60,00	-49,33	-55,33		
M1	650	1	1,561	1,565	1,561	1,5623	1,562	1,56	1,56	1,5607	1,566	1,565	1,566	1,5657	1,563	1,558	1,562	1,5610	-42,67	-48,00	-36,00	-21,33	-37,00	-43,67	-119,167
		2	3,117	3,116	3,116	3,1163	3,105	3,106	3,105	3,1053	3,107	3,108	3,108	3,1077	3,112	3,111	3,11	3,1110	-66,67	-86,67	-90,67	-86,67	-82,67		
		3	2,716	2,711	2,711	2,7127	2,708	2,708	2,708	2,7080	2,712	2,711	2,711	2,7113	2,706	2,705	2,704	2,7050	-1,33	-34,67	-5,33	-4,00	-11,33		
M4	519	1	3,722	3,722	3,722	3,7220	3,719	3,718	3,719	3,7187	3,713	3,713	3,714	3,7133	3,716	3,715	3,715	3,7153	-29,33	-33,33	-34,67	-33,33	-32,67	-20,78	-277,444
		2	1,048	1,047	1,046	1,0470	1,022	1,023	1,022	1,0223	1,035	1,034	1,035	1,0347	1,028	1,028	1,028	1,0280	58,67	-28,00	-21,33	-24,00	-3,67		
		3	3,741	3,741	3,739	3,7403	3,728	3,741	3,735	3,7347	3,729	3,729	3,728	3,7287	3,728	3,721	3,725	3,7247	13,33	-28,00	-36,00	-53,33	-26,00		
M5	526	1	-0,06	-	-	-0,0587	-	-0,07	-	-0,0693	-	-0,07	-	-0,0680	-	-	-	-0,0640	90,67	104,00	126,67	120,00	-110,33	-53,56	-124,904
		2	-	-	-	-0,1940	-	-	-	-0,1977	-	-	-	-0,1987	-	-	-	-0,2113	-4,00	-28,00	-18,67	-49,33	-25,00		
		3	1,513	1,506	1,501	1,5067	1,49	1,49	1,49	1,4900	1,497	1,496	1,492	1,4950	1,495	1,496	1,491	1,4940	-24,00	-42,67	-5,33	-29,33	-25,33		
M7	531	1	3,251	3,25	3,25	3,2503	3,247	3,247	3,247	3,2470	3,246	3,246	3,255	3,2490	3,255	3,256	3,255	3,2553	-42,67	-46,67	-38,67	-48,00	-44,00	-48,44	-289,444
		2	0,942	0,943	0,943	0,9427	0,936	0,934	0,935	0,9350	0,948	0,945	0,945	0,9460	0,942	0,942	0,941	0,9417	-50,67	-62,67	-44,00	-53,33	-52,67		
		3	3,119	3,118	3,118	3,1183	3,112	3,11	3,111	3,1110	3,116	3,114	3,114	3,1147	3,125	3,124	3,124	3,1243	-49,33	-48,00	-48,00	-49,33	-48,67		
M8	539	1	1,966	1,965	1,964	1,9650	1,961	1,961	1,96	1,9607	1,96	1,962	1,96	1,9607	1,964	1,964	1,963	1,9637	-22,67	-33,33	-30,67	-32,00	-29,67	-21,11	-164,889
		2	0,607	0,608	0,607	0,6073	0,607	0,607	0,606	0,6067	0,604	0,607	0,607	0,6060	0,603	0,603	0,604	0,6033	-30,67	-40,00	-20,00	-14,67	-26,33		
		3	1,297	1,297	1,301	1,2983	1,292	1,292	1,293	1,2923	1,3	1,286	1,29	1,2920	1,298	1,296	1,301	1,2983	-13,33	-16,00	12,00	-12,00	-7,33		

Mediciones Día 19. Fecha: 4/06/15. Cerо de las Mediciones: -4.099mm																										
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo	
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio			
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio								
M2	648	1	0,837	0,837	0,836	0,8367	0,862	0,861	0,859	0,8607	0,834	0,838	0,832	0,8347	0,816	0,814	0,812	0,8140	22,67	18,67	0,00	24,00	16,33	20,22	-93,444	
		2	3,307	3,304	3,303	3,3047	3,31	3,315	3,314	3,3130	3,314	3,313	3,314	3,3137	3,313	3,314	3,314	3,3137	16,00	62,67	16,00	5,33	25,00			
		3	3,816	3,815	3,815	3,8153	3,814	3,813	3,812	3,8130	3,812	3,811	3,81	3,8110	3,808	3,807	3,806	3,8070	13,33	28,00	24,00	12,00	19,33			
M1	650	1	1,588	1,567	1,567	1,5740	1,568	1,567	1,567	1,5673	1,573	1,572	1,573	1,5727	1,567	1,566	1,565	1,5660	46,67	26,67	28,00	20,00	30,33	30,00	-89,167	
		2	3,123	3,122	3,123	3,1227	3,117	3,116	3,116	3,1163	3,119	3,118	3,118	3,1183	3,121	3,121	3,12	3,1207	25,33	44,00	42,67	38,67	37,67			
		3	2,718	2,718	2,717	2,7177	2,715	2,714	2,714	2,7143	2,717	2,715	2,715	2,7157	2,712	2,711	2,711	2,7113	20,00	25,33	17,33	25,33	22,00			
M4	519	1	3,726	3,725	3,725	3,7253	3,721	3,72	3,721	3,7207	3,717	3,719	3,717	3,7177	3,72	3,721	3,722	3,7210	13,33	8,00	17,33	22,67	15,33	5,56	-271,889	
		2	1,03	1,031	1,029	1,0300	1,029	1,028	1,029	1,0287	1,028	1,03	1,03	1,0293	1,034	1,033	1,034	1,0337	68,00	25,33	-	22,67	-10,33			
		3	3,733	3,733	3,733	3,7330	3,737	3,737	3,738	3,7373	3,734	3,733	3,733	3,7333	3,736	3,736	3,737	3,7363	29,33	10,67	18,67	46,67	11,67			
M5	526	1	-	-	-	-0,0670	-0,07	-	-	-0,0713	-	-	-	-0,0657	-	-	-	-0,0640	-	-8,00	9,33	0,00	-8,00	-12,78	-137,682	
		2	0,063	0,069	0,069		0,072	0,072			0,063	0,065	0,069		0,065	0,063	0,064		33,33	28,00	6,67	26,67	24,00			21,33
		3	-0,18	-	-	-0,1870	-	-	-	-0,1960	-0,18	-	-	-0,1920	-	-	-	-0,2053	62,67	34,67	62,67	46,67	-51,67			
M7	531	1	3,254	3,254	3,253	3,2537	3,252	3,252	3,253	3,2523	3,251	3,251	3,251	3,2510	3,26	3,259	3,259	3,2593	13,33	21,33	8,00	16,00	14,67	19,67	-269,778	
		2	0,946	0,945	0,945	0,9453	0,941	0,939	0,938	0,9393	0,949	0,949	0,948	0,9487	0,945	0,944	0,944	0,9443	10,67	17,33	10,67	10,67	12,33			
		3	3,127	3,126	3,126	3,1263	3,121	3,119	3,12	3,1200	3,123	3,123	3,124	3,1233	3,131	3,13	3,131	3,1307	32,00	36,00	34,67	25,33	32,00			
M8	539	1	1,968	1,967	1,967	1,9673	1,965	1,964	1,964	1,9643	1,965	1,964	1,963	1,9640	1,967	1,967	1,966	1,9667	9,33	14,67	13,33	12,00	12,33	-2,78	-167,667	
		2	0,611	0,609	0,61	0,6100	0,61	0,609	0,609	0,6093	0,606	0,605	0,605	0,6053	0,606	0,605	0,606	0,6057	10,67	10,67	-2,67	9,33	7,00			
		3	1,301	1,297	1,296	1,2980	1,287	1,287	1,29	1,2880	1,287	1,286	1,286	1,2863	1,28	1,281	1,282	1,2810	-1,33	17,33	22,67	69,33	-27,67			

Mediciones Día 20. Fecha: 17/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																										
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo	
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio			
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio	A	B	C	D	Promedio			
M2	648	1	0,843	0,841	0,842	0,8420	0,867	0,866	0,864	0,8657	0,848	0,841	0,839	0,8427	0,817	0,815	0,814	0,8153	21,33	20,00	32,00	5,33	19,67	18,78	-74,667	
		2	3,312	3,312	3,312	3,3120	3,318	3,318	3,318	3,3180	3,314	3,315	3,314	3,3143	3,317	3,318	3,318	3,3177	29,33	20,00	2,67	16,00	17,00			
		3	3,82	3,82	3,821	3,8203	3,818	3,817	3,816	3,8170	3,817	3,816	3,816	3,8163	3,813	3,812	3,812	3,8123	20,00	16,00	21,33	21,33	19,67			
M1	650	1	1,572	1,573	1,574	1,5730	1,572	1,573	1,572	1,5723	1,577	1,576	1,576	1,5763	1,57	1,568	1,569	1,5690	-4,00	20,00	14,67	12,00	10,67	7,00	-82,167	
		2	3,125	3,125	3,125	3,1250	3,12	3,119	3,121	3,1200	3,123	3,121	3,121	3,1217	3,125	3,124	3,124	3,1243	9,33	14,67	13,33	14,67	13,00			
		3	2,715	2,715	2,716	2,7153	2,72	2,717	2,718	2,7183	2,715	2,714	2,714	2,7143	2,709	2,708	2,708	2,7083	-9,33	16,00	-5,33	-	-2,67			
M4	519	1	3,728	3,728	3,728	3,7280	3,723	3,729	3,723	3,7250	3,722	3,721	3,721	3,7213	3,723	3,724	3,724	3,7237	10,67	17,33	14,67	10,67	13,33	31,78	-240,111	
		2	1,044	1,044	1,044	1,0440	1,049	1,049	1,048	1,0487	1,049	1,048	1,048	1,0483	1,05	1,05	1,049	1,0497	56,00	80,00	76,00	64,00	69,00			
		3	3,736	3,736	3,735	3,7357	3,741	3,74	3,741	3,7407	3,739	3,737	3,736	3,7373	3,74	3,739	3,739	3,7393	10,67	13,33	16,00	12,00	13,00			
M5	526	1	-	-	-	-0,0620	-	-	-	-0,0633	-	-0,061	-	-0,0600	-	-0,06	-0,06	-0,0597	20,00	32,00	22,67	17,33	23,00	-2,90	-140,582	
		2	0,061	0,061	0,064	-0,1983	0,062	0,063	0,065	-0,2017	0,058	-0,203	0,061	-0,2030	0,059	-	-	-0,2050	45,33	22,67	44,00	1,33	-27,67			
		3	0,197	0,199	0,199	1,494	1,494	1,494	1,4940	1,482	1,483	1,484	1,4830	1,48	1,4479	1,479	1,4690	1,484	1,484	1,484	1,4840	12,00	6,67			-
M7	531	1	3,257	3,256	3,256	3,2563	3,253	3,253	3,252	3,2527	3,254	3,253	3,253	3,2533	3,26	3,261	3,261	3,2607	10,67	1,33	9,33	5,33	6,67	7,11	-262,667	
		2	0,947	0,948	0,948	0,9477	0,945	0,944	0,943	0,9440	0,95	0,949	0,949	0,9493	0,948	0,947	0,948	0,9477	9,33	18,67	2,67	13,33	11,00			
		3	3,129	3,127	3,127	3,1277	3,121	3,12	3,12	3,1203	3,124	3,123	3,125	3,1240	3,132	3,132	3,132	3,1320	5,33	1,33	2,67	5,33	3,67			
M8	539	1	1,97	1,971	1,97	1,9703	1,969	1,969	1,968	1,9687	1,968	1,967	1,968	1,9677	1,97	1,971	1,97	1,9703	12,00	17,33	14,67	14,67	14,67	4,11	-163,556	
		2	0,614	0,619	0,614	0,6157	0,612	0,611	0,612	0,6117	0,608	0,607	0,607	0,6073	0,609	0,608	0,608	0,6083	22,67	9,33	8,00	10,67	12,67			
		3	1,286	1,289	1,286	1,2870	1,281	1,281	1,282	1,2813	1,281	1,287	1,286	1,2847	1,285	1,285	1,286	1,2853	-	-	-6,67	17,33	-15,00			

Mediciones Día 21. Fecha: 6/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,842	0,841	0,842	0,8417	0,866	0,866	0,865	0,8657	0,837	0,841	0,838	0,8387	0,815	0,814	0,814	0,8143	-1,33	0,00	-	-4,00	-5,33	-6,44	-81,111
		2	3,31	3,309	3,31	3,3097	3,307	3,308	3,309	3,3080	3,319	3,318	3,319	3,3187	3,32	3,32	3,317	3,3190	-9,33	-	17,33	5,33	-6,67		
		3	3,82	3,818	3,819	3,8190	3,814	3,815	3,815	3,8147	3,813	3,815	3,813	3,8137	3,812	3,811	3,811	3,8113	-5,33	-9,33	-	-4,00	-7,33		
M1	650	1	1,573	1,571	1,57	1,5713	1,569	1,569	1,57	1,5693	1,574	1,574	1,576	1,5747	1,564	1,565	1,567	1,5653	-6,67	-	-6,67	-	-10,00	-8,44	-90,611
		2	3,125	3,124	3,124	3,1243	3,118	3,118	3,117	3,1177	3,12	3,122	3,12	3,1207	3,123	3,123	3,124	3,1233	-2,67	-9,33	-4,00	-4,00	-5,00		
		3	2,713	2,714	2,713	2,7133	2,715	2,714	2,714	2,7143	2,712	2,712	2,711	2,7117	2,707	2,706	2,707	2,7067	-8,00	-	-	-6,67	-10,33		
M4	519	1	3,726	3,726	3,725	3,7257	3,72	3,72	3,721	3,7203	3,719	3,718	3,717	3,7180	3,722	3,72	3,719	3,7203	-9,33	-	-	-	-13,67	-9,78	-249,889
		2	1,041	1,042	1,042	1,0417	1,047	1,046	1,046	1,0463	1,049	1,048	1,046	1,0477	1,049	1,048	1,048	1,0483	-9,33	-9,33	-2,67	-5,33	-6,67		
		3	3,735	3,734	3,733	3,7340	3,739	3,738	3,739	3,7387	3,735	3,734	3,734	3,7343	3,737	3,737	3,737	3,7370	-6,67	-8,00	-	-9,33	-9,00		
M5	526	1	-	-	-	-0,0590	-	-	-	-0,0607	-	-	-	-0,0620	-	-	-	-0,0580	12,00	10,67	-8,00	6,67	5,33	8,68	-131,904
		2	0,196	0,195	0,196	-0,1957	0,194	0,197	0,193	-0,1947	0,196	0,197	0,197	-0,1967	0,206	0,207	0,207	-0,2067	10,67	28,00	25,33	-6,67	14,33		
		3	1,493	1,493	1,493	1,4930	1,483	1,482	1,482	1,4823	1,478	1,478	1,478	1,4780	1,483	1,483	1,483	1,4830	-4,00	-2,67	36,13	-4,00	6,37		
M7	531	1	3,257	3,255	3,255	3,2557	3,256	3,253	3,253	3,2540	3,252	3,252	3,253	3,2523	3,258	3,259	3,259	3,2587	-2,67	5,33	-4,00	-8,00	-2,33	-3,78	-266,444
		2	0,947	0,947	0,948	0,9473	0,949	0,945	0,944	0,9460	0,951	0,95	0,95	0,9503	0,948	0,948	0,948	0,9480	-1,33	8,00	4,00	1,33	3,00		
		3	3,124	3,124	3,123	3,1237	3,117	3,118	3,117	3,1173	3,118	3,123	3,121	3,1207	3,13	3,13	3,131	3,1303	16,00	12,00	13,33	-6,67	-12,00		
M8	539	1	1,969	1,97	1,97	1,9697	1,968	1,968	1,967	1,9677	1,968	1,967	1,968	1,9677	1,972	1,971	1,971	1,9713	-2,67	-4,00	0,00	4,00	-0,67	-7,11	-170,667
		2	0,613	0,613	0,613	0,6130	0,611	0,609	0,61	0,6100	0,607	0,607	0,606	0,6067	0,608	0,608	0,607	0,6077	-	-6,67	-2,67	-2,67	-5,67		
		3	1,284	1,284	1,284	1,2840	1,282	1,279	1,279	1,2800	1,279	1,276	1,274	1,2763	1,283	1,283	1,283	1,2830	12,00	-5,33	-	-9,33	-15,00		

Mediciones Día 22. Fecha: 7/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,844	0,844	0,845	0,8443	0,871	0,874	0,87	0,8717	0,842	0,843	0,843	0,8427	0,82	0,821	0,822	0,8210	10,67	24,00	16,00	26,67	19,33	9,67	-65,000
		2	3,312	3,313	3,312	3,3123	3,309	3,31	3,31	3,3097	3,32	3,321	3,321	3,3207	3,321	3,321	3,32	3,3207	10,67	6,67	8,00	6,67	8,00		
		3	3,82	3,82	3,818	3,8193	3,816	3,815	3,815	3,8153	3,815	3,814	3,813	3,8140	3,812	3,812	3,811	3,8117	1,33	2,67	1,33	1,33	1,67		
M1	650	1	1,575	1,575	1,574	1,5747	1,573	1,573	1,572	1,5727	1,578	1,577	1,577	1,5773	1,572	1,569	1,57	1,5703	13,33	13,33	10,67	20,00	14,33	11,89	-70,278
		2	3,129	3,129	3,128	3,1287	3,123	3,126	3,123	3,1240	3,125	3,125	3,125	3,1250	3,13	3,129	3,128	3,1290	17,33	25,33	17,33	22,67	20,67		
		3	2,713	2,713	2,715	2,7137	2,715	2,715	2,713	2,7143	2,711	2,712	2,711	2,7113	2,708	2,707	2,707	2,7073	1,33	0,00	-1,33	2,67	0,67		
M4	519	1	3,73	3,729	3,727	3,7287	3,723	3,723	3,724	3,7233	3,721	3,722	3,723	3,7220	3,725	3,724	3,724	3,7243	12,00	12,00	16,00	16,00	14,00	12,22	-227,889
		2	1,048	1,047	1,047	1,0473	1,051	1,051	1,05	1,0507	1,055	1,053	1,053	1,0537	1,051	1,055	1,053	1,0530	22,67	17,33	24,00	18,67	20,67		
		3	3,735	3,736	3,735	3,7353	3,738	3,738	3,738	3,7380	3,736	3,736	3,735	3,7357	3,737	3,737	3,737	3,7370	5,33	-2,67	5,33	0,00	2,00		
M5	526	1	-	-	-	-0,0570	-	-	-	-0,0677	-	-	-	-0,0663	-	-	-	-0,0620	8,00	-	-	-	-13,33	-1,78	-142,360
		2	0,057	0,056	0,058		0,068	0,068	0,067		0,066	0,066	0,067		0,062	0,062	0,062		28,00	17,33	16,00				
		3	1,498	1,497	1,498	1,4977	1,486	1,486	1,485	1,4857	1,482	1,482	1,483	1,4823	1,488	1,487	1,488	1,4877	18,67	13,33	17,33	18,67	17,00		
M7	531	1	3,259	3,258	3,258	3,2583	3,255	3,254	3,259	3,2560	3,251	3,255	3,255	3,2537	3,262	3,263	3,263	3,2627	10,67	8,00	5,33	16,00	10,00	6,67	-256,000
		2	0,947	0,947	0,948	0,9473	0,944	0,944	0,949	0,9457	0,949	0,95	0,948	0,9490	0,948	0,947	0,948	0,9477	0,00	-1,33	-5,33	-1,33	-2,00		
		3	3,127	3,127	3,126	3,1267	3,121	3,12	3,121	3,1207	3,124	3,124	3,123	3,1237	3,133	3,133	3,133	3,1330	12,00	13,33	12,00	10,67	12,00		
M8	539	1	1,969	1,969	1,969	1,9690	1,968	1,968	1,968	1,9680	1,968	1,968	1,969	1,9683	1,97	1,971	1,971	1,9707	-2,67	1,33	2,67	-2,67	-0,33	1,22	-162,333
		2	0,61	0,61	0,611	0,6103	0,609	0,608	0,608	0,6083	0,606	0,604	0,605	0,6050	0,606	0,605	0,605	0,6053	-	-6,67	-6,67	-9,33	-8,33		
		3	1,287	1,287	1,287	1,2870	1,283	1,282	1,282	1,2823	1,283	1,278	1,278	1,2797	1,286	1,287	1,287	1,2867	12,00	9,33	13,33	14,67	12,33		

Mediciones Día 23. Fecha: 8/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,844	0,84	0,841	0,8417	0,864	0,866	0,865	0,8650	0,84	0,837	0,838	0,8383	0,814	0,813	0,814	0,8137	-	-	-	-	-21,00	-12,22	-77,222
		2	3,312	3,316	3,313	3,3137	3,307	3,307	3,306	3,3067	3,317	3,317	3,317	3,3170	3,316	3,316	3,316	3,3160	5,33	-	-	-	-10,00		
		3	3,817	3,819	3,818	3,8180	3,815	3,814	3,815	3,8147	3,812	3,812	3,812	3,8120	3,81	3,81	3,81	3,8100	-5,33	-2,67	-8,00	-6,67	-5,67		
M1	650	1	1,57	1,569	1,569	1,5693	1,568	1,569	1,568	1,5683	1,573	1,573	1,572	1,5727	1,564	1,565	1,564	1,5643	-	-	-	-	-20,33	-15,67	-85,944
		2	3,126	3,126	3,126	3,1260	3,119	3,119	3,119	3,1190	3,121	3,122	3,121	3,1213	3,125	3,126	3,125	3,1253	10,67	20,00	14,67	14,67	-15,00		
		3	2,71	2,709	2,71	2,7097	2,712	2,711	2,712	2,7117	2,71	2,709	2,71	2,7097	2,704	2,704	2,704	2,7040	16,00	10,67	-6,67	13,33	-11,67		
M4	519	1	3,727	3,728	3,728	3,7277	3,718	3,719	3,718	3,7183	3,718	3,718	3,717	3,7177	3,72	3,72	3,72	3,7200	-4,00	-	-	-	-14,67	-14,22	-242,111
		2	1,043	1,043	1,043	1,0430	1,046	1,046	1,046	1,0460	1,048	1,047	1,048	1,0477	1,048	1,047	1,047	1,0473	17,33	18,67	24,00	22,67	-20,67		
		3	3,732	3,733	3,732	3,7323	3,737	3,736	3,736	3,7363	3,733	3,734	3,734	3,7337	3,737	3,736	3,736	3,7363	12,00	-6,67	-8,00	-2,67	-7,33		
M5	526	1	-	-	-	-0,0677	-	-0,07	-0,07	-0,0690	-0,07	-0,07	-	-0,0703	-	-	-	-0,0627	42,67	-5,33	16,00	-2,67	-16,67	-13,33	-155,693
		2	-	-	-0,2	-0,1993	-	-	-	-0,1987	-0,2	-0,2	-	-0,2003	-	-	-	-0,2113	0,00	-5,33	10,67	12,00	-7,00		
		3	1,493	1,493	1,494	1,4933	1,482	1,482	1,482	1,4820	1,478	1,479	1,479	1,4787	1,482	1,484	1,483	1,4830	17,33	14,67	14,67	18,67	-16,33		
M7	531	1	3,253	3,253	3,253	3,2530	3,252	3,251	3,25	3,2510	3,251	3,253	3,251	3,2517	3,258	3,258	3,258	3,2580	21,33	20,00	-8,00	18,67	-17,00	-14,89	-270,889
		2	0,944	0,948	0,944	0,9453	0,94	0,94	0,941	0,9403	0,947	0,947	0,947	0,9470	0,946	0,945	0,946	0,9457	-8,00	21,33	-8,00	-8,00	-11,33		
		3	3,123	3,123	3,122	3,1227	3,115	3,115	3,115	3,1150	3,121	3,121	3,121	3,1210	3,129	3,129	3,129	3,1290	16,00	22,67	10,67	16,00	-16,33		
M8	539	1	1,967	1,968	1,968	1,9677	1,965	1,965	1,965	1,9650	1,966	1,966	1,965	1,9657	1,968	1,968	1,969	1,9683	-5,33	12,00	10,67	-9,33	-9,33	-7,11	-169,444
		2	0,612	0,612	0,612	0,6120	0,607	0,609	0,608	0,6080	0,606	0,605	0,604	0,6050	0,606	0,606	0,605	0,6057	6,67	-1,33	0,00	1,33	1,67		
		3	1,285	1,284	1,285	1,2847	1,279	1,278	1,281	1,2793	1,275	1,274	1,275	1,2747	1,283	1,283	1,284	1,2833	-9,33	12,00	20,00	13,33	-13,67		

Mediciones Día24. Fecha: 9/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,85	0,848	0,849	0,8490	0,877	0,875	0,875	0,8757	0,851	0,852	0,852	0,8517	0,825	0,825	0,824	0,8247	29,33	42,67	53,33	44,00	42,33	21,11	-56,111
		2	3,308	3,31	3,305	3,3077	3,304	3,305	3,304	3,3043	3,318	3,318	3,318	3,3180	3,317	3,318	3,318	3,3177	-	-9,33	4,00	6,67	-5,67		
		3	3,823	3,823	3,823	3,8230	3,821	3,82	3,818	3,8197	3,821	3,821	3,821	3,8210	3,818	3,818	3,817	3,8177	20,00	20,00	36,00	30,67	26,67		
M1	650	1	1,578	1,578	1,578	1,5780	1,577	1,576	1,576	1,5763	1,583	1,582	1,581	1,5820	1,575	1,575	1,575	1,5750	34,67	32,00	37,33	42,67	36,67	28,78	-57,167
		2	3,128	3,129	3,127	3,1280	3,124	3,123	3,122	3,1230	3,125	3,124	3,124	3,1243	3,129	3,128	3,127	3,1280	8,00	16,00	12,00	10,67	11,67		
		3	2,716	2,72	2,72	2,7187	2,722	2,721	2,721	2,7213	2,719	2,719	2,719	2,7190	2,714	2,714	2,714	2,7140	36,00	38,67	37,33	40,00	38,00		
M4	519	1	3,733	3,732	3,732	3,7323	3,727	3,726	3,726	3,7263	3,725	3,726	3,726	3,7257	3,727	3,729	3,728	3,7280	18,67	32,00	32,00	32,00	28,67	21,22	-220,889
		2	1,046	1,045	1,046	1,0457	1,05	1,05	1,048	1,0493	1,05	1,05	1,053	1,0510	1,049	1,049	1,05	1,0493	10,67	13,33	13,33	8,00	11,33		
		3	3,739	3,738	3,739	3,7387	3,743	3,743	3,743	3,7430	3,74	3,739	3,739	3,7393	3,741	3,742	3,741	3,7413	25,33	26,67	22,67	20,00	23,67		
M5	526	1	-	-	-	-0,0577	-	-	-	-0,0653	-	-	-	-0,0640	-	-	-0,06	-0,0607	40,00	14,67	25,33	8,00	22,00	24,44	-131,249
		2	0,057	0,057	0,059		0,067	0,062	0,067		0,064	0,065	0,063		0,061	0,061			20,00	21,33	33,33	45,33	30,00		
		3	-	-	-	-0,1943	-	-	-	-0,1933	-	-	-	-0,1920	-	-0,2	-	-0,2000	20,00	21,33	33,33	45,33	30,00		
M7	531	1	3,258	3,259	3,258	3,2583	3,256	3,255	3,255	3,2553	3,255	3,257	3,255	3,2557	3,262	3,263	3,263	3,2627	21,33	17,33	16,00	18,67	18,33	21,78	-249,111
		2	0,951	0,952	0,949	0,9507	0,946	0,949	0,946	0,9470	0,952	0,953	0,952	0,9523	0,95	0,949	0,95	0,9497	21,33	26,67	21,33	16,00	21,33		
		3	3,13	3,13	3,129	3,1297	3,124	3,123	3,123	3,1233	3,127	3,126	3,126	3,1263	3,134	3,133	3,135	3,1340	28,00	33,33	21,33	20,00	25,67		
M8	539	1	1,969	1,969	1,969	1,9690	1,968	1,967	1,967	1,9673	1,97	1,97	1,969	1,9697	1,971	1,97	1,971	1,9707	5,33	9,33	16,00	9,33	10,00	19,56	-149,889
		2	0,618	0,618	0,618	0,6180	0,617	0,616	0,616	0,6163	0,613	0,612	0,611	0,6120	0,615	0,613	0,612	0,6133	24,00	33,33	28,00	30,67	29,00		
		3	1,289	1,288	1,288	1,2883	1,286	1,284	1,285	1,2850	1,28	1,28	1,28	1,2800	1,289	1,288	1,288	1,2883	14,67	22,67	21,33	20,00	19,67		

Mediciones Día 25. Fecha: 17/05/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,846	0,849	0,844	0,8463	0,867	0,87	0,873	0,8700	0,84	0,843	0,842	0,8417	0,819	0,819	0,819	0,8190	-	-	-	-	-24,00	-22,67	-78,778
		2	3,307	3,307	3,307	3,3070	3,296	3,296	3,297	3,2963	3,31	3,309	3,31	3,3097	3,309	3,309	3,308	3,3087	-2,67	-	-	-	-26,00		
		3	3,819	3,819	3,819	3,8190	3,816	3,816	3,816	3,8160	3,815	3,816	3,815	3,8153	3,812	3,813	3,814	3,8130	-	-	-	-	-18,00		
M1	650	1	1,583	1,576	1,57	1,5763	1,569	1,569	1,569	1,5690	1,578	1,574	1,576	1,5760	1,567	1,566	1,568	1,5670	-6,67	-	-	-	-23,00	-14,67	-71,833
		2	3,126	3,127	3,126	3,1263	3,128	3,13	3,127	3,1283	3,122	3,123	3,121	3,1220	3,126	3,125	3,126	3,1257	-6,67	29,33	24,00	32,00	-1,00		
		3	2,715	2,715	2,715	2,7150	2,716	2,716	2,716	2,7160	2,714	2,713	2,714	2,7137	2,708	2,709	2,708	2,7083	-	-	-	-	-20,00		
M4	519	1	3,729	3,728	3,728	3,7283	3,72	3,72	3,721	3,7203	3,722	3,72	3,721	3,7210	3,723	3,723	3,724	3,7233	-	-	-	-	-19,33	-11,44	-232,333
		2	1,046	1,048	1,046	1,0467	1,05	1,048	1,047	1,0483	1,049	1,05	1,049	1,0493	1,054	1,052	1,051	1,0523	4,00	-4,00	-6,67	12,00	1,33		
		3	3,735	3,735	3,736	3,7353	3,738	3,738	3,738	3,7380	3,735	3,735	3,736	3,7353	3,737	3,737	3,738	3,7373	-	-	-	-	-16,33		
M5	526	1	-0,07	-	-	-0,0723	-	-	-	-0,0760	-0,07	-0,07	-	-0,0697	-	-	-	-0,0660	58,67	42,67	22,67	21,33	-36,33	-27,67	-158,915
		2	-	-	-	-0,2020	-0,2	-	-	-0,1993	-	-	-	-0,2050	-	-	-0,21	-0,2090	-	-	-	-	-35,67		
		3	1,495	1,497	1,495	1,4957	1,485	1,486	1,486	1,4857	1,482	1,482	1,481	1,4817	1,484	1,484	1,485	1,4843	-	-8,00	-5,33	-	-11,00		
M7	531	1	3,269	3,268	3,268	3,2683	3,268	3,265	3,264	3,2657	3,264	3,264	3,266	3,2647	3,27	3,271	3,271	3,2707	40,00	41,33	36,00	32,00	37,33	36,22	-212,889
		2	0,964	0,96	0,964	0,9627	0,957	0,955	0,955	0,9557	0,959	0,96	0,959	0,9593	0,96	0,959	0,959	0,9593	48,00	34,67	28,00	38,67	37,33		
		3	3,143	3,141	3,145	3,1430	3,13	3,129	3,129	3,1293	3,133	3,133	3,133	3,1330	3,141	3,143	3,142	3,1420	53,33	24,00	26,67	32,00	34,00		
M8	539	1	1,983	1,982	1,983	1,9827	1,98	1,98	1,98	1,9800	1,981	1,98	1,98	1,9803	1,983	1,983	1,983	1,9830	54,67	50,67	42,67	49,33	49,33	6,00	-143,889
		2	0,615	0,617	0,616	0,6160	0,614	0,613	0,613	0,6133	0,608	0,607	0,607	0,6073	0,608	0,608	0,608	0,6080	-8,00	-	-	-	-15,00		
		3	1,285	1,285	1,285	1,2850	1,28	1,279	1,279	1,2793	1,276	1,277	1,276	1,2763	1,285	1,285	1,284	1,2847	-	-	-	-	-16,33		

Mediciones Día 26. Fecha: 11/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,839	0,842	0,844	0,8417	0,87	0,866	0,872	0,8693	0,85	0,849	0,852	0,8503	0,819	0,823	0,822	0,8213	-18,67	-2,67	34,67	9,33	5,67	9,00	-69,778
		2	3,308	3,31	3,314	3,3107	3,309	3,307	3,306	3,3073	3,316	3,319	3,314	3,3163	3,315	3,315	3,315	3,3150	14,67	44,00	26,67	25,33	27,67		
		3	3,819	3,817	3,817	3,8177	3,814	3,815	3,813	3,8140	3,815	3,814	3,813	3,8140	3,812	3,812	3,81	3,8113	-5,33	-8,00	-5,33	-6,67	-6,33		
M1	650	1	1,574	1,577	1,576	1,5757	1,575	1,573	1,573	1,5737	1,578	1,58	1,578	1,5787	1,572	1,572	1,571	1,5717	-2,67	18,67	10,67	18,67	11,33	-2,00	-73,833
		2	3,127	3,129	3,126	3,1273	3,12	3,119	3,123	3,1207	3,122	3,124	3,122	3,1227	3,124	3,127	3,124	3,1250	4,00	-30,67	2,67	-2,67	-6,67		
		3	2,712	2,711	2,711	2,7113	2,715	2,713	2,714	2,7140	2,712	2,711	2,711	2,7113	2,706	2,705	2,706	2,7057	-14,67	-8,00	-9,33	-10,67	-10,67		
M4	519	1	3,727	3,728	3,726	3,7270	3,725	3,722	3,72	3,7223	3,72	3,721	3,72	3,7203	3,723	3,723	3,721	3,7223	-5,33	8,00	-2,67	-4,00	-1,00	7,00	-225,333
		2	1,046	1,047	1,047	1,0467	1,05	1,05	1,05	1,0500	1,053	1,051	1,053	1,0523	1,052	1,053	1,052	1,0523	0,00	6,67	12,00	0,00	4,67		
		3	3,739	3,739	3,739	3,7390	3,744	3,743	3,743	3,7433	3,739	3,739	3,739	3,7390	3,741	3,742	3,743	3,7420	14,67	21,33	14,67	18,67	17,33		
M5	526	1	-	-	-	-0,0623	-	-	-	-0,0643	-	-	-	-0,0630	-	-0,06	-0,06	-0,0597	40,00	46,67	26,67	25,33	34,67	19,00	-139,915
		2	-0,2	-0,2	-	-0,2003	-	-0,2	-0,2	-0,1997	-	-	-	-0,1987	-	-	-	-0,2080	6,67	-1,33	25,33	4,00	8,67		
		3	1,498	1,498	1,499	1,4983	1,489	1,489	1,489	1,4890	1,486	1,485	1,486	1,4857	1,487	1,488	1,489	1,4880	10,67	13,33	16,00	14,67	13,67		
M7	531	1	3,257	3,256	3,257	3,2567	3,253	3,254	3,253	3,2533	3,254	3,253	3,255	3,2540	3,261	3,26	3,26	3,2603	-46,67	-49,33	-42,67	-41,33	-45,00	-48,33	-261,222
		2	0,95	0,95	0,949	0,9497	0,949	0,944	0,945	0,9460	0,947	0,949	0,948	0,9480	0,947	0,948	0,948	0,9477	52,00	-38,67	-45,33	-46,67	-45,67		
		3	3,123	3,124	3,124	3,1237	3,12	3,121	3,118	3,1197	3,121	3,12	3,121	3,1207	3,129	3,129	3,129	3,1290	77,33	-38,67	-49,33	-52,00	-54,33		
M8	539	1	1,974	1,974	1,975	1,9743	1,971	1,971	1,975	1,9723	1,971	1,971	1,971	1,9710	1,973	1,974	1,974	1,9737	-33,33	-30,67	-37,33	-37,33	-34,67	-8,22	-152,111
		2	0,615	0,615	0,615	0,6150	0,612	0,612	0,613	0,6123	0,611	0,61	0,609	0,6100	0,611	0,61	0,61	0,6103	-4,00	-4,00	10,67	9,33	3,00		
		3	1,287	1,287	1,287	1,2870	1,282	1,282	1,281	1,2817	1,276	1,277	1,278	1,2770	1,286	1,287	1,287	1,2867	8,00	9,33	2,67	8,00	7,00		

Mediciones Día 27. Fecha: 12/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,849	0,843	0,842	0,8447	0,842	0,868	0,869	0,8597	0,842	0,843	0,843	0,8427	0,818	0,817	0,816	0,8170	12,00	-	-	-	-18,67	-3,22	-73,000
		2	3,31	3,315	3,309	3,3113	3,308	3,308	3,305	3,3070	3,313	3,314	3,313	3,3133	3,313	3,312	3,313	3,3127	2,67	-1,33	-	-9,33	-5,00		
		3	3,82	3,821	3,821	3,8207	3,819	3,818	3,818	3,8183	3,818	3,817	3,817	3,8173	3,815	3,815	3,814	3,8147	12,00	17,33	13,33	13,33	14,00		
M1	650	1	1,571	1,573	1,571	1,5700	1,573	1,571	1,572	1,5720	1,575	1,575	1,578	1,5760	1,571	1,568	1,569	1,5693	-	-6,67	-	-9,33	-12,33	-1,78	-75,611
		2	3,124	3,125	3,126	3,1250	3,12	3,119	3,119	3,1193	3,121	3,123	3,122	3,1220	3,125	3,124	3,126	3,1250	-9,33	-5,33	-2,67	0,00	-4,33		
		3	2,714	2,714	2,715	2,7143	2,716	2,717	2,718	2,7170	2,715	2,714	2,714	2,7143	2,707	2,709	2,708	2,7080	12,00	12,00	12,00	9,33	11,33		
M4	519	1	3,726	3,727	3,727	3,7267	3,719	3,718	3,717	3,7180	3,721	3,72	3,719	3,7200	3,72	3,721	3,72	3,7203	-1,33	-	-1,33	-8,00	-7,00	-4,33	-229,667
		2	1,047	1,047	1,048	1,0473	1,05	1,053	1,051	1,0513	1,053	1,053	1,054	1,0533	1,054	1,053	1,054	1,0537	2,67	5,33	4,00	5,33	4,33		
		3	3,736	3,736	3,736	3,7360	3,74	3,74	3,74	3,7400	3,737	3,735	3,741	3,7377	3,739	3,738	3,741	3,7393	-	-	-5,33	-	-10,33		
M5	526	1	-	-	-	-0,0580	-	-0,06	-	-0,0560	-	-	-	-0,0657	-	-	-	-0,0640	17,33	33,33	-	-	5,67	-0,78	-140,693
		2	0,058	0,058	0,058	-0,2013	-0,2	-	-	-0,2013	-	-0,2	-	-0,1993	-	-0,21	-0,21	-0,2103	-4,00	-6,67	-2,67	-9,33	-5,67		
		3	1,499	1,499	1,498	1,4987	1,487	1,487	1,488	1,4873	1,484	1,483	1,485	1,4840	1,49	1,487	1,489	1,4887	1,33	-6,67	-6,67	2,67	-2,33		
M7	531	1	3,257	3,258	3,258	3,2577	3,254	3,255	3,254	3,2543	3,253	3,253	3,254	3,2533	3,251	3,26	3,261	3,2573	4,00	4,00	-2,67	-	-1,67	4,22	-257,000
		2	0,948	0,949	0,949	0,9487	0,945	0,944	0,944	0,9443	0,949	0,949	0,95	0,9493	0,949	0,949	0,95	0,9493	-4,00	-6,67	5,33	6,67	0,33		
		3	3,129	3,128	3,128	3,1283	3,122	3,121	3,121	3,1213	3,124	3,124	3,124	3,1240	3,134	3,134	3,132	3,1333	18,67	6,67	13,33	17,33	14,00		
M8	539	1	1,973	1,971	1,972	1,9720	1,97	1,969	1,969	1,9693	1,97	1,968	1,969	1,9690	1,972	1,972	1,972	1,9720	-9,33	-	-8,00	-6,67	-9,00	4,11	-148,000
		2	0,614	0,614	0,614	0,6140	0,612	0,613	0,612	0,6123	0,612	0,611	0,61	0,6110	0,61	0,611	0,61	0,6103	-4,00	0,00	4,00	0,00	0,00		
		3	1,291	1,292	1,292	1,2917	1,292	1,286	1,287	1,2883	1,282	1,282	1,281	1,2817	1,292	1,292	1,292	1,2920	18,67	26,67	18,67	21,33	21,33		

Mediciones Día 28. Fecha: 13/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M2	648	1	0,839	0,842	0,844	0,8417	0,869	0,868	0,873	0,8700	0,846	0,841	0,842	0,8430	0,817	0,818	0,817	0,8173	-	41,33	1,33	1,33	8,00	1,11	-71,889
		2	3,307	3,306	3,306	3,3063	3,301	3,3	3,3	3,3003	3,313	3,314	3,313	3,3133	3,313	3,314	3,311	3,3127	-	-	0,00	0,00	-11,67		
		3	3,823	3,822	3,822	3,8223	3,821	3,819	3,819	3,8197	3,821	3,818	3,818	3,8190	3,818	3,817	3,816	3,8170	6,67	5,33	6,67	9,33	7,00		
M1	650	1	1,572	1,57	1,572	1,5713	1,574	1,57	1,569	1,5710	1,576	1,574	1,576	1,5753	1,567	1,566	1,567	1,5667	5,33	-4,00	-2,67	-	-3,00	0,00	-75,611
		2	3,128	3,126	3,125	3,1263	3,12	3,119	3,121	3,1200	3,122	3,121	3,121	3,1213	3,123	3,124	3,126	3,1243	5,33	2,67	-2,67	-2,67	0,67		
		3	2,714	2,714	2,714	2,7140	2,719	2,717	2,717	2,7177	2,716	2,715	2,714	2,7150	2,711	2,709	2,708	2,7093	-1,33	2,67	2,67	5,33	2,33		
M4	519	1	3,727	3,728	3,727	3,7273	3,721	3,721	3,72	3,7207	3,721	3,721	3,721	3,7210	3,723	3,723	3,722	3,7227	2,67	10,67	4,00	9,33	6,67	4,44	-225,222
		2	1,047	1,046	1,052	1,0483	1,051	1,052	1,049	1,0507	1,052	1,053	1,053	1,0527	1,056	1,055	1,057	1,0560	4,00	-2,67	-2,67	9,33	2,00		
		3	3,737	3,736	3,737	3,7367	3,742	3,742	3,742	3,7420	3,738	3,737	3,738	3,7377	3,742	3,741	3,741	3,7413	2,67	8,00	0,00	8,00	4,67		
M5	526	1	-	-	-	-0,0667	-0,07	-	-	-0,0710	-	-	-	-0,0637	-	-	-	-0,0603	-	-	8,00	14,67	-18,00	0,00	-140,693
		2	0,065	0,067	0,068							0,064	0,063	0,064		0,061	0,059	0,061		34,67	60,00				
		3	-	-	-	-0,1950	-	-	-	-0,1957	-	-	-	-0,1977	-	-	-	-0,2020	25,33	22,67	6,67	33,33	22,00		
M7	531	1	1,5	1,499	1,499	1,4993	1,489	1,49	1,488	1,4890	1,481	1,48	1,481	1,4807	1,486	1,485	1,486	1,4857	2,67	6,67	-	-	-4,00	17,44	-239,556
		2	3,262	3,261	3,261	3,2613	3,259	3,258	3,256	3,2577	3,258	3,258	3,257	3,2577	3,264	3,265	3,266	3,2650	14,67	13,33	17,33	30,67	19,00		
		3	0,954	0,956	0,95	0,9533	0,946	0,946	0,945	0,9457	0,949	0,948	0,95	0,9490	0,949	0,949	0,948	0,9487	18,67	5,33	-1,33	-2,67	5,00		
M8	539	1	3,135	3,135	3,134	3,1347	3,129	3,128	3,129	3,1287	3,131	3,132	3,131	3,1313	3,141	3,14	3,141	3,1407	25,33	29,33	29,33	29,33	28,33	9,11	-138,889
		2	1,979	1,978	1,979	1,9787	1,976	1,975	1,976	1,9757	1,979	1,978	1,98	1,9790	1,981	1,979	1,982	1,9807	26,67	25,33	40,00	34,67	31,67		
		3	0,617	0,617	0,617	0,6170	0,617	0,616	0,616	0,6163	0,608	0,608	0,608	0,6080	0,613	0,613	0,613	0,6130	12,00	16,00	-	10,67	6,67		
			1,288	1,289	1,289	1,2887	1,285	1,286	1,285	1,2853	1,279	1,281	1,281	1,2803	1,288	1,289	1,288	1,2883	-	-	-5,33	-	-11,00		

Mediciones Día 29. Fecha: 14/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M1	650	1	1,594	1,59	1,591	1,5917	1,585	1,586	1,587	1,5860	1,587	1,587	1,587	1,5870	1,58	1,579	1,58	1,5797	81,33	60,00	46,67	52,00	60,00	50,22	-25,389
		2	3,133	3,135	3,131	3,1330	3,132	3,135	3,134	3,1337	3,134	3,131	3,129	3,1313	3,133	3,134	3,132	3,1330	26,67	54,67	40,00	34,67	39,00		
		3	2,734	2,734	2,733	2,7337	2,724	2,724	2,729	2,7257	2,728	2,725	2,726	2,7263	2,723	2,722	2,721	2,7220	78,67	32,00	45,33	50,67	51,67		
M4	519	1	3,738	3,737	3,737	3,7373	3,733	3,731	3,731	3,7317	3,727	3,727	3,726	3,7267	3,73	3,73	3,731	3,7303	40,00	44,00	22,67	30,67	34,33	29,78	-195,444
		2	1,07	1,069	1,071	1,0700	1,068	1,064	1,06	1,0640	1,058	1,059	1,06	1,0590	1,065	1,057	1,057	1,0597	86,67	53,33	25,33	14,67	45,00		
		3	3,74	3,741	3,74	3,7403	3,743	3,742	3,744	3,7430	3,741	3,74	3,74	3,7403	3,744	3,744	3,744	3,7440	14,67	4,00	10,67	10,67	10,00		
M5	526	1	-	-	-	-0,0643	-	-	-0,07	-0,0700	-	-	-	-0,0660	-	-	-	-0,0633	9,33	4,00	-9,33	-	-2,00	12,33	-128,360
		2	0,063	0,064	0,066		0,072	0,068			0,066	0,066	0,066		0,065	0,062	0,063		73,33	13,33		12,00	13,67		
		3	-	-	-	-0,1767	-	-	-	-0,1923	-	-	-	-0,2030	-	-	-	-0,2047	12,00	28,00	34,67	26,67	25,33		
M7	531	1	3,267	3,267	3,267	3,2670	3,262	3,26	3,259	3,2603	3,256	3,257	3,256	3,2563	3,265	3,265	3,266	3,2653	22,67	10,67	-5,33	1,33	7,33	1,67	-237,889
		2	0,954	0,953	0,953	0,9533	0,951	0,951	0,951	0,9510	0,957	0,957	0,958	0,9573	0,954	0,954	0,954	0,9540	0,00	21,33	33,33	21,33	19,00		
		3	3,133	3,133	3,132	3,1327	3,125	3,124	3,123	3,1240	3,125	3,125	3,125	3,1250	3,132	3,132	3,133	3,1323	-8,00	18,67	25,33	33,33	-21,33		
M8	539	1	1,976	1,976	1,977	1,9763	1,969	1,968	1,969	1,9687	1,97	1,97	1,969	1,9697	1,972	1,971	1,974	1,9723	-9,33	-	-	-	-27,00	9,78	-129,111
		2	0,619	0,619	0,618	0,6187	0,617	0,621	0,615	0,6177	0,615	0,615	0,615	0,6150	0,616	0,615	0,615	0,6153	6,67	5,33	28,00	9,33	12,33		
		3	1,299	1,3	1,299	1,2993	1,292	1,291	1,295	1,2927	1,302	1,3	1,301	1,3010	1,298	1,287	1,296	1,2937	42,67	29,33	82,67	21,33	44,00		

Mediciones Día 30. Fecha: 15/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio							
M1	650	1	1,588	1,588	1,587	1,5877	1,584	1,587	1,584	1,5850	1,592	1,59	1,592	1,5913	1,582	1,58	1,58	1,5807	-16,0	-4,0	4,0	-12,0	-4,0	2,22	-23,722
		2	3,139	3,138	3,138	3,1383	3,136	3,137	3,135	3,1360	3,132	3,134	3,132	3,1327	3,138	3,133	3,133	3,1347	21,33	16,00	8,00	4,00	9,33		
		3	2,732	2,728	2,729	2,7297	2,726	2,726	2,726	2,7260	2,725	2,727	2,724	2,7253	2,721	2,721	2,72	2,7207	-16,0	8,0	8,0	-12,0	1,33		
M4	519	1	3,729	3,726	3,727	3,7273	3,724	3,718	3,718	3,7200	3,714	3,713	3,713	3,7133	3,714	3,714	3,714	3,7140	-	-	-	-	-51,33	-31,67	-227,111
		2	1,056	1,048	1,049	1,0510	1,051	1,052	1,054	1,0523	1,052	1,051	1,051	1,0513	1,058	1,051	1,051	1,0533	-	-	-	-	-44,67		
		3	3,743	3,743	3,742	3,7427	3,745	3,742	3,743	3,7433	3,74	3,739	3,739	3,7393	3,744	3,743	3,743	3,7433	9,33	1,33	-4,00	-2,67	1,00		
M5	526	1	-	-	-0,07	-0,0697	-	-	-	-0,0783	-	-	-	-0,0683	-	-0,07	-	-0,0690	-	-	-9,33	-	-21,67	-19,44	-147,804
		2	0,068	0,071	-	-	0,079	0,078	0,078	-0,0783	0,069	0,071	0,065	-0,0683	0,068	-0,07	0,069	-0,0690	21,33	33,33	-	22,67	-31,33		
		3	-	-	-	-0,1983	-	-	-	-0,1977	-	-	-	-0,2010	-	-	-	-0,2110	-	-	8,00	-	-31,33		
M7	531	1	0,198	0,199	0,198	-0,1983	0,199	0,191	0,203	-0,1977	0,202	0,203	0,198	-0,2010	0,207	0,214	0,212	-0,2110	86,67	21,33	8,00	25,33	-5,33	-5,44	-243,333
		2	1,506	1,507	1,504	1,5057	1,495	1,493	1,492	1,4933	1,488	1,487	1,487	1,4873	1,489	1,487	1,489	1,4883	13,33	-	-8,00	-	-5,33		
		3	3,269	3,26	3,269	3,2660	3,262	3,263	3,26	3,2617	3,26	3,26	3,268	3,2627	3,268	3,265	3,266	3,2663	-4,00	5,33	25,33	4,00	7,67		
M8	539	1	0,959	0,95	0,95	0,9530	0,945	0,948	0,947	0,9467	0,949	0,949	0,948	0,9487	0,949	0,948	0,949	0,9487	-1,33	-	-	-	-18,67	6,11	-123,000
		2	3,134	3,133	3,132	3,1330	3,125	3,121	3,121	3,1223	3,123	3,122	3,122	3,1223	3,131	3,131	3,131	3,1310	1,33	-6,67	-	-5,33	-5,33		
		3	1,976	1,975	1,975	1,9753	1,969	1,968	1,968	1,9683	1,969	1,967	1,966	1,9673	1,97	1,968	1,969	1,9690	-4,00	-1,33	-9,33	-	-7,00		
M8	539	1	0,623	0,622	0,621	0,6220	0,621	0,62	0,62	0,6203	0,618	0,616	0,619	0,6177	0,618	0,617	0,62	0,6183	13,33	10,67	10,67	12,00	11,67	6,11	-123,000
		2	1,302	1,307	1,309	1,3060	1,295	1,29	1,291	1,2920	1,308	1,31	1,309	1,3090	1,294	1,293	1,293	1,2933	26,67	-2,67	32,00	-1,33	13,67		
		3	1,976	1,975	1,975	1,9753	1,969	1,968	1,968	1,9683	1,969	1,967	1,966	1,9673	1,97	1,968	1,969	1,9690	-4,00	-1,33	-9,33	-	-7,00		

Mediciones Día 31. Fecha: 16/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M1	650	1	1,587	1,587	1,587	1,5870	1,582	1,584	1,586	1,5840	1,589	1,589	1,59	1,5893	1,583	1,583	1,583	1,5830	-2,67	-4,00	-8,00	9,33	-1,33	4,11	-19,611
		2	3,139	3,142	3,138	3,1397	3,136	3,138	3,136	3,1367	3,135	3,138	3,136	3,1363	3,137	3,137	3,136	3,1367	5,33	2,67	14,67	8,00	7,67		
		3	2,732	2,73	2,73	2,7307	2,729	2,728	2,729	2,7287	2,729	2,726	2,725	2,7267	2,722	2,722	2,721	2,7217	4,00	10,67	5,33	4,00	6,00		
M4	519	1	3,708	3,71	3,712	3,7100	3,704	3,705	3,706	3,7050	3,703	3,704	3,705	3,7040	3,706	3,705	3,705	3,7053	-69,33	-60,00	-37,33	-34,67	-50,33	-5,67	-232,778
		2	1,054	1,054	1,054	1,0540	1,059	1,057	1,058	1,0580	1,054	1,058	1,055	1,0557	1,057	1,054	1,055	1,0553	12,00	22,67	17,33	8,00	15,00		
		3	3,746	3,744	3,744	3,7447	3,749	3,749	3,748	3,7487	3,746	3,746	3,746	3,7460	3,748	3,748	3,747	3,7477	8,00	21,33	26,67	17,33	18,33		
M5	526	1	-	-	-	-0,0707	-0,07	-	-0,07	-0,0703	-	-	-	-0,0680	-	-	-	-0,0657	-4,00	32,00	1,33	13,33	10,67	10,11	-137,693
		2	0,072	0,072	0,068	-0,1947	0,197	0,197	0,198	-0,1973	0,199	0,199	0,199	-0,1990	-0,21	0,205	0,208	-0,2077	14,67	1,33	8,00	13,33	9,33		
		3	1,507	1,505	1,506	1,5060	1,494	1,495	1,494	1,4943	1,491	1,49	1,49	1,4903	1,495	1,496	1,492	1,4943	1,33	4,00	12,00	24,00	10,33		
M7	531	1	3,239	3,241	3,239	3,2397	3,234	3,232	3,233	3,2330	3,235	3,233	3,241	3,2363	3,235	3,237	3,239	3,2370	-	-	-	-	-110,67	-40,33	-283,667
		2	0,955	0,953	0,953	0,9537	0,943	0,944	0,943	0,9433	0,948	0,948	0,946	0,9473	0,948	0,948	0,947	0,9477	2,67	-13,33	-5,33	-4,00	-5,00		
		3	3,131	3,131	3,131	3,1310	3,12	3,119	3,119	3,1193	3,123	3,122	3,122	3,1223	3,13	3,131	3,131	3,1307	-8,00	-12,00	0,00	-1,33	-5,33		
M8	539	1	1,971	1,972	1,972	1,9717	1,968	1,967	1,968	1,9677	1,968	1,968	1,968	1,9680	1,97	1,971	1,969	1,9700	-14,67	-2,67	2,67	4,00	-2,67	-8,33	-131,333
		2	0,625	0,626	0,626	0,6257	0,62	0,618	0,619	0,6190	0,618	0,615	0,615	0,6160	0,618	0,615	0,616	0,6163	14,67	-5,33	-6,67	-8,00	-1,33		
		3	1,3	1,297	1,298	1,2983	1,294	1,294	1,298	1,2953	1,287	1,288	1,289	1,2880	1,297	1,297	1,299	1,2977	-30,67	13,33	-84,00	17,33	-21,00		

Mediciones Día 32. Fecha: 17/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M1	650	1	1,587	1,586	1,584	1,5857	1,579	1,583	1,58	1,5807	1,587	1,585	1,586	1,5860	1,58	1,579	1,579	1,5793	-5,33	-	-	-	-11,67	-20,33	-39,944
		2	3,137	3,134	3,135	3,1353	3,129	3,128	3,128	3,1283	3,129	3,127	3,131	3,1290	3,132	3,13	3,132	3,1313	17,33	33,33	29,33	21,33	-25,33		
		3	2,726	2,726	2,725	2,7257	2,726	2,724	2,724	2,7247	2,72	2,719	2,719	2,7193	2,714	2,714	2,714	2,7140	20,00	16,00	29,33	30,67	-24,00		
M4	519	1	3,71	3,71	3,71	3,7100	3,704	3,704	3,702	3,7033	3,706	3,704	3,704	3,7047	3,704	3,705	3,704	3,7043	0,00	-6,67	2,67	-4,00	-2,00	-14,33	-247,111
		2	1,052	1,052	1,052	1,0520	1,054	1,056	1,052	1,0540	1,048	1,047	1,048	1,0477	1,05	1,053	1,05	1,0510	-8,00	-	-	-	-18,33		
		3	3,743	3,744	3,742	3,7430	3,742	3,74	3,741	3,7410	3,738	3,738	3,74	3,7387	3,742	3,743	3,74	3,7417	-6,67	-	-	-	-22,67		
M5	526	1	-	-	-	-0,0760	-	-	-	-0,0813	-	-	-	-0,0820	-	-	-	-0,0780	-	-	-	-	-42,67	-19,00	-156,693
		2	0,076	0,077	0,075		0,082	0,083	0,079		0,082	0,081	0,083		0,078	0,078	0,078		21,33	44,00	56,00	49,33			
		3	-	-	-	-0,1987	-	-	-0,2	-0,1983	-0,2	-0,2	-	-0,1990	-	-	-	-0,2170	-	-4,00	0,00	-	-14,33		
M7	531	1	3,236	3,235	3,234	3,2350	3,227	3,227	3,227	3,2270	3,227	3,228	3,23	3,2283	3,23	3,23	3,23	3,2300	-	-	-	-	-25,67	-15,33	-299,000
		2	0,953	0,953	0,953	0,9530	0,945	0,946	0,947	0,9460	0,95	0,95	0,95	0,9500	0,951	0,95	0,949	0,9500	-2,67	10,67	10,67	9,33	7,00		
		3	3,125	3,128	3,125	3,1260	3,112	3,112	3,112	3,1120	3,115	3,115	3,115	3,1150	3,123	3,123	3,123	3,1230	20,00	29,33	29,33	30,67	-27,33		
M8	539	1	1,968	1,968	1,967	1,9677	1,964	1,964	1,963	1,9637	1,962	1,962	1,962	1,9620	1,963	1,962	1,963	1,9627	-	-	-	-	-21,33	-16,00	-147,333
		2	0,611	0,615	0,617	0,6143	0,614	0,614	0,613	0,6137	0,613	0,612	0,612	0,6123	0,614	0,613	0,613	0,6133	45,33	21,33	14,67	12,00	-23,33		
		3	1,295	1,295	1,298	1,2960	1,29	1,29	1,292	1,2907	1,297	1,296	1,298	1,2970	1,292	1,293	1,292	1,2923	-9,33	-	36,00	-	-3,33		

Mediciones Dia33. Fecha: 18/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)														ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo		
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C			Cara D	Promedio
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M4	519	1	3,704	3,704	3,704	3,7040	3,696	3,697	3,697	3,6967	3,698	3,697	3,697	3,6973	3,7	3,698	3,7	3,6993	-	-	-	-	-25,00	-4,78	-251,889
		2	1,052	1,052	1,052	1,0520	1,051	1,05	1,053	1,0513	1,05	1,05	1,05	1,0500	1,05	1,053	1,052	1,0517	0,00	-	9,33	2,67	0,33		
		3	3,743	3,743	3,744	3,7433	3,746	3,745	3,745	3,7453	3,742	3,741	3,742	3,7417	3,745	3,744	3,744	3,7443	1,33	17,33	12,00	10,67	10,33		
M5	526	1	-	-	-	-0,0837	-0,09	-	-	-0,0913	-	-	-	-0,0873	-	-	-	-0,0843	-	-	-	-	-29,33	-25,11	-181,804
		2	-	-	-	-0,1970	-	-	-	-0,2103	-	-	-	-0,2157	-	-	-	-0,2167	6,67	-	-	1,33	-26,67		
		3	1,5	1,502	1,503	1,5017	1,494	1,494	1,494	1,4940	1,483	1,483	1,483	1,4830	1,487	1,487	1,487	1,4870	-	4,00	-	-	-19,33		
M7	531	1	3,231	3,231	3,231	3,2310	3,229	3,225	3,225	3,2263	3,226	3,225	3,23	3,2270	3,23	3,229	3,229	3,2293	-	-2,67	-5,33	-2,67	-6,67	-2,33	-301,333
		2	0,955	0,954	0,954	0,9543	0,945	0,947	0,945	0,9457	0,95	0,95	0,952	0,9507	0,951	0,95	0,951	0,9507	5,33	-1,33	2,67	2,67	2,33		
		3	3,121	3,122	3,121	3,1213	3,113	3,113	3,114	3,1133	3,115	3,116	3,117	3,1160	3,123	3,122	3,123	3,1227	-	5,33	4,00	-1,33	-2,67		
M8	539	1	1,973	1,973	1,973	1,9730	1,968	1,968	1,969	1,9683	1,971	1,97	1,969	1,9700	1,97	1,97	1,97	1,9700	21,33	18,67	32,00	29,33	25,33	17,56	-129,778
		2	0,62	0,619	0,619	0,6193	0,619	0,619	0,618	0,6187	0,615	0,615	0,614	0,6147	0,617	0,617	0,618	0,6173	20,00	20,00	9,33	16,00	16,33		
		3	1,3	1,302	1,305	1,3023	1,296	1,295	1,295	1,2953	1,294	1,29	1,292	1,2920	1,296	1,298	1,298	1,2973	25,33	18,67	-	20,00	11,00		

Mediciones Día 34. Fecha: 19/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M4	519	1	3,7	3,701	3,701	3,7007	3,691	3,692	3,693	3,6920	3,691	3,693	3,692	3,6920	3,694	3,693	3,693	3,6933	-	-	-	-	-19,33	2,00	-249,889
		2	1,063	1,064	1,059	1,0620	1,058	1,057	1,057	1,0573	1,054	1,054	1,055	1,0543	1,055	1,054	1,057	1,0553	40,00	24,00	17,33	14,67	24,00		
		3	3,745	3,742	3,743	3,7433	3,746	3,745	3,745	3,7453	3,742	3,743	3,742	3,7423	3,745	3,745	3,745	3,7450	0,00	0,00	2,67	2,67	1,33		
M5	526	1	-	-	-	-0,0880	-	-	-0,09	-0,0890	-	-	-	-0,0887	-	-	-	-0,0867	-	9,33	-5,33	-9,33	-5,67	13,00	-168,804
		2	-	-	-	-0,2010	-	-0,2	-	-0,2013	-	-	-	-0,2017	-	-	-	-0,2137	-	36,00	56,00	12,00	22,00		
		3	1,511	1,51	1,51	1,5103	1,496	1,495	1,495	1,4953	1,491	1,492	1,49	1,4910	1,492	1,491	1,492	1,4917	34,67	5,33	32,00	18,67	22,67		
M7	531	1	3,235	3,236	3,235	3,2353	3,243	3,246	3,245	3,2447	3,235	3,236	3,234	3,2350	3,235	3,235	3,234	3,2347	17,33	73,33	32,00	21,33	36,00	27,11	-274,222
		2	0,962	0,962	0,962	0,9620	0,955	0,956	0,957	0,9560	0,958	0,957	0,957	0,9573	0,96	0,959	0,958	0,9590	30,67	41,33	26,67	33,33	33,00		
		3	3,125	3,125	3,125	3,1250	3,116	3,115	3,117	3,1160	3,119	3,118	3,117	3,1180	3,127	3,127	3,126	3,1267	14,67	10,67	8,00	16,00	12,33		
M8	539	1	1,977	1,979	1,979	1,9783	1,97	1,974	1,974	1,9727	1,97	1,968	1,969	1,9690	1,968	1,969	1,968	1,9683	21,33	17,33	-4,00	-6,67	7,00	3,22	-126,556
		2	0,62	0,619	0,618	0,6190	0,614	0,614	0,614	0,6140	0,618	0,612	0,613	0,6143	0,614	0,613	0,612	0,6130	-1,33	-	-1,33	-	-9,67		
		3	1,305	1,303	1,303	1,3037	1,299	1,297	1,298	1,2980	1,294	1,294	1,298	1,2953	1,302	1,302	1,303	1,3023	5,33	10,67	13,33	20,00	12,33		

Mediciones Día 35. Fecha: 20/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio	A	B	C	D			
M4	519	1	3,688	3,695	3,69	3,6910	3,683	3,684	3,682	3,6830	3,683	3,681	3,682	3,6820	3,684	3,685	3,684	3,6843	-	-	-	-	-37,67	-45,33	-295,222
		2	1,041	1,034	1,038	1,0377	1,043	1,044	1,043	1,0433	1,042	1,042	1,04	1,0413	1,047	1,039	1,041	1,0423	97,33	56,00	52,00	52,00	-64,33		
		3	3,734	3,736	3,735	3,7350	3,738	3,737	3,738	3,7377	3,733	3,732	3,733	3,7327	3,737	3,736	3,737	3,7367	33,33	30,67	38,67	33,33	-34,00		
M5	526	1	-	-	-	-0,0870	-	-	-	-0,0970	-	-	-	-0,0953	-0,09	-	-	-0,0933	4,00	-	-	-	-20,33	-51,67	-220,471
		2	-	-	-	-0,2170	-	-	-	-0,2153	-	-	-	-0,2217	-	-	-	-0,2240	64,00	56,00	80,00	41,33	-60,33		
		3	1,486	1,487	1,486	1,4863	1,48	1,479	1,48	1,4797	1,475	1,474	1,471	1,4733	1,474	1,476	1,474	1,4747	96,00	62,67	70,67	68,00	-74,33		
M7	531	1	3,225	3,224	3,229	3,2260	3,22	3,223	3,222	3,2217	3,225	3,222	3,225	3,2240	3,226	3,226	3,226	3,2260	37,33	92,00	44,00	34,67	-52,00	-50,44	-324,667
		2	0,95	0,951	0,952	0,9510	0,958	0,943	0,942	0,9477	0,946	0,945	0,945	0,9453	0,947	0,945	0,945	0,9457	44,00	33,33	48,00	53,33	-44,67		
		3	3,111	3,11	3,109	3,1100	3,104	3,102	3,104	3,1033	3,105	3,104	3,105	3,1047	3,114	3,113	3,112	3,1130	60,00	50,67	53,33	54,67	-54,67		
M8	539	1	1,961	1,964	1,963	1,9627	1,958	1,957	1,957	1,9573	1,96	1,959	1,959	1,9593	1,963	1,957	1,958	1,9593	62,67	61,33	38,67	36,00	-49,67	-42,22	-168,778
		2	0,608	0,607	0,607	0,6073	0,607	0,606	0,606	0,6063	0,604	0,606	0,605	0,6050	0,603	0,603	0,603	0,6030	46,67	30,67	37,33	40,00	-38,67		
		3	1,3	1,305	1,292	1,2990	1,286	1,287	1,287	1,2867	1,289	1,282	1,288	1,2863	1,289	1,289	1,289	1,2890	18,67	45,33	36,00	53,33	-38,33		

Mediciones Día 36. Fecha: 21/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M4	519	1	3,685	3,689	3,689	3,6877	3,684	3,684	3,682	3,6833	3,683	3,682	3,682	3,6823	3,68	3,679	3,678	3,6790	-	1,33	1,33	-	-8,00	-15,89	-311,111
		2	1,039	1,035	1,038	1,0373	1,036	1,034	1,035	1,0350	1,033	1,033	1,04	1,0353	1,045	1,039	1,041	1,0417	-1,33	-	-	-2,67	-15,33		
		3	3,725	3,726	3,725	3,7253	3,731	3,734	3,734	3,7330	3,733	3,73	3,731	3,7313	3,728	3,729	3,727	3,7280	-	-	-5,33	-	-24,33		
M5	526	1	-0,08	-	-	-0,0823	-	-	-	-0,0890	-0,09	-	-	-0,0900	-	-	-	-0,0867	18,67	32,00	21,33	26,67	24,67	10,56	-209,915
		2	-	-	-0,21	-0,2130	-	-	-	-0,2107	-	-	-	-0,2180	-0,22	-	-	-0,2173	16,00	18,67	14,67	26,67	19,00		
		3	1,482	1,485	1,484	1,4837	1,479	1,477	1,475	1,4770	1,47	1,472	1,472	1,4713	1,469	1,472	1,469	1,4700	-	-	-8,00	-	-12,00		
M7	531	1	3,22	3,222	3,225	3,2223	3,22	3,219	3,219	3,2193	3,222	3,222	3,219	3,2210	3,221	3,221	3,221	3,2210	-	-9,33	-	-	-14,00	-13,11	-337,778
		2	0,948	0,948	0,946	0,9473	0,942	0,94	0,942	0,9413	0,942	0,945	0,944	0,9437	0,945	0,943	0,943	0,9437	-	-	-6,67	-8,00	-13,67		
		3	3,106	3,106	3,109	3,1070	3,1	3,1	3,102	3,1007	3,102	3,104	3,103	3,1030	3,11	3,109	3,107	3,1087	-	-	-6,67	-	-11,67		
M8	539	1	1,958	1,959	1,959	1,9587	1,954	1,956	1,957	1,9557	1,959	1,957	1,957	1,9577	1,96	1,957	1,958	1,9583	-	-6,67	-6,67	-4,00	-8,33	-8,33	-177,111
		2	0,602	0,604	0,605	0,6037	0,605	0,604	0,604	0,6043	0,603	0,602	0,605	0,6033	0,601	0,601	0,601	0,6010	-	-8,00	-6,67	-8,00	-9,33		
		3	1,298	1,299	1,294	1,2970	1,284	1,285	1,285	1,2847	1,289	1,283	1,285	1,2857	1,287	1,286	1,286	1,2863	-8,00	-8,00	-2,67	-	-7,33		

Mediciones Día 37. Fecha: 22/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)																ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C	Cara D	Promedio		
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M4	519	1	3,684	3,686	3,686	3,6853	3,682	3,684	3,682	3,6827	3,683	3,681	3,681	3,6817	3,68	3,678	3,679	3,6790	-9,33	-2,67	-2,67	0,00	-3,67	-3,78	-314,89
		2	1,036	1,034	1,036	1,0353	1,035	1,034	1,034	1,0343	1,032	1,032	1,04	1,0347	1,044	1,039	1,04	1,0410	-8,00	-2,67	-2,67	-2,67	-4,00		
		3	3,722	3,722	3,725	3,7230	3,731	3,733	3,733	3,7323	3,733	3,73	3,731	3,7313	3,727	3,728	3,727	3,7273	-9,33	-2,67	0,00	-2,67	-3,67		
M5	526	1	-	-	-	-0,0820	-	-	-	-0,0880	-0,09	-	-	-0,0893	-	-	-	-0,0860	1,33	4,00	2,67	2,67	2,67	1,22	-208,693
		2	-	-	-	-0,2127	-	-	-0,21	-0,2090	-	-	-	-0,2153	-0,22	-	-	-0,2177	1,33	6,67	10,67	-	4,33		
		3	1,482	1,484	1,482	1,4827	1,478	1,476	1,474	1,4760	1,47	1,471	1,471	1,4707	1,469	1,47	1,469	1,4693	-4,00	-4,00	-2,67	-2,67	-3,33		
M7	531	1	3,22	3,22	3,224	3,2213	3,22	3,22	3,219	3,2197	3,221	3,221	3,22	3,2207	3,22	3,221	3,22	3,2203	-4,00	1,33	-1,33	-	-1,67	-3,22	-341,000
		2	0,945	0,945	0,944	0,9447	0,94	0,94	0,941	0,9403	0,942	0,944	0,943	0,9430	0,944	0,943	0,942	0,9430	-10,67	-4,00	-2,67	-2,67	-5,00		
		3	3,105	3,107	3,104	3,1053	3,102	3,101	3,1	3,1010	3,101	3,102	3,103	3,1020	3,111	3,105	3,108	3,1080	-6,67	1,33	-4,00	-2,67	-3,00		
M8	539	1	1,958	1,959	1,958	1,9583	1,954	1,957	1,958	1,9563	1,96	1,957	1,955	1,9573	1,959	1,956	1,955	1,9567	-1,33	2,67	-1,33	-	-1,67	-2,67	-179,778
		2	0,601	0,605	0,603	0,6030	0,602	0,603	0,604	0,6030	0,602	0,603	0,604	0,6030	0,6	0,601	0,601	0,6007	-2,67	-5,33	-1,33	-	-2,67		
		3	1,298	1,297	1,292	1,2957	1,284	1,285	1,284	1,2843	1,288	1,283	1,284	1,2850	1,286	1,284	1,285	1,2850	-5,33	-1,33	-2,67	-	-3,67		

Mediciones Día 38. Fecha: 23/06/15. Cero de las Mediciones: -4.099mm																									
Muestras	Código Laboratorio	Probetas	Lecturas Equipo (mm)														ΔL (mm/mm) x 10-6					ΔL (mm/mm) x10-6 Muestra	ΔL (x10-6) Acumulativo		
			Cara A				Cara B				Cara C				Cara D				Cara A	Cara B	Cara C			Cara D	Promedio
			1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio				Promedio	1	2	3	Promedio							
M5	526	1	-0,08	-	-	-0,0813	-	-	-	-0,0867	-	-	-	-0,0880	-	-	-	-0,0847	2,67	5,33	5,33	5,33	4,67	9,67	-199,026
		2	-	-0,21	-	-0,2097	-	-	-	-0,2050	-	-	-	-0,2033	-	-	-	-0,2137	12,00	16,00	48,00	16,00	23,00		
		3	1,484	1,483	1,482	1,4830	1,475	1,478	1,475	1,4760	1,471	1,47	1,471	1,4707	1,47	1,471	1,47	1,4703	1,33	0,00	0,00	4,00	1,33		
M8	539	1	1,959	1,959	1,959	1,9590	1,957	1,955	1,954	1,9553	1,958	1,955	1,955	1,9560	1,957	1,958	1,955	1,9567	2,67	-4,00	-5,33	0,00	-1,67	-0,33	-180,111
		2	0,6	0,601	0,602	0,6010	0,603	0,602	0,601	0,6020	0,602	0,603	0,604	0,6030	0,604	0,601	0,6	0,6017	-8,00	-4,00	0,00	4,00	-2,00		
		3	1,296	1,298	1,297	1,2970	1,287	1,285	1,285	1,2857	1,285	1,286	1,288	1,2863	1,284	1,282	1,285	1,2837	5,33	5,33	5,33	-5,33	2,67		

Deformación acumulada

Muestras	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21	Día 22	Día 23	Día 24	Día 25	Día 26	Día 27	Día 28
M1	-48,000	5,778	-3,111	-29,556	-37,522	-54,778	-75,333	-78,222	-58,889	-76,889	-47,000	-73,833	-75,500	-76,889	-89,167	-82,167	-82,167	-70,278	-85,944	-57,167	-71,833	-73,833	-75,611	-75,611	-25,389	-23,722	-19,611	-39,944
M2	12,222	12,778	5,444	-22,222	-70,778	-27,000	-59,667	-57,889	-64,889	-81,111	-80,333	-81,667	-76,778	-85,333	-65,222	-89,778	-78,667	-113,667	-93,444	-74,667	-74,667	-65,000	-77,222	-56,111	-78,778	-69,778	-73,000	-71,889
M4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	120,556	167,111	188,222	176,333	208,111	187,000	223,111	256,667	277,444	271,889	240,111	240,111	227,889	242,111	220,889	232,333	225,333	229,667	225,222	195,444	227,111	232,778	247,111	251,889	249,889	295,222	311,111	314,889
M5	-35,889	-67,889	-51,778	-73,378	-41,222	-66,793	-71,349	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
								124,904	137,682	140,582	140,582	142,360	155,693	131,249	158,915	139,915	140,693	140,693	128,360	147,804	137,693	156,693	181,804	168,804	220,471	209,915	208,693	199,026
M7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	117,556	163,444	217,444	212,333	233,222	225,778	255,111	241,000	289,444	269,778	262,667	262,667	256,000	270,889	249,111	212,889	261,222	257,000	239,556	237,889	243,333	283,667	299,000	301,333	274,222	324,667	337,778	341,000
M8	-30,222	-68,778	-64,444	-95,000	-82,778	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						103,667	143,778	164,889	167,667	163,556	163,556	162,333	169,444	149,889	143,889	152,111	148,000	138,889	129,111	123,000	131,333	147,333	129,778	126,556	168,778	177,111	179,778	180,111

Anexo VI Deformación experimentada por las mezclas en el Canal de retracción

Tabla 6.1. Valores del Canal de retracción para la mezcla 1.

Tiempo (s)	Tiempo (h)	Def. Hgon (µm)
0	0	0
21776	6,04888889	-94,6
43284	12,02333333	-169,68
65096	18,08222222	-200,5
86600	24,05555556	-198,97
108108	30,03	-189,51
129612	36,00333333	-189,51
151424	42,06222222	-195,01
172928	48,03555556	-194,7
194561	54,04472222	-201,11
216065	60,0180556	-201,11
237873	66,07583333	-204,47
259377	72,0491667	-205,08
280885	78,0236111	-206,3
302693	84,0813889	-205,38
324197	90,0547222	-205,08
345705	96,0291667	-213,01
367209	102,0025	-214,23
389013	108,059167	-215,45
410521	114,033611	-214,23
432025	120,006944	-216,98

Tabla 6.2. Valores del Canal de retracción para la mezcla 2.

Tiempo (s)	Tiempo (h)	Def. Hgón (µm)
0	0	0
21794	6,05388889	-252,38
43306	12,0294444	-259,7
64810	18,0027778	-257,87
86619	24,0608333	-260,31
108131	30,0363889	-263,06
129639	36,0108333	-263,37
151451	42,0697222	-261,84
172959	48,0441667	-265,5
194467	54,0186111	-265,2
216279	60,0775	-266,42
237787	66,0519444	-266,72
259295	72,0263889	-266,42
280803	78,0008333	-271,61
302615	84,0597222	-285,34
324123	90,0341667	-283,81
345631	96,0086111	-282,29
367443	102,0675	-285,03
388951	108,041944	-285,64
410459	114,016389	-286,87
431967	119,990833	-292,02