

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TASA DE DEFORMACIÓN
EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LA ALEACIÓN DE
ALUMINIO “AA 7075 T6”, EN CONDICIONES CRIOGÉNICAS**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Picón Ch. Jesús R.
Para optar al Título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, 2007

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TASA DE DEFORMACIÓN
EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LA ALEACIÓN DE
ALUMINIO “AA 7075 T6”, EN CONDICIONES CRIOGÉNICAS**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Elí Saúl Puchi C.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Picón Ch. Jesús R.
Para optar al Título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, 2007

Caraças, 14 de diciembre del 2007

ACTA

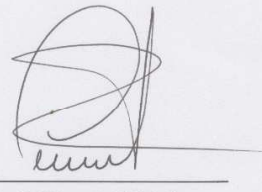
Los abajo firmantes, miembros del jurado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el trabajo de grado presentado por el bachiller Jesús Rafael Picón Chaparro, titulado:

EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y TASA DE DEFORMACIÓN EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LA ALEACIÓN DE ALUMINIO "AA 7075-T6", EN CONDICIONES CRIOGÉNICAS

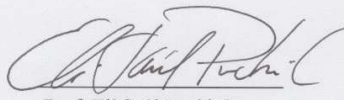
Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudio conducente al título de Ingeniero Mecánico.



Prof. Víctor O. Falcón
Jurado



Prof. Crisanto Villalobos
Jurado



Prof. Elí Saúl Puchi C.
Tutor

DEDICATORIA

A mi gran amigo el Profesor *Jean Claude Laporte*, quien ha continuado enseñando y formando buenos estudiantes en Venezuela. A mi también me enseñó y me encausó por el correcto camino académico y de quien aprendí muchas otras cosas importantes en la vida.

Jesús Rafael Picón Chaparro

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, agradezco a Dios Todo Poderoso, por permitirme culminar mi formación profesional y realizar mi tesis de grado, por medio de salud, constancia y dedicación a lo largo de todo este tiempo.

Agradezco al Profesor Elí Saúl Puchi Cabrera por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo de grado, con el que verdaderamente me siento privilegiado y muy afortunado. Gracias profesor por su gran ayuda.

Al Profesor Crisanto Villalobos por su ayuda, preocupación y consejos.

A las personas de la Escuela de Metalurgia y Ciencias de los Materiales, Profesor Engels Ochoa por la muy importante colaboración en la planificación y desarrollo de este trabajo de grado, Profesor José Gregorio La Barbera por su preocupación en la correcta realización del trabajo, y al Ingeniero Elías Milano por su importante colaboración.

A la gente de la Fundación, Instituto de Ingeniería, Ingenieros Arnaldo Malpica, Amilkar Fragiél y Cindy Tovar por la ayuda y facilitación del proceso para la realización de esta tesis. Igualmente al Ingeniero Antonio Pais por todo el empeño y su significativa preocupación, en la realización de los ensayos de tracción.

Al Ing. Alejandro Piñeiro y a Gases Unidos de Venezuela, por la facilitación oportuna del nitrógeno.

A mis padres Carlos Manuel Picón Palacios y Guadalupe Chaparro Belloso por estar toda la vida ayudándome y apoyándome a lo largo de este proceso.

A mis hermanos María Carla y José Antonio quienes igualmente e incondicionalmente han estado conmigo hasta el final.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma también prestaron su colaboración, Gracias.

Picón Ch. Jesús R.

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y TASA DE DEFORMACIÓN
EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LA ALEACIÓN DE ALUMINIO
AA 7075-T6, EN CONDICIONES CRIOGÉNICAS**

Tutor Académico: Prof. Elí Saúl Puchi Cabrera.

**Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica.
Año 2007, 148 p.**

Palabras Claves: Propiedades mecánicas, Temperaturas criogénicas, Sensibilidad a la Velocidad de Deformación, Resistencia a la Fluencia, Tasa de Endurecimiento por Deformación, Ductilidad.

Resumen.

El objetivo de esta investigación es la caracterización del comportamiento mecánico de la aleación de aluminio AA 7075-T6 a bajas temperaturas, específicamente a -25° , -50° , -100° y -150°C , a tasas de deformaciones entre $0,0022\text{ s}^{-1}$ y $0,22\text{ s}^{-1}$. Para ello, se realizaron ensayos a velocidad de cabezal constante a 5, 50 y 500 mm/min, y con cambio instantáneo de éstas velocidades en uno y dos órdenes de magnitud en forma creciente. También, a partir de muestras representativas, se estudió el efecto de la temperatura y tasa de deformación sobre la ductilidad del material, empleando técnicas de Microscopía Electrónica de Barrido, obteniéndose resultados en concordancia con los valores de porcentaje de reducción de área de la aleación. De las pruebas realizadas se obtuvo como resultado, que el esfuerzo de fluencia incrementa con el decremento de la temperatura y con el aumento de la tasa de deformación, teniendo mayor influencia el efecto de la temperatura que el de la tasa de deformación. Así mismo se determinó que la tasa de endurecimiento por deformación disminuye en mayor cantidad a medida que los valores esfuerzos de deformación se acercan a la resistencia a la tracción y también que la tasa de deformación decrece a medida que el material se deforma, en el intervalo de deformación. Por otro lado de los ensayos realizados con cambio creciente de velocidad, se evaluó el exponente de sensibilidad a la deformación, reflejando un aumento instantáneo de la resistencia mecánica del material atribuido a la evolución de la subestructura de dislocaciones desde una menor densidad a una mayor. Finalmente se observa en base a las fotomicrografías tomadas sobre las superficies de fractura, que la ductilidad se ve reducida a muy bajas temperaturas y elevadas tasas de deformación, teniéndose igualmente una mayor influencia de la temperatura y observándose cierto grado de fractura frágil bajo dicha condición extrema, debido a la menor presencia de microhoyuelos en la superficie estudiada y debido a una mayor contribución de componentes de esfuerzos normales que de esfuerzos cortantes, en la forma de fractura de la aleación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Índice de Figuras.	1
Índice de Tablas.	3
INTRODUCCIÓN.	4
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.	7
1.1.- LAS ALEACIONES DE ALUMINIO POR CONFORMADO.	7
1.1.1.- Sistemas de aleaciones Aluminio-Zinc-Magnesio y Aluminio-Zinc-Magnesio-Cobre.	9
1.2.- LA ALEACIÓN DE ALUMINIO AA 7075-T6.	12
1.2.1.- Composición y Propiedades de la aleación de aluminio 7075-T6.	13
1.2.2.- Aplicaciones de la aleación de aluminio 7075-T6.	14
1.2.3.- Efecto de bajas temperaturas en las propiedades mecánicas de las aleaciones de aluminio.	21
1.3.- ENSAYO DE TRACCIÓN	24
1.3.1.- Efecto de la velocidad de deformación y temperatura sobre las propiedades de tracción.	24
1.4.- ANTECEDENTES.	29
CAPÍTULO II: PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.	34
2.1.- OBTENCIÓN Y MECANIZADO DE LAS PROBETAS.	34
2.2.- TRABAJO SUPERFICIAL DE LAS PROBETAS.	36
2.3.- ENSAYOS DE TRACCIÓN.	37
2.3.1.- Procedimiento y Realización.	37
2.3.2.- Corrección por deformación elástica de los elementos de máquina.	39
2.4.- OBTENCIÓN DEL ESFUERZO EFECTIVO Y LA DEFORMACIÓN EFECTIVA.	41
2.5.- OBTENCIÓN DE LA TASA DE DEFORMACIÓN EFECTIVA Y TASA DE ENDURECIMIENTO POR DEFORMACIÓN.	43
2.6.- CÁLCULO DEL EXPONENTE DE SENSIBILIDAD A LA DEFORMACIÓN.	44
2.7.- ANÁLISIS POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB).	45
CAPÍTULO III: RESULTADOS EXPERIMENTALES.	46
3.1.- RESULTADOS DE ENSAYOS A VELOCIDAD DE CABEZAL CONSTANTE.	46
3.2.- RESULTADOS DE ENSAYOS CON CAMBIO DE VELOCIDAD.	51
3.3.- RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES SUPERFICIALES DE FRACTURA MEDIANTE MEB.	53
3.3.1.- Ensayo a -25°C con velocidad de 5 mm/min (muestra No 1)	55
3.3.2.- Ensayo a -50°C con velocidad de 50 mm/min (muestra No 1)	57

3.3.3.- Ensayo a -150°C con velocidad de 500 mm/min (Muestra No 1)	59
3.4.- GRÁFICAS A VELOCIDAD DE CABEZAL CONSTANTE (σ vs ϵ) y ($\dot{\epsilon}$ vs ϵ).	61
3.5.- GRÁFICAS A VELOCIDAD DE CABEZAL CONSTANTE DE TASA DE ENDURECIMIENTO POR DEFORMACIÓN VS ESFUERZO EFECTIVO (θ vs σ), SEGÚN ECUACIÓN DE LUDWIK.	85
3.6.- GRÁFICAS A VELOCIDAD DE CABEZAL VARIABLE (σ vs ϵ) y ($\dot{\epsilon}$ vs ϵ).	97
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS.	133
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.	136
RECOMENDACIONES.	138
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	139
ANEXO	141

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1: Características de envejecimiento de láminas de aluminio a temperatura ambiente.	9
Figura 1.2.2.a: Vista esquemática de S-IC (primera etapa) del vehículo_Saturno V.	17
Figura 1.2.2.b: Típicos tubos de taladrado de 4½ pulgada fabricados en aluminio.	20
Figura 1.2.2.c: Laminado de ski de competición usando láminas de aleación de aluminio de alta resistencia.	20
Figura 1.2.3: Módulo de elasticidad de aleaciones de aluminio a varias temperaturas.	22
Figura 1.3.1.a: Esfuerzo de fluencia a $\epsilon=0,002$ en función de la velocidad de deformación para una aleación de aluminio 6063-0.	25
Figura 1.3.1.b: Efecto de la temperatura en la resistencia a la fluencia de estructuras bcc: Ta, W, Mo, Fe y fcc: Ni.	27
Figura 1.3.1.c: Efecto de la temperatura en la reducción de área de: Ta,W,Mo,Fe y Ni.	28
Figura. 2.1.a: Medidas en (mm) para la probeta de tracción.	35
Figura.2.1.b: Probeta de aleación 7075-T6.	35
Figura.2.2: Torno MYFORD (ML7-R).	36
Figura.2.3.1.a: Panel de Control Digital de La Máquina de Ensayos Shimadzu (AG-IS).	37
Figura.2.3.1.b: Máquina para Ensayos Mecánicos. Shimadzu (AG-IS) y Cámara Criogénica.	38
Figura.2.3.1.c: Bombona de Nitrógeno Líquido.	39
Figuras.3.1.a: Comparación de curvas de fluencia a diferentes temperaturas.	49
Figuras.3.1.b: Comparación de curvas de fluencia a diferentes velocidades.	50
Figura.3.2.a: Gráfico comparativo para los valores de m	53
Figura.3.3.1.a: Superficie fracturada de la sección transversal de la probeta.	55

Figura.3.3.1.b: Detalle de la zona central de la superficie fracturada.	55
Figura.3.3.1.c: Microhoyuelos en la zona central de la superficie fracturada.	56
Figura.3.3.1.d: Microhoyuelos detallados en la zona central de la superficie fracturada	56
Figura.3.3.2.a: Superficie fracturada de la sección transversal de la probeta.	57
Figura.3.3.2.b: Detalle de la zona central de la superficie fracturada.	57
Figura.3.3.2.c: Microhoyuelos en la zona central de la superficie fracturada.	58
Figura.3.3.2.d: Microhoyuelos detallados en la zona central de la superficie de fractura.	58
Figura.3.3.3.a: Superficie fracturada de la sección transversal de la probeta.	59
Figura.3.3.3.b: Detalle de la zona central de la superficie fracturada.	59
Figura.3.3.3.c: Ampliación en la zona central de la superficie fracturada.	60
Figura.3.3.3.d: Detalle ampliado en la zona central de la superficie de fractura.	60
Figuras.3.4: Gráficas a velocidad de cabezal constantes.	61
Figuras.3.5: Gráficas de tasa de endurecimiento por deformación.	85
Figuras.3.6: Gráficas a velocidad de cabezal variable.	97

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1: Clasificación de las aleaciones de aluminio de conformado comerciales.	7
Tabla 1.2.1.a: Composición Química de la aleación de aluminio 7075-T6, en porcentaje en peso.	13
Tabla 1.2.1.b: Propiedades Mecánicas de mayor interés de la aleación 7075-T6.	13
Tabla 1.2.1.c: Propiedades Físicas de mayor interés de la aleación 7075-T6.	13
Tabla 1.2.1.d: Propiedades de tratamiento de la aleación 7075-T6.	13
Tabla.3.1.a: Porcentaje de Reducción de Área	47
Tabla.3.1.b: Valores de σ_{ys} y σ_{uts}	48
Tabla.3.2.a: Valores de exponente de sensibilidad a la deformación m	52

INTRODUCCIÓN

Han pasado aproximadamente 120 años desde que el ser humano quiso alcanzar los cielos, siendo el año 1887 cuando se construyó la primera aeronave rígida *Schwarz*. A partir de este momento con el afán de traspasar nuevas fronteras, fue necesario el desarrollo e implementación de nuevos materiales, más livianos y resistentes que permitieran al ingeniero y grandes constructores de la época lograr esos objetivos, que poco a poco se fueron convirtiendo, más allá de un empeño y un sueño, en una necesidad y una realidad. Es así como la primera aplicación del aluminio en aeronaves fue de la mano de un inventor danés en 1894, quien se proponía alcanzar el Polo Norte asistido por globos de 1,83 m de diámetro; y como, en 1900, fue construido el primer Zeppelin con armazón hecho de aluminio. Por consiguiente, con el progreso del siglo XX el aluminio se implementó cada vez más, hasta que para comienzos del año 1936 las aleaciones de aluminio se convirtieron en el mayor material usado para armazones de aeronaves.

Finalmente, con el nacimiento de la aleación AA 7075-T6 en 1943, así como de otras importantes aleaciones de la misma serie (Al, Zn, Mg, Cu), las posibilidades de diseño y construcción en la industria aeronáutica y aeroespacial evolucionaron hasta nuestros días, de allí su importancia histórica como material de construcción. En tal sentido, la trascendencia tecnológica de esta aleación se manifiesta en un conjunto de excelentes propiedades mecánicas a bajas temperaturas, como por ejemplo: el que no posee transición dúctil-frágil, es resistente a la corrosión, no contamina el medio ambiente, posee baja densidad, es resistente a la fatiga, gran aptitud para la conformación, posee excelentes valores de resistencia mecánica y alta tenacidad entre otras; por ello, posee mayor ventaja que los aceros en determinadas aplicaciones, especialmente cuando se trata de condiciones criogénicas.

Pero el ser humano así como también alcanzó el espacio con ayuda de esta aleación, sigue investigando y desarrollando tecnologías que le permitan romper otras barreras. Algunos de estos trabajos son en base a las propiedades mecánicas de este material como piso y base fundamental para alcanzar ese objetivo. Entre ellos se tiene

el desarrollo de los materiales compuestos y como ejemplo de éstos, los laminados de fibra-metal que consisten en capas de metal adheridas a capas de polímeros reforzados con fibras. Capas de aleación 7075-T6 son utilizadas en sus dos importantes variantes como son materiales ARALL (*Aramid Reinforced ALuminum Laminate*) y GLARE (*GLass REinforced*). El fuselaje del avión de pasajeros más grande del mundo el (*Airbus A380*), gran parte es fabricado de GLARE usando delgadas capas de aluminio intercaladas con resina epoxi reforzada con fibra de vidrio impregnada. El resultado neto es un ahorro de peso del 20% en el avión, mejor tolerancia frente a impactos, mayor resistencia al fuego, a la fatiga y a la corrosión.

En atención a lo planteado, se presenta este trabajo como continuación de un conjunto de investigaciones que se vienen realizando sobre las propiedades estáticas y dinámicas de esta aleación y como continuación del Trabajo Especial de Grado de Brenlla Caires, Escuela de Metalurgia y Ciencia de los Materiales de la Universidad Central de Venezuela en el año 2006.

Esta investigación se propone como objetivo la caracterización del comportamiento mecánico y el estudio de la ductilidad de la aleación de aluminio 7075-T6 a bajas temperaturas (desde temperatura ambiente hasta -150°C) usándose diferentes valores de tasas de deformación, y cambios desde una velocidad baja a una velocidad elevada en uno y dos órdenes de magnitud; para alcanzar dicho propósito se tomaron probetas de tracción a las cuales se les aplicó un desbastado superficial para luego ser sometidas a ensayos de tracción dentro de una cámara criogénica.

En cuanto a los resultados e información obtenidos como los valores de esfuerzo de fluencia, carga máxima, porcentaje de reducción de área (ductilidad) y tasa de endurecimiento por deformación, permiten la selección y utilización del material a los efectos del diseño para aplicaciones en condiciones de bajas temperaturas. Asimismo, se llevaron a cabo estudios de Microscopia Electrónica de Barrido (MEB), que permiten observar las características de la superficie de fractura de las muestras ensayadas en tracción en el espectro de temperaturas explorado.

Así, el alcance de esta investigación se restringe al estudio de la aleación de aluminio 7075-T6 desde el punto de vista del comportamiento mecánico y del estudio

de la ductilidad en condiciones criogénicas bajo cargas estáticas de tracción; por tanto, los resultados, análisis de resultados y conclusiones se ciñen a este ámbito no siendo de su competencia ningún otro aspecto de índole dinámico, metalúrgico u otro no asociado directamente con el objeto y perspectiva de estudio.

Finalmente, es importante destacar que no son muchas las investigaciones realizadas en ensayos de tracción a bajas temperaturas en aleaciones de aluminio, lo que representa un campo importante de investigación. Venezuela tiene interés desde hace algunos años en la incursión en la tecnología aeronáutica y aeroespacial, a través de un memorándum de entendimiento con la Federación Rusa, convenios con China y la formación del Centro Espacial Venezolano (CEV).

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Las Aleaciones de Aluminio por Conformado

Comercialmente existen dos clases de aleaciones de aluminio que pueden ser diferenciadas a través del sistema de designación comercial, en función de la manera como éstas son fabricadas, según *Aluminum Association (AA)*. La primera son las aleaciones en estado de colada y la segunda, las procesadas por conformado.

La variedad de aleaciones conformadas de aluminio es muy extensa ya que las mismas se pueden procesar a través de diversas formas. La conformación de la aleación y los tratamientos térmicos subsecuentes transforman la estructura de colada produciendo una estructura recrystalizada con una marcada orientación, característica de estos materiales, que tiene una influencia importante en la resistencia mecánica y comportamiento frente a la corrosión, entre otros aspectos.

La designación comercial o serie de las aleaciones conformables de aluminio depende del elemento aleante principal, tal como puede observarse en la siguiente tabla:

<i>Serie</i>	<i>Elemento Aleante Principal</i>
1XXX	Ninguno
2XXX	Cu
3XXX	Mn
4XXX	Si
5XXX	Mg
6XXX	Mg y Si
7XXX	Zn
8XXX	Cualquiera de arriba u otro

Tabla 1.1: Clasificación de las aleaciones de aluminio de conformado comerciales

En el grupo 1XXX, los dos últimos dígitos designan el mínimo porcentaje de aluminio en exceso desde 99,00%. En los grupos desde el 2XXX hasta el 8XXX, los dos últimos dígitos no tienen especial significado, excepto para identificar diferentes aleaciones de aluminio en el grupo. El segundo dígito de la designación indica modificación en la aleación.

La descripción de este tipo de aleaciones de aluminio también depende de si su resistencia mecánica final se alcanza a través de tratamientos térmicos de envejecimiento o no. Las aleaciones conformables de aluminio no tratables térmicamente, incluyen toda la variedad de grados de aluminio puro y todas las otras aleaciones en las cuales la resistencia mecánica se adquiere a través de solución sólida, es decir, elementos de aleación presentes como impurezas o añadidos intencionalmente, o deformación plástica y recocido. Entre las mismas se encuentran fundamentalmente las series 1XXX, 3XXX, 4XXX, 5XXX.

Por otra parte, las aleaciones conformables de aluminio tratables térmicamente, contienen uno o más elementos de aleación tales como cobre, magnesio, silicio y zinc que son solubles en aluminio a temperaturas elevadas, en una cantidad importante. Además, tanto el cromo como el zirconio pueden ser añadidos para prevenir la recristalización. Las series tratables térmicamente son básicamente las 2XXX, 6XXX, y 7XXX. (Hatch, 1984)

La mayoría de las aleaciones tratables térmicamente muestran endurecimiento a temperatura ambiente después del temple, lo que se conoce como envejecimiento natural. La velocidad y extensión de dicho endurecimiento varía de una aleación a otra. Los cambios microestructurales que acompañan el envejecimiento a temperatura ambiente, excepto para envejecimiento por largos períodos de tiempo de aleaciones de la serie 7XXX, son indetectables porque los efectos de endurecimiento son atribuibles solamente a la formación de zonas de estructura dentro de la solución sólida.

La Figura 1.1 ilustra el cambio en las propiedades mecánicas evaluadas en tracción, de tres aleaciones comerciales representativas, envejecidas a temperatura ambiente, 0°C y -18°C. En aleaciones como la 2024 y 2036, la mayoría del

endurecimiento ocurre en un lapso de un día a temperatura ambiente y las propiedades mecánicas son esencialmente estables después de cuatro días. Aleaciones como 6061, 6009 y 6010 son envejecidas más lentamente. La aleación 7075 y otras de la serie 7XXX, continúan endureciéndose durante el envejecimiento a temperatura ambiente.

A causa de que las aleaciones tratables térmicamente son blandas y más dúctiles inmediatamente después del temple que después del envejecimiento, operación de enderezado o de conformado pueden ser realizados más fácilmente en la condición del templado reciente. (Hatch, 1984)

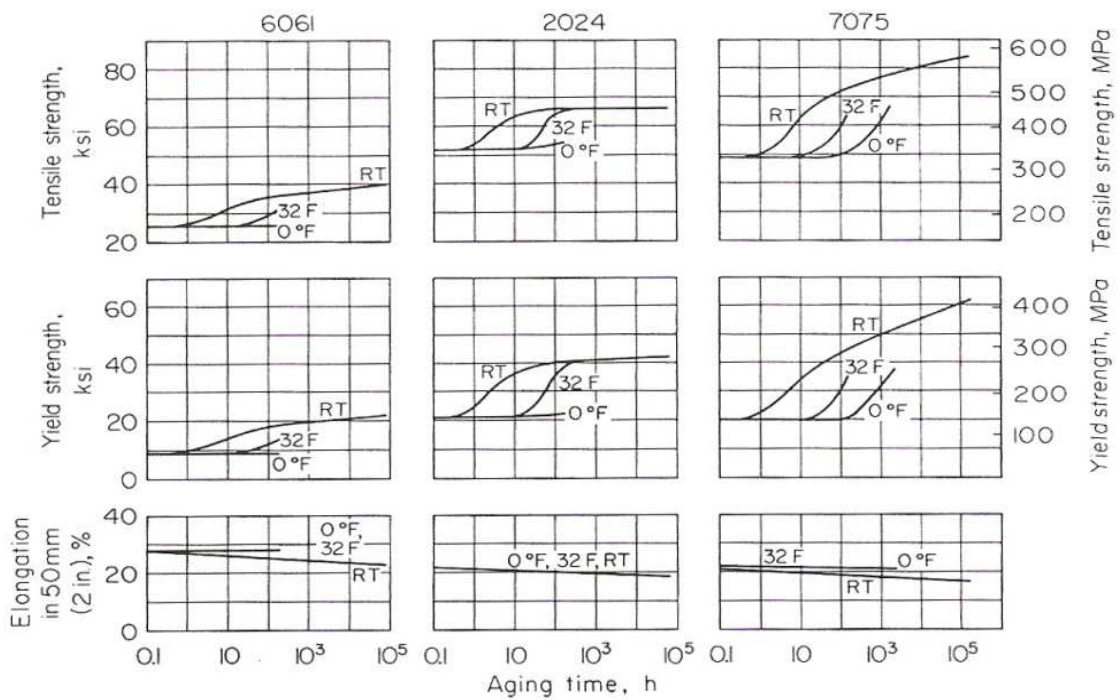


Figura 1.1: Características de envejecimiento de láminas de aluminio a temperatura ambiente.

1.1.1. Sistemas de aleaciones Aluminio-Zinc-Magnesio y Aluminio-Zinc-Magnesio-Cobre

Las aleaciones del sistema Aluminio-Zinc-Magnesio, pertenecientes a la serie 7000, tienen su origen comercial finalizando los años veinte del siglo pasado, fecha a partir de la cual se realiza un gran esfuerzo en materia de investigación en Alemania dirigido hacia el desarrollo de aleaciones estructurales de uso general, en sustitución

de materiales estructurales importados. Son aleaciones de resistencia mecánica media, endurecibles por precipitación y fáciles de soldar. La variante de alta resistencia mecánica contiene un determinado porcentaje en cobre (Aluminio-Zinc-Magnesio-Cobre), que es utilizado como material estructural para aplicaciones aeronáuticas. En general las aleaciones Al-Zn-Mg conservan la estructura cristalina del aluminio, Cúbica Centrada en las Caras (FCC), con parámetro de red $a = 4,049 \text{ \AA}$, donde el zinc y el magnesio contribuyen a modificar el parámetro de red: el magnesio provoca una expansión del retículo cristalino mientras el zinc provoca una reducción del mismo.

El proceso de endurecimiento de las aleaciones se basa en la restricción del movimiento de las dislocaciones dentro de la red cristalina. Entre los mecanismos de endurecimiento conocidos se encuentran endurecimiento por deformación (interacción de dislocaciones móviles con dislocaciones presentes en el material), endurecimiento por solución sólida (con fronteras de grano o átomos de soluto), endurecimiento por precipitación (con precipitados). En estas aleaciones el mecanismo que tiene mayor importancia es el endurecimiento por precipitación.

Para que se produzca endurecimiento por precipitación, es necesario que la solubilidad de algunos elementos aleantes de la matriz de aluminio decrezca al disminuir la temperatura y se pueda formar una nueva fase. Para ello es necesario:

- Que se produzca una solución sólida sobresaturada de los elementos aleantes del aluminio a través de tratamiento de solución y posterior temple para mantener la solución sólida sobresaturada a temperatura ambiente.
- Que se descomponga en forma controlada la solución sólida sobresaturada, para formar precipitados finalmente dispersos en la matriz, con lo que se refuerza la aleación.

El sistema de designación del temple es usado en todas las formas de aluminios y aleaciones de aluminio de conformado excepto lingotes. Este sistema está basado en una secuencia de tratamientos básicos usados para producir los tratamientos térmicos de templado. La designación del temple sigue la designación de la aleación, estando ambas separadas por un guión. Dicha designación básica consiste en letras. Las subdivisiones de templados básicos, son indicadas por uno o más dígitos siguiendo la

letra, donde sea requerido. Estos designan secuencias específicas de tratamientos básicos, pero sólo si indican las operaciones reconocidas como significativamente influenciadas a las características del producto. Si alguna otra variación de la misma secuencia de operaciones básicas se aplica a la misma aleación, resultando en diferentes características, entonces se agregan dígitos adicionales a la designación. Por ejemplo en este caso, (T6) implica una solución tratada térmicamente y envejecida artificialmente, la cual es solo aplicada a productos que no son trabajados en frío después del tratamiento térmico o en la cual el efecto de trabajo en frío en ensayo de aplastamiento o enderezado puede no ser reconocido en los límites de las propiedades mecánicas, (Las propiedades mecánicas varían muy poco y por debajo del límite mencionado, después del trabajo en frío). Finalmente, la designación de la aleación con el tratamiento térmico tiene la siguiente forma: 7075-T6. (Military Handbook, 1998)

Existen tres clases de aleaciones de la serie 7XXX: las aleaciones binarias para revestimiento aluminio-zinc, las aleaciones de mediana resistencia zinc-magnesio que contienen hasta 1% de cobre y las aleaciones de alta resistencia aluminio-zinc-magnesio-cobre que son usadas en la industria aeroespacial. Las aleaciones de la serie 7XXX de mediana y alta resistencia ganan su resistencia mecánica por aplicación de tratamientos térmicos por solución, temple y envejecimiento artificial a través de una compleja secuencia de reacciones que finalmente producen precipitados estables de $MgZn_2$ y $Mg_3Zn_3Al_2$.

Las aleaciones de alta resistencia para aeronaves y las aleaciones de mediana resistencia para propósitos de aplicación general tienen designación en la serie 7XXX. Las mayores resistencias a temperatura ambiente alcanzadas en productos de aleaciones de aluminio por conformado son desarrolladas por aleaciones de aluminio zinc-magnesio-cobre. Estas aleaciones fueron objeto de investigación extensa por muchos años. A pesar de las atractivas propiedades de tensión y sus buenas características de fabricación, originalmente no eran comerciales por su resistencia insatisfactoria a la fractura por corrosión bajo tensión. (Hatch, 1984)

Aunque la aleación de aluminio 7076 fue introducida en 1940 como aleación completamente forjable, para hélices de aviones, las láminas de esta aleación no estuvieron disponibles hasta que investigaciones posteriores permitieran el desarrollo de la aleación 7075, alrededor del año 1943. Esto se dio, asociado al efecto positivo del cromo, el cual permitió mejorar la resistencia a la corrosión del material. Una mayor modificación en la resistencia resultó en la aleación 7178 en el año 1951. La más alta resistencia en aleaciones de aluminio nunca antes comercialmente disponible, la 7001, fue introducida en el año 1960. Sin embargo, la producción era dificultosa, de pobre tenacidad y con baja resistencia en tratamiento térmico T73, lo que la excluía del uso extensivo. Más recientemente, las aleaciones 7X49 y la 7X50, así como versión de la más alta pureza de la 7075, tienen un significado comercial debido a su alta resistencia y baja sensibilidad al templado en grandes secciones. (Hatch, 1984).

1.2. La Aleación de Aluminio AA 7075-T6

Las armazones para aeronaves han sido la aplicación de aleaciones de aluminio más demandante, siendo las de alta resistencia las que poseen el record de desarrollo de las aeronaves. El Duraluminio fue la primera aleación de aluminio de alta resistencia tratable térmicamente, empleada por Alemania y los Aliados en la Primera Guerra Mundial, compuesta por aluminio-cobre-magnesio, que fue creada en Alemania y desarrollada por Estados Unidos como aleación 17S-T (2017-T4) y que fue usada primeramente como láminas y placas. Esta aleación posee aproximadamente 276 MPa de resistencia a la fluencia pero fue sobrepasada en 1931 por la aleación 2024-T3, con resistencia a la fluencia de 345 MPa. Finalmente la aleación 2014-T6 con 414 MPa de resistencia a la fluencia, fue la aleación predominante para aeronaves entre 1928 y 1945. Al aparecer entonces la aleación 7075-T6 de 483 MPa de resistencia a la deformación permanente, la capacidad y posibilidad de construcción de aeronaves evolucionó hasta nuestros días. La primera aeronave diseñada en aleación de aluminio 7075-T6 fue el Navi's P2V Patrol

Bomber. Posteriormente comenzaron a aparecer otras aleaciones de la serie 7XXX como 7178-T6 en 1951 y 7079-T6 en 1954. (Van Horn, 1967)

1.2.1. Composición y Propiedades de la aleación de aluminio 7075-T6

% en peso	Zn	Mg	Cu	Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Otros	Al
Mínimo	5,10	2,10	1,20	-----	-----	-----	0,18	-----	-----	resto
Máximo	6,10	2,90	2,00	0,50	0,40	0,30	0,28	0,20	0,20	resto

Tabla 1.2.1.a: Composición Química de la aleación de aluminio 7075-T6, en porcentaje en peso.

Esfuerzo Real a Carga Máxima (MPa)	Esfuerzo de Fluencia (MPa)	Módulo de Elasticidad (GPa)	Elongación a la ruptura (%)	Dureza Brinell (500 g de carga y bola 10mm)
572	503	71,7	11	150

Tabla 1.2.1.b: Propiedades Mecánicas de mayor interés de la aleación 7075-T6

Densidad (g/cc)	Punto de Fusión (°C)	Conductividad Eléctrica (%IACS)	Conductividad Térmica (W/m.K)	Calor Específico (J/Kg.K)
2,81	532-635	33	130	960

Tabla 1.2.1.c: Propiedades Físicas de mayor interés de la aleación 7075-T6

Temperatura de recocido (°C)	Temperatura de Solución (°C)	Temperatura de Envejecimiento (°C)
413	465-482	120

Tabla 1.2.1.d: Propiedades de tratamiento de la aleación 7075-T6

1.2.2. Aplicaciones de la aleación de aluminio 7075-T6

Aeronaves de transporte: las aleaciones 7075-T6 y 7178-T6, son empleadas para alta resistencia a esfuerzo cortante en elementos de sujeción o fijación que son usados en ensambles por medio anillos de matriz forjada, en la manufactura de aviones. En aeronaves de transporte o pesadas, la aleación 7075-T6 es muy importante. Donde son usadas láminas, los recubrimientos de aluminio o duraluminio revestido de aluminio puro son preferidos. Los recubrimientos superiores y capas de las alas son frecuentes de aleación 7075-T6 y 7178-T6, porque el requerimiento crítico es de alta resistencia a la compresión y la estructura generalmente no es crítica en cargas de tensión o fatiga.

Para miembros tensionados de las alas, nervaduras y entramados de armaduras, las aleaciones 7075-T6, 2014-T6 y 2024-T4 son usadas en forma extensiva. Para estas aplicaciones, la resistencia a la fatiga y alta tenacidad de fractura, combinadas con una alta resistencia mecánica, son las características de interés para el diseñador.

En los principales filos de la cubierta, sujetas a aire caliente como anticongelamiento, es frecuentemente empleado un recubrimiento de aluminio 2024-T81, pero dependiendo del tiempo al requerimiento de temperatura, recubrimientos de aleación 7075-T6 o recubrimiento de aleación 2219-T81 o T87 podrían ser la mejor opción.

Debido a que la aleación 7075-T6 posee una buena combinación de resistencia estática, tenacidad de fractura y aceptable resistencia a la corrosión, recubrimientos de 0,1016 a 0,475 cm de grosor, son utilizadas en el fuselaje de toda moderna aerolínea de transporte y aeronaves ejecutivas ya que tienen que ser presurizadas.

El miembro longitudinal que corre por la parte inferior del casco de un avión rígido en aeronaves grandes utiliza extrusiones de alta resistencia de aleación 7075-T6, porque el mayor requerimiento es para alta tensión estática antes que cargas por fatiga. Delgadas cubiertas de 0,0254 a 0,0635 cm, en aleación de aluminio 7075-T6, son requeridas en componentes como superficies de control, alerones y puertas de acceso que no sean para transporte de cargas. (Van Horn, 1967)

Aeronaves de alto desempeño: las aeronaves de alto desempeño son requeridas para servicios militares diseñados para soportar entre 9g y 12g de carga, (1g es la fuerza equivalente a la de gravedad, con que la tierra atrae un cuerpo hacia su centro con aceleración de $9,81\text{m/s}^2$).

Las máximas cargas son infrecuentes y en algunas aeronaves podrían no actuar o ser encontradas. Las tensiones elevadas sólo son ocasionalmente impuestas en demandas de maniobras que pudiesen provocar una alta tensión por fatiga lo que debe ser considerado en la característica de la estructura del material. También las cargas elevadas sobre las alas dicta el grosor de cubierta del ala, el cual es típicamente entre 1,27 y 3,81cm. La aleación 7075-T6 ha sido la de mayor importancia a partir del año 1945, donde todas las aeronaves de alto desempeño eran manufacturadas con aleaciones de aluminio de alta resistencia para servicios militares. Extrusiones de 2,54 a 12,7cm de grosor en aleación 7075-T6 o 7079-T6 son usadas como maquinado en la cubierta en forma de capas, las cuales en algunos diseños son continuos desde un lado del ala hasta el otro.

También las particiones rectas que separan partes de una aeronave o avión, que pueden servir para protección contra fuego o filtraciones y numerosos diseños de alas usan nervaduras fabricadas de láminas y extrusiones o maquinados proveniente de forjado de placas, fabricadas en aleación 7075-T6, 7075-T73 y 7079-T6. (Van Horn, 1967)

Aeronaves Supersónicas: los diseñadores de un bombardero supersónico han hecho extensivo el uso de la construcción de paneles para las alas en forma de emparedado con su interior en forma de panel, para lograr una estructura rígida que no se doble cuando la tensión en compresión esté cerca de la resistencia a la fluencia del material. El armazón de paneles es predominantemente hecho en aleación de aluminio 7075-T6. (Van Horn, 1967)

Helicópteros: los Helicópteros tienen requerimientos críticos en estructura por las aspas del rotor. Las series 2XXX y 6XXX son las más utilizadas.

La aleación 7075-T6 es utilizada en una poca cantidad como láminas muy delgadas en estructuras del fuselaje y cabina de helicópteros. En la estructura de

aterrizaje se utiliza también la aleación 7075-T6 en forma de tubos, de 5,08 a 10,16cm. (Van Horn, 1967)

Sistemas de las Aeronaves: las aeronaves, sistemas y otras estructuras utilizan aluminio incluidos los sistemas eléctricos, sistemas de combustible, hidráulicos, de oxígeno y aire acondicionado. En este caso específico, en sistemas hidráulicos y neumáticos, los cuerpos de válvulas son usualmente hechos de aleación 356-T6 ó 2014-T6, 6061-T6 ó 6151-T6 forjada. Los cilindros son generalmente forjados de aleación de aluminio 7075-T6 ó 2014-T6 y 7079-T6. (Van Horn, 1967)

Misiles y Cohetes (Aeroespacial): los misiles balísticos y cohetes espaciales son generalmente clasificados en dos marcadas categorías en función del combustible: Sólido y Líquido.

Cohetes de combustible líquido: este tipo de cohete emplea gran parte del total de su estructura para el tanque de combustible, el cual usualmente es cilíndrico con las paredes del tanque formando la cubierta exterior del vehículo.

Algunos combustibles están en categoría de fluidos criogénicos, tal como el oxígeno líquido, el hidrógeno líquido o el flúor líquido, los cuales requieren tanques hechos con materiales que no se vean afectados adversamente por su prolongada exposición a temperaturas tan bajas como -253°C , de manera que la aleación de aluminio no experimente transición dúctil-frágil en su comportamiento a bajas temperaturas y que soporte altas tensiones, posea resistencia a la fluencia y elevada ductilidad tanto en condiciones criogénicas como en condiciones ambientales.

Así, partes no presurizadas de la mayoría de los misiles balísticos con combustible líquido y cohetes espaciales emplean grandes cantidades de aleaciones de aluminio de alta resistencia como 7075-T6, 7079-T6 y 7178-T6. Todas estas aleaciones son empleadas en estructuras para el empuje de la nave, las cuales transmiten las fuerzas de propulsión desde el motor a las paredes del tanque. Por ello, también la estructura del tanque cilíndrico interno para transmitir cargas de empuje entre el combustible y el tanque oxidante, es fabricada de láminas gruesas corrugadas de aleación 7075-T6. Ejemplo donde se puede observar esto es en el vehículo aeroespacial Saturno V.

Cohetes de combustible sólido: este tipo de cohetes posee presiones internas mayores en un orden de magnitud que la que existe en los tanques de cohetes de combustible líquido. La aplicación fue inicialmente dominada por los aceros, principalmente porque la fusión en la soldadura es más común para aceros de alta resistencia que para aleaciones de aluminio de alta resistencia tratados térmicamente (Las aleaciones de aluminio tales como 7075-T6, 7001-T6 y 7178-T6, son menos fáciles de soldar que los aceros).

No obstante, la aleación 7075-T6 es ampliamente empleada para pequeños cohetes aire-aire y aire-tierra y de sondeo, porque el pequeño diámetro de la cubierta del motor empleada puede ser fabricada sin costuras como productos tubulares. Estas cubiertas pueden variar de 15,24 a 20,32cm de diámetro y 0,1016 a 0,2032cm de grosor.

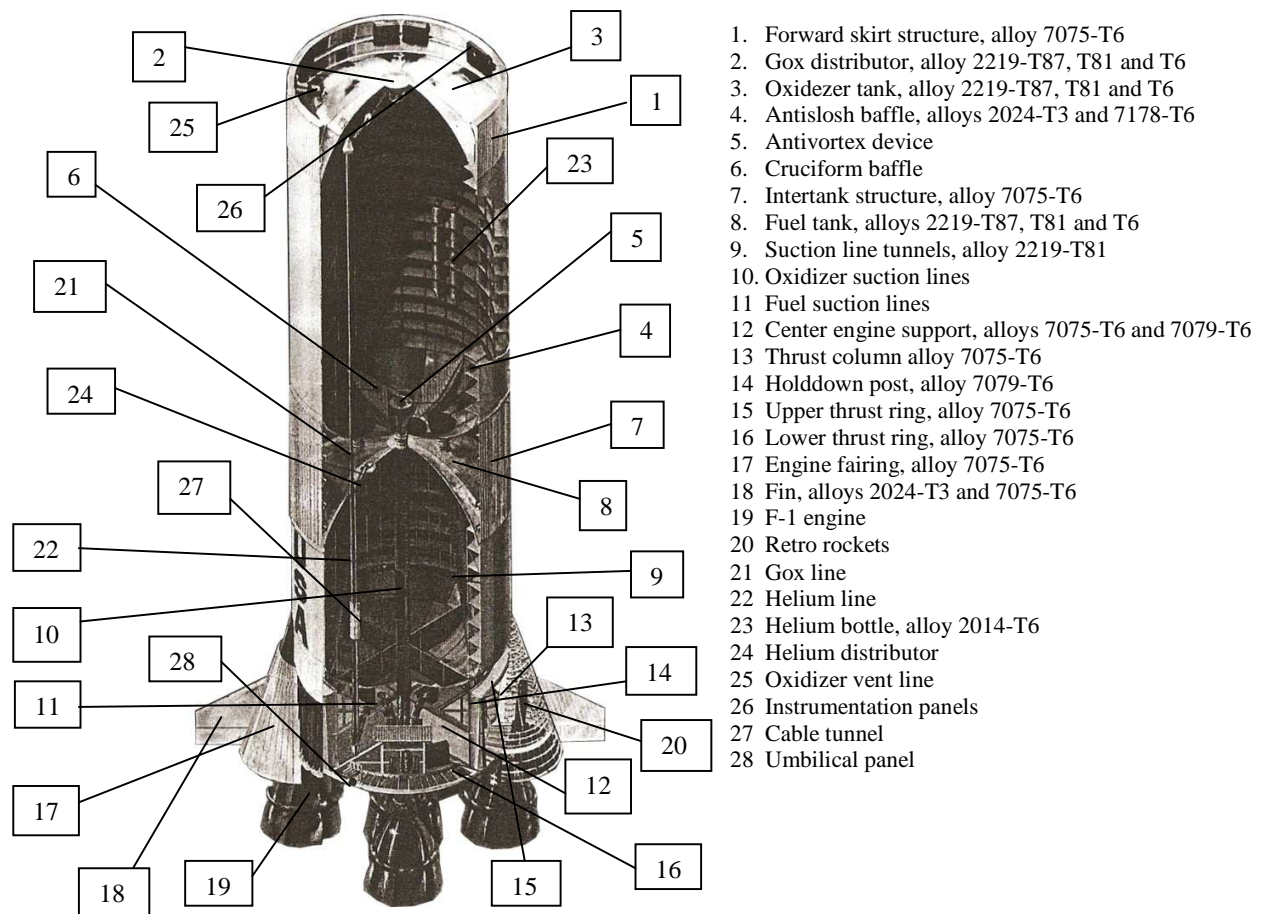


Figura 1.2.2.a: Vista esquemática de S-IC (primera etapa) del vehículo Saturno V

De cualquier forma, la posibilidad de obtener cubiertas de motor sin costuras de 30,48cm y diámetros mayores ha sido probada.

Los compuestos de construcción que incorporan filamentos de fibra de vidrio de alta resistencia y resina orgánica se utilizan en algunas cubiertas de motores debido a su excepcional alta resistencia en relación a su densidad obtenible en porciones cilíndricas del recipiente. Componentes de aluminio son empleados con frecuencia especialmente donde el maquinado es requerido. Aluminio forjado de aleaciones 7075-T6, 7075-T73 y 7079-T6 es usado en las áreas del faldón y en las cabezas para la acomodación de orificios a través de paredes de fibras de vidrio para toberas, puertos de ignición y otras partes. (Van Horn, 1967)

Miembros monolíticos masivos: los miembros monolíticos masivos son utilizados en grandes desempeños de aeronaves para transferir o distribuir cargas elevadas a la estructura adyacente.

Los factores que afectan la selección de la aleación, tratamiento térmico y producto para grandes estructuras monolíticas son las propiedades direccionales (particularmente la elongación), temperatura de servicio, grosor en el tratamiento térmico final, método de unión y la conexión de algunas tensiones acumuladas en la orientación de los granos.

Por ello aleaciones de alta resistencia tratadas térmicamente son empleadas en forma exclusiva. Aunque la 7079-T6 ha sido la más popular, la 7075-T6 es usada para estructuras de empuje o propulsión con un maquinado tosco hasta 7,62 cm o menor antes del tratamiento térmico final. (Van Horn, 1967)

Cargador de misiles: tanto los lanzadores, transportadores y montador de misiles usan muchas partes de aluminio que les provee elevada movilidad. Algunas placas ahuecadas son producidas en 7075-T6 para el equipo que traslada misiles. También los rieles de disparo o lanzamiento de misiles son hechos de aleación de aluminio 7075-T6 en láminas extruidas.

Cajas Electrónicas: usadas en el equipo de soporte terrestre, abarca desde las pequeñas cajas negras, generalmente hechas de láminas de aleación 3003-H14 hasta grandes consolas diseñadas en aleación de aluminio de alta resistencia tales como 2024-T3 ó 7075-T6. Las consolas hechas en 7075-T6 son hechas con secciones

extruidas que pueden ser delgadas debido a limitaciones de espacio y por consiguiente requieren de alta resistencia. (Van Horn, 1967)

Aplicaciones militares: un ejemplo es el M-102 *trail-gun-type 105 mm* obús, un carruaje de armas liviano para terreno rugoso y difícil, que está fabricado casi totalmente por aluminio. Aleación de aluminio 7075-T6 y 7079-T6 forjado, son utilizadas en estructura de soporte, cilindro hueco y apoyos; estacas para terreno son forjadas en aleación 7075-T6, y anodizado para resistencia a la abrasión. (Van Horn, 1967)

Accesorios de retardo para bombas convencionales reducen la velocidad de caída y eliminan el riesgo para aviones que dejan caer la bomba desde una baja altitud. Esos dispositivos son mecánicamente ensamblados usando láminas de 2024-T4, 2014-T6 y 7075-T6 en extrusiones agujereadas y barras de 7075-T6.

En los lanzadores de misiles como el de infantería se hace uso importante del aluminio. El M-79 lanzador de granadas, hace uso de aleación 7075-T6 de impacto como cilindro de cañón del M-79 y es responsable por mantener el bajo peso al límite de 2,72 Kg. Otro ejemplo es un modelo de rifle M-16 con 5,56 mm de calibre, que es forjado en aleación 7075-T6, y también el rifle automático M-14. Ambas son de bajo peso y con capacidad de aceptar un recubrimiento anódico duradero. (Van Horn, 1967)

Aplicaciones en la industria: en equipos para extraer petróleo el aluminio es muy utilizado. En tubos de taladrado y accesorios y componentes de taladrado, se pueden encontrar dos tipos de 11,43 cm. Ambos son producidos en distancias aproximadas de 9,14 m por procesos especiales de extrusión. Uno con diámetro externo uniforme es similar al tipo de tubo de taladrado con reforzado interno de acero, el otro de diámetro uniforme interno, es comparable al tipo de tubo de taladrado con reforzado externo de acero. Aleaciones de alta resistencia como 2014 y 7075 con tratamiento térmico especial son empleados. (Van Horn, 1967)

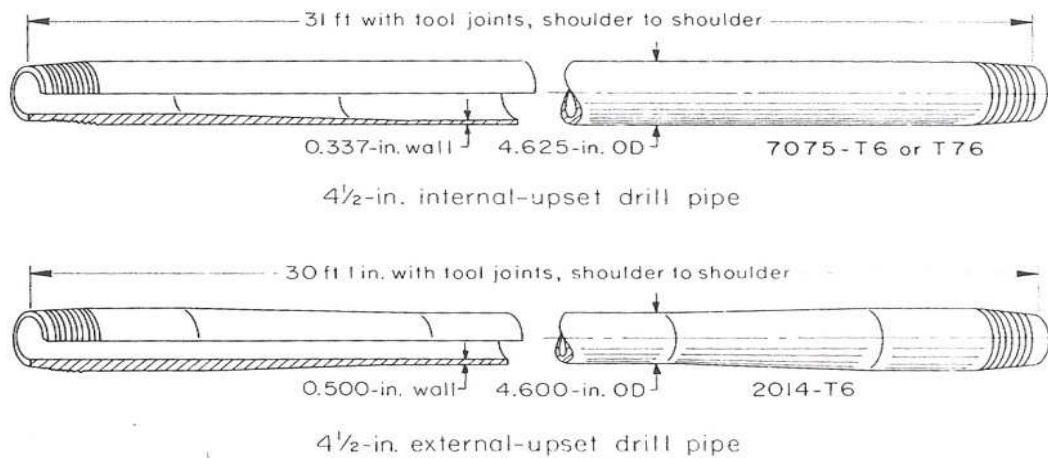


Figura 1.2.2.b: Típicos tubos de taladrado de 4½ pulgada fabricados en aluminio

Sistemas de memoria de acceso aleatorio de computadoras usan discos de aleaciones de aluminio como substrato para las unidades de memoria. Los discos son fabricados de aleación 5086-H111 o láminas de aleación 7075 en tratamiento térmico T6, térmicamente tratado y diseñado especialmente para mantener la estabilidad dimensional y maquinada con gran precisión y pulida con un gran acabado para deposición del recubrimiento de memoria magnética. (Van Horn, 1967)

En el deporte, la alta calidad de un ski, requiere flexibilidad controlada, empleando aleaciones 7178-T6 ó 7075-T6 en forma de láminas y trabajada con plástico. (Van Horn, 1967)

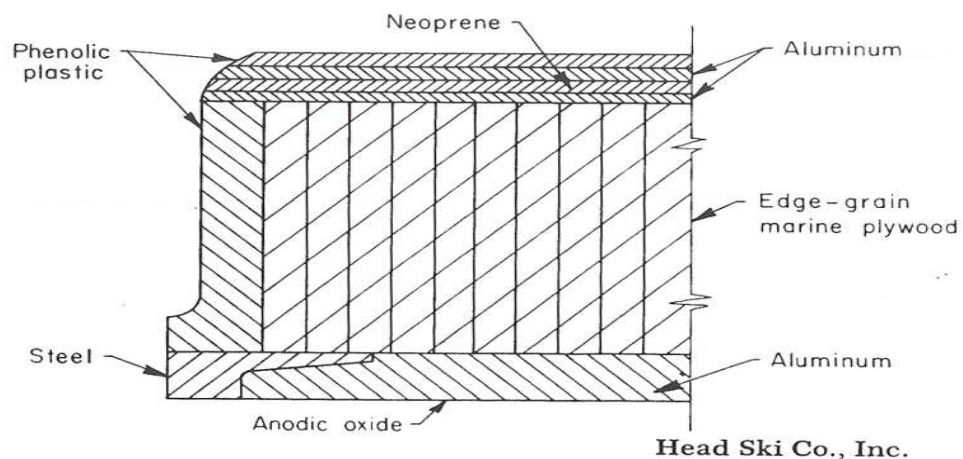


Figura 1.2.2.c: Laminado de ski de competición usando láminas de aleación de aluminio de alta resistencia.

1.2.3. Efecto de bajas temperaturas en las propiedades mecánicas de las aleaciones de aluminio.

Uno de los factores más significativos es la temperatura, ya que la condición de temperatura ambiente es sólo una pequeña escala entre el cero absoluto y el intervalo de fusión de una aleación, por lo que las propiedades de la misma a temperatura ambiente, representa sólo una pequeña parte del comportamiento del material.

Es por ello que en el estudio del efecto de la temperatura sobre las propiedades, debe dividirse en intervalos por encima de la temperatura ambiente y en intervalos por debajo de la temperatura ambiente.

Cuando las temperaturas son inferiores a la temperatura ambiente, la resistencia mecánica de las aleaciones de aluminio se incrementa cuando decrece la temperatura. Dicho incremento entre -46°C a -73°C es casi imperceptible, pero a temperaturas más bajas se incrementa significativamente. La resistencia a la tracción y la resistencia a la fluencia de la mayoría de las aleaciones de aluminio a -196°C es en promedio entre un 30% y un 20%, respectivamente mayor que las mismas a temperatura ambiente. A -253°C , tienen un promedio entre 50% y 35% mayor. La resistencia de las aleaciones de aluminio a bajas temperaturas no está influenciada por el intervalo de tiempo de exposición a esas temperaturas, con excepción de unas pocas aleaciones que en un templado reciente es envejecida a temperatura ambiente. La elongación de la mayoría de las aleaciones se incrementa con la reducción de la temperatura al menos hasta -196°C . Con mayor decremento en la temperatura, la elongación de algunas aleaciones decrece ligeramente, pero usualmente no por debajo de los valores a temperatura ambiente. Para unas pocas aleaciones de alta resistencia tratadas térmicamente, la elongación permanece igual o decrece gradualmente con la temperatura. La ductilidad en la mayoría de las aleaciones de aluminio a temperaturas criogénicas es tan alta o mayor que a temperatura ambiente. (Van Horn, 1967)

La resistencia a la deformación cortante y la resistencia a la fatiga de las aleaciones de aluminio se incrementan con el decremento de la temperatura. También el módulo de elasticidad en tensión compresión axial, y en corte puro, se incrementan con el decremento de la temperatura, cercano a una tasa lineal, como se muestra en la

figura (1.2.3). El módulo de elasticidad entre -196°C y -253°C es alrededor de 12 y 16% respectivamente mayor que a temperatura ambiente. (Van Horn, 1967)

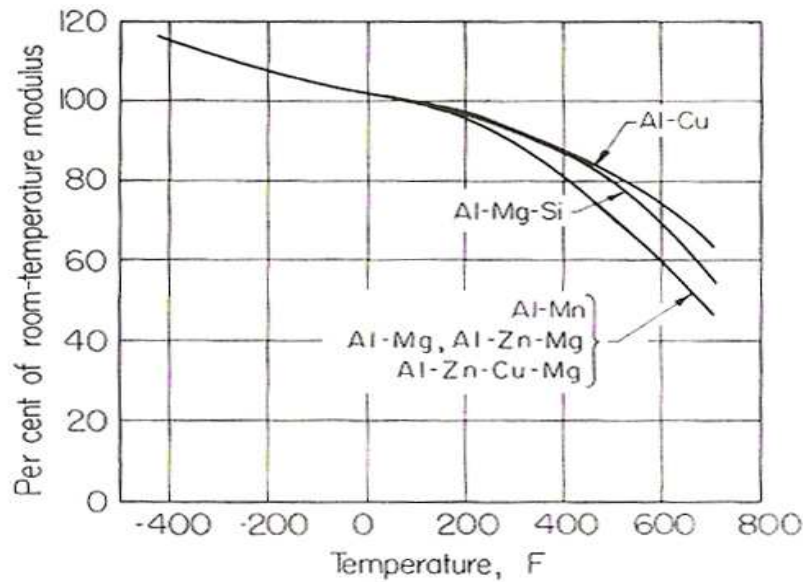


Figura 1.2.3: Módulo de elasticidad de aleaciones de aluminio a varias temperaturas

La tenacidad de la mayoría de las aleaciones de aluminio a temperaturas criogénicas es muy alta o igual que a temperatura ambiente. A muy bajas temperaturas estas aleaciones son capaces de deformarse plásticamente en regiones localizadas por incrementos de tensión severos y así evitar fracturarse, además de tener la habilidad de resistir el crecimiento de grietas que es muy alto a temperaturas criogénicas y mayor en algunas aleaciones que a temperatura ambiente. Para muchas de las aleaciones usadas en aplicaciones criogénicas, la habilidad de deformarse plásticamente y resistir el crecimiento de grietas es tan grande que la inestabilidad del crecimiento de grietas en materiales tensionados elásticamente (Fractura frágil) es imposible. También no hay indicaciones, que para aleaciones con relativa baja tenacidad, exista cambio abrupto en el comportamiento de transición dúctil-frágil de algunas aleaciones ferrosas. Para las aleaciones de aluminio de alta resistencia de la serie 7XXX existe un gradual decremento en la tenacidad con la disminución de la temperatura dependiendo de su composición y de su tratamiento térmico. Esto indica que debe tenerse cuidado para evitar severos aumentos de tensión en estas aleaciones en aplicaciones criogénicas. (Van Horn, 1967)

Las propiedades físicas del aluminio y sus aleaciones en general, independientemente de su baja densidad, hacen que sean de gran ayuda en las aplicaciones criogénicas. Una de ellas es la limitada solubilidad del hidrógeno en el aluminio ya que al tener una baja tasa de difusión de hidrógeno en el mismo, dicho metal comparado con otros que también son usados en aplicaciones a bajas temperaturas, minimiza la contaminación de los sistemas.

También estas aleaciones tienen una baja emisividad de energía radiante relativamente independiente de la composición y el tratamiento térmico. Una de las ventajas del aluminio sobre otros metales para uso criogénico es el aislamiento adicional que provee por esta mayor reflectancia. Debido a la gran reflexión que tiene ante la radiación de calor, no hay necesidad de pulir o aplicar recubrimientos reflexivos. En casos de la mayor reflectancia, el acabado superficial debe mantenerse limpio. Otras propiedades importantes de las aleaciones de aluminio son una alta conductividad térmica, alta conductividad eléctrica, relativo alto coeficiente térmico de expansión, baja susceptibilidad magnética.

Por otro lado el aluminio y sus aleaciones tienen una alta resistencia a la corrosión, ya que son compatibles con todos los criogénicos conocidos como helio, neón, hidrógeno y oxígeno, lo que implica que el contacto directo con estos elementos por largos períodos de tiempo no produce efectos adversos, por lo que no necesita recubrimientos de protección. (Van Horn, 1967)

El proceso de soldadura por arco metálico con protección gaseosa (GMAW) es el método más común de unión en aleaciones de aluminio para aplicaciones criogénicas, no obstante, en uniones de grandes intercambiadores de calor el sistema utilizado es la soldadura por braceado (grupo de procesos de soldadura en que el metal de aporte es un metal o aleación no ferrosa y cuyo punto de fusión es mayor a 538°C pero menor que el de los metales o aleaciones que van a soldarse). Es necesario decir que en las aleaciones de aluminio endurecibles que tienen gran intervalo de solidificación son susceptibles a agrietarse, en especial las que contienen Zn, Cu o Pb. En tal caso la adición de Mg controla dicha susceptibilidad. Otro problema es que al ocurrir la solidificación del metal de soldadura hay gran sobresaturación de hidrógeno que se precipita en forma de poros, por lo que debe controlarse todas las fuentes de

hidrógeno para reducirlo al mínimo como el gas protector y metal base. Las aleaciones de aluminio endurecidas por solución sólida o el aluminio puro son soldables casi exclusivamente usando, MIG (*Metal Inert Gas*) para mayores espesores y TIG (*Tungsten Inert Gas*) para soldar secciones más delgadas.

También es necesario decir que en la mayoría de las instancias, las estructuras o componentes, operan satisfactoriamente cerca de la máxima tensión, cercano a la temperatura ambiente antes que a una temperatura menor; porque la resistencia de las aleaciones de aluminio son mayores a bajas temperaturas que a temperatura ambiente, de manera tal que la temperatura ambiente gobierna el diseño, y las altas propiedades a bajas temperaturas representan un factor beneficioso adicional.

1.3. Ensayo de Tracción

1.3.1. Efecto de la velocidad de deformación y temperatura sobre las propiedades de tracción

La velocidad a la cual la deformación es aplicada a un espécimen puede tener una importante influencia en el esfuerzo que origina la deformación plástica (esfuerzo de fluencia). La velocidad de deformación es definida como $\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt}$, y es convencionalmente expresada en s^{-1} . El espectro para la velocidad de deformación, en tensión estática con máquina hidráulica es de 10^{-5} a $10^{-1} s^{-1}$. La figura (1.3.1.a), muestra la aleación de aluminio 6063-0, donde al aumentar la velocidad de deformación se incrementa el esfuerzo de fluencia.

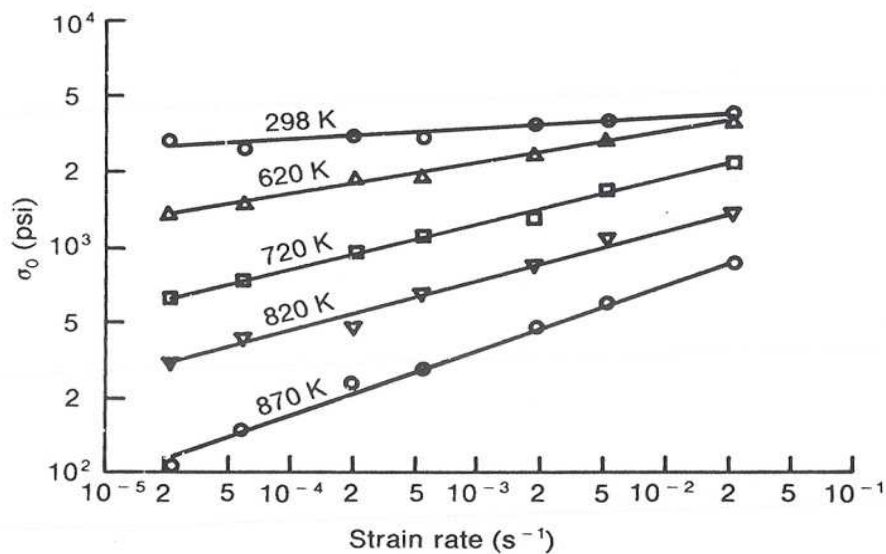


Figura 1.3.1.a: Esfuerzo de fluencia a $\epsilon=0,002$ en función de la velocidad de deformación para una aleación de aluminio 6063-0

El efecto de la velocidad de deformación en la resistencia creciente a la deformación aumenta generalmente en ensayos a temperaturas elevadas. Los ensayos de tracción a alta velocidad, en los que la velocidad de carga ha sido multiplicada por un factor alrededor de 100.000, han mostrado que el límite elástico es más sensible a los aumentos de la velocidad de deformación que la resistencia a la tracción. Por otro lado el esfuerzo de fluencia a menores deformaciones plásticas es igualmente más dependiente de la velocidad de deformación que la resistencia a la tracción.

Es difícil la determinación de una relación matemática entre el esfuerzo de fluencia y la velocidad a la deformación, a causa de los muchos problemas experimentales asociados con la medida de las propiedades de tracción para grandes velocidades de deformación. Entre los problemas experimentales que pueden presentarse, se tiene que los ensayos en que se somete la probeta a una velocidad constante de deformación real, no puede realizarse fácilmente con máquinas de ensayos convencionales. Aunque es bastante fácil mantener el movimiento de los cabezales a una velocidad constante, esto no asegura una velocidad constante de deformación de la probeta puesto que la velocidad de deformación que ésta experimenta, aumenta con la carga, especialmente durante la estricción.

Nadai, ha presentado un análisis matemático de las condiciones existentes durante la extensión de una probeta cilíndrica con un extremo fijo y otro sujeto a un cabezal móvil de la máquina de ensayo, donde la velocidad de cabezal es $v = dl/dt$.

Así, la velocidad de deformación real o efectiva sería:

$$\dot{\varepsilon} = \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d[\ln(L/L_0)]}{dt} = \frac{1}{L} \frac{dL}{dt} = \frac{v}{L} \quad (1)$$

Esta ecuación indica que para una velocidad constante del cabezal, la velocidad de deformación real disminuirá mientras la probeta experimenta el alargamiento. Para mantener una velocidad constante de deformación real, la velocidad del cabezal debe aumentar proporcionalmente al incremento de la longitud de la probeta.

En la figura (1.3.1.a), se puede observar una relación general entre el esfuerzo de fluencia y la velocidad de deformación a temperatura y deformación constante:

$$\sigma = C(\dot{\varepsilon})^m \Big|_{\varepsilon, T} \quad (2)$$

Donde m es un exponente conocido como sensibilidad a la velocidad de deformación y puede definirse como la relación entre el incremento de $\log \sigma$ y el resultante en $\log \dot{\varepsilon}$. El valor de este parámetro se obtiene por medio de un ensayo en el que la velocidad de deformación se cambie rápidamente de un valor a otro.

$$m = \frac{\log(\sigma_2/\sigma_1)}{\log(\dot{\varepsilon}_2/\dot{\varepsilon}_1)} \quad (3)$$

La sensibilidad a la velocidad de deformación aumenta, en la mayor parte de los metales, con la temperatura y la deformación, siendo un poco menor de 0,1, a temperatura ambiente. En trabajos a altas temperaturas, valores de m de 0,1 a 0,2 son los comunes.

Es necesario resaltar que la ecuación (2), no es la mejor descripción de la dependencia de la velocidad de deformación del esfuerzo de fluencia en aceros, pero sí describe convenientemente dicha relación en aluminios. Por ejemplo, en aluminio puro, entre 21°C y 441 °C, a mayor temperatura, el cambio en el esfuerzo de fluencia es más pronunciado que a menor temperatura, para un cambio de velocidad de deformación en dos órdenes de magnitud, para un valor determinado de deformación. La sensibilidad a la velocidad de deformación, es un buen indicador de cambios en el comportamiento de la deformación. (Dieter, 1986)

Las propiedades de fluencia, la curva esfuerzo-deformación y fractura derivadas del ensayo de tracción, son significativamente dependientes de la temperatura a la cual el mismo es realizado. En general, la resistencia mecánica disminuye y la ductilidad aumenta al incrementarse la temperatura del ensayo. No obstante, por encima de ciertas temperaturas, pueden producirse cambios estructurales, tales como precipitación, envejecimiento por deformación o la recristalización, que alteren este comportamiento general.

En la figura (1.3.1.b), se muestra la variación de la resistencia a la fluencia con la temperatura para metales con red cúbica centrada en el cuerpo (bcc) como el tantalio, wolframio, molibdeno y hierro y para el níquel con red cúbica centrada en las caras (fcc).

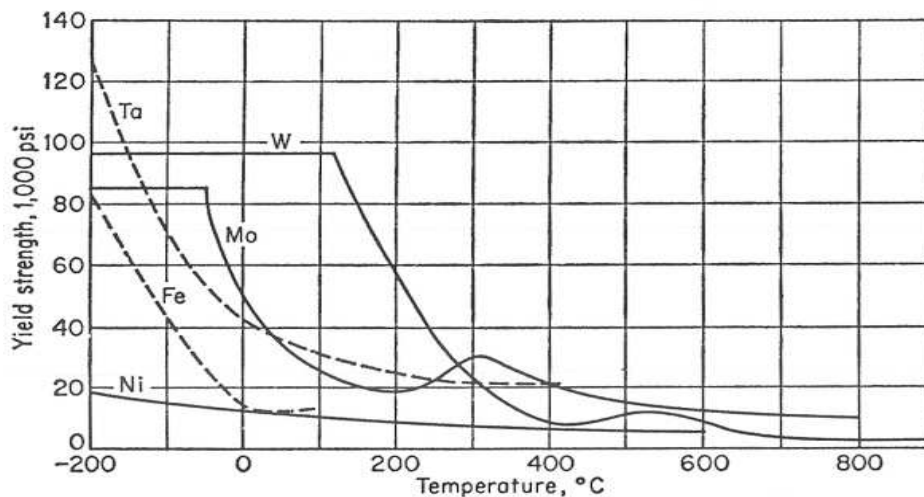


Figura 1.3.1.b. Efecto de la temperatura en la resistencia a la fluencia de estructuras bcc: Ta, W, Mo, Fe y fcc: Ni

Se puede apreciar que para metales bcc, la resistencia a la fluencia se incrementa rápidamente con la disminución de la temperatura, mientras que para el níquel (fcc), la resistencia a la fluencia aumenta con el descenso de la temperatura en menor proporción, que en los metales con red cúbica centrada en el cuerpo. Basado en este hecho, se puede ver porque los metales bcc exhiben fractura frágil a bajas temperaturas y porque los metales fcc no la presentan. La parte horizontal de las curvas del W y Mo a bajas temperaturas representan la resistencia a la fractura frágil a estas temperaturas sin una gran fluencia.

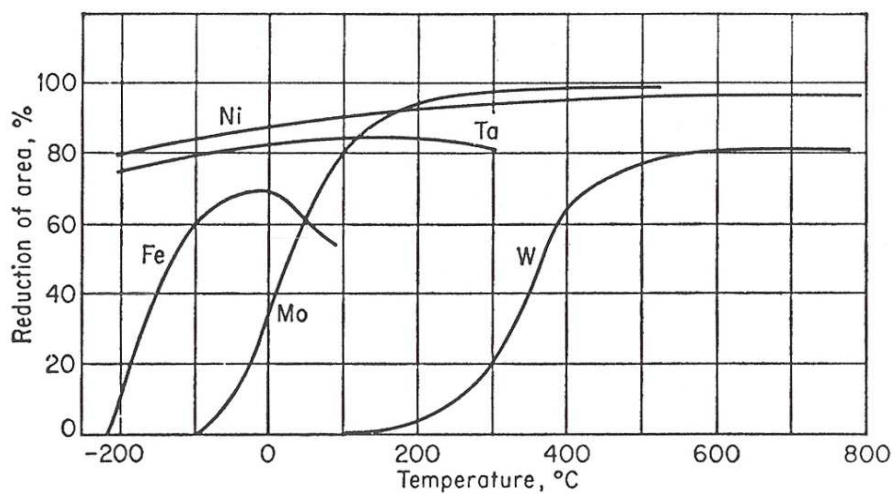


Figura 1.3.1.c. Efecto de la temperatura en la reducción de área de: Ta, W, Mo, Fe y Ni

Por su parte la figura (1.3.1.c), muestra la variación de reducción de área con la temperatura para esos mismos metales. El volframio es casi completamente frágil a 200°C y el hierro lo es a -225°C, mientras el níquel reduce su ductilidad sobre el intervalo entero de temperatura. El comportamiento del tantalio de red cúbica centrada en el cuerpo es anómalo, puesto que no presenta ninguna transición de ductilidad aunque el límite elástico aumente rápidamente a baja temperatura.

En metales fcc, el esfuerzo de fluencia no es significativamente dependiente de la temperatura, pero el exponente de endurecimiento por deformación decrece con el incremento de la temperatura. Este resultado suaviza la curva esfuerzo-deformación con el incremento de la temperatura y la resistencia a la tracción sería más dependiente de la temperatura que la resistencia a la fluencia.

El efecto combinado de la temperatura y la velocidad de deformación se manifiesta en el hecho de que la resistencia mecánica de un material depende de la condición microestructural del mismo, grado de deformación aplicado, temperatura y de la velocidad de deformación. Dicho de otra manera, el esfuerzo de fluencia de un metal es función de los valores instantáneos de la microestructura, velocidad de deformación, temperatura y de cuales son esos valores de temperatura y velocidades de deformación. Igualmente las variaciones estructurales que se producen durante la deformación plástica no solo dependen de la deformación, sino también de todas las condiciones anteriores. (Dieter,1967)

$$\sigma = f(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, T)$$

1.4. Antecedentes

Las aleaciones de aluminio de alta resistencia (2014-T6, 7075-T6, 7079-T6 y 7178-T6) y la aleación 2024-T4, usadas mayormente en aviones comerciales, debido a su aplicación, deben poseer las mejores propiedades mecánicas para el empleo en estructuras de aeronaves y vehículos espaciales, lo que implicó la necesidad de realizar varias investigaciones sobre estas aleaciones.

En el año 1963, Fricke et al. representando a la empresa ALCOA, prepararon un reporte para el desarrollo de aleaciones de aluminio de alta resistencia, fácilmente soldables en placas de grosor y aplicaciones apropiadas a -253°C como contrato para el *Space Flight Center of the National Aeronautics and Space Administration*, en el que se muestra amplia información sobre las propiedades y características de las aleaciones de aluminio con énfasis en la soldadura sobre estructuras para aplicaciones criogénicas, con el fin de conseguir una aleación de aluminio que englobe las mejores características de las diferentes series 7000, 6000, 5000 y 2000 de manera de ser utilizada en tanques para combustibles y componentes para vehículos. Aun y cuando las características de estos grupos no estuvieron cerca del propósito del proyecto, consideraban los autores que el método empleado para el análisis de información sería importante en la determinación del desarrollo y mejor comprensión de la influencia de los parámetros metalúrgicos y factores estructurales involucrados. En este reporte se resalta la importancia de la aleación 7075 en la aeronáutica militar y el efecto de

los componentes que lo forman en las propiedades criogénicas como base para la realización de programas de investigación.

Carman et al. en 1966 del *Nacional Aeronautics and Space Administration, Lewis Research Center*, investigaron el comportamiento a la tracción y tenacidad de fractura en deformación plana de una aleación de aluminio 2219 T87 en función de la temperatura, desde nivel ambiental hasta temperatura de hidrógeno líquido -253°C en tanques de combustible con hidrógeno líquido para cohetes. La investigación demostró que el esfuerzo de fluencia y la resistencia a la tracción del material se ven incrementados al disminuir la temperatura hasta -253°C , con la ductilidad relativamente constante y tenacidad de fractura incrementada en mayor cantidad en aquellos especímenes maquinados, donde la propagación de la grieta es perpendicular al plano de laminación que, en aquellos donde es paralela. Entre las conclusiones de este trabajo, se encontró que el esfuerzo de fluencia de la aleación varía aproximadamente desde 395 MPa a temperatura ambiente hasta 517 MPa a -253°C . También para chapas de esta aleación de una pulgada de grosor, la tenacidad de fractura es inferior, al valor que es obtenido para chapas de media pulgada.

Binning y Partridge en 1984 del *Royal Aircraft Establishment* en U. K., evaluaron las propiedades mecánicas en tracción de las aleaciones AA 7010 y las aleaciones en base a titanio IMI550 y Ti-6Al-4V, fabricada en forma de chapa de 1,78 mm de espesor, ensayadas a 20°C , -50°C , -100°C y -196°C , para el uso en estructura de aviones. Los resultados arrojaron que la resistencia mecánica de estas aleaciones aumenta y la reducción de área disminuye a medida que decrece la temperatura en un intervalo entre 20°C y -100°C , y se determinó en este mismo rango de temperatura, que el módulo de elasticidad (E), esfuerzo de fluencia medido a 0,1% de deformación ($\sigma_{0,1}$) y esfuerzo real de carga máxima ($\bar{\sigma}_{TS}$) se pueden expresar como funciones paramétricas simples de la temperatura, de la siguiente forma:

$$E = m_1 T + c_1$$

$$\sigma_{0,1} = \sigma_{20} - m(293 - T)$$

$$\bar{\sigma}_{TS} = c - m(293 - T)$$

Donde m, m_1, c, c_1 y σ_{20} son constantes independientes de la temperatura, pero dependientes de las aleaciones y T es la temperatura absoluta. Las constantes para la aleación 7010 en estas ecuaciones fueron: $m = -0,68$ MPa/K, $m_1 = -3,2 \cdot 10^{-2}$ GPa/K, $c_1 = 83$ GPa, $\sigma_{20} = \sigma_{293} = 441$ MPa y $\Delta\sigma = 180$ MPa, donde $\Delta\sigma$ es el endurecimiento por deformación a carga máxima y viene relacionado por medio de $\bar{\sigma}_{TS} = \sigma_{0,1} + \Delta\sigma$, y de cuya ecuación se presentó además, un modelo matemático donde la resistencia mecánica fuese expresada en términos de las dislocaciones. Una conclusión importante de este trabajo es que el porcentaje de fractura frágil de las aleaciones, aumentó con la disminución de la temperatura, tanto para la aleación 7010, como para IMI550 y un 100% de fractura fue obtenido para la aleación Ti-6Al-4V.

Wagner y Gangloff entre 1994 y 1995 por NASA – UVA *Light Aerospace Alloy and Structures Technology Program* y la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Virginia, realizaron un proyecto acerca del efecto de temperaturas criogénicas en la deformación y fractura de una aleación de aluminio 2090 T81. Después de realizar experimentos de tracción entre 25°C y -185°C se observó que el módulo de elasticidad y la resistencia se incrementan al descender la temperatura y que el endurecimiento es una consecuencia de la deformación homogénea a temperaturas criogénicas, lo que contribuye en parte al incremento de la tenacidad de fractura a esas temperaturas. Se encontró que el exponente de endurecimiento por deformación (n), se incrementa desde temperatura ambiente en un valor desde 0,052 hasta 0,081 a -185°C. Otro resultado de esta investigación es que la tenacidad de fractura es incrementada con la disminución de la temperatura a partir de -185°C. Lo que está asociado al incremento de la tenacidad a esa temperatura es un incremento en la incidencia de delaminación a lo largo de los límites de subgrano, así una conclusión es que la tenacidad no pareciera ser función de la temperatura en un intervalo entre 25°C y -155°C. Los autores recomiendan que en un futuro se trabaje enfocándose en el comportamiento de la deformación a temperaturas intermedias entre 25 °C y -185°C.

Gamwell y McGill del *Marshall Space Flight Center* de la NASA, en el 2006 en el *National Space and Missile Materials Symposium*, mostraron su investigación

sobre la evaluación de la tenacidad de fractura en aleación de Al-Be para aplicaciones estructurales en condiciones criogénicas. Los ensayos fueron realizados a 21°C (temperatura ambiente), -73,3°C, -195,6°C y -252,8°C. Las observaciones en el ensayo de tracción arrojaron entre otras que el esfuerzo de fluencia y la resistencia a la tracción de esta aleación aumentan mientras el porcentaje de alargamiento disminuye a medida que desciende la temperatura. También otra conclusión de esta investigación es que el módulo de elasticidad se incrementa con la temperatura y no hubo cambios discernibles en la tenacidad.

Brenlla Caires (2006), en la Escuela de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Central de Venezuela en el año 2006, estudió el comportamiento mecánico en tracción de la aleación de aluminio 7075-T6 en el intervalo de temperaturas desde 25°C hasta -150°C y tasas de deformación desde aproximadamente 0,00046-0,046 s⁻¹, a través de experimentos que involucran ensayos a velocidad constante y ensayos con cambio decreciente de velocidad reflejándose como un cambio decreciente en la tasa de deformación. Los resultados arrojaron que la disminución de la temperatura de deformación y el incremento de la tasa de deformación desde 0,00046-0,046 s⁻¹, traen consigo un incremento en el esfuerzo de fluencia, con un efecto de temperatura de deformación más pronunciado que el de la tasa de deformación y reducción marcada de la ductilidad a bajas temperaturas.

Senkova et al. (2006), publicaron una investigación como trabajo para el gobierno de los Estados Unidos de América, acerca de la resistencia desde condiciones criogénicas hasta elevadas temperaturas de una aleación Al-Zn-Mg-Cu modificada con Sc y Zr. En dicho trabajo, se muestra la dependencia de la temperatura de la resistencia a la fluencia de tres aleaciones de aluminio por conformado: la de alta resistencia 7075-T6 y dos de resistencia al calor, la 2618-T6 y la 2219-T6; observándose que para la aleación 7075-T6, la resistencia a la fluencia es mucho mayor que para las otras dos aleaciones a temperaturas entre 100°C y 120°C, pero a mayores temperaturas, la resistencia a la fluencia de la aleación 7075-T6 decrece rápidamente; mientras que para las aleaciones 2618-T6 y 2219-T6, tiene un decrecimiento ligero aproximadamente a partir de 150°C; y en el intervalo de 150°C a 300°C, ambas tienen mayor resistencia a la fluencia que la

7075-T6. Debido entonces a las implicaciones microestructurales de lo anteriormente expuesto en su investigación, buscaron el diseño de aleaciones de conformado con propiedades ambientales iguales o superiores a la 7075-T6 e igualmente o superiores que la 2618-T6 o 2219-T6 para elevadas temperaturas. Para ello usaron barras extruidas de 19 mm de diámetro para SSA018 (con adición de 0,18% Sc y 0,18% Zr) y SSA038 (con adición de 0,38% Sc y 0,18%Zr) tratados térmicamente en condición T6 y O; a los cuales se les aplicó análisis microestructural y ensayo de tracción. Los resultados arrojaron que ambas aleaciones poseen aproximadamente el mismo comportamiento cuando son deformadas a diferentes temperaturas, obteniéndose un grado de endurecimiento por deformación más pronunciado en condición O y es apenas aparente en condición T6. Después que el esfuerzo de fluencia alcanza un valor máximo, a una deformación plástica $\geq 10\%$, los especímenes fallan a -196°C o después de un aparente decrecimiento en el esfuerzo de fluencia a 25°C y 100°C . Entre 205°C y 300°C exhibe gran ductilidad cuando el esfuerzo de fluencia máximo es alcanzado al $\sim 1\%$ de deformación plástica. Al establecer la comparación entre las propiedades mecánicas de las aleaciones diseñadas con contenido de Sc y las aleaciones comerciales 7075, 2618 y 2219, se observó que las dos primeras demostraron un comportamiento sobresaliente entre -196°C y 205°C . También se estudió el efecto de largos períodos de tiempo a 205°C , sobre las propiedades mecánicas, encontrándose que después de 6 minutos la resistencia a la fluencia de las aleaciones con contenido de Sc, es muy elevada y por encima de las tres aleaciones comerciales ($\sim 550\text{MPa}$ para SSA038-T6) y al alcanzar las 10 horas se reduce a 263MPa , (la SSA018 arrojó el mismo comportamiento) lo que hace a la 2618-T6 más resistente en largos períodos de exposición. El trabajo indica que las aleaciones de aluminio de la serie 7XXX pueden ser considerablemente mejoradas con aleantes menores como Sc y Zr y como conclusión establecieron, que las aleaciones con contenido en Sc (SSA018 y SSA038) tienen resistencia superior en el intervalo -196°C a 205°C , y a elevadas temperaturas es mucho más alta, que en aleaciones de la serie 7XXX que no contienen esos elementos, añadiendo que entre 2 y ~ 10 h de exposición continua a 205°C , poseen igualmente mayor resistencia.

CAPÍTULO II

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El objetivo de esta investigación es caracterizar las propiedades mecánicas de la aleación de aluminio 7075-T6 mediante ensayos de tracción uniaxial a diferentes temperaturas entre temperatura ambiente y -150°C , a distintas velocidades de cabezal constante y variables, desde velocidades menores a velocidades de mayor magnitud. Lo anterior fue logrado mediante la construcción de las curvas Esfuerzo Efectivo vs Deformación Efectiva, Tasa de Deformación Efectiva vs Deformación Efectiva y Tasa de Endurecimiento por Deformación vs Esfuerzo Efectivo, lo cual completaría el estudio general sobre el comportamiento mecánico y ductilidad de dicha aleación planteado en este trabajo. El material utilizado en la investigación ya ha sido caracterizado mecánicamente y microestructuralmente en investigaciones previas (Prieto y Rodríguez, 2002; Irausquín, 2003; Maccio, 2003; Sánchez, 2004; Ron y Naviera, 2006; Hernández y Milano, 2006; Brenlla Caires, 2006).

2.1. Obtención y Mecanizado de las Probetas

La aleación AA 7075-T6 fue provista por la empresa *Castle Metals Ltd.*, Estados Unidos de Norteamérica en forma de barras de aproximadamente 1,83 m de largo y 12,7 mm de diámetro. De aquí se llevó a cabo la fabricación de las probetas para ser usadas en este trabajo.

Las probetas fueron mecanizadas bajo la norma ASTM B 557M-02a “*Standard Test Methods of Tension Testing Wrought and Cast Aluminum and Magnesium Alloy Products*”. La norma establece las siguientes dimensiones:

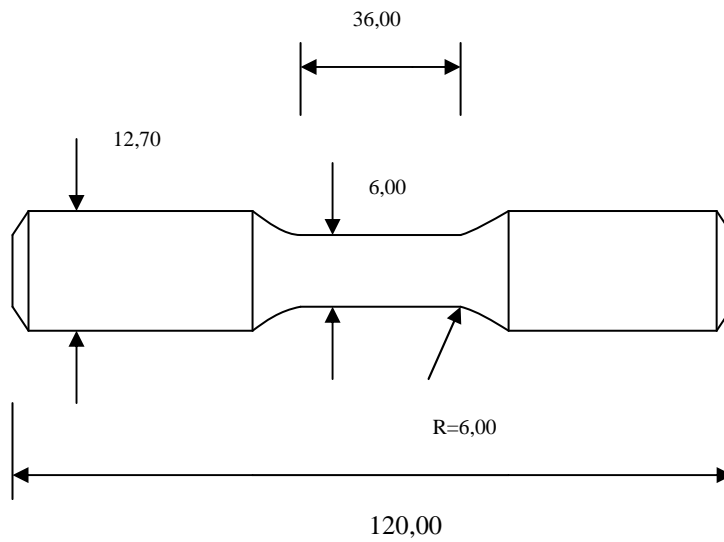


Fig. 2.1.a. Medidas en (mm) para la probeta de tracción.



Fig.2.1.b. Probeta de aleación 7075-T6

Como se puede observar la probeta es roscada ($1/2''$ - 20 UNF), para ser acoplada al portaprobetas y a su vez a los extensores, que son los encargados de sujetarla durante el ensayo de tracción y los cuales estarán sometidos a cargas axiales de tensión.

2.2. Trabajo Superficial de las Probetas

Como producto del proceso de mecanizado, por lo general, quedan discontinuidades geométricas a lo largo de la superficie de trabajo, como pequeñas ralladuras, orificios o protuberancias que se comportan como concentradores o intensificadores de esfuerzos al momento de la realización del ensayo de tracción, impidiendo la distribución uniforme de la carga y originando tensiones localizadas de forma radial y transversal, desviando los resultados de los ensayos. Para eliminar este problema, las probetas son sometidas a un proceso de desbastado usando papel abrasivo de carburo de silicio (SiC), en función de la granulometría, buscando la obtención de una superficie lisa y con uniformidad. Los papeles abrasivos usados fueron de marca 3M, cuya numeración crece en función de la finura de grano decreciente, de la siguiente manera: 400, 500, 600, 1200, 1500 y 2000.

Para el proceso de trabajo superficial se usó un torno marca MYFORD modelo ML7-R ubicado en el Laboratorio de Ensayos Mecánicos de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencias de los Materiales de la UCV. El procedimiento manual con ayuda del torno, mediante un desbastado con movimientos alternantes a lo largo de la superficie de trabajo, permite la obtención de una superficie con líneas helicoidales a lo largo la probeta, que se van minimizando, a medida que el grano del papel es más pequeño. Luego, sin el torno y sólo manualmente, se usó el papel abrasivo 2000, con el que las líneas técnicamente desaparecen, forzándolas a ser rectas en dirección longitudinal, es decir, en dirección de la carga en el ensayo de tracción.



Fig.2.2. Torno MYFORD (ML7-R)

2.3. Ensayos de Tracción

2.3.1. Procedimiento y Realización

Para llevar a cabo los ensayos, se utilizó Una Máquina de Ensayos Mecánicos, marca *Shimadzu*, modelo AG-IS de 250 KN de capacidad, situada en el Departamento de Mecánica en La Fundación Instituto de Ingeniería.

La máquina posee un panel totalmente digital que permite el control manual, para ajustar cualquier tipo de ensayo a realizar. A su vez está conectada a una PC, que permite a través del *Software Trapezium II*, recolectar los datos y controlar los ensayos por computadora. Es así como el sistema arroja un conjunto de datos de (Carga vs Alargamiento), que posteriormente serán procesados para construir las diferentes curvas.



Fig.2.3.1.a. Panel de Control Digital de La Máquina de Ensayos Shimadzu (AG-IS)

Los ensayos a bajas temperaturas se hicieron gracias a la utilización de una cámara para realizar ensayos de tracción uniaxial en condiciones criogénicas, diseñado, construido y puesto en funcionamiento por Angolemme y De Stéfano (2005). La cámara criogénica, posee paredes aislantes y basa su funcionamiento en la inyección de nitrógeno líquido en su interior, donde dicho elemento pasa a fase gaseosa con punto de ebullición de -196°C y posteriormente es recirculado mediante un ventilador que facilita la transferencia de calor por convección. La presurización de la cámara es eliminada mediante un agujero en su parte posterior que permite la salida del nitrógeno gaseoso al medio ambiente. También permite el monitoreo permanente de temperatura a través de una válvula solenoide y del encendido y

apagado de una resistencia interna. Los valores de temperatura son registrados por una termocupla tipo K conectada a un Controlador Lógico Programable –PLC–, anexo a la cámara, donde éste último es el encargado de controlar y mantener la temperatura a la que se quiere trabajar.



Fig.2.3.1.b. Máquina para Ensayos Mecánicos Shimadzu (AG-IS) y Cámara Criogénica

El nitrógeno (N_2), es un gas incoloro, inodoro, no tóxico, no corrosivo y no inflamable, contenido y transportado en estado líquido a través de bombonas o cilindros, cuyo interior se encuentra totalmente aislado del medio ambiente. En su interior al coexistir dos fases, líquida y gaseosa, con el transcurso del tiempo, gana presión, la cual puede ser potenciada por el calor, y en este caso, es la que permite el flujo del líquido hasta la cámara para ensayos a bajas temperaturas. Posee un manómetro y una salida para ventilación, con el que se puede controlar el intervalo óptimo de trabajo. A efectos del trabajo, se maneja entre 9.81 MPa y 3.4 MPa, de manera de no dañar el dispositivo criogénico y tener la presión necesaria para la realización de los ensayos. Cabe destacar que el nitrógeno líquido fue suministrado

por Gases Unidos de Venezuela, Empresa ubicada en Cagua, Estado Aragua.



Fig.2.3.1.c. Bombona de Nitrógeno Líquido

Los 48 ensayos se llevaron a cabo a temperaturas de -25° , -50° , -100° y -150°C por duplicado, donde se aplicaron velocidades de cabezal constantes de 5mm/min, 50mm/min y 500mm/min. También se realizaron ensayos a las mismas temperaturas, pero con cambio de velocidad de cabezal de 5 a 50mm/min, de 5 a 500mm/min y de 50 a 500mm/min; en otras palabras, se realizaron 24 ensayos a velocidad de cabezal constante y 24 ensayos con cambio de velocidad de menor a mayor, en uno y dos órdenes de magnitud.

2.3.2. Corrección por deformación elástica de los elementos de máquina

Es imprescindible tomar en cuenta la corrección de los datos de alargamiento para eliminar el efecto de la deformación elástica de los componentes de la máquina involucrados en el sistema de carga, ya que como es bien sabido, ninguna máquina para ensayos mecánicos es infinitamente rígida.

El procedimiento para la corrección, es entonces el usual:

$$\Delta L i_{muestra} = \Delta L i_{total} - \Delta L i_{máquina}$$

Del sistema en serie:

$$\frac{1}{K_{total}} = \frac{1}{K_{muestra}} + \frac{1}{K_{máquina}} \quad \text{de donde,}$$

$$\frac{1}{K_{máquina}} = \frac{K_{muestra} - K_{total}}{K_{muestra} \cdot K_{total}}$$

$$\Delta L i_{muestra} = \Delta L i_{total} - F i \cdot \left(\frac{K_{muestra} - K_{total}}{K_{muestra} \cdot K_{total}} \right)$$

Donde:

$$K_{total} = \frac{\sum F i}{\sum \Delta L i} \quad , \quad K_{muestra} = \frac{A_0 \cdot E(T)}{L_0}$$

$\Delta L i_{muestra}$ es el desplazamiento de la probeta o corregido

$\Delta L i_{total}$ es el desplazamiento total del cabezal de la máquina

$K_{máquina}$ es la rigidez de la máquina

K_{total} es la rigidez total o experimental

$K_{muestra}$ es la rigidez de la muestra (la probeta)

A_0 es el área inicial de la sección transversal de la probeta

L_0 es la longitud inicial de la sección de ensayo de la probeta

$E(T)$ es el módulo de elasticidad en función de la temperatura

Se puede observar que la expresión para el cálculo de $K_{muestra}$ proviene de la “Ley de Hook” para un material sometido a tracción uniaxial. Debido a que el módulo de elasticidad depende de la temperatura a la cual el ensayo es realizado, es necesario utilizar alguna relación que permita su obtención. Para ello se utilizó la

ecuación paramétrica propuesta por Binning y Partridge (1984), usada para la aleación AA 7010:

$$E_{(T)} = m_1 \cdot T + C_1$$

Donde m_1 y C_1 , son las constantes referidas anteriormente para la misma aleación, con sus respectivas unidades.

2.4. Obtención del Esfuerzo Efectivo y la Deformación Efectiva

Vale la pena recordar que el diagrama convencional o ingenieril esfuerzo-deformación está totalmente basado en las dimensiones iniciales de la probeta y debido a que éstas varían a lo largo del ensayo, los esfuerzos y las deformaciones no son las reales. Por ello es necesario realizar el cálculo en función de las dimensiones instantáneas, de donde el diagrama obtenido será la curva real o efectiva esfuerzo-deformación.

En este orden de ideas, se define el esfuerzo efectivo como la carga instantánea sobre la unidad de área instantánea.

$$\sigma = \frac{P_i}{A_i}$$

Cuando la carga tiene un valor P_1 , la longitud instantánea es l_1 , así la deformación será:

$$\varepsilon_1 = \frac{(l_1 - l_0)}{l_0}$$

Si se sigue con este análisis, punto a punto, la deformación efectiva es:

$$\varepsilon = \sum \frac{\Delta L_i}{l_i}$$

Tomando el límite cuando ΔLi tiende a 0, se tiene:

$$\varepsilon = \int_{l_0}^l \frac{dl}{l} = \ln \frac{l}{l_0}$$

Entonces, siendo (e) la deformación ingenieril:

$$e = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1$$

$$e + 1 = \frac{l}{l_0}$$

Tomando logaritmo neperiano en ambos miembros:

$$\ln(e + 1) = \ln \frac{l}{l_0}$$

Finalmente se tiene la expresión para la deformación efectiva:

$$\varepsilon = \ln(e + 1)$$

Por otro lado, para obtener el esfuerzo efectivo, se tiene que:

$$\sigma = \frac{Pi}{Ai} = \frac{Pi}{Ao} \cdot \frac{Ao}{Ai}$$

Si a lo largo del ensayo, el volumen se mantiene constante:

$$Ao \cdot lo = Ai \cdot li$$

$$\frac{Ao}{Ai} = \frac{li}{lo}$$

Como el esfuerzo ingenieril es $s = \frac{Pi}{Ao}$, se tiene:

$$\sigma = S \cdot \frac{li}{lo}$$

$$\varepsilon = \ln \frac{li}{lo} = \ln(e + 1)$$

Eliminando logaritmos en ambos miembros de la ecuación, finalmente se obtiene:

$$\sigma = S \cdot (e + 1)$$

2.5. Obtención de la Tasa de Deformación Efectiva y la Tasa de Endurecimiento por Deformación

Siendo $\varepsilon = \ln \frac{L}{Lo} \Rightarrow \exp(\varepsilon) = \frac{L}{Lo}$, La Tasa de Deformación Efectiva, viene dado por:

$$\dot{\varepsilon} = \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d}{dt} \left[\ln \left(\frac{L}{Lo} \right) \right] = \frac{Lo}{L} \cdot \frac{d}{dt} \left(\frac{L}{Lo} \right) = \frac{Lo}{L} \cdot \frac{1}{Lo} \cdot \frac{dL}{dt} = \frac{v}{Lo \cdot \exp(\varepsilon)}$$

Donde v es la velocidad de cabezal.

Por otro lado, la tasa de endurecimiento por deformación representa la derivada de la curva esfuerzo-deformación:

$$\theta = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}$$

Entonces es deseable expresar la curva efectiva esfuerzos-deformaciones a través de alguna relación matemática, tal como la relación de tipo potencial propuesta por Hollomon:

$$\sigma = K \cdot \varepsilon^n$$

Donde n es el exponente de endurecimiento por deformación y K es el coeficiente de resistencia del material. Una representación logarítmica doble de tensión y deformaciones reales o efectivas daría una línea recta con pendiente n , y K es la tensión real para $\varepsilon = 1,0$. En esta ecuación al no tener una base racional, se observan comúnmente desviaciones frecuentes en la relación, como por ejemplo, que dé lugar a dos líneas rectas de pendiente diferente o la obtención de una curva con una pendiente continuamente variable.

La descripción de los datos experimentales de esfuerzo versus deformación también se puede llevar a cabo a través de la ecuación propuesta por Ludwik:

$$\sigma = \sigma_0 + K \cdot \varepsilon^n$$

Donde σ_0 representa el esfuerzo atómico, del material.

Los parámetros involucrados en estas ecuaciones se determinan mediante métodos numéricos de mínimos cuadrados. En el caso de la ecuación de Hollomon, la Tasa de Endurecimiento por Deformación es:

$$\theta = n \cdot K \cdot \varepsilon^{n-1}$$

2.6. Cálculo del Exponente de Sensibilidad a la Velocidad de Deformación (m)

Tal y como se describió con anterioridad, para determinar el efecto de la tasa de deformación en la resistencia mecánica del material se calcula el exponente de sensibilidad del esfuerzo de fluencia a la tasa de deformación (m):

$$m = \frac{\ln \sigma_2 - \ln \sigma_1}{\ln \dot{\epsilon}_2 - \ln \dot{\epsilon}_1}$$

Donde σ_1 y σ_2 , son respectivamente los valores de esfuerzo de fluencia, antes y después del cambio de velocidad del cabezal, y $\dot{\epsilon}_1$ y $\dot{\epsilon}_2$ son los valores respectivos de tasa de deformación efectiva, igualmente antes y después del cambio de velocidad.

2.7. Análisis por Microscopia Electrónica de Barrido (MEB)

Por medio de este procedimiento se observaron las superficies de fractura de algunas de las muestras ensayadas, con el objetivo de comparar la morfología de dichas superficies a diferentes temperaturas y velocidades de cabezal. Específicamente, se estudiaron tres muestras: una deformada a -25°C y 5 mm/min, otra a -50°C y 50 mm/min (condición intermedia) y finalmente, otra a -150°C y 500 mm/min. Este análisis fue llevado a cabo con un Microscopio Electrónico de Barrido marca Phillips, modelo XL 30, ubicado en el Departamento de Tecnología de los Materiales del Instituto Universitario de Tecnología Dr. Federico Rivero Palacio (IUT Región Capital).

Para realizar el análisis por (MEB), es necesario cortar las muestras a través de una cortadora la cual consta de un disco de diamante especial para aluminio y sus aleaciones (materiales de dureza relativamente baja). Las probetas se sujetaron a la cortadora y por gravedad se cortaron 5 mm de longitud correspondiente a la zona de fractura en forma de copa. Posteriormente se sumergieron en 2-Propanol en vasos de precipitados y finalmente se les aplicó tratamiento por ultrasonido, aproximadamente 15 minutos, lo que permite eliminar partículas de polvo incrustadas o residuos de grasa, sobre la superficie de quiebre. Finalmente se taparon, herméticas al polvo, y se procedió al análisis con el microscopio.

CAPÍTULO III

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Una vez realizado el conjunto de ensayos a velocidades constantes y con cambio instantáneo de las mismas, de 5 a 50 mm/min, de 5 a 500 mm/min y de 50 a 500 mm/min a -25° , -50° , -100° y -150°C , se continuó con el procesamiento de datos y construcción de las diferentes curvas corregidas que permitirán describir el comportamiento mecánico del material. Los esfuerzos de fluencia y las resistencias a la tracción son presentados en una Tabla. También se realizó el cálculo del porcentaje de reducción de área en los ensayos a velocidad constante y del exponente de sensibilidad a la deformación, para los diferentes casos con cambio de velocidad. Finalmente se mostrarán las fotomicrografías de las superficies ensayadas para los casos críticos a través de MEB.

3.1. Resultados de ensayos a velocidad de cabezal constante

En esta sección se presenta el conjunto de curvas esfuerzo-deformación obtenidas a las tres velocidades referidas anteriormente, a cada una de las temperaturas de ensayo. El comportamiento de las curvas es similar en todos los casos en el sentido que la tasa de endurecimiento por deformación decrece a medida que el material se deforma. Se observa también un moderado incremento en el esfuerzo de fluencia con el decremento de la temperatura y el aumento de la tasa de deformación, lo que se corresponde totalmente con las bases teóricas de la presente investigación.

Es resaltante el hecho de una mayor influencia de la temperatura sobre el incremento del esfuerzo de fluencia, que del aumento de la velocidad de cabezal, ya que el efecto de ésta última es prácticamente imperceptible a los efectos de comparación, como se verá más adelante, de manera que la sensibilidad del material ante cambios de velocidad es relativamente pequeña. La Tabla siguiente resume los resultados de la evaluación de la ductilidad en función de las condiciones de deformación.

ENSAYO	Diámetro Inicial [mm]	Diámetro Final [mm]	Área Inicial [mm ²]	Área Final [mm ²]	% de reducción de Área
T-25°C V5mm/min 1	5,95	5,10	27,81	20,43	26,53
T-25°C V5mm/min 2	5,99	5,08	28,18	20,27	28,08
T-25°C V50mm/min 1	5,97	5,11	27,99	20,51	26,74
T-25°C V50mm/min 2	5,97	5,11	27,99	20,51	26,74
T-25°C V500mm/min 1	5,98	5,10	28,09	20,43	27,27
T-25°C V500mm/min 2	6,00	5,12	28,27	20,59	27,18
T-50°C V5mm/min 1	5,98	5,19	28,09	21,16	24,68
T-50°C V5mm/min 2	5,96	5,17	27,90	20,99	24,75
T-50°C V50mm/min 1	5,97	5,18	27,99	21,07	24,71
T-50°C V50mm/min 2	5,98	5,16	28,09	20,91	25,54
T-50°C V500mm/min 1	5,97	5,21	27,99	21,32	23,84
T-50°C V500mm/min 2	5,99	5,15	28,18	20,83	26,08
T-100°C V5mm/min 1	5,98	5,23	28,09	21,48	23,51
T-100°C V5mm/min 2	5,98	5,20	28,09	21,24	24,39
T-100°C V50mm/min 1	5,99	5,16	28,18	20,91	25,79
T-100°C V50mm/min 2	6,00	5,16	28,27	20,91	26,04
T-100°C V500mm/min 1	6,00	5,17	28,27	20,99	25,75
T-100°C V500mm/min 2	5,99	5,16	28,18	20,91	25,79
T-150°C V5mm/min 1	6,01	5,28	28,37	21,90	22,82
T-150°C V5mm/min 2	6,02	5,29	28,46	21,98	22,78
T-150°C V50mm/min 1	6,01	5,23	28,37	21,48	24,27
T-150°C V50mm/min 2	6,00	5,23	28,27	21,48	24,02
T-150°C V500mm/min 1	6,01	5,30	28,37	22,06	22,23
T-150°C V500mm/min 2	5,99	5,29	28,18	21,98	22,01

Tabla.3.1.a

Como se puede observar claramente en los valores de porcentaje de reducción de área (% RA), basados en los valores medidos a partir de la sección transversal de la probeta, la ductilidad de la aleación se ve afectada tanto por la variación de velocidad de cabezal, como por la variación de temperatura. La ductilidad decrece con la disminución de la temperatura a velocidad de cabezal constante y disminuye muy levemente con el aumento de la velocidad de cabezal, a temperatura constante. Las celdas con el mismo color, muestran el efecto de la temperatura.

Los valores de esfuerzo de fluencia y resistencia última a la tracción se presentan en la siguiente tabla:

T [°C]	Vc [mm/min]	Resistencia a la Fluencia σ_{ys} [MPa]	Resistencia a la Tracción σ_{uts} [Mpa]
-25	5 (1)	581,735425	684,981913
	5 (2)	572,960035	676,125788
	50 (1)	574,330674	674,443997
	50 (2)	559,518526	671,453993
	500 (1)	582,920181	655,853247
	500 (2)	572,197369	672,803890
-50	5 (1)	571,186988	681,579170
	5 (2)	571,820837	670,010102
	50 (1)	580,533877	679,924387
	50 (2)	584,139953	686,726545
	500 (1)	606,930007	677,260188
	500 (2)	580,175394	681,982233
-100	5 (1)	601,133578	700,737916
	5 (2)	605,999383	725,742155
	50 (1)	601,558268	703,197267
	50 (2)	606,697511	704,316868
	500 (1)	633,892002	689,474495
	500 (2)	600,362803	703,171368
-150	5 (1)	650,664577	781,201276
	5 (2)	622,675384	759,010457
	50 (1)	650,087144	743,016352
	50 (2)	648,295788	743,508397
	500 (1)	631,334810	722,323595
	500 (2)	653,972598	710,429224

Tabla.3.1.b

Estableciendo comparación entre curvas, para alguno de los casos, se puede observar de la figura 3.1.a.1 y 3.1.a.2, como el decremento de la temperatura influye en el aumento del esfuerzo de fluencia, tanto a 5mm/min como a 500mm/min. Se puede observar también, que entre -25° y -50°C no hay mucha diferencia. Pero para -150°C es bastante marcada a ambas velocidades.

Posteriormente cuando se comparan las diferentes velocidades utilizadas a una misma temperatura, en las figuras 3.1.b.1 y 3.1.b.2, se puede observar la tendencia a un ligero incremento en el esfuerzo de fluencia al aumentar la velocidad de deformación, tanto a -25°C como a -150°C.

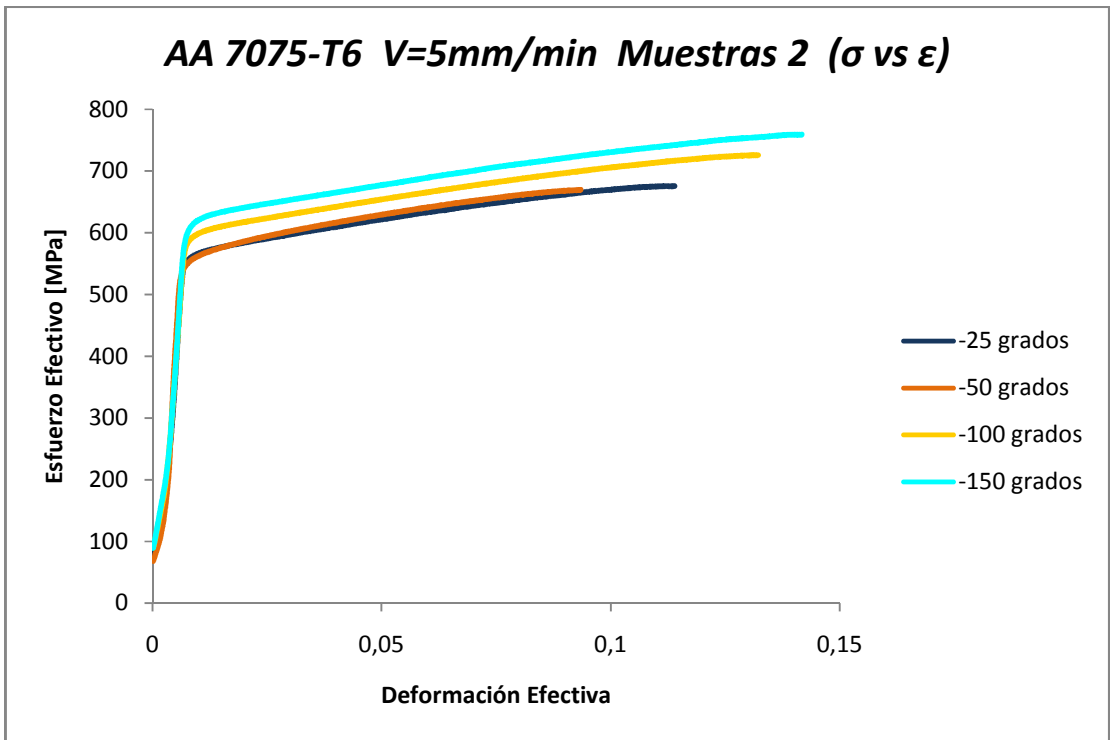


Fig.3.1.a.1

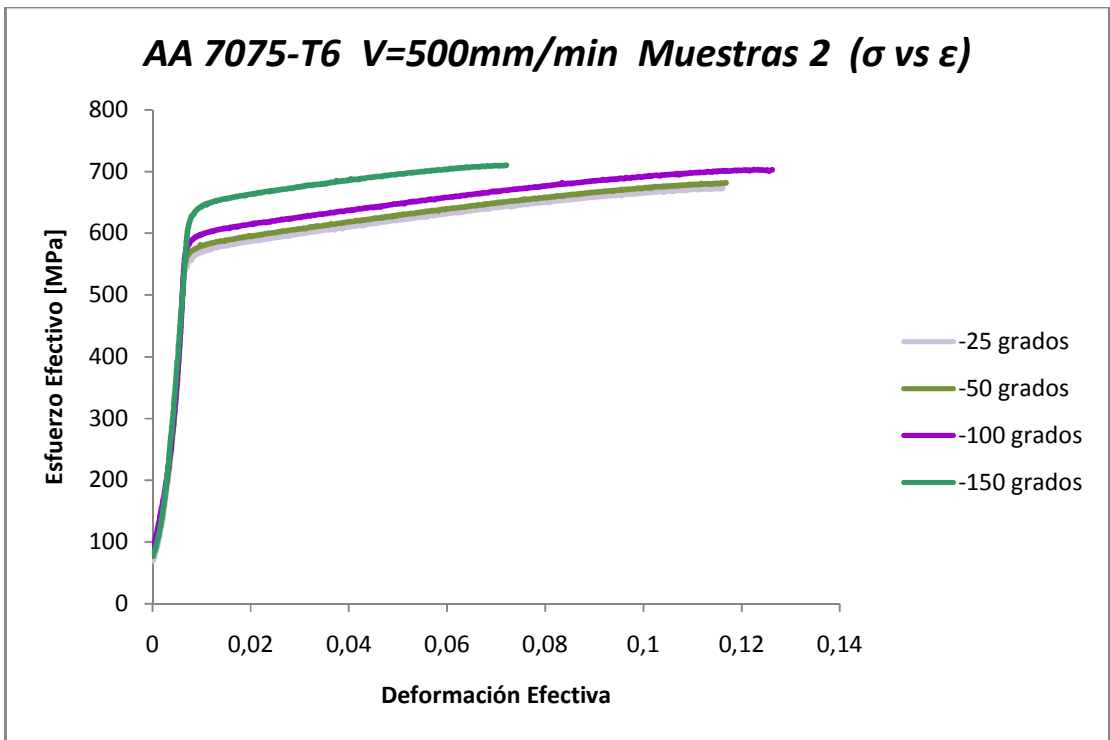


Fig.3.1.a.2

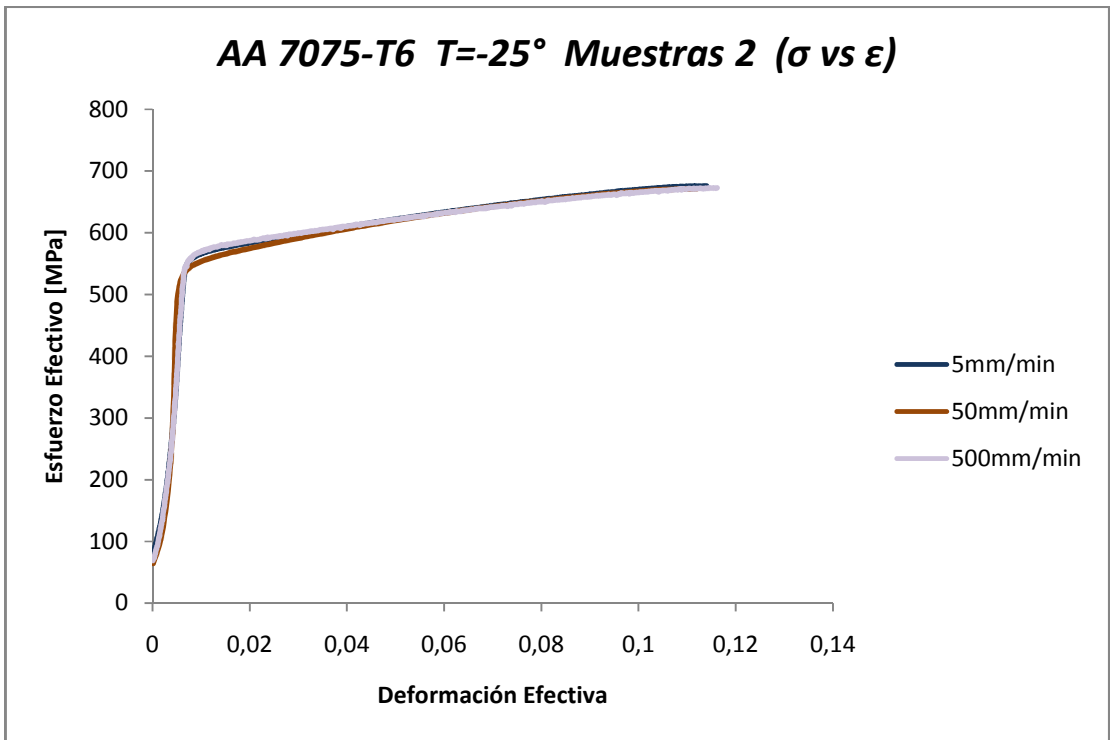


Fig.3.1.b.1

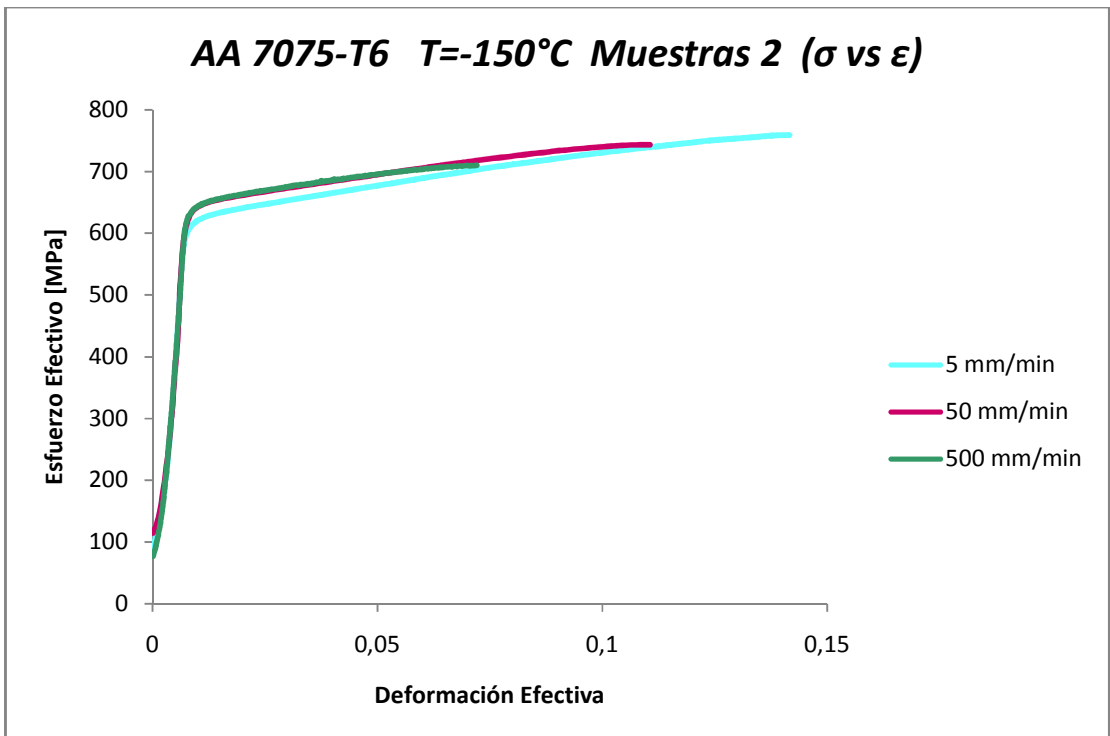


Fig.3.1.b.2

Asimismo, de las gráficas de Tasa de Endurecimiento por Deformación versus Esfuerzo Efectivo se puede observar como a medida que la deformación aumenta, la tasa de endurecimiento por deformación del material disminuye, alcanzándose el estado de saturación en el momento en dicha tasa es igual a cero.

3.2. Resultados de ensayos con cambio de velocidad

En los ensayos con cambio de velocidad de cabezal, el paso de una velocidad a otra se llevó a cabo a la mitad del alargamiento uniforme determinado a partir de los ensayos realizados a velocidad constante y el cual se determinó que era de aproximadamente 4 mm.

También se presentan a continuación las curvas esfuerzo efectivo versus deformación efectiva y tasa de deformación efectiva versus deformación efectiva. En esta última curva se puede identificar claramente el cambio en la velocidad de cabezal y por ende en la velocidad de deformación.

Una de las observaciones que se puede destacar a partir de la Figura 3.2.a es que el valor de m varía entre 0.004 y 0.008, estando asociados los valores más bajos de dicho parámetro con los cambios más drásticos en velocidad de cabezal.

Otra observación acerca de los resultados de las curvas con cambio de velocidad, es que tal y como se esperaba, después del cambio la aleación incrementa su resistencia mecánica, lo que implica que los valores de esfuerzos aumentan cambiando la trayectoria de la curva a medida que se endurece por deformación.

T [°C]	V_c [mm/min]	$\dot{\epsilon}_2$ [1/s]	$\dot{\epsilon}_1$ [1/s]	σ_2 [MPa]	σ_1 [MPa]	m
-25	5 a 50 (1)	0,022	0,002	635	624	0,0075
	5 a 50 (2)	0,022	0,002	636	624	0,0079
	5 a 500 (1)	0,219	0,002	643	626	0,0058
	5 a 500 (2)	0,219	0,002	643	627	0,0057
	50 a 500 (1)	0,220	0,023	628	618	0,0073
	50 a 500 (2)	0,218	0,022	641	630	0,0075
-50	5 a 50 (1)	0,022	0,002	640	630	0,0066
	5 a 50 (2)	0,022	0,002	645	636	0,0065
	5 a 500 (1)	0,217	0,002	663	647	0,0054
	5 a 500 (2)	0,219	0,002	655	639	0,0053
	50 a 500 (1)	0,218	0,022	647	638	0,0064
	50 a 500 (2)	0,218	0,022	645	635	0,0067
-100	5 a 50 (1)	0,022	0,002	695	684	0,0066
	5 a 50 (2)	0,022	0,002	676	667	0,0061
	5 a 500 (1)	0,217	0,002	681	666	0,0049
	5 a 500 (2)	0,217	0,002	684	668	0,0052
	50 a 500 (1)	0,219	0,022	666	655	0,0069
	50 a 500 (2)	0,219	0,022	661	650	0,0068
-150	5 a 50 (1)	0,022	0,002	723	711	0,0069
	5 a 50 (2)	0,022	0,002	715	704	0,0067
	5 a 500 (1)	0,217	0,002	731	714	0,0052
	5 a 500 (2)	0,218	0,002	727	709	0,0053
	50 a 500 (1)	0,216	0,022	716	704	0,0076
	50 a 500 (2)	0,216	0,022	736	724	0,0075

Tabla.3.2.a

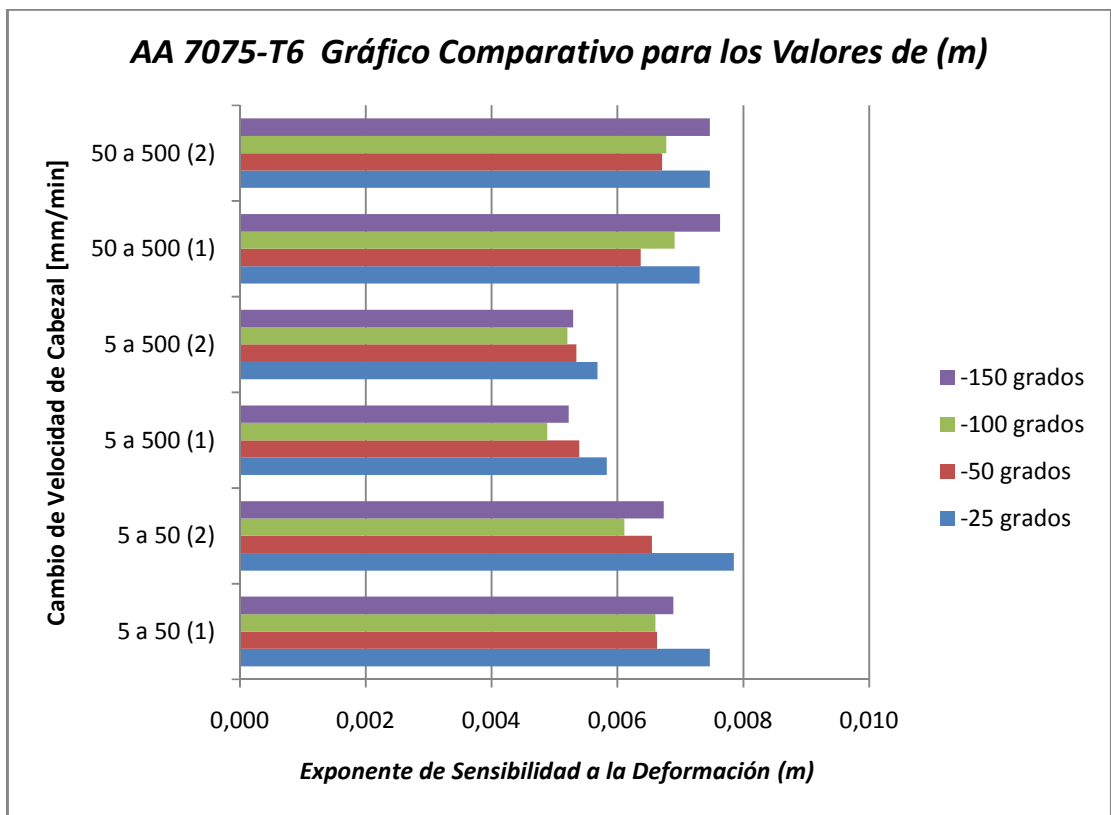


Fig.3.2.a

3.3. Resultado de las observaciones de las superficies de fractura mediante MEB

De igual manera a como ha sido reseñado por otros investigadores, aún y cuando el material no presenta una transición dúctil-frágil con el decremento de la temperatura, se puede observar claramente que la capacidad de la aleación para deformarse plásticamente se ve reducida al disminuir la temperatura. Esta reducción de la ductilidad del material se observa en el cambio de apariencia de las superficies en las fotomicrografías que se muestran en esta sección.

Se estudiaron a través de MEB, los casos críticos de -25°C a 5 mm/min y -150°C a 500 mm/min, más uno intermedio a -50°C a 50 mm/min. En las figuras 3.3.1, correspondiente a -25°C a 5 mm/min se puede observar, en los detalles de las áreas centrales o ampliadas de la zona central, una gran cantidad de microhoyuelos que reflejan el comportamiento relativamente dúctil a esta temperatura. También se

pueden observar dos regiones claramente diferenciadas correspondientes a la zona de fractura; una ubicada en el centro, con orientación normal a la dirección del eje de tracción y otra hacia la periferia correspondiente a la copa, formada en el momento de la fractura y con aproximadamente 45° respecto al eje de tracción. Mientras el área periférica correspondiente a la copa es mayor, el material es más dúctil.

Al disminuir la temperatura hasta -50°C y aumentar la velocidad a 50 mm/min, se observa en las figuras 3.3.2, un comportamiento ligeramente similar al anterior pero con menor presencia en la cantidad de microhoyuelos, indicando reducción en la ductilidad del material, tal y como sucede con la disminución del % RA., anteriormente expuesto.

Finalmente, al alcanzar la temperatura de -150°C a 500 mm/min en las figuras 3.3.3, se observan varianzas importantes en el aspecto de la fractura de la probeta. Primero el área periférica correspondiente al cono de la probeta, prácticamente desaparece, pudiéndose observar una zona fundamentalmente formada por el área central relacionada al plano normal al eje de tracción y en segundo lugar, en las zonas ampliadas no se ve la presencia de microhoyuelos como en los dos casos anteriores, implicando una reducción considerable de la ductilidad de la aleación.

3.3.1. Ensayo a -25°C con velocidad de 5 mm/min (muestra No 1)

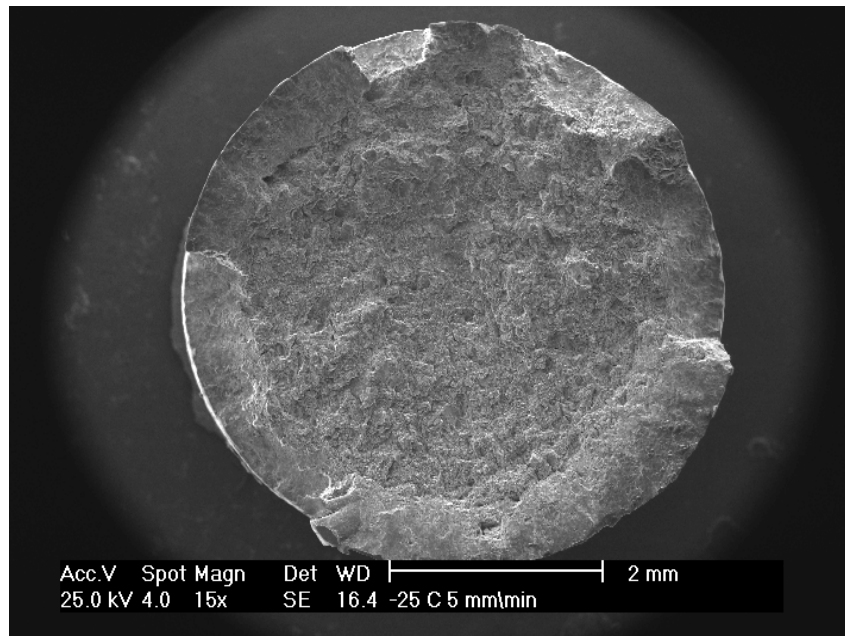


Fig.3.3.1.a: Superficie fracturada de la sección transversal de la probeta

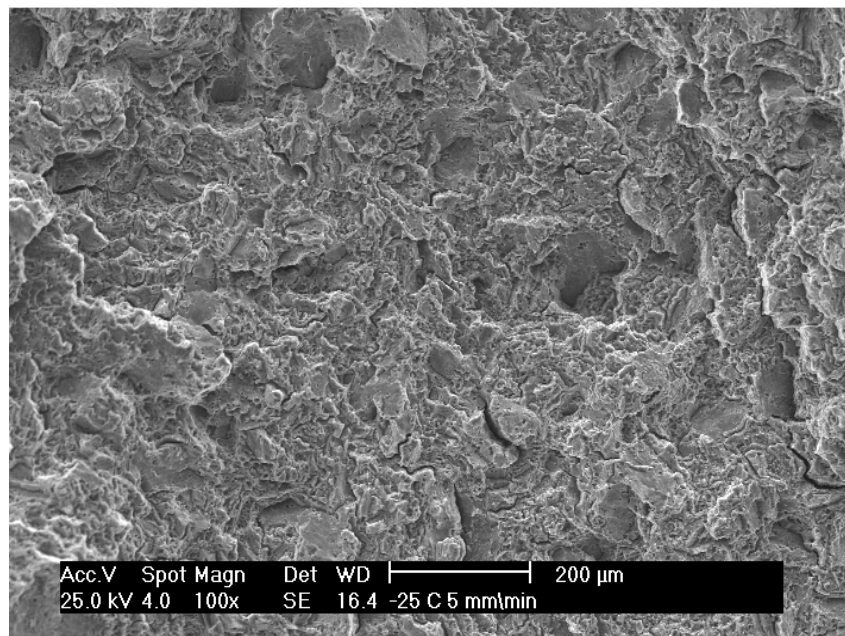


Fig.3.3.1.b: Detalle de la zona central de la superficie fracturada

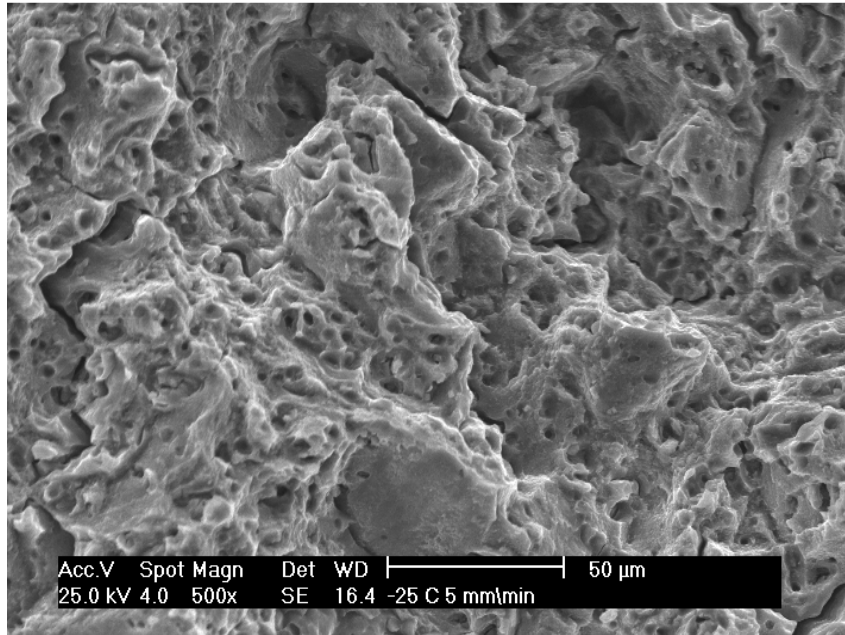


Fig.3.3.1.c: Microhoyuelos en la zona central de la superficie fracturada

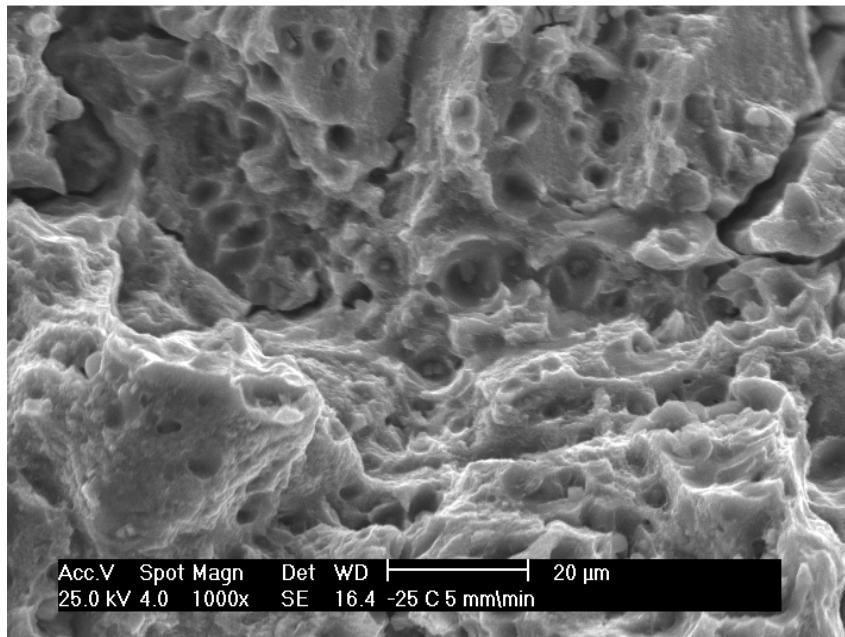


Fig.3.3.1.d: Microhoyuelos detallados en la zona central de la superficie de fractura

3.3.2. *Ensayo a -50°C con velocidad de 50 mm/min (muestra No 1)*

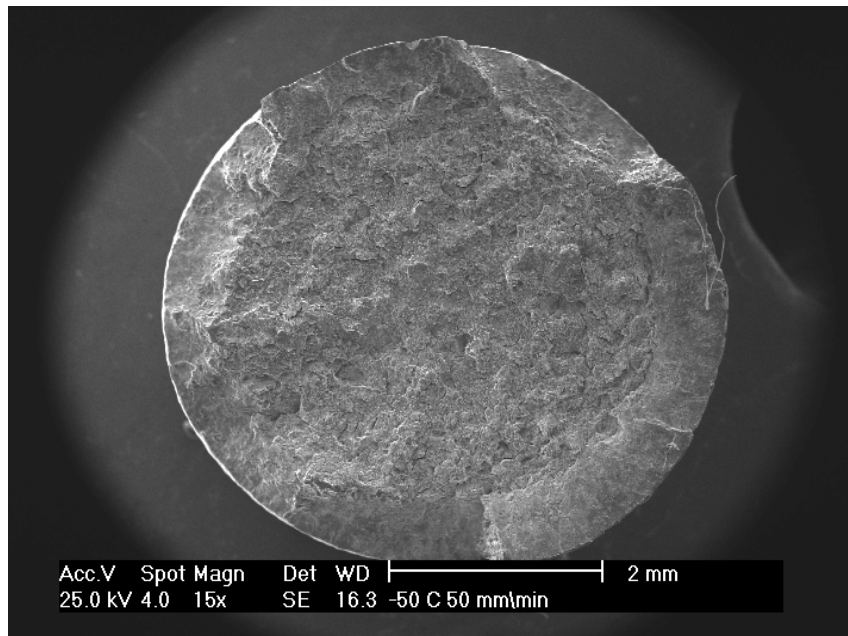


Fig.3.3.2.a: Superficie fracturada de la sección transversal de la probeta

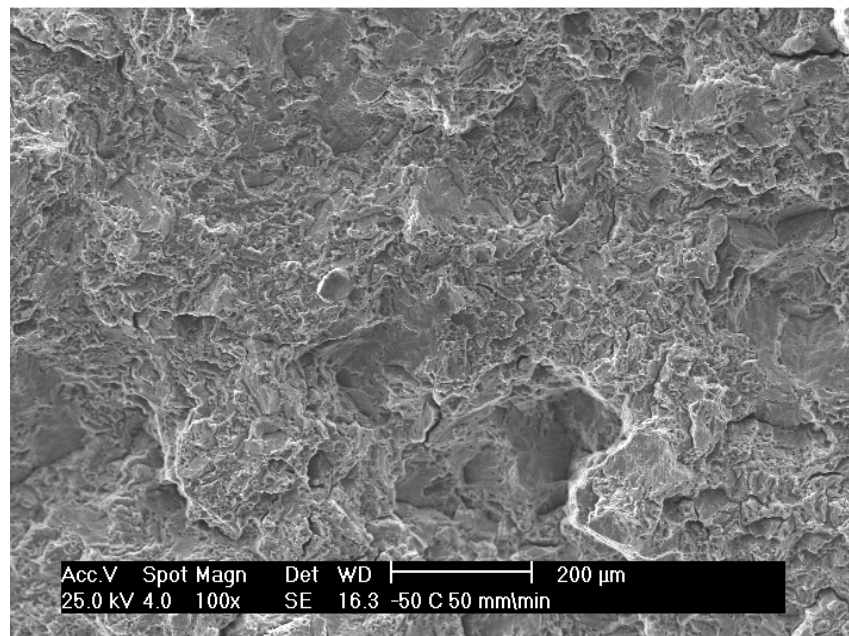


Fig.3.3.2.b: Detalle de la zona central de la superficie fracturada

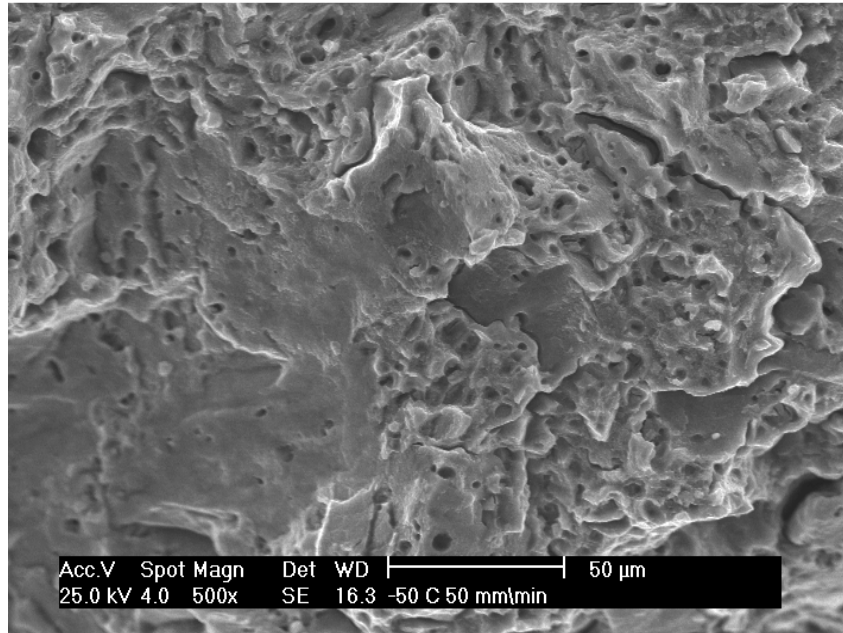


Fig.3.3.2.c: Microhoyuelos en la zona central de la superficie fracturada

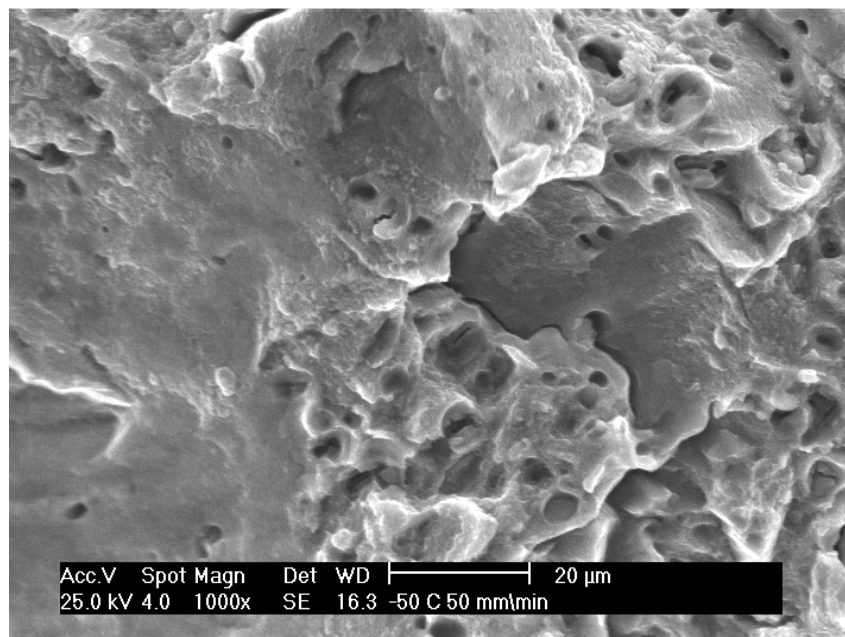


Fig.3.3.2.d: Microhoyuelos detallados en la zona central de la superficie de fractura

3.3.3. *Ensayo a -150°C con velocidad de 500 mm/min (muestra No 1)*

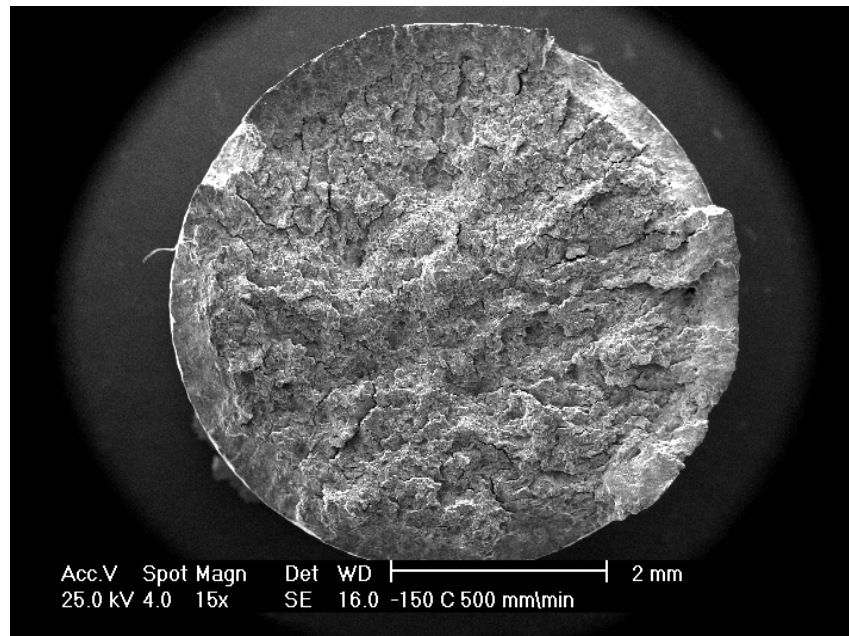


Fig.3.3.3.a: Superficie fracturada de la sección transversal de la probeta

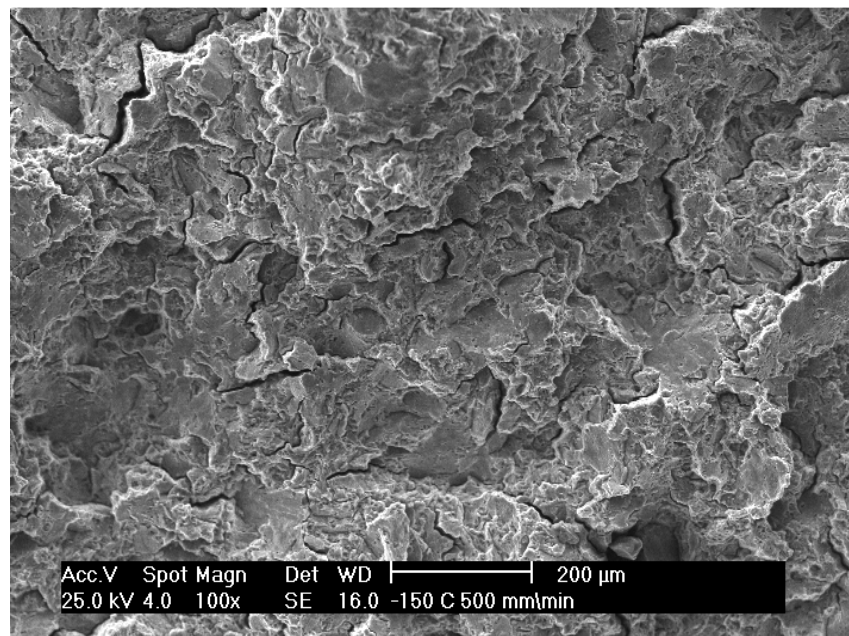


Fig.3.3.3.b: Detalle de la zona central de la superficie fracturada

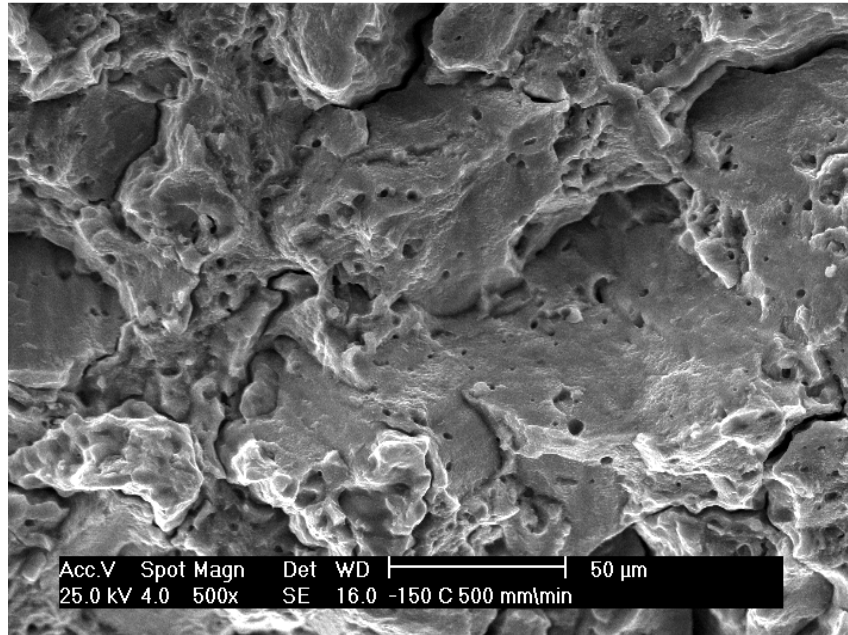


Fig.3.3.3.c: Ampliación en la zona central de la superficie fracturada

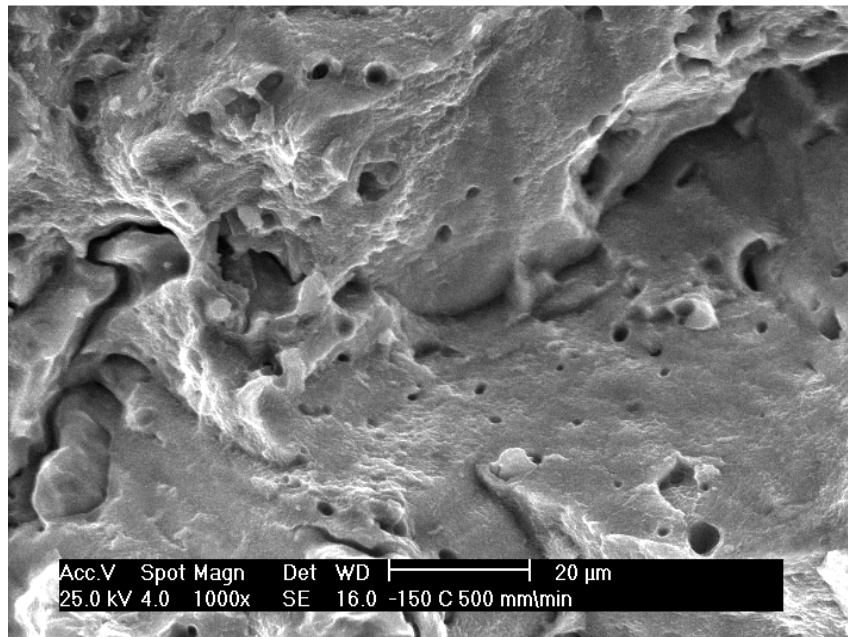


Fig.3.3.3.d: Detalle ampliado en la zona central de la superficie de fractura

3.4. Gráficas a velocidad de cabezal constante (σ vs ϵ) y ($\dot{\epsilon}$ vs ϵ)

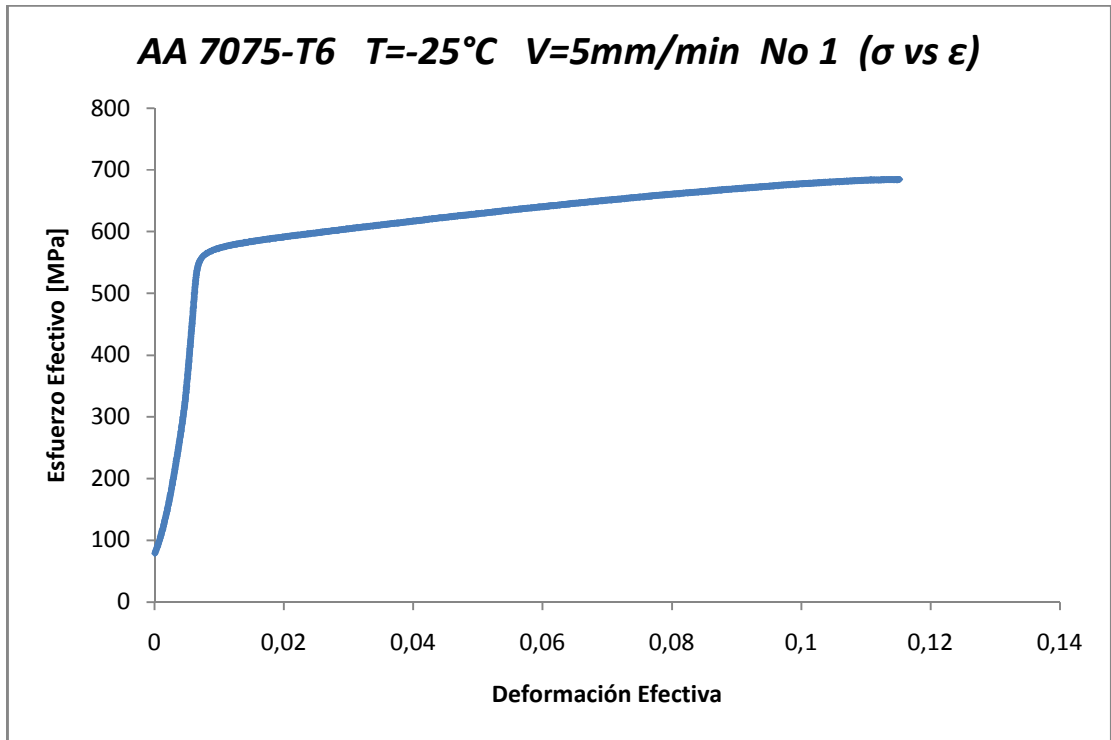


Fig.3.4.a.1

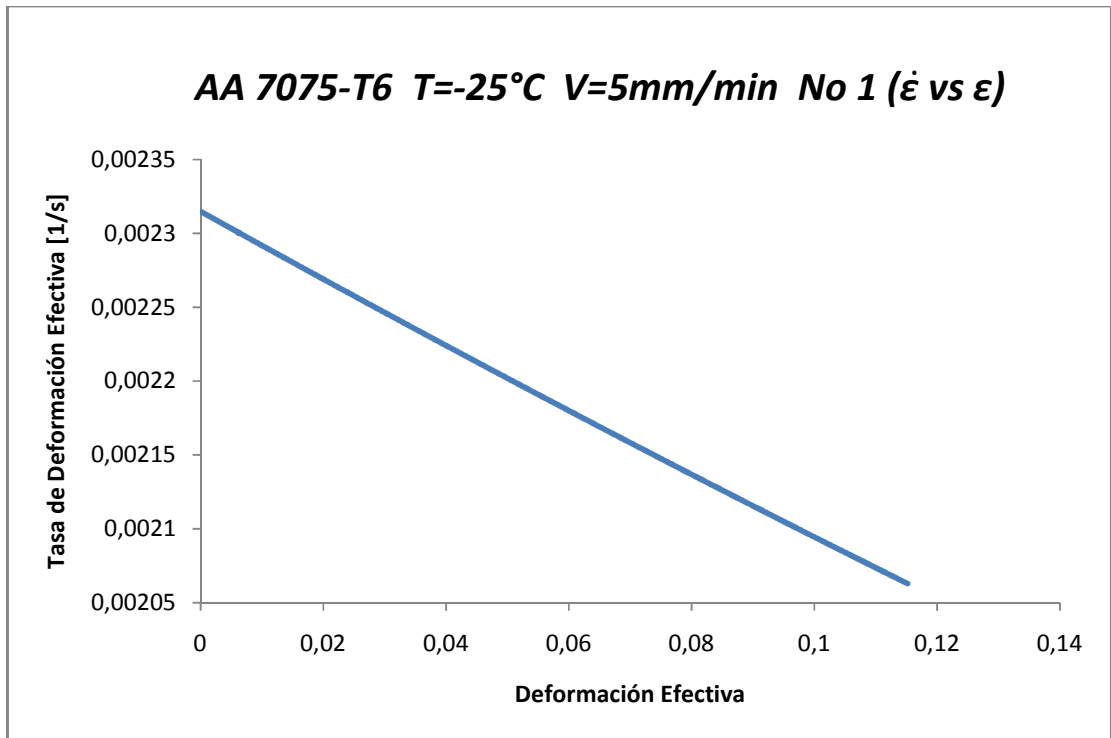


Fig.3.4.a.2

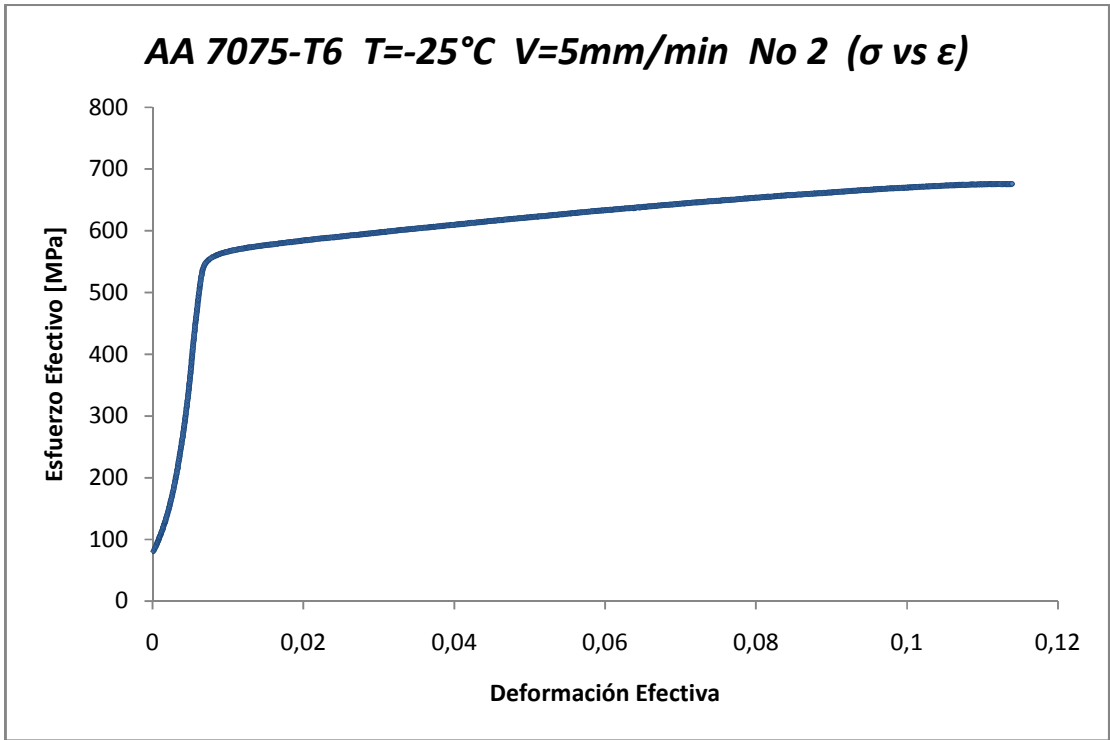


Fig.3.4.b.1

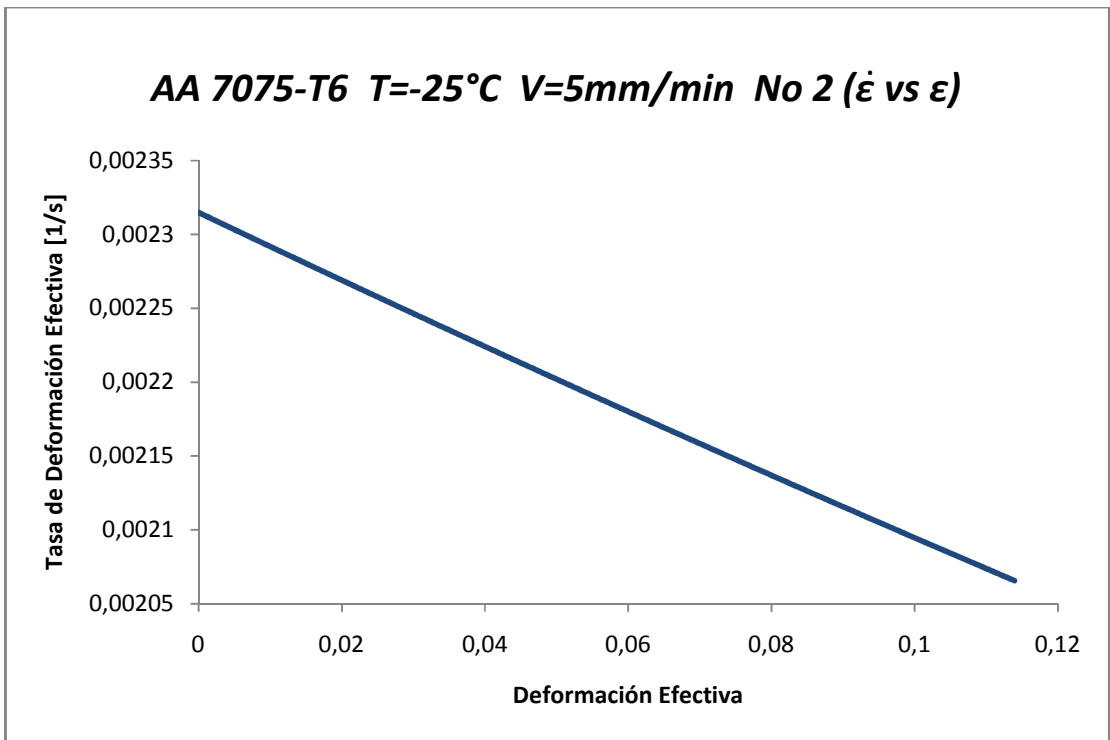


Fig.3.4.b.2

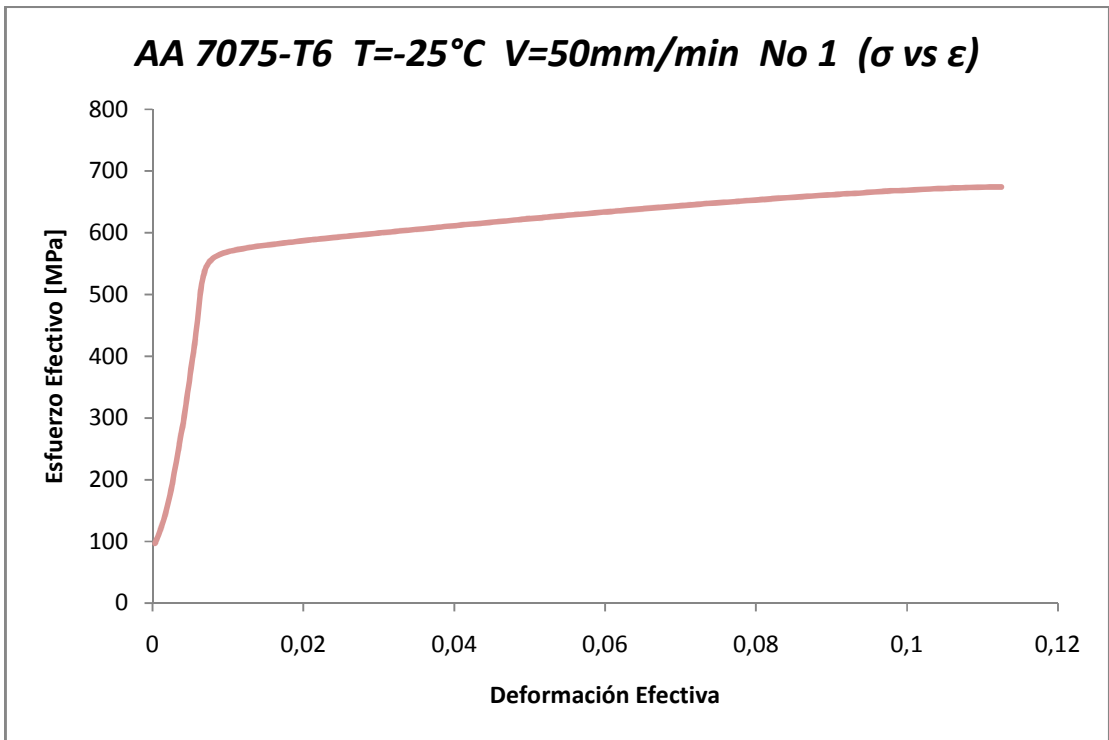


Fig.3.4.c.1

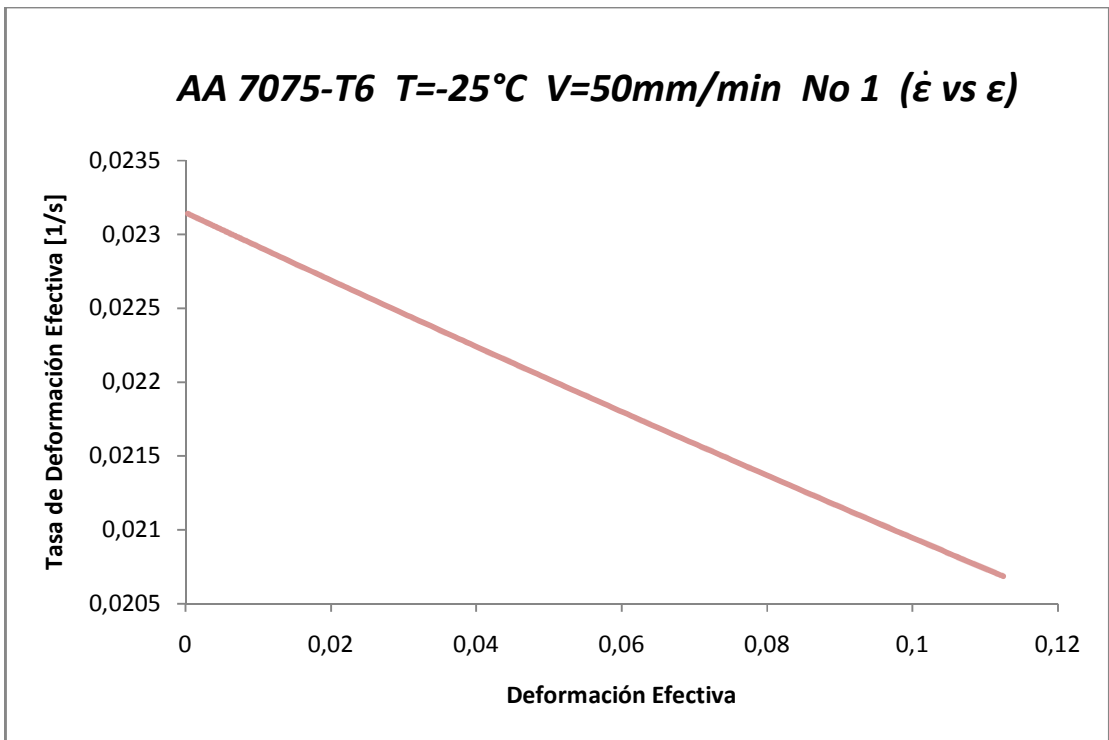


Fig.3.4.c.2

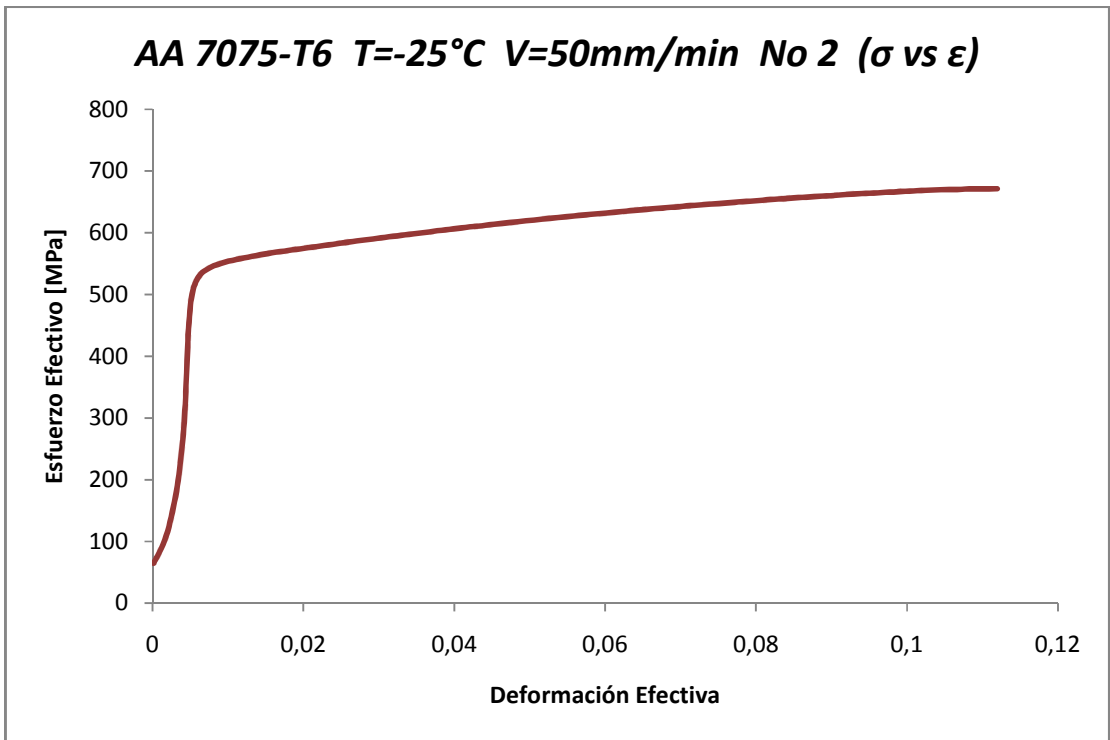


Fig.3.4.d.1

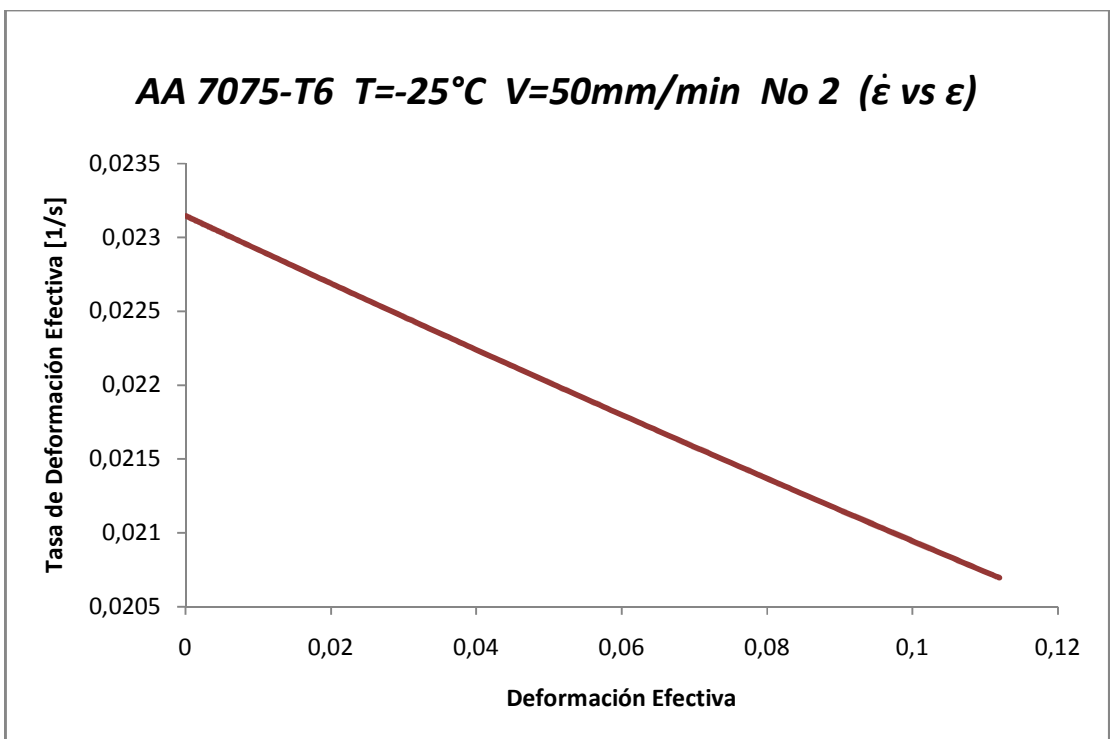


Fig.3.4.d.2

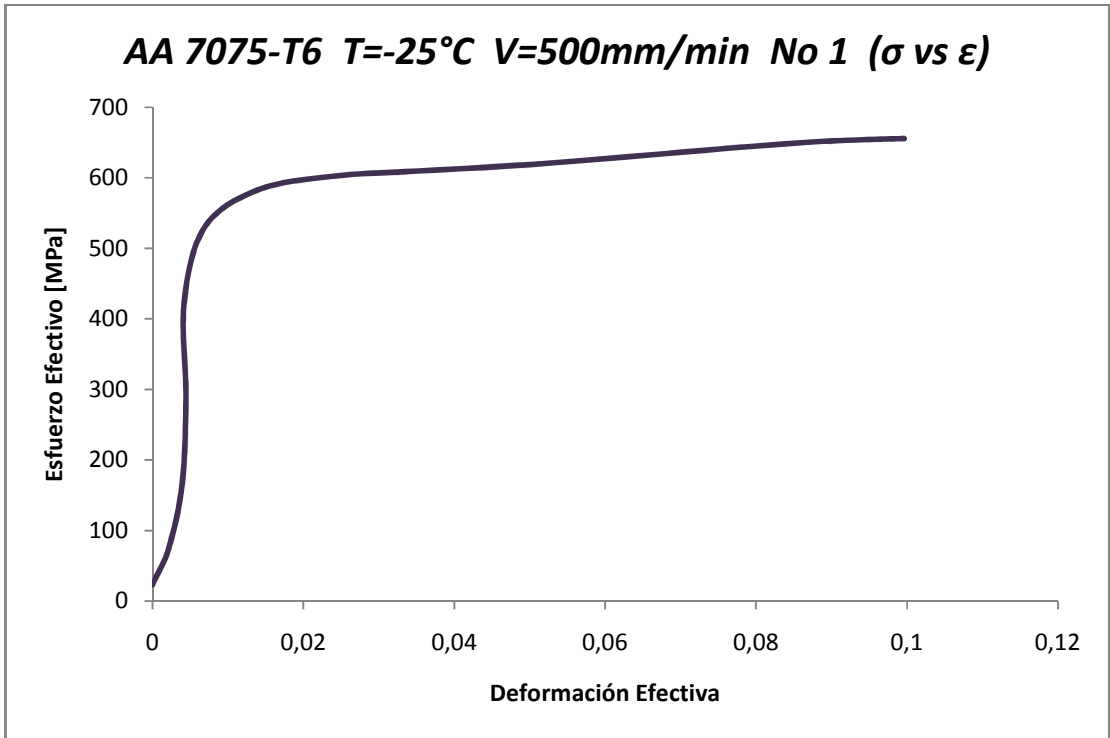


Fig.3.4.e.1

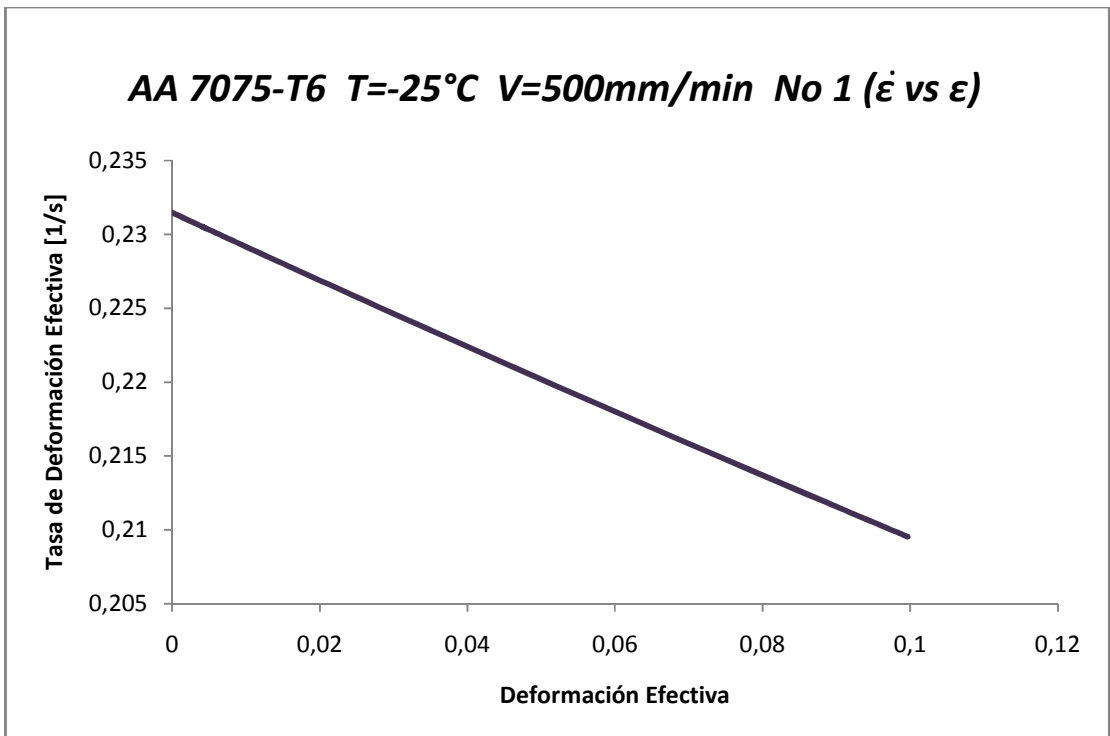


Fig.3.4.e.2

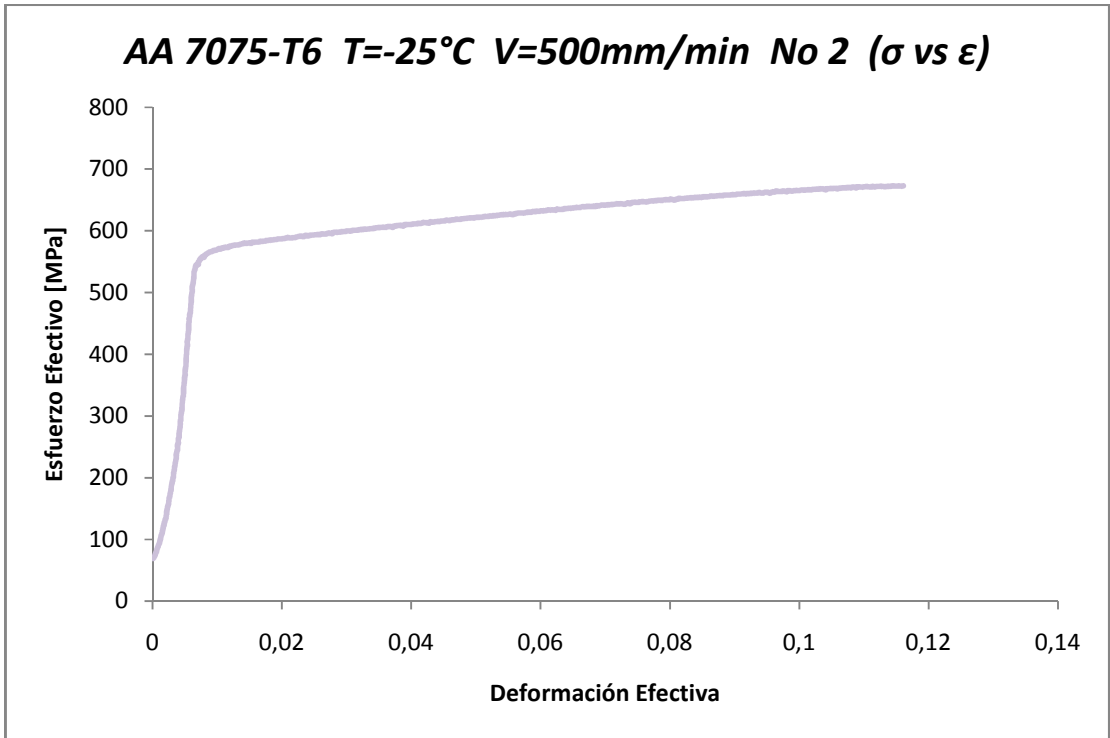


Fig.3.4.f.1

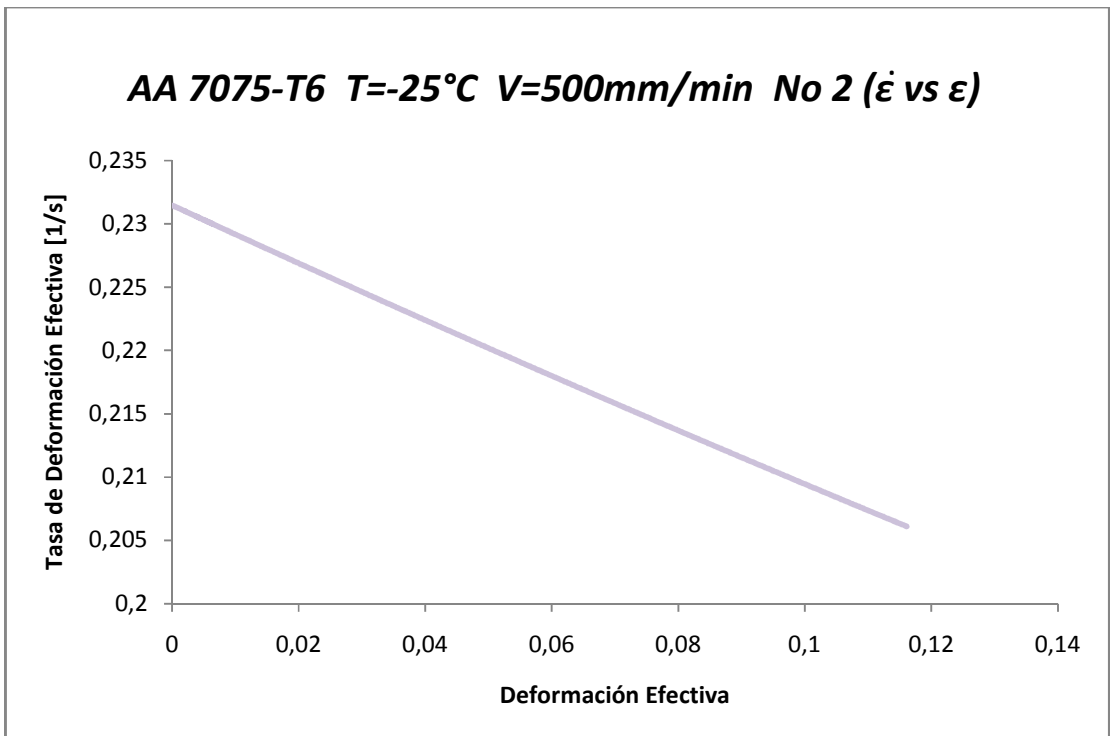


Fig.3.4.f.2

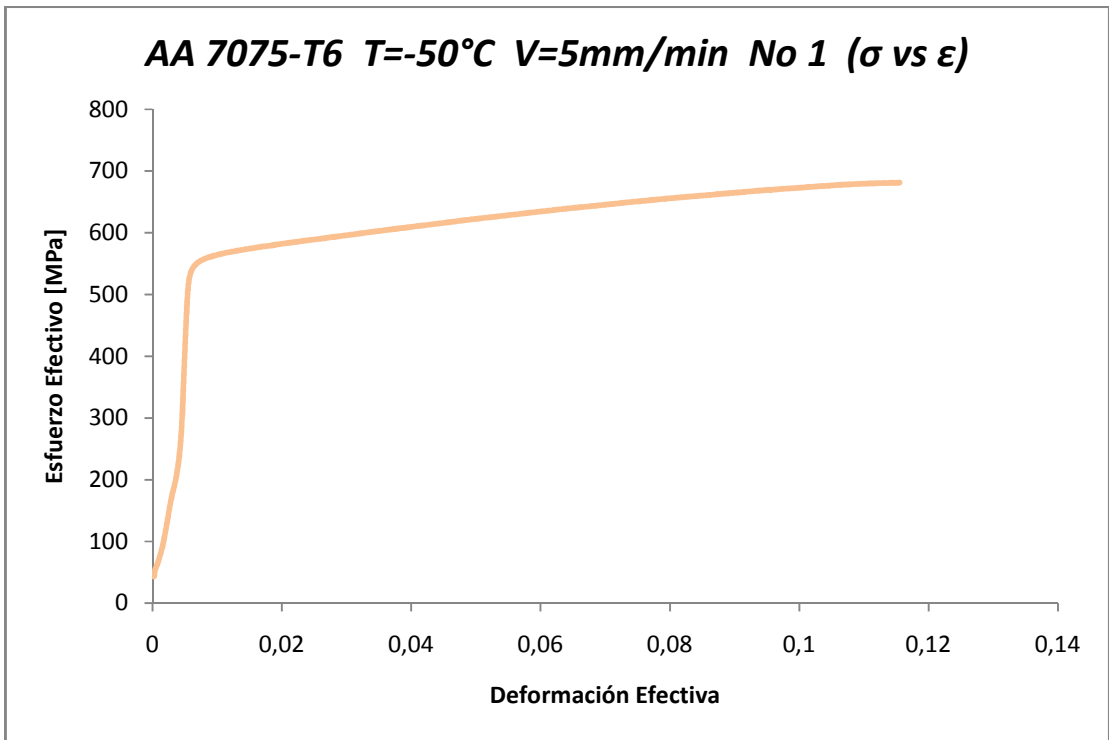


Fig.3.4.g.1

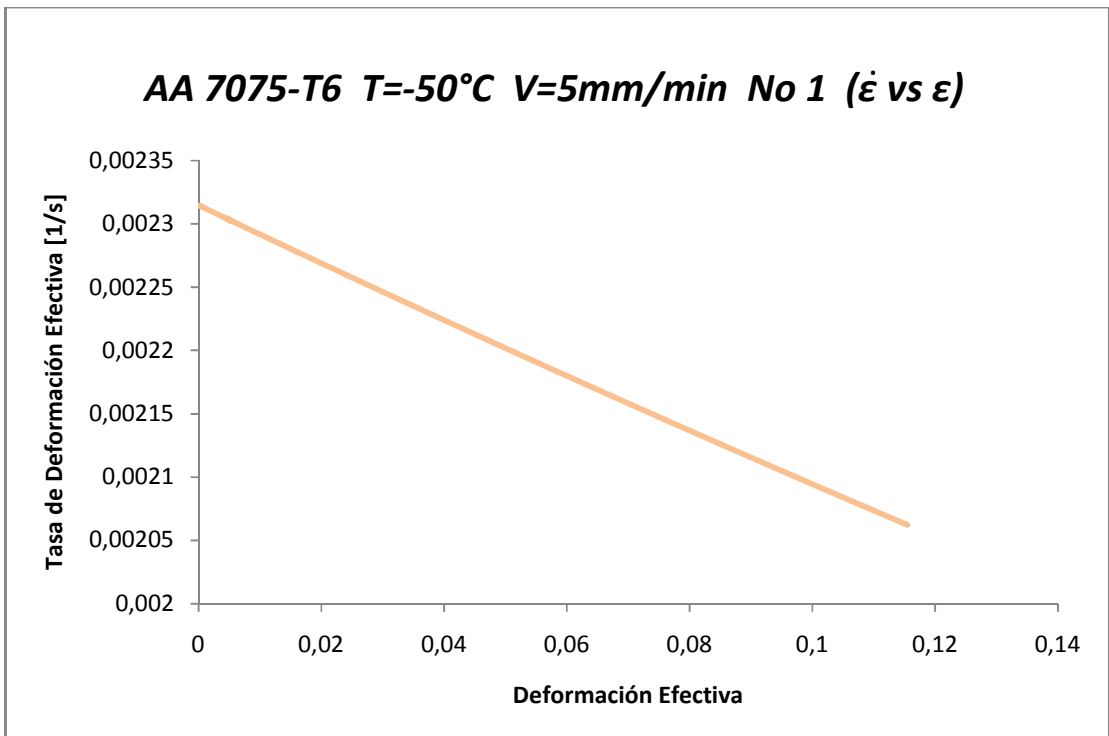


Fig.3.4.g.2

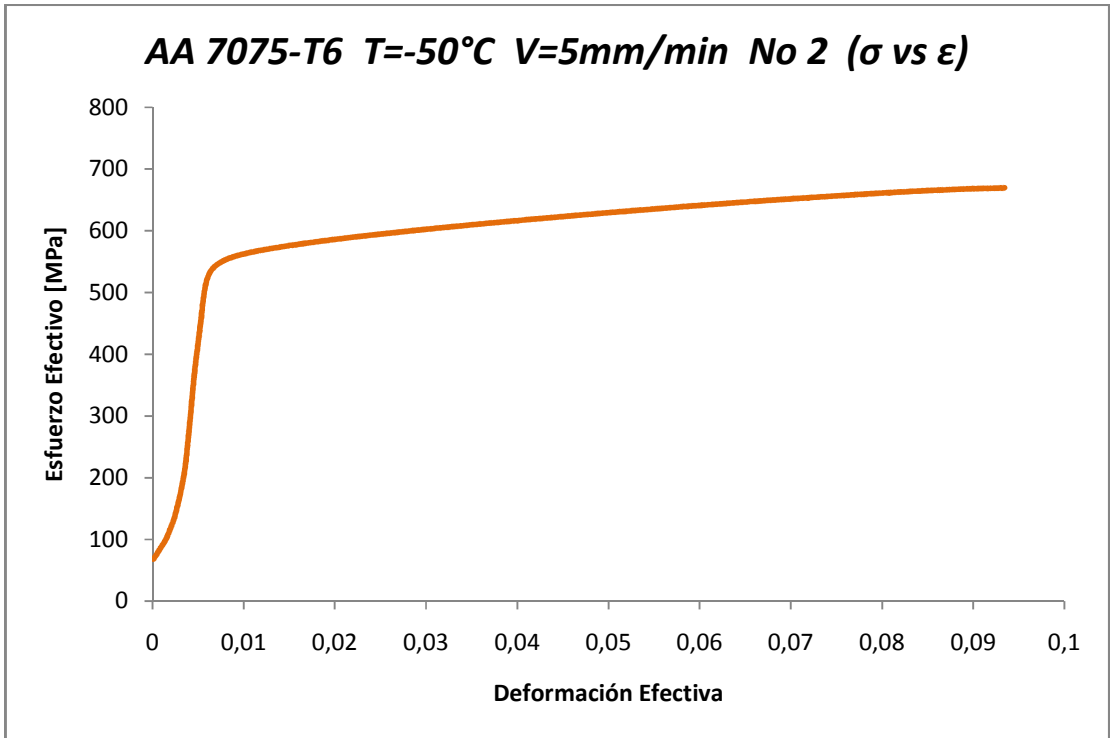


Fig.3.4.h.1

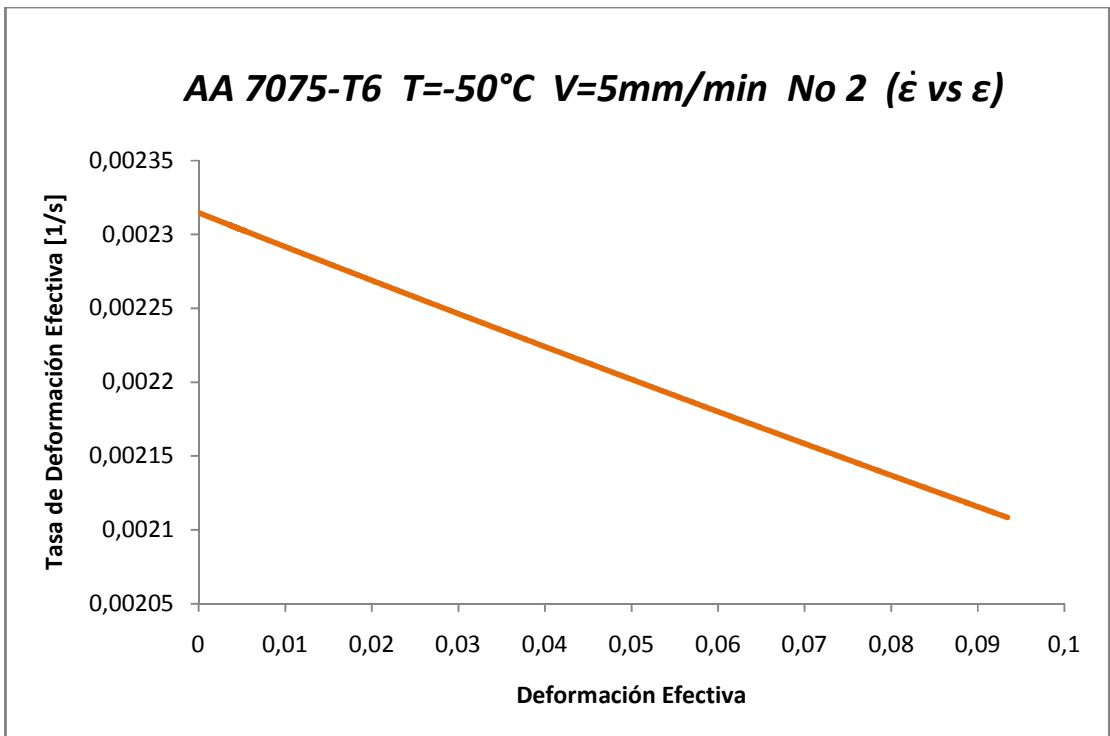


Fig.3.4.h.2

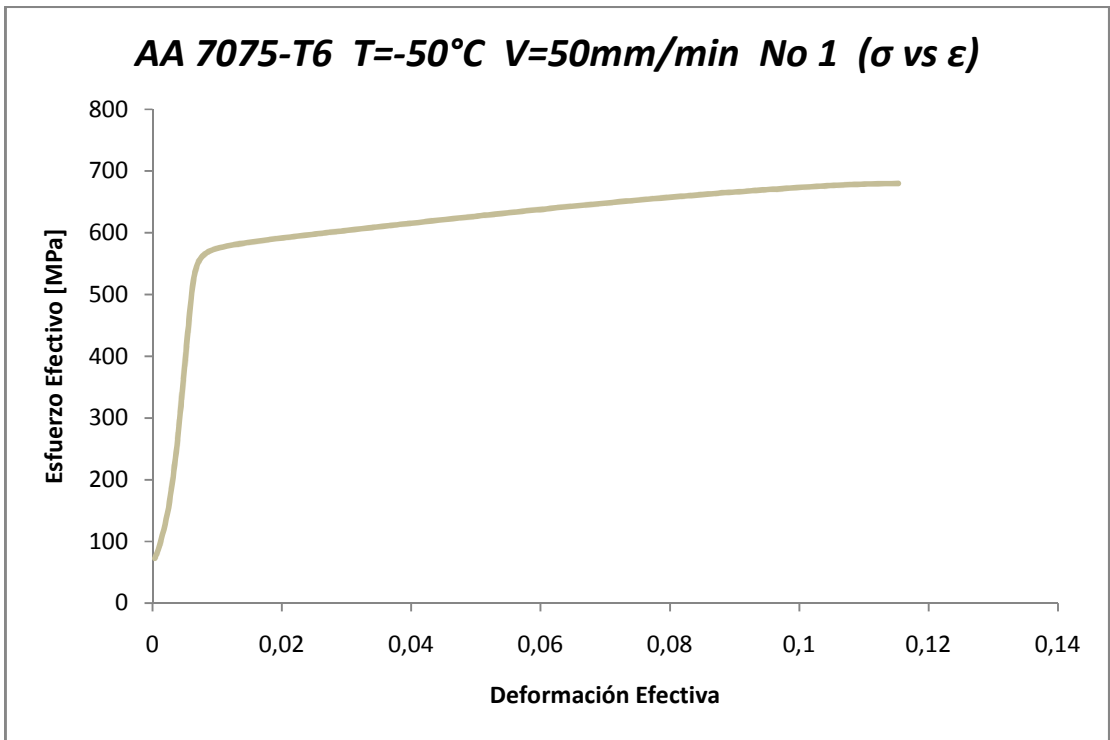


Fig.3.4.i.1

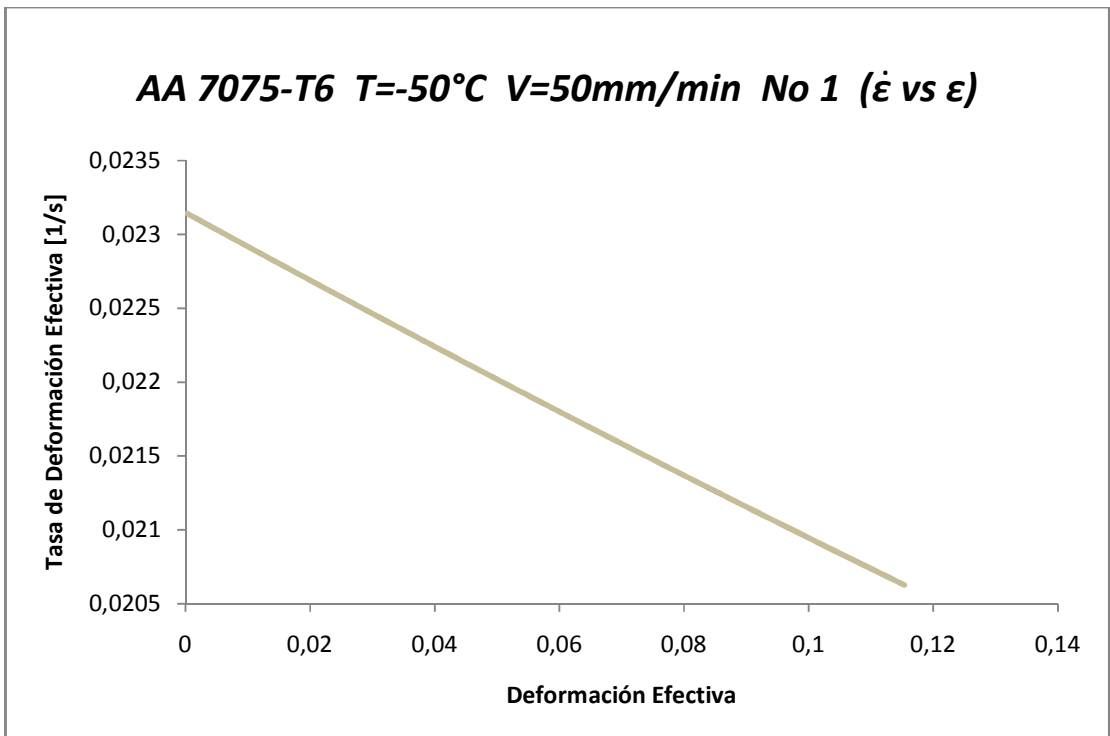


Fig.3.4.i.2

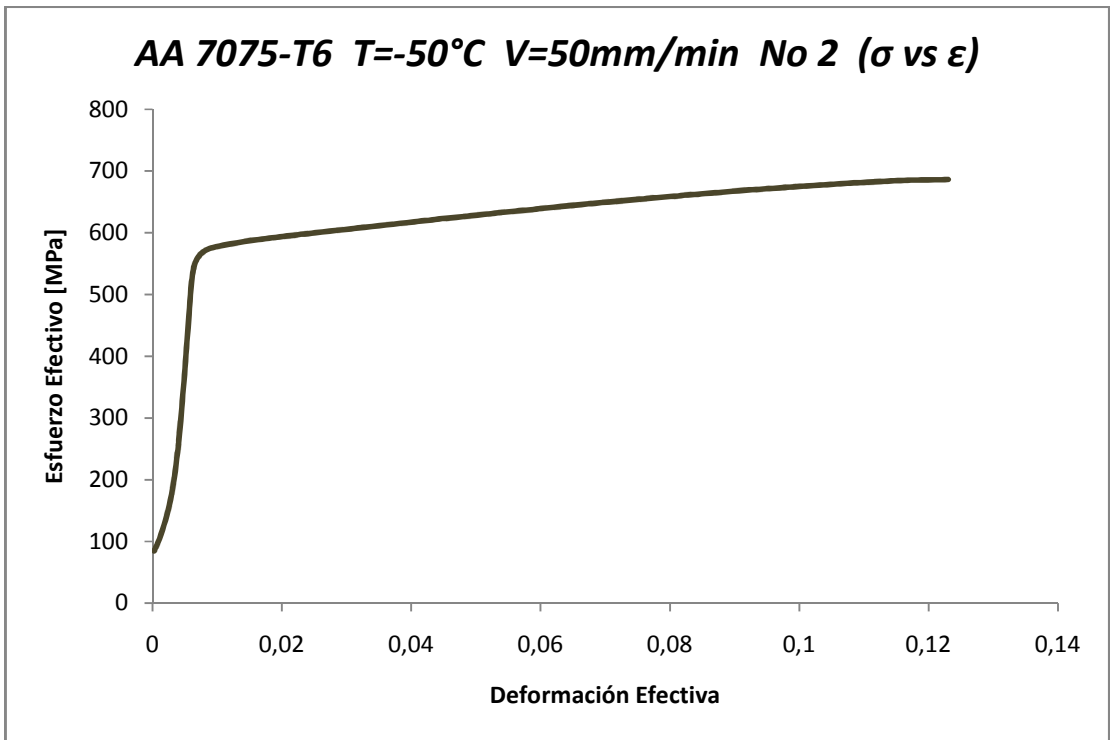


Fig.3.4.j.1

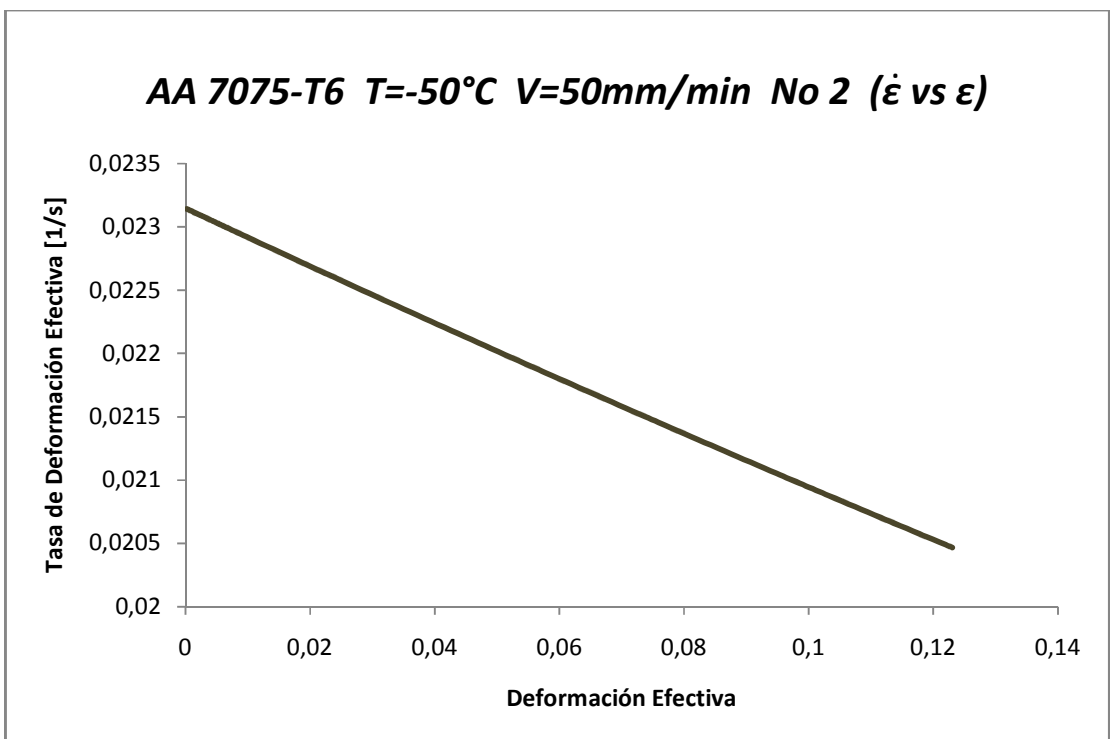


Fig.3.4.j.2

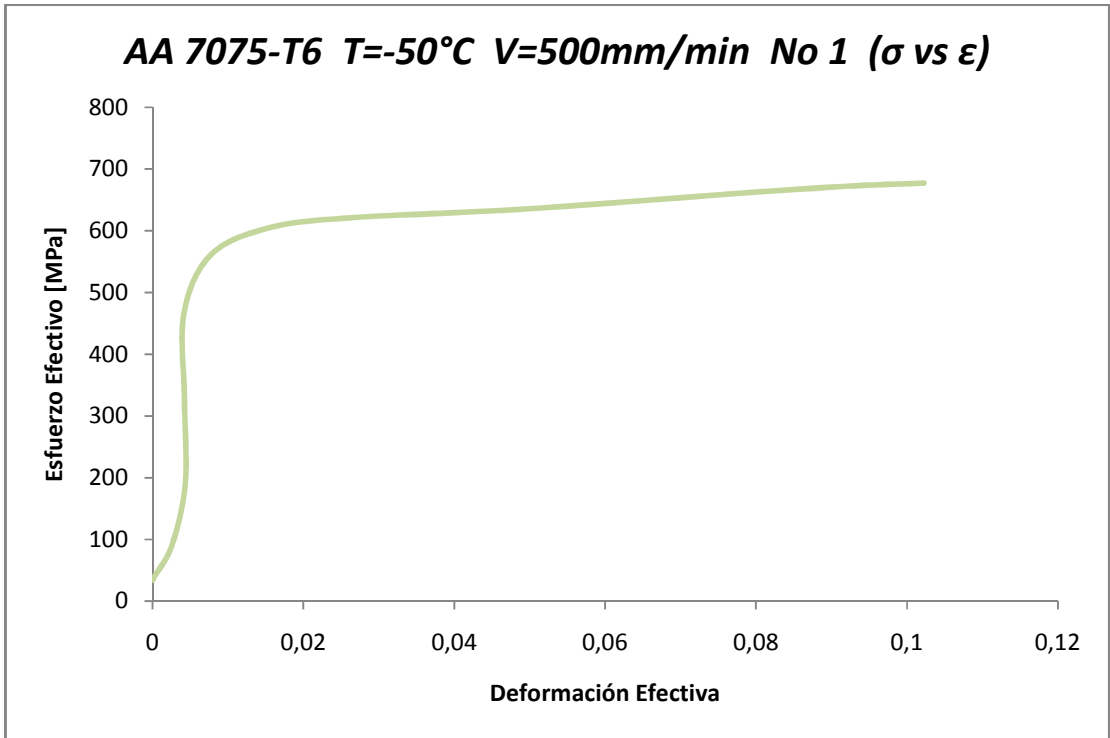


Fig.3.4.k.1

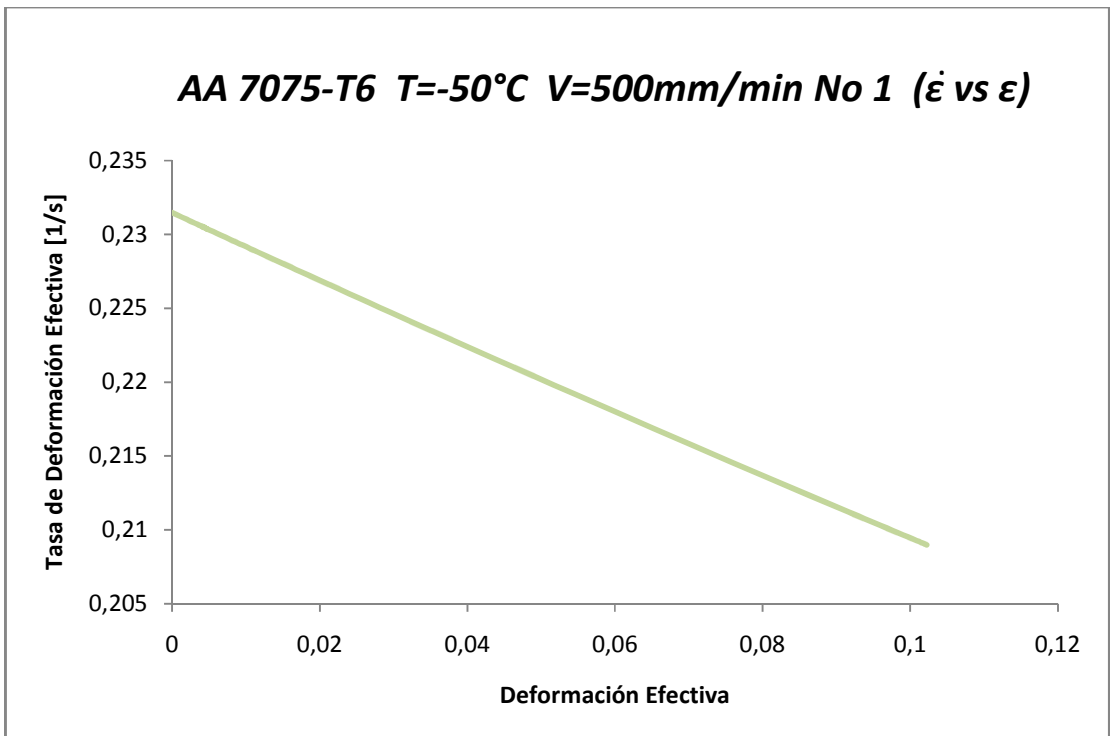


Fig.3.4.k.2

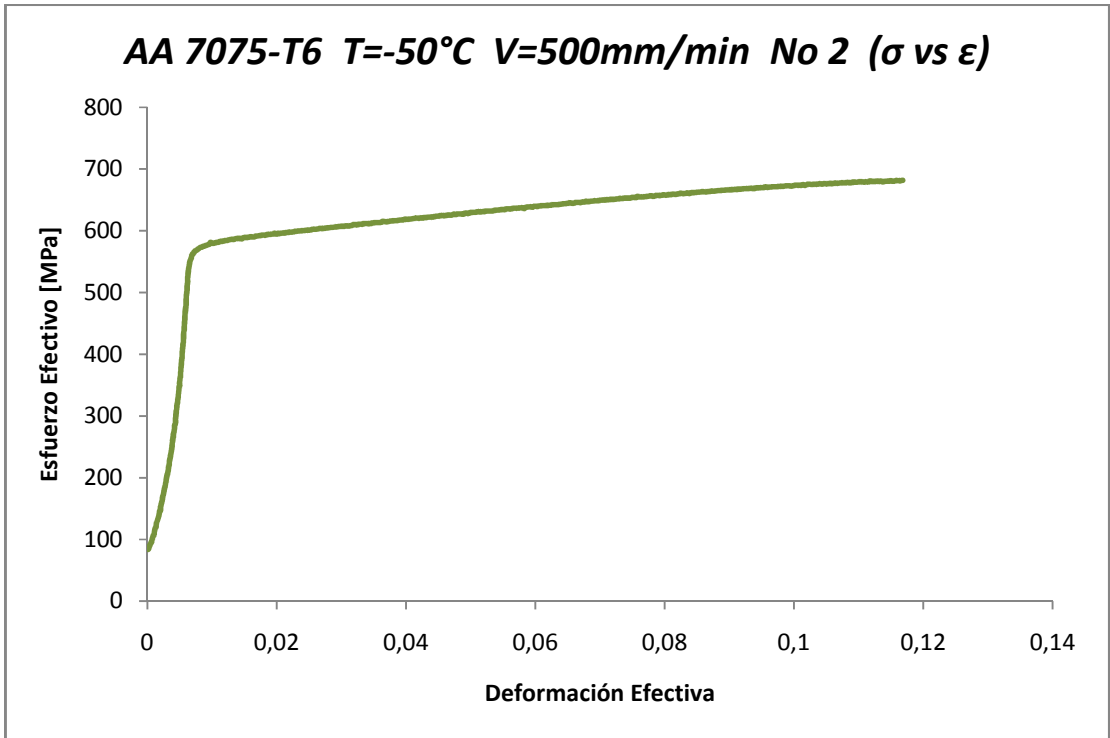


Fig.3.4.1.1

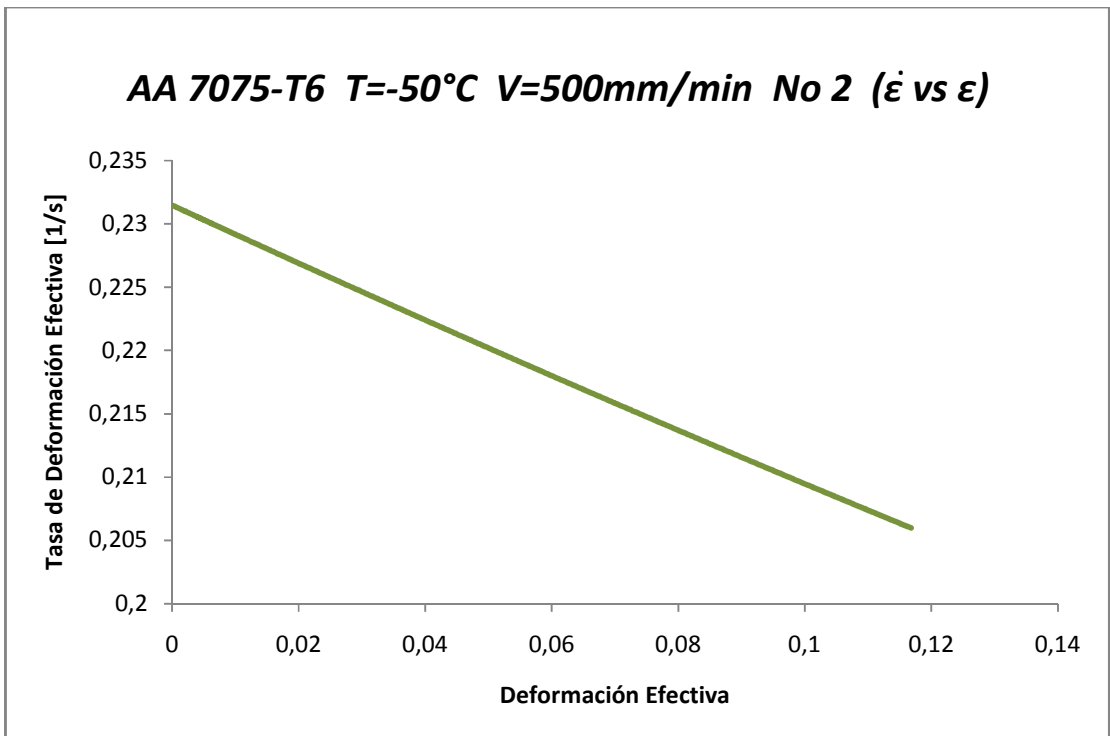


Fig.3.4.1.2

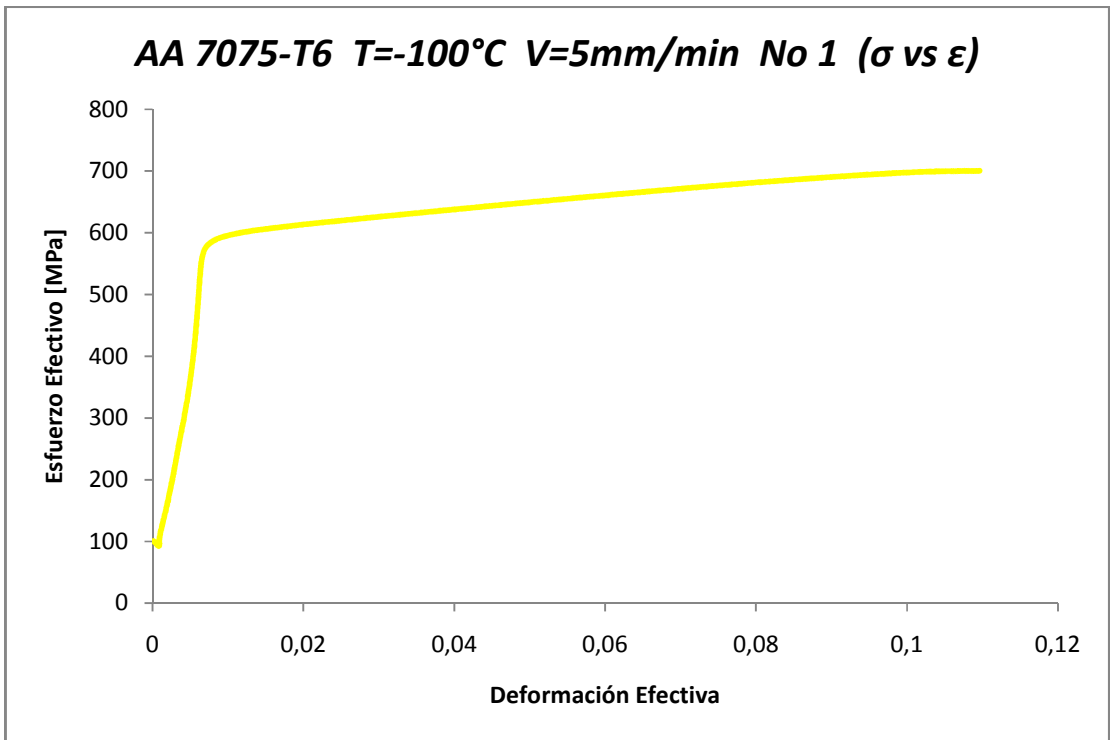


Fig.3.4.m.1

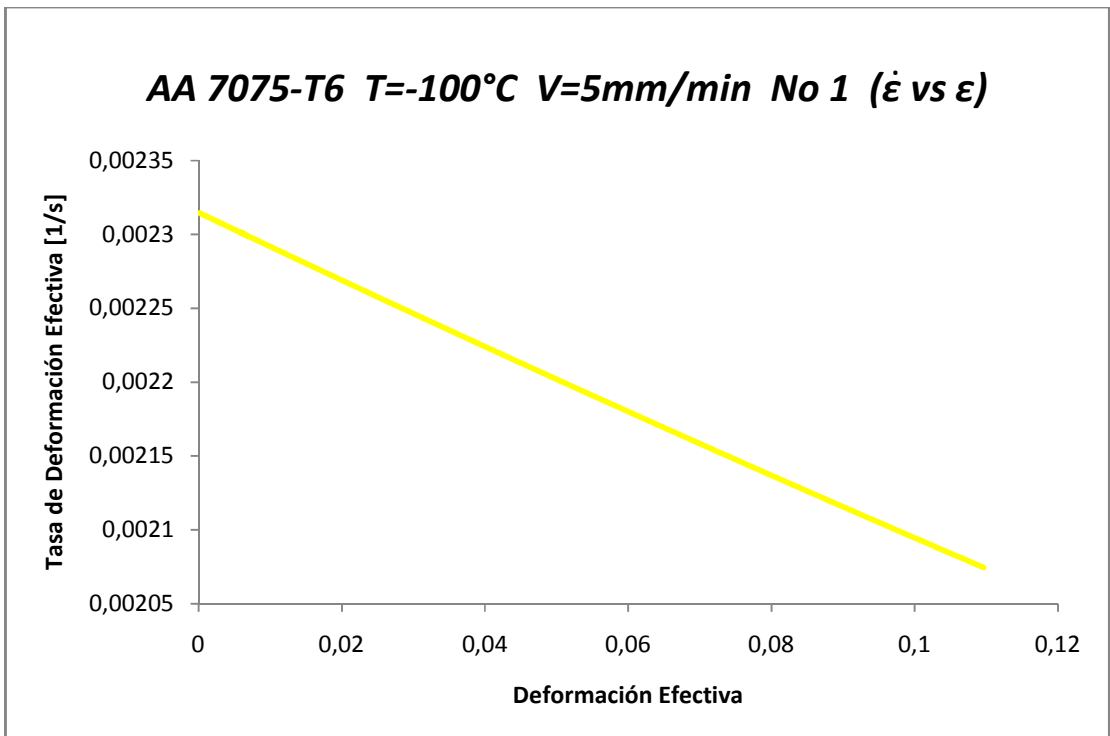


Fig.3.4.m.2

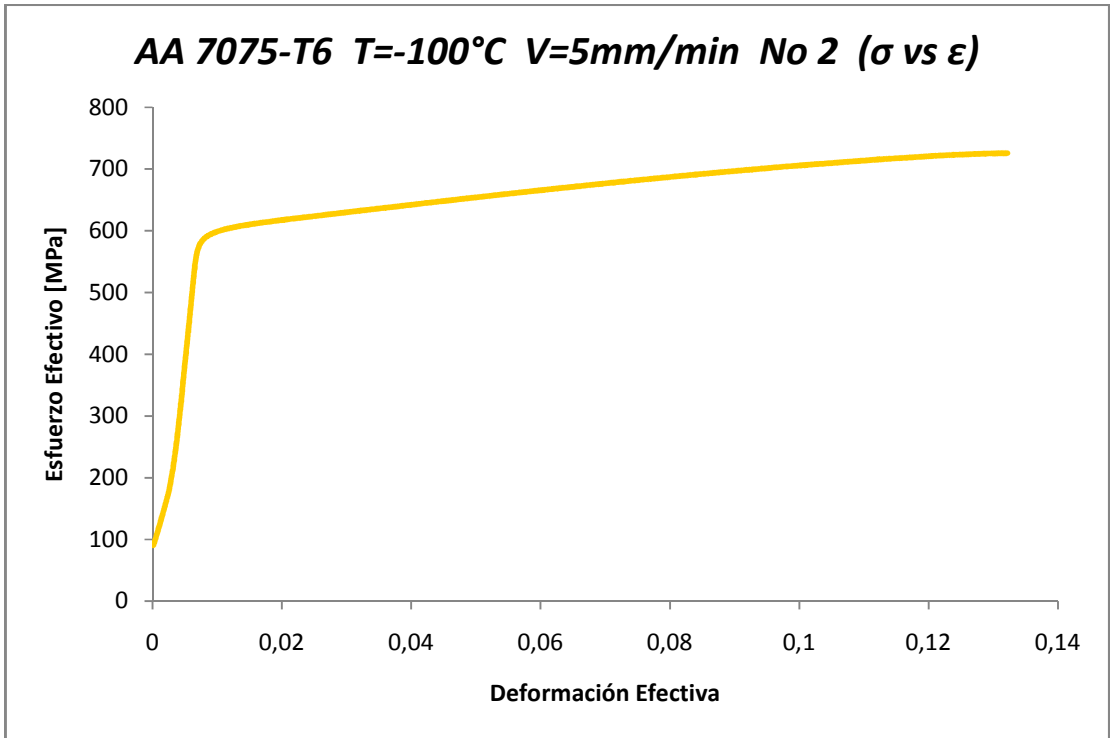


Fig.3.4.n.1

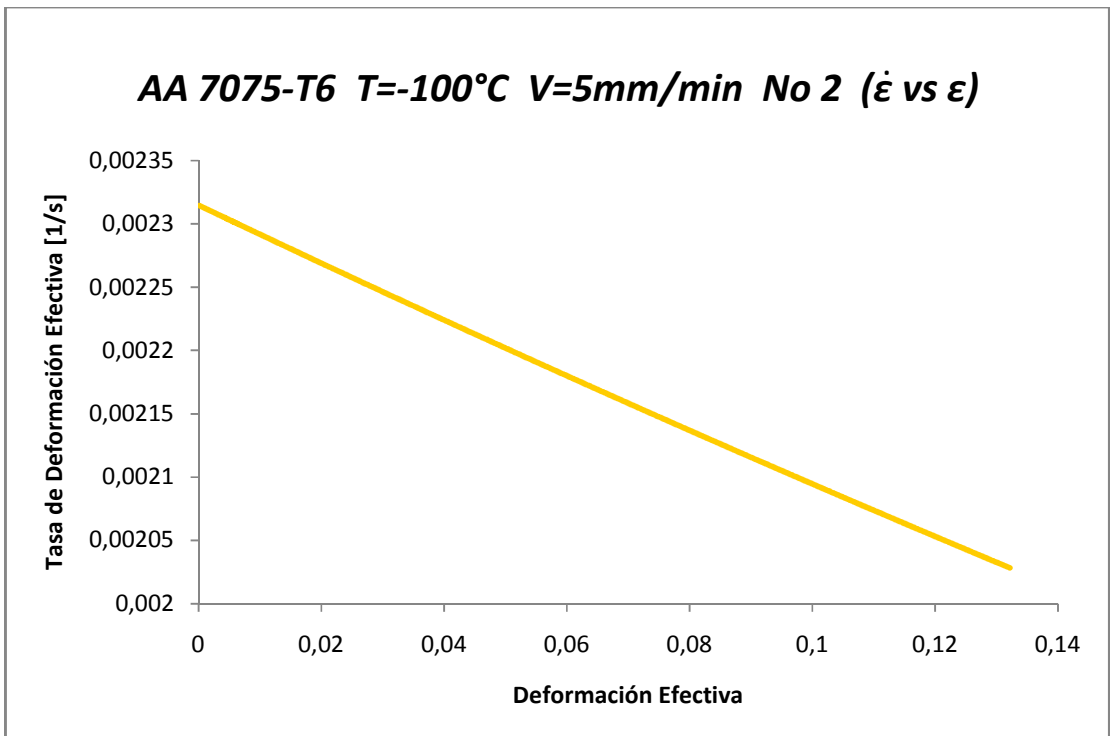


Fig.3.4.n.2

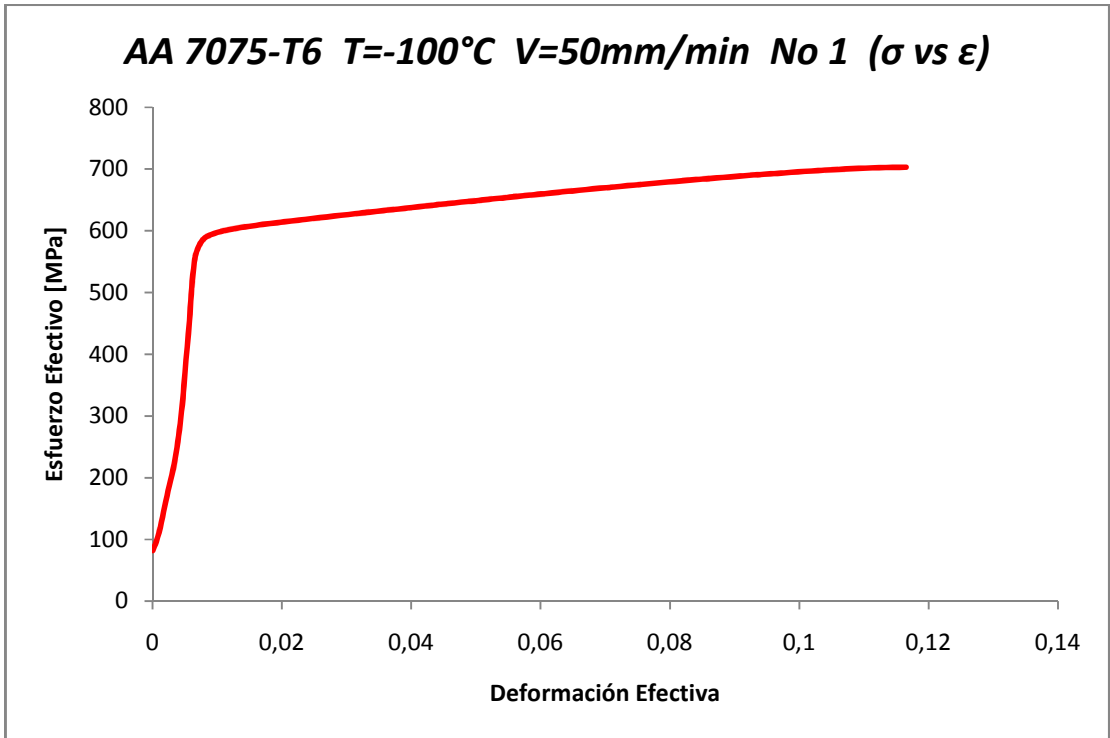


Fig.3.4.ñ.1

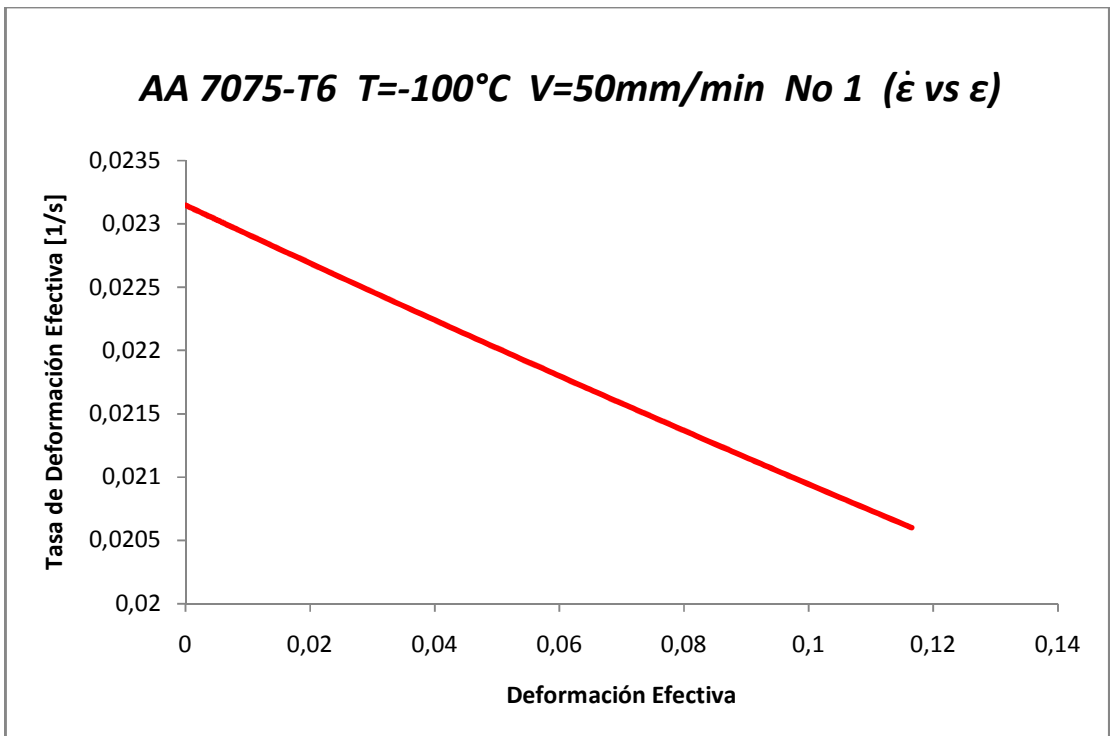


Fig.3.4.ñ.2

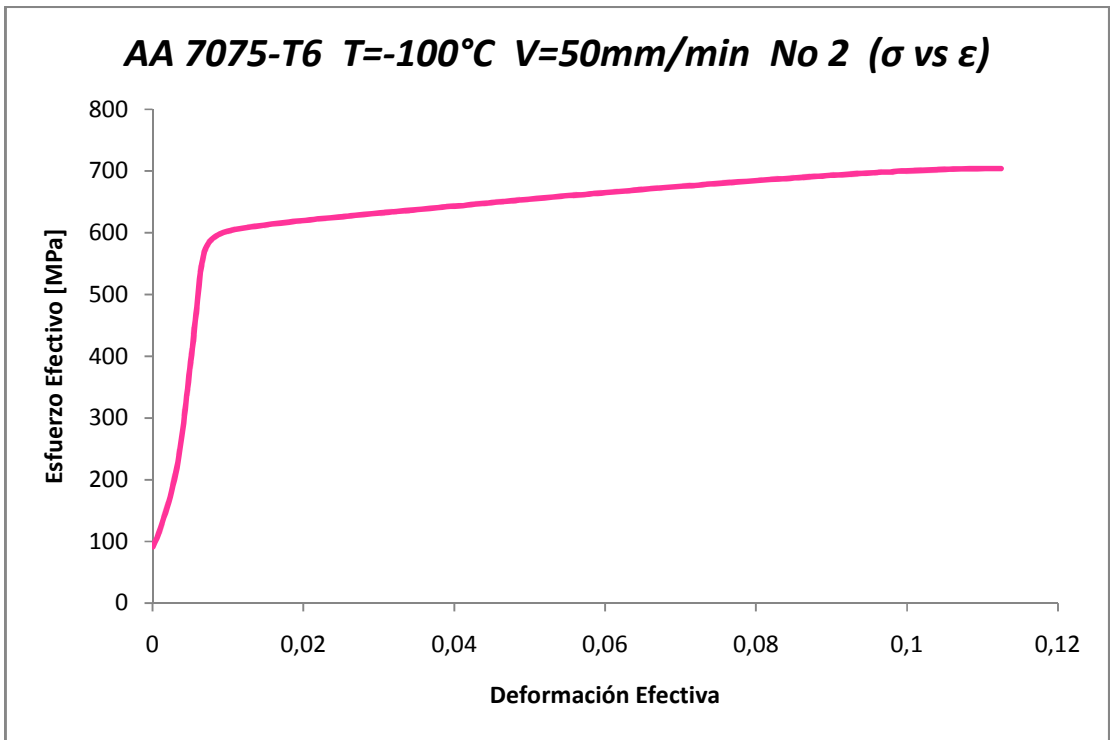


Fig.3.4.o.1

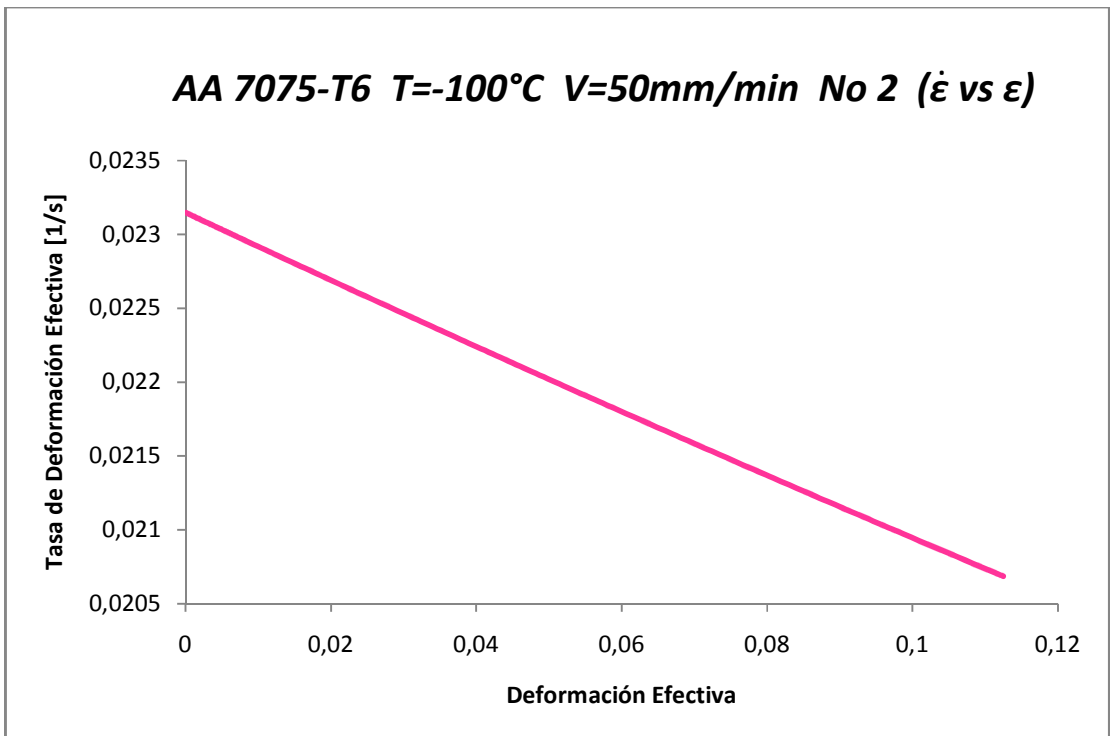


Fig.3.4.o.2

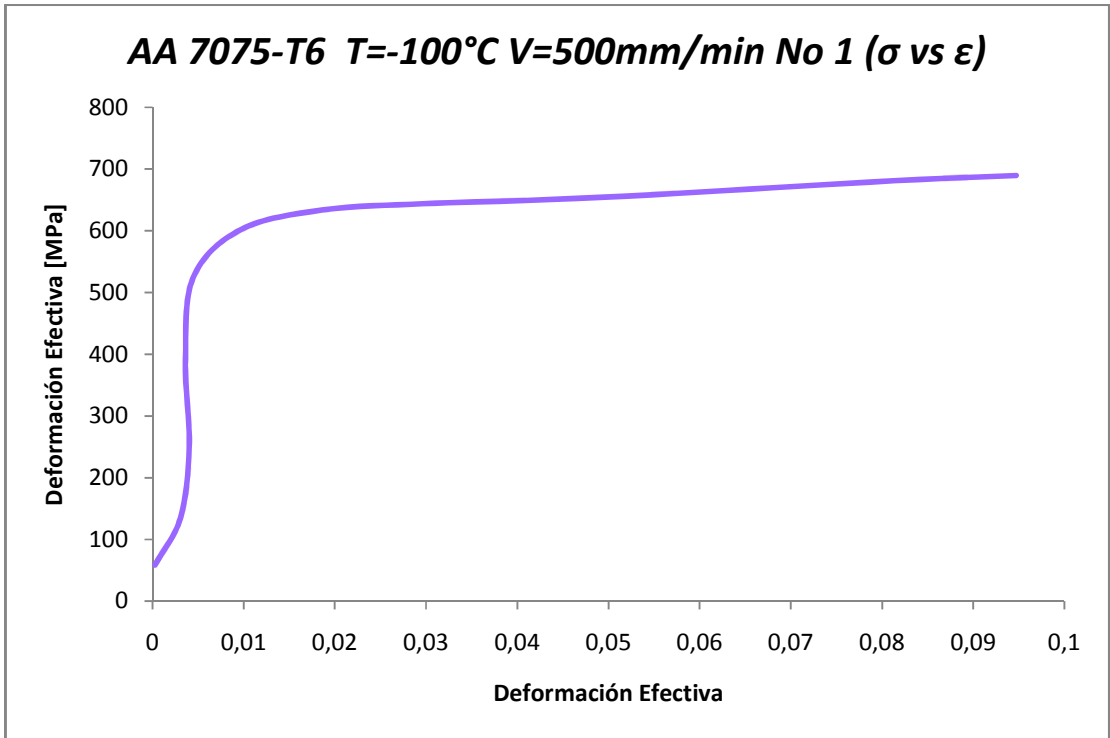


Fig.3.4.p.1

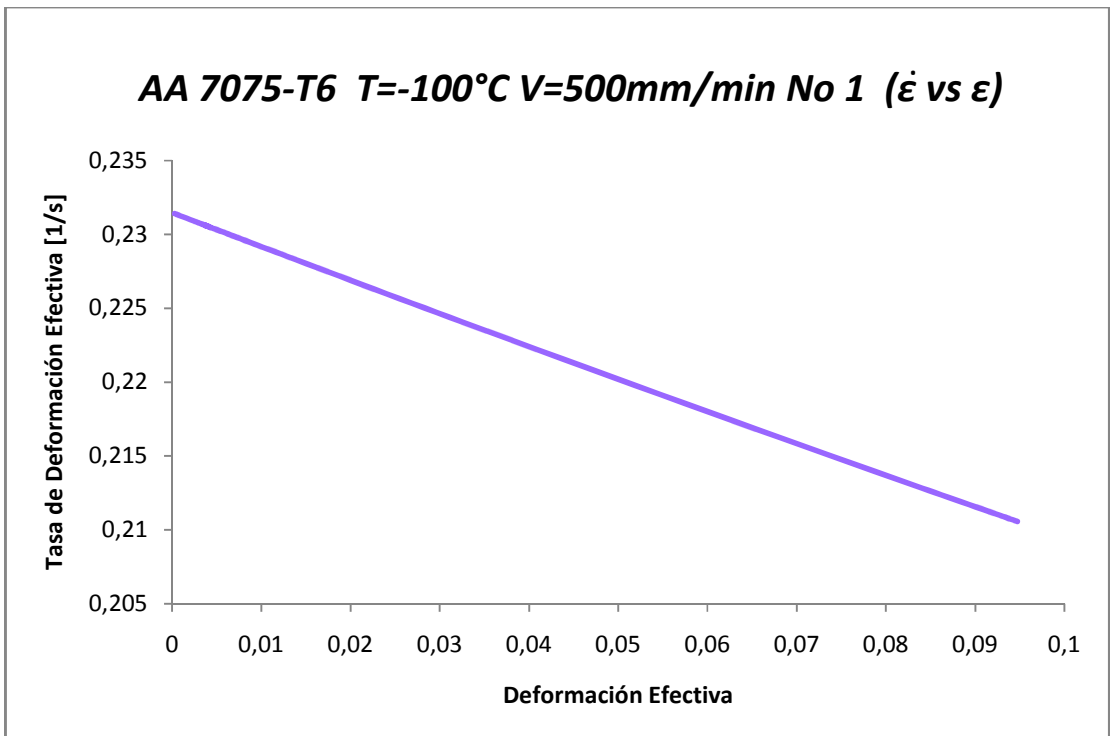


Fig.3.4.p.2

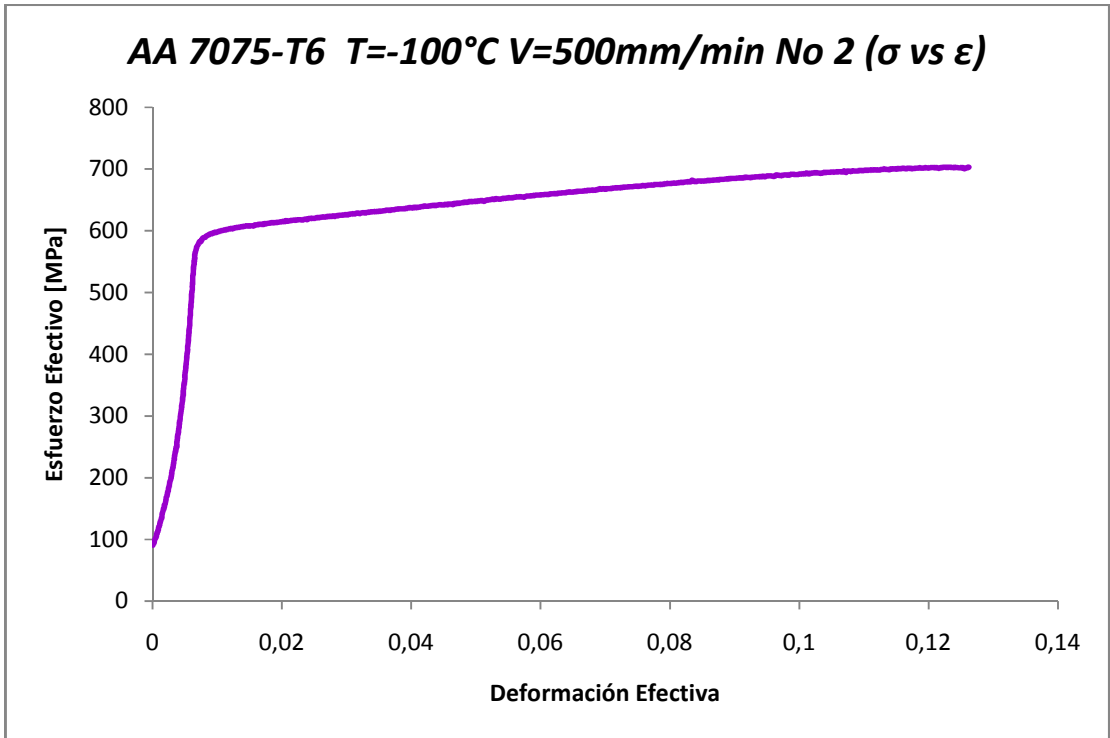


Fig.3.4.q.1

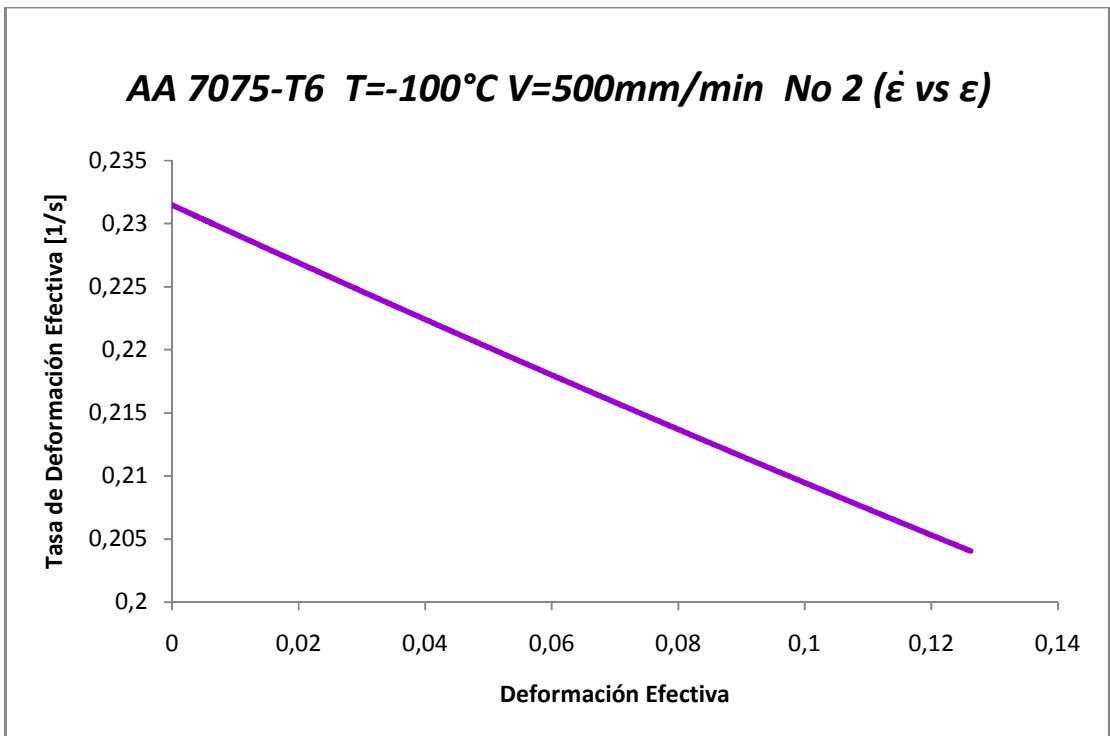


Fig.3.4.q.2

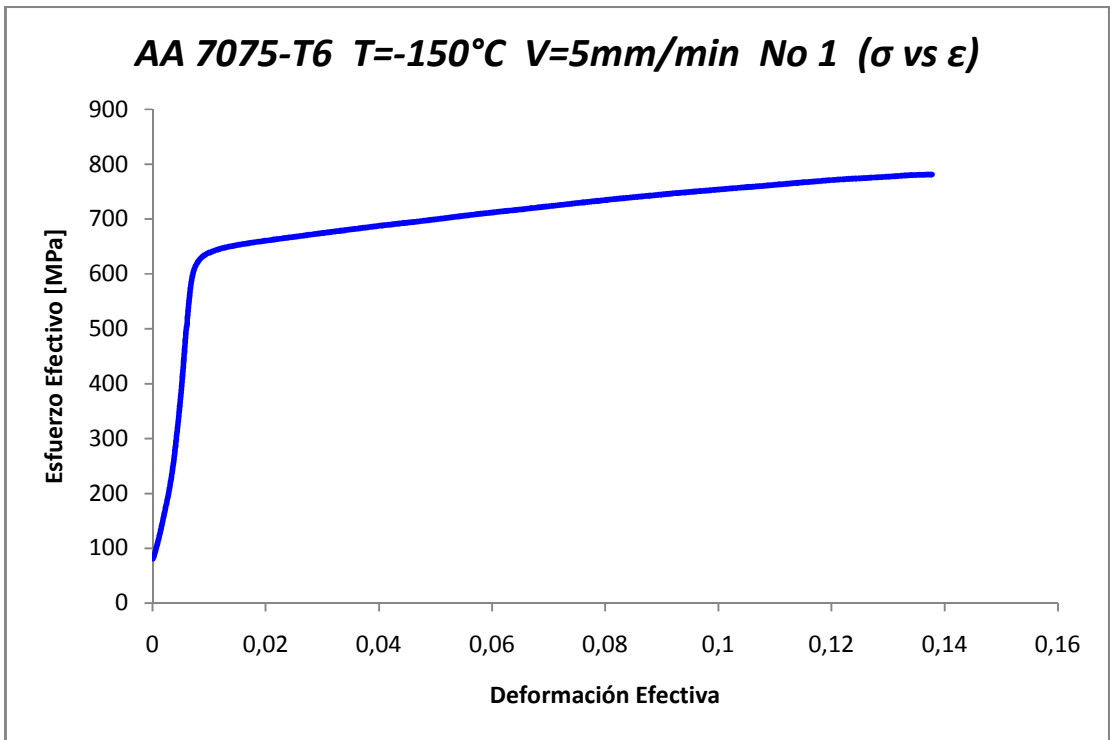


Fig.3.4.r.1

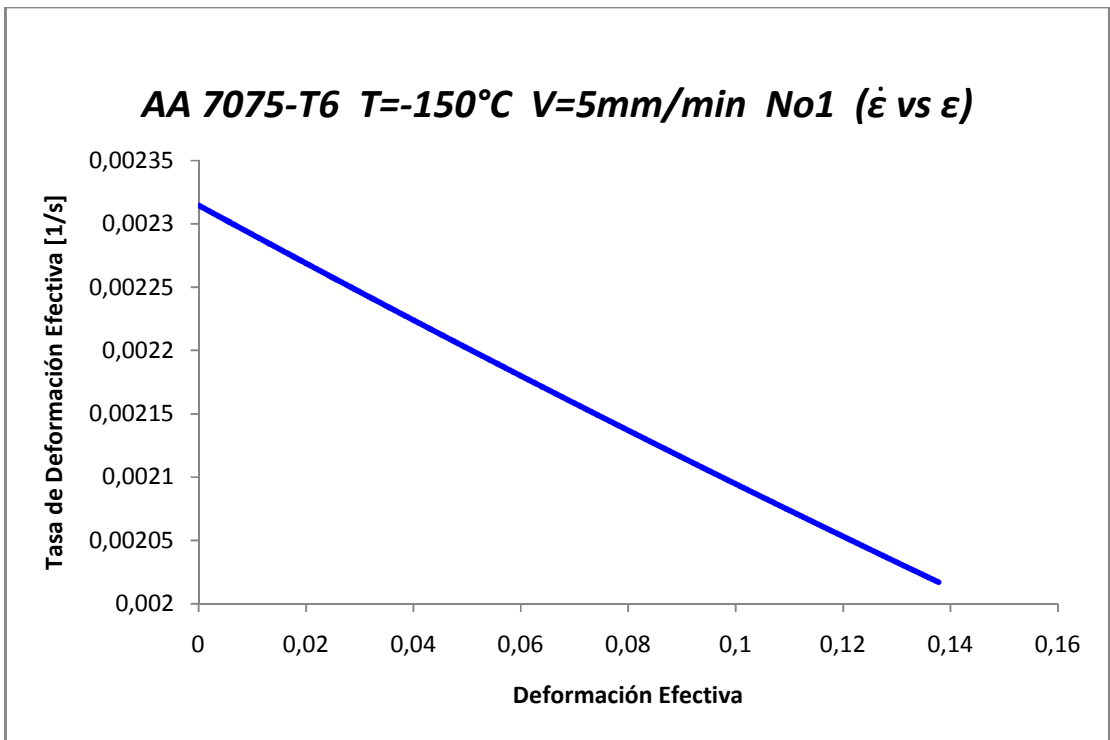


Fig.3.4.r.2

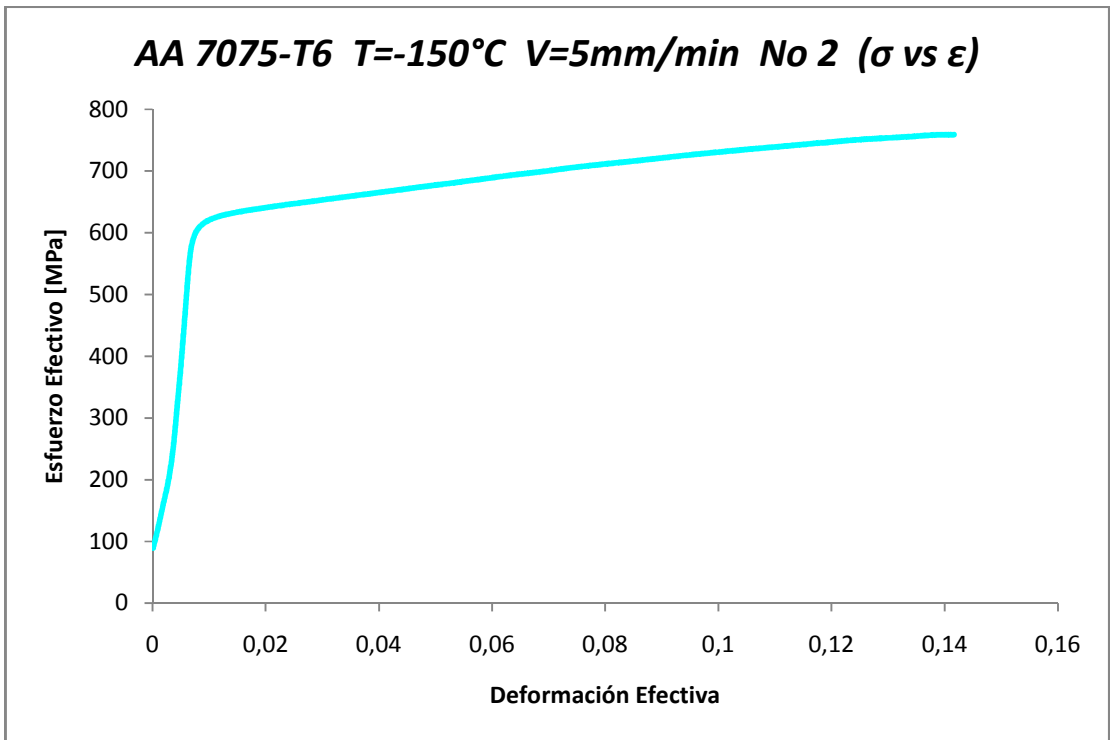


Fig.3.4.s.1

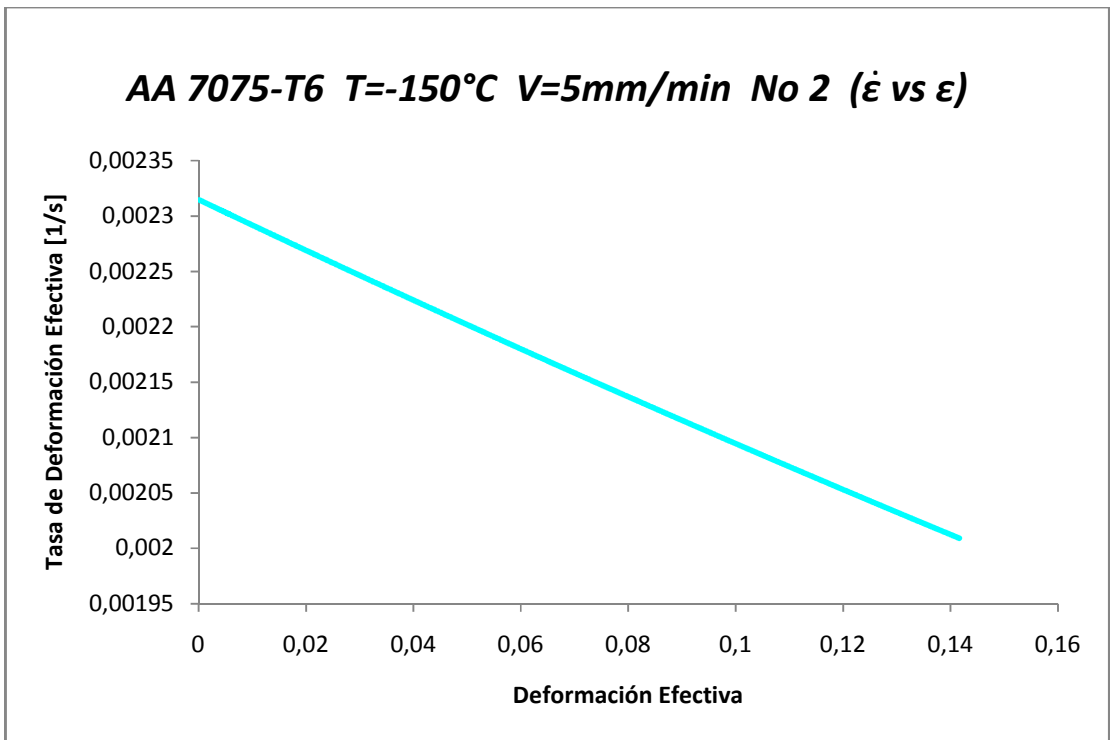


Fig.3.4.s.2

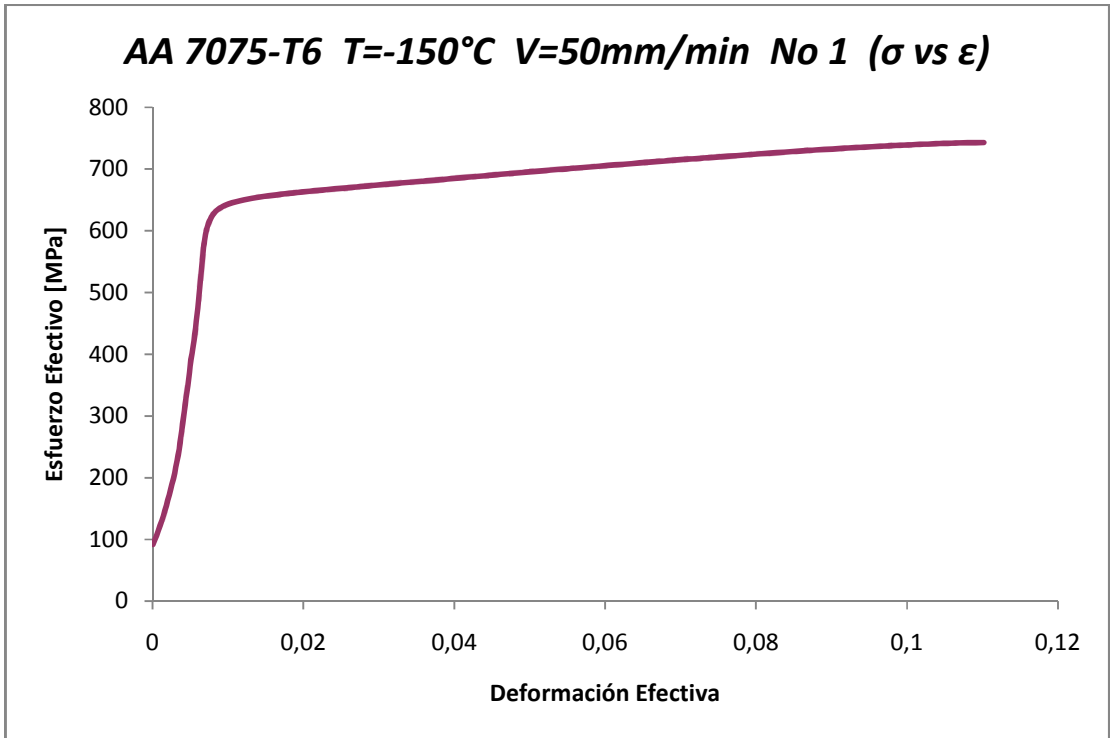


Fig.3.4.t.1

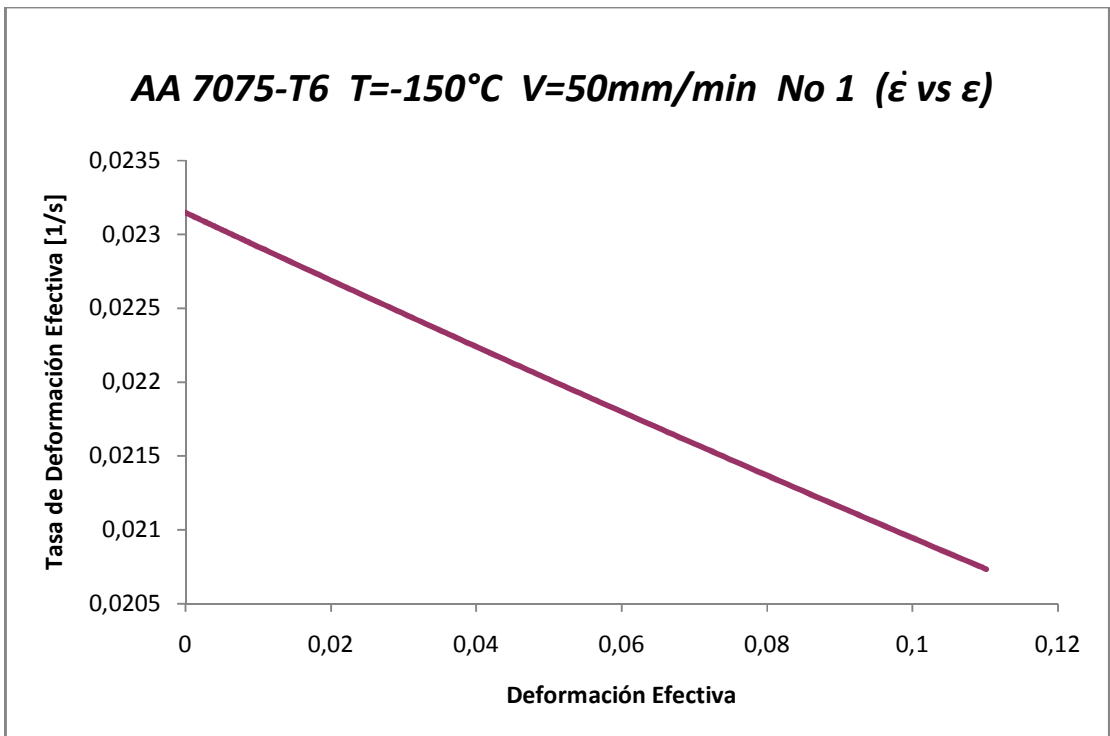


Fig.3.4.t.2

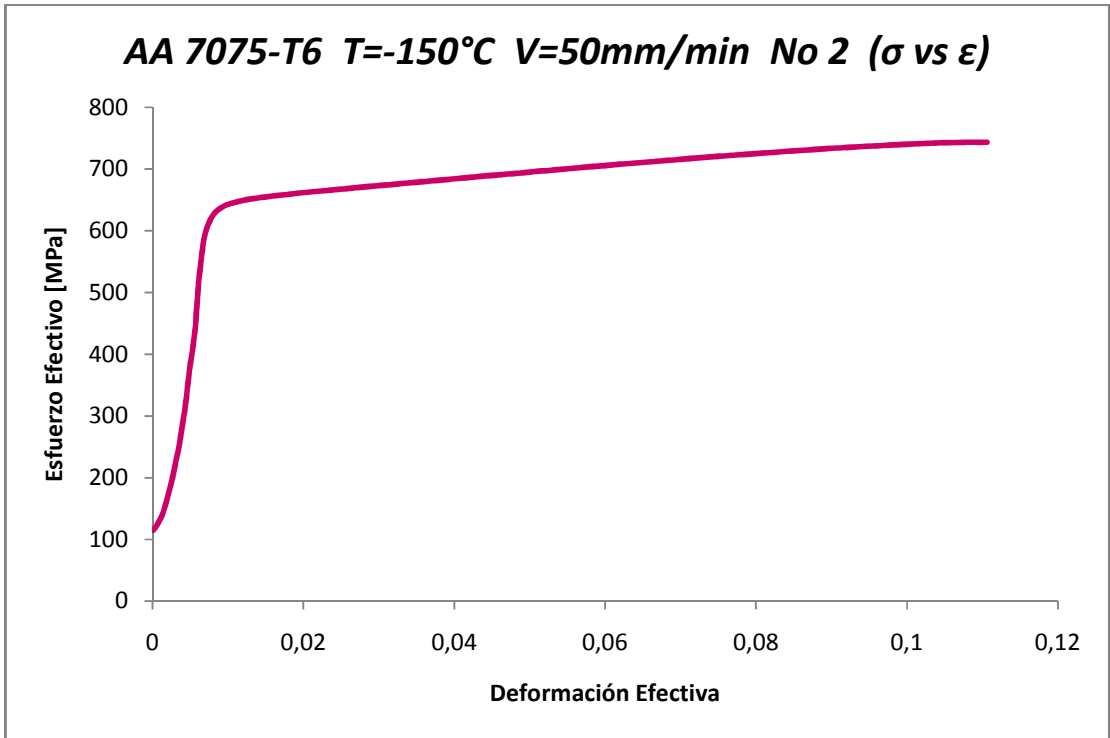


Fig.3.4.u.1

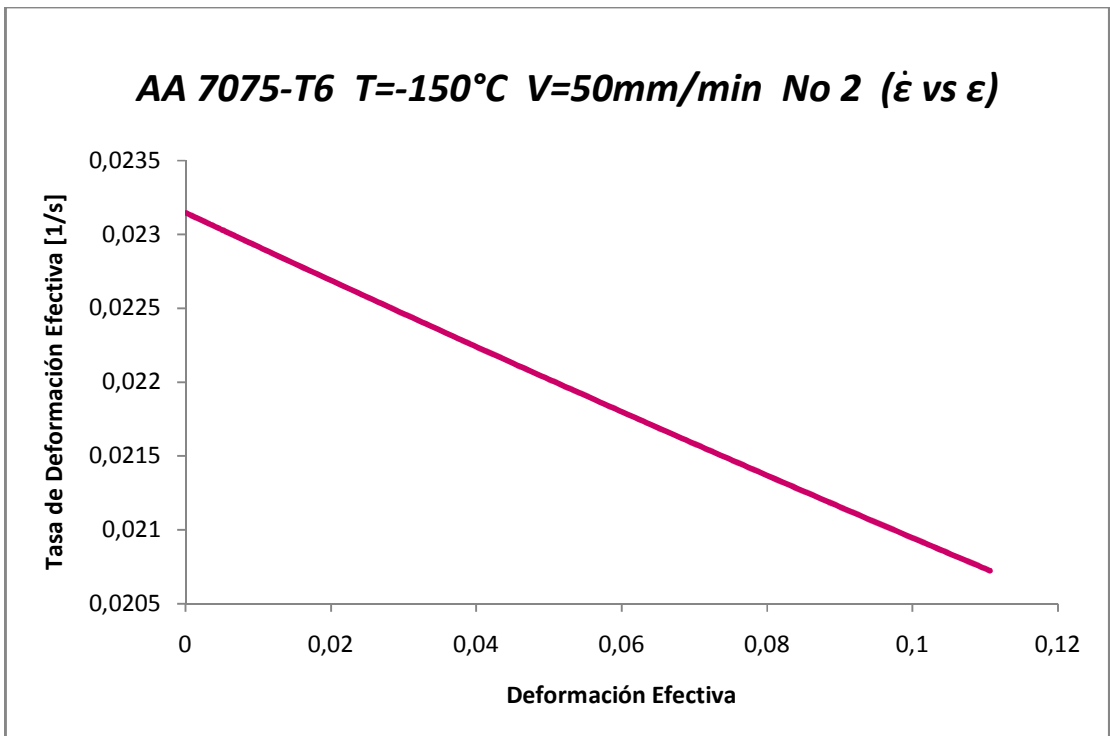


Fig.3.4.u.2

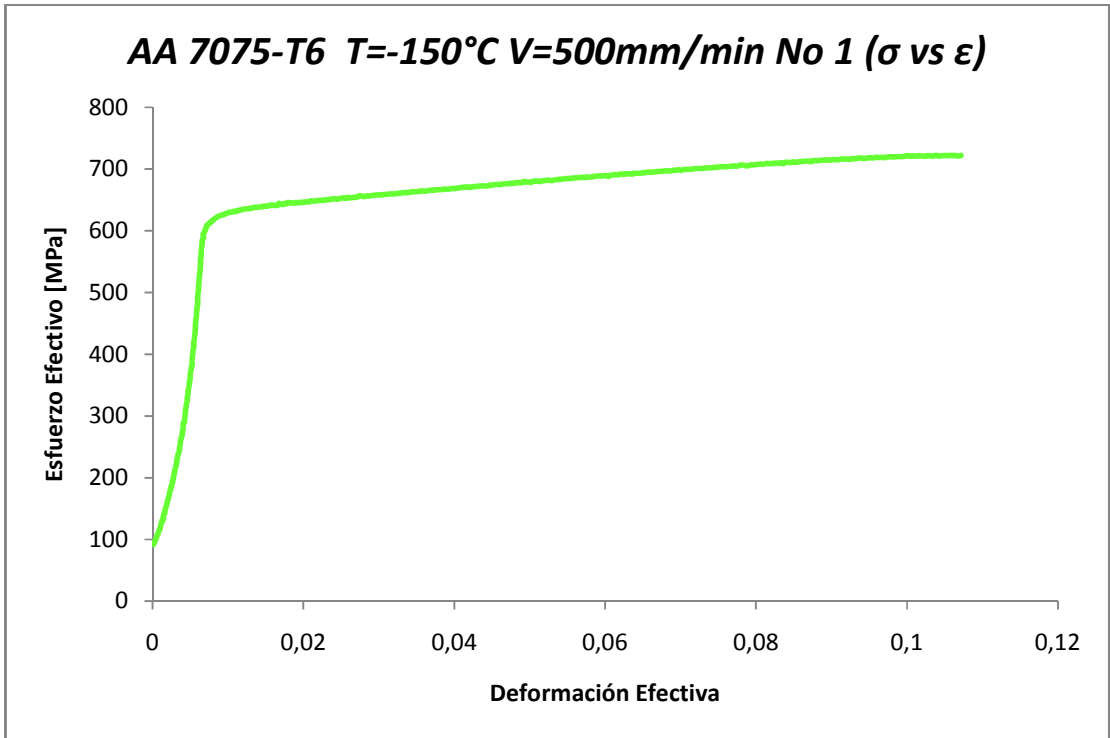


Fig.3.4.v.1

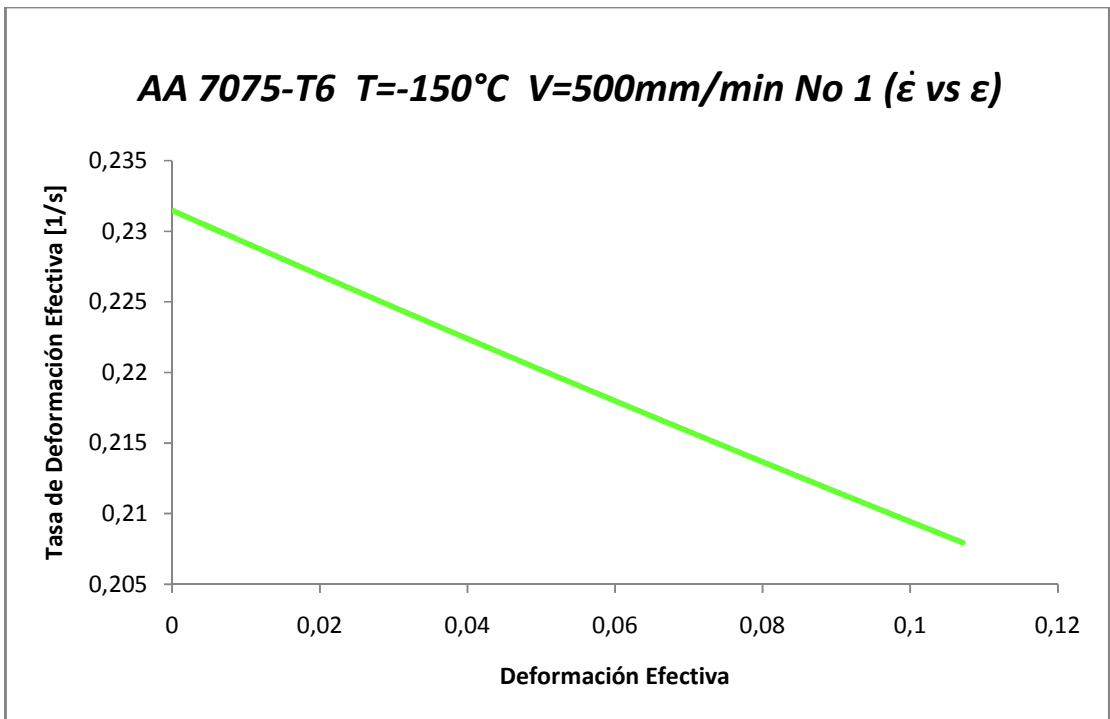


Fig.3.4.v.2

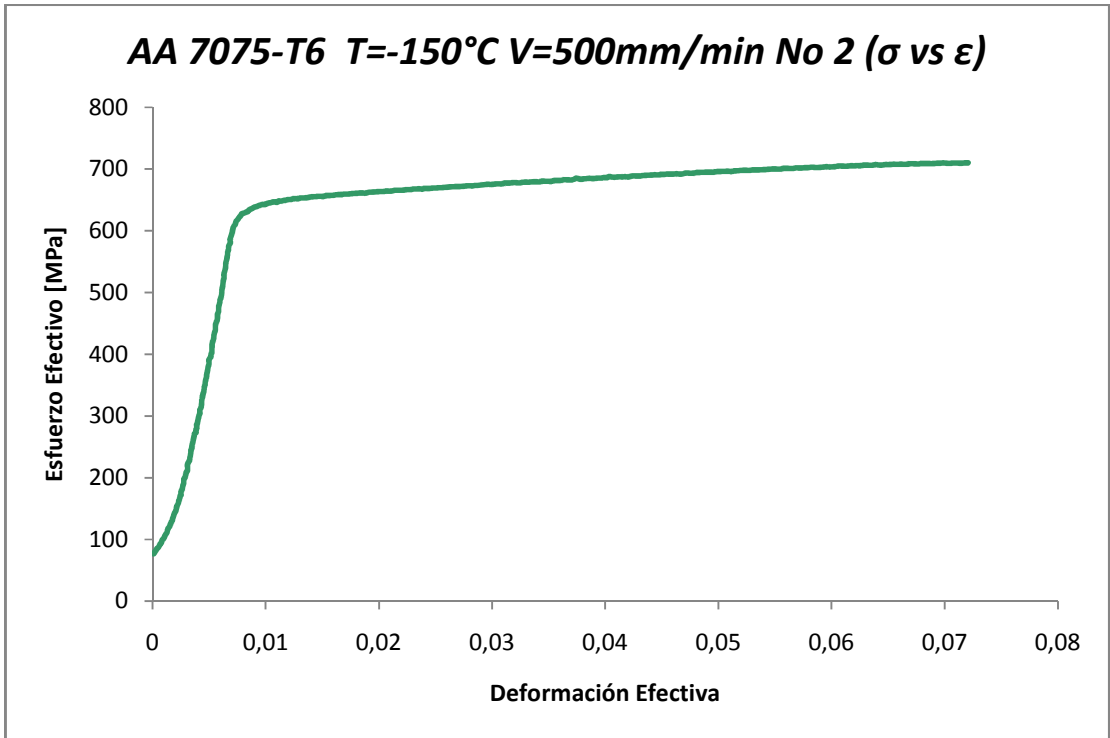


Fig.3.4.w.1

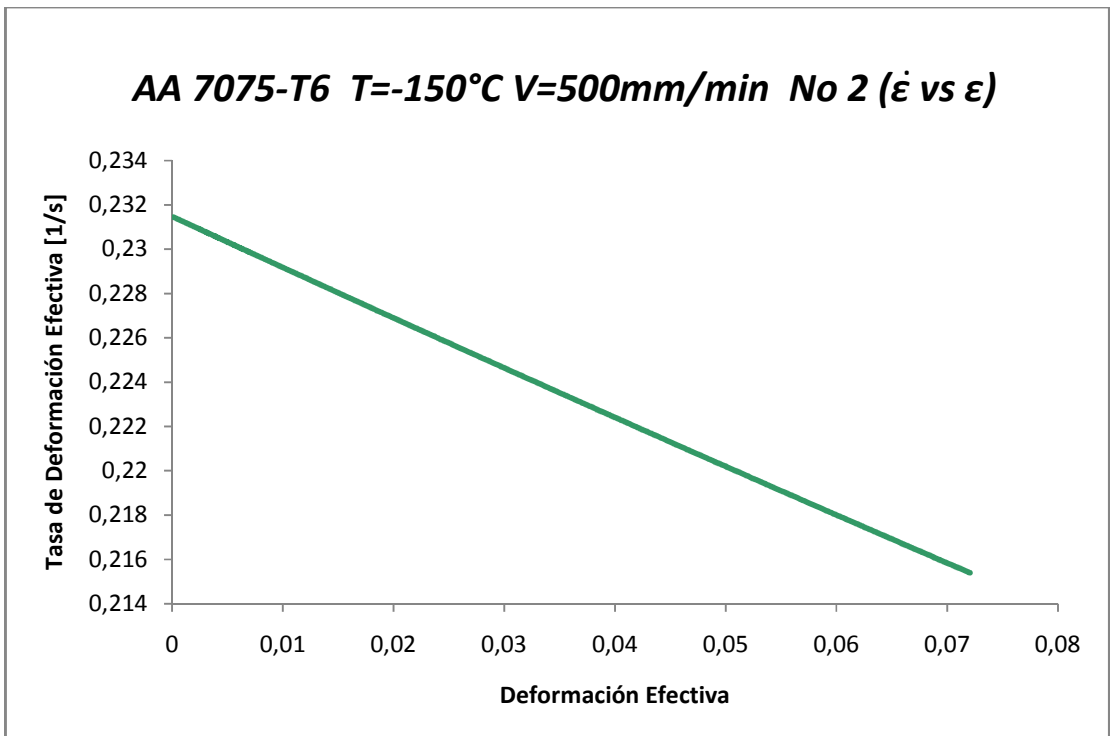


Fig.3.4.w.2

3.5. Gráficas a velocidad de cabezal constante de tasa de endurecimiento por deformación vs esfuerzo efectivo (θ vs σ), según la ecuación de Ludwik

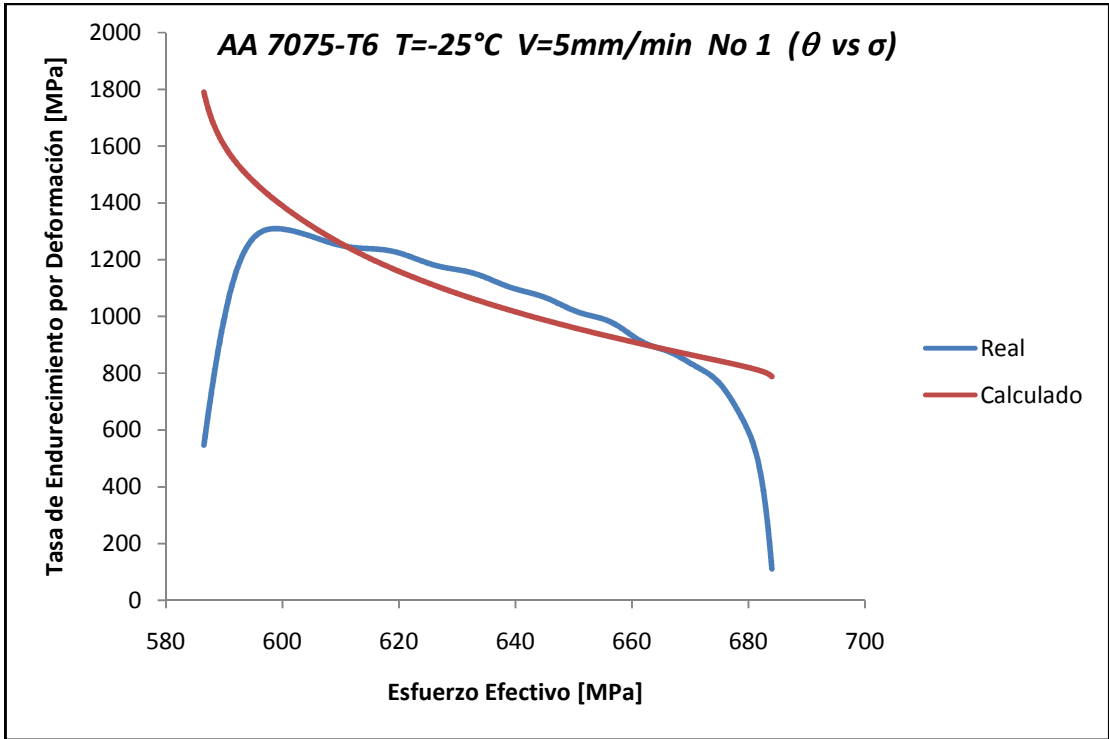


Fig.3.5.a

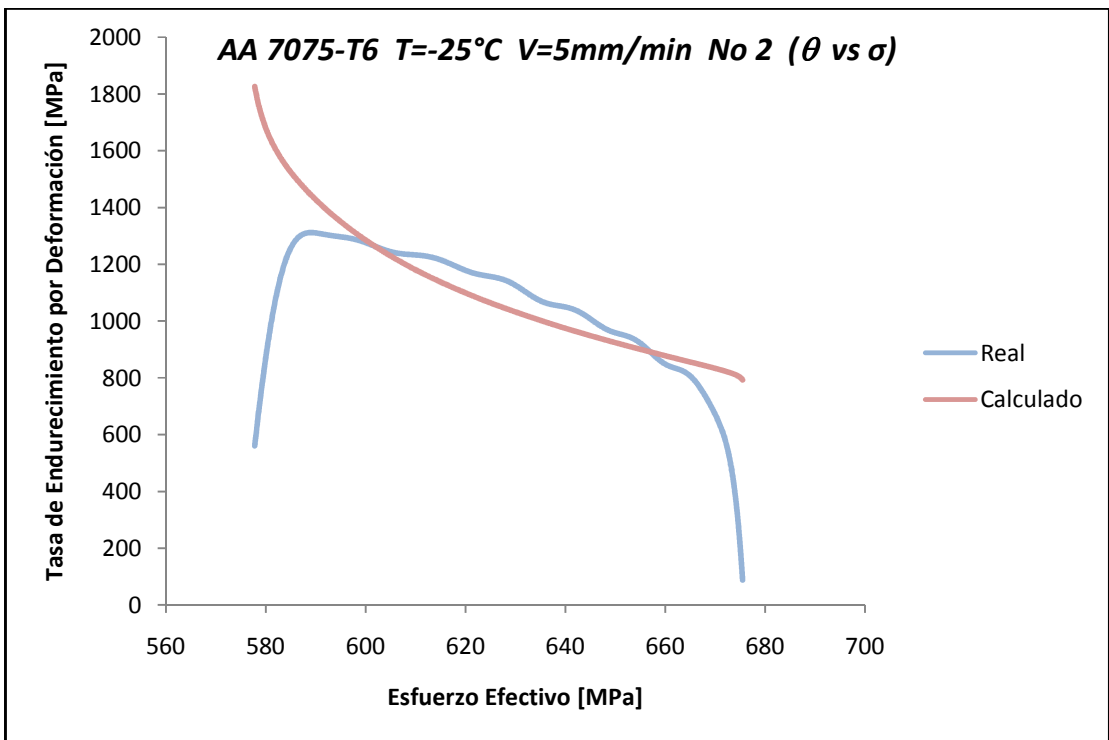


Fig.3.5.b

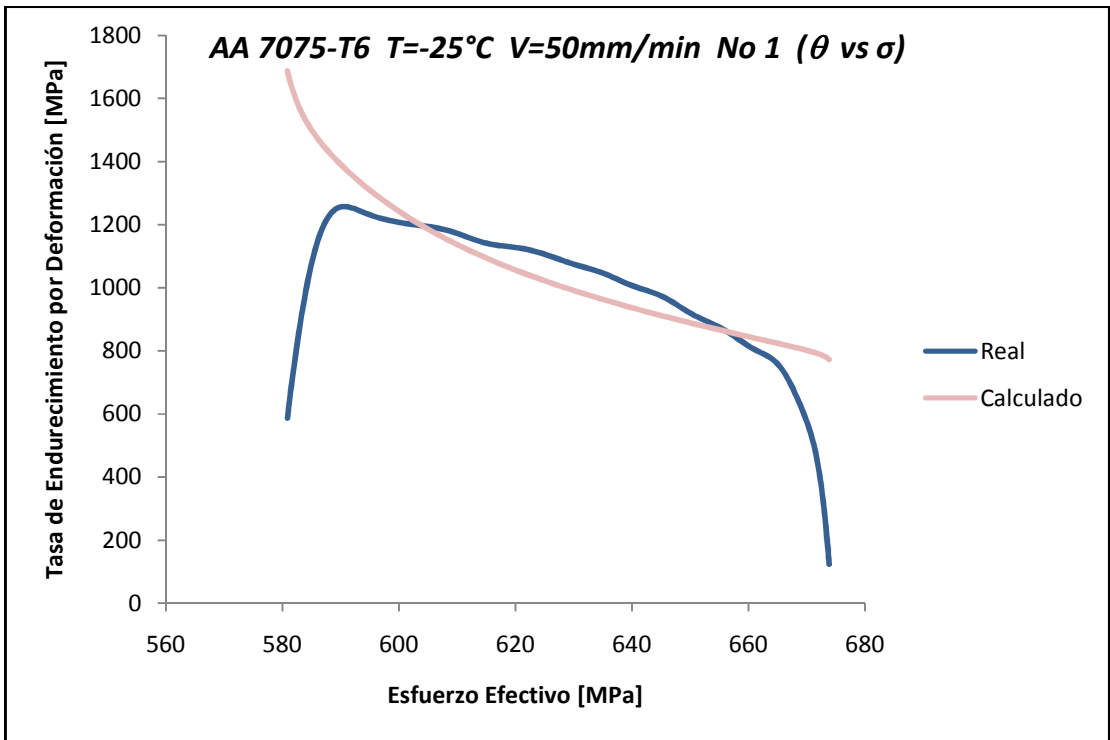


Fig.3.5.c

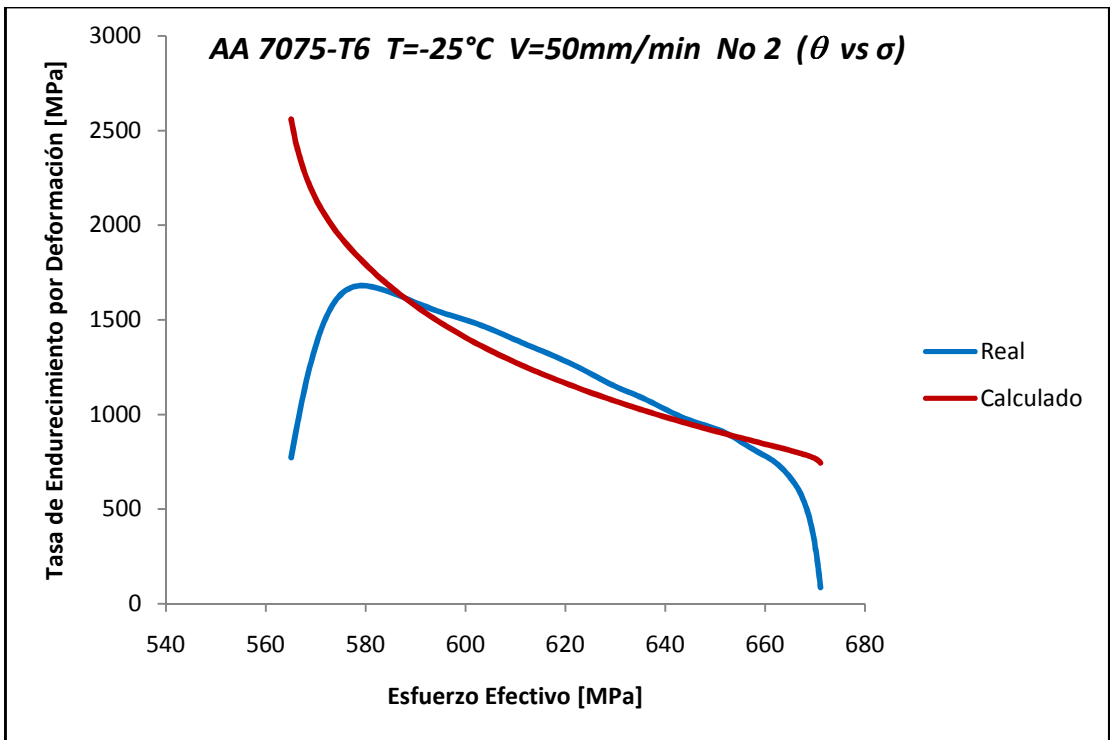


Fig.3.5.d

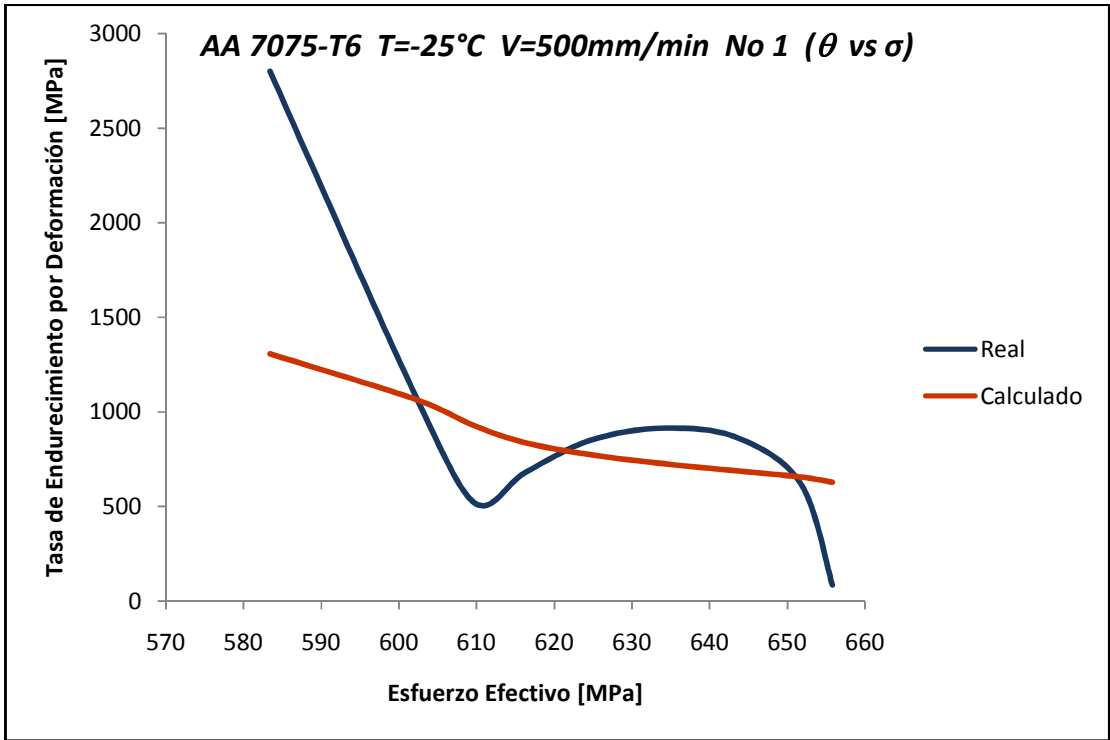


Fig.3.5.e

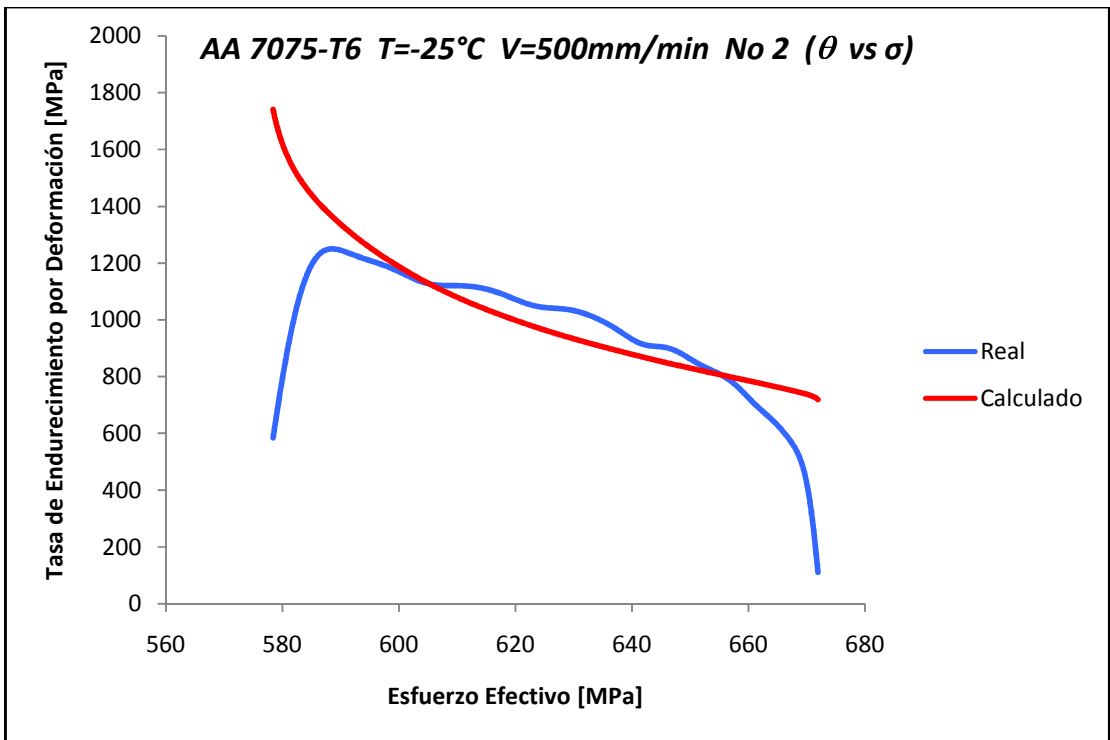


Fig.3.5.f

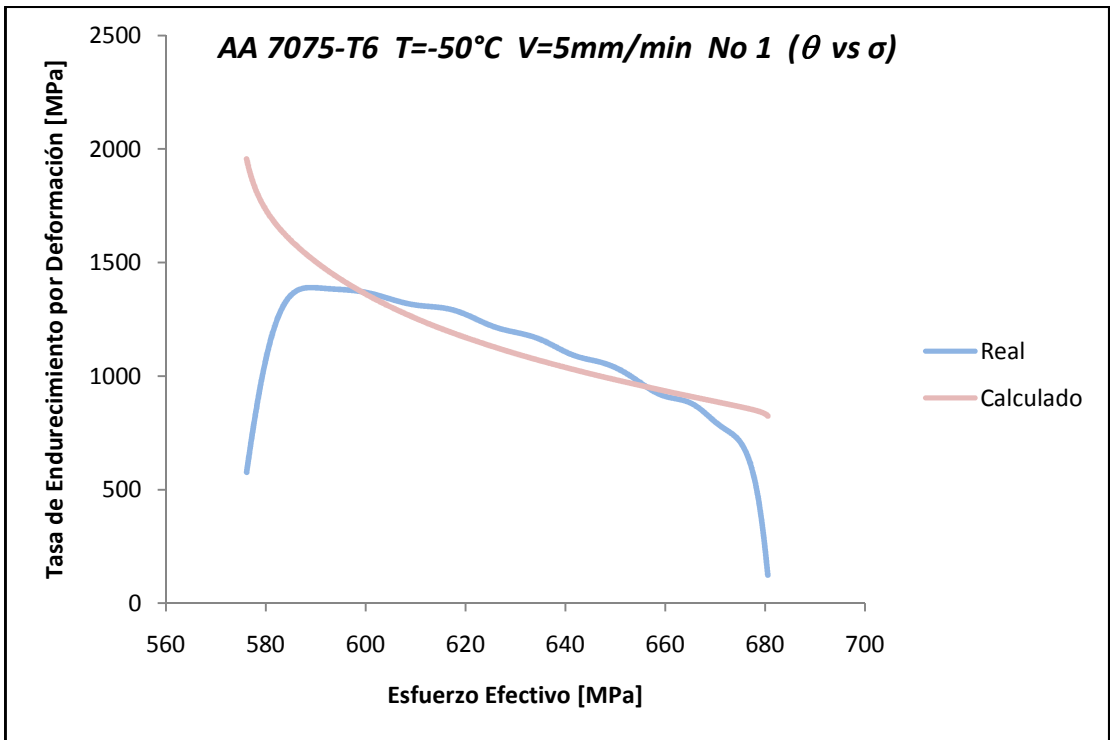


Fig.3.5.g

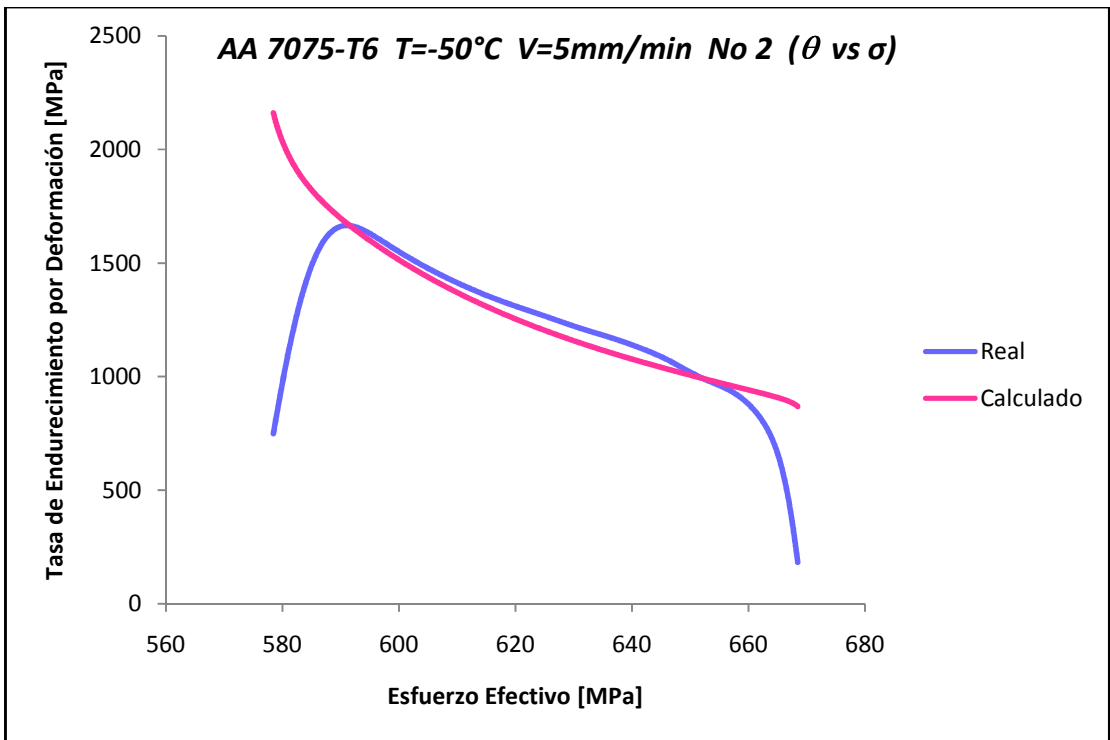


Fig.3.5.h

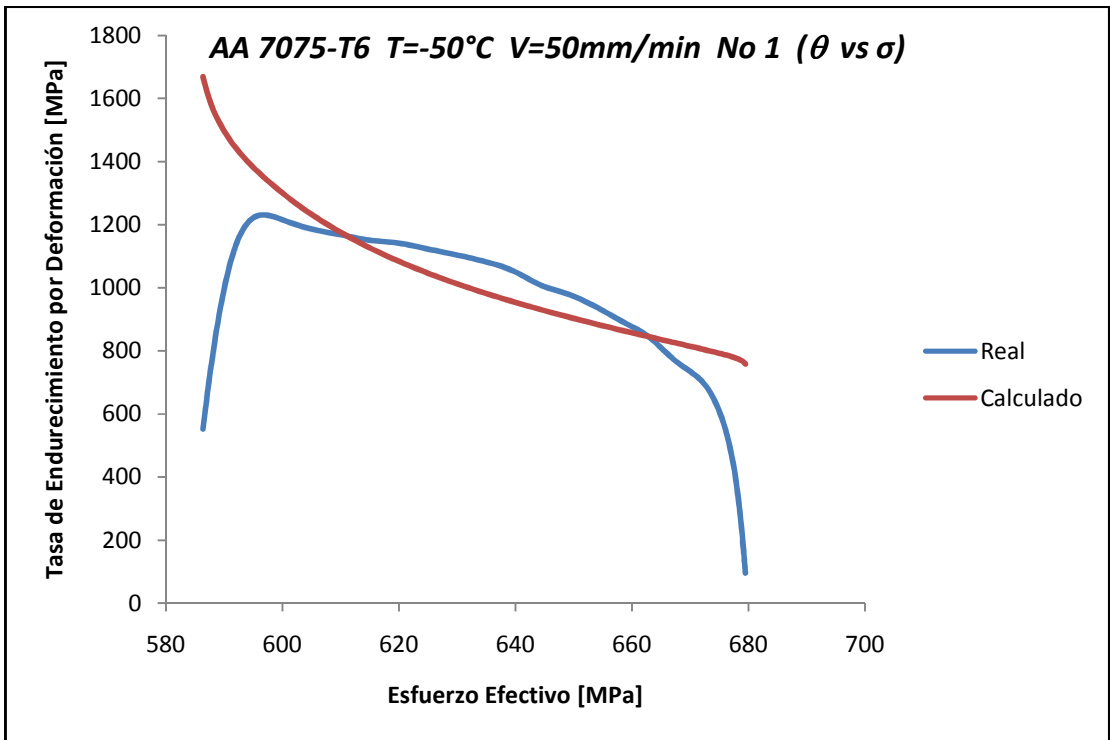


Fig.3.5.i

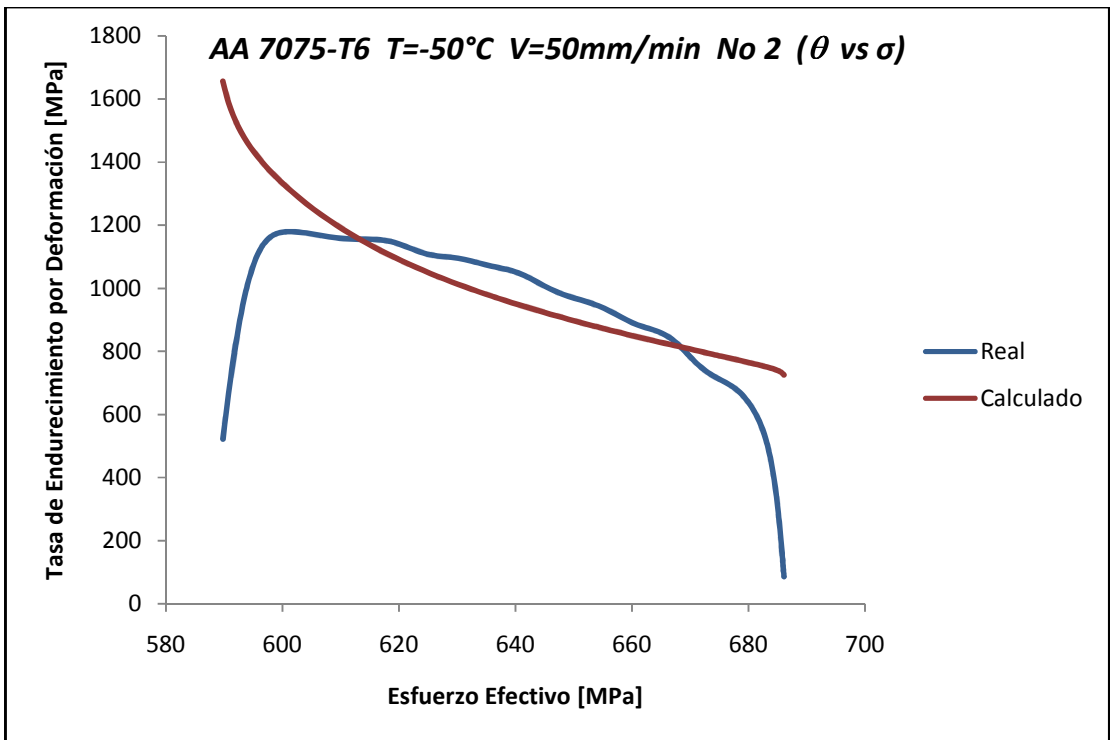


Fig.3.5.j

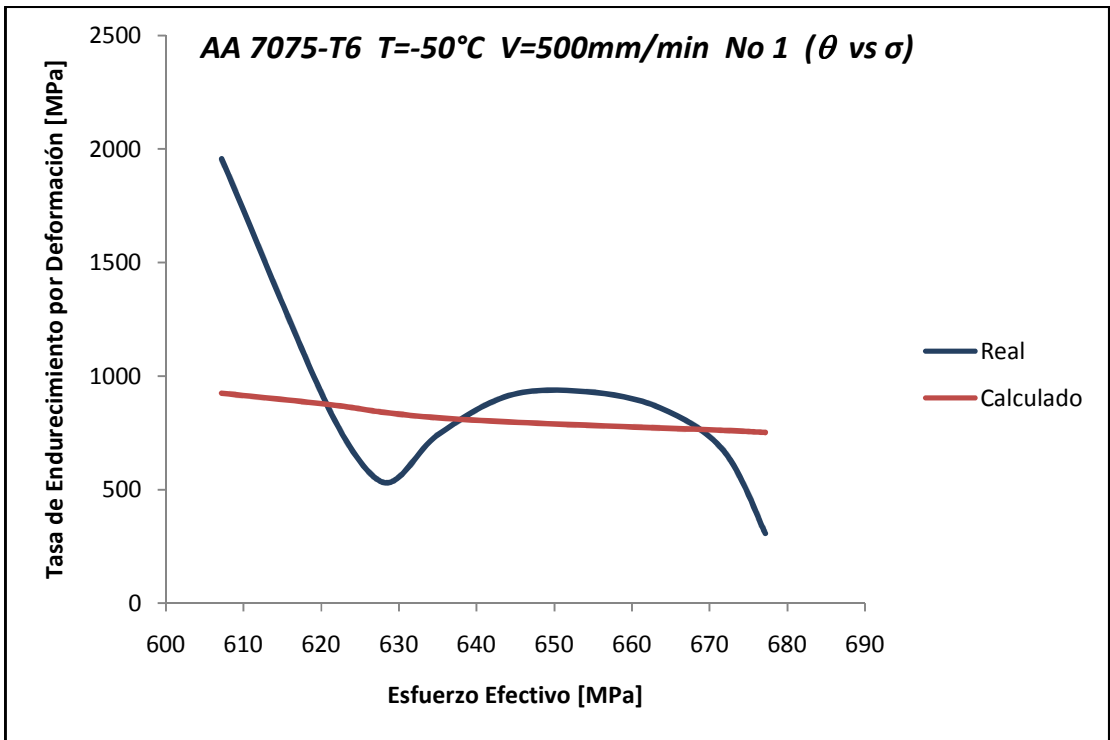


Fig.3.5.k

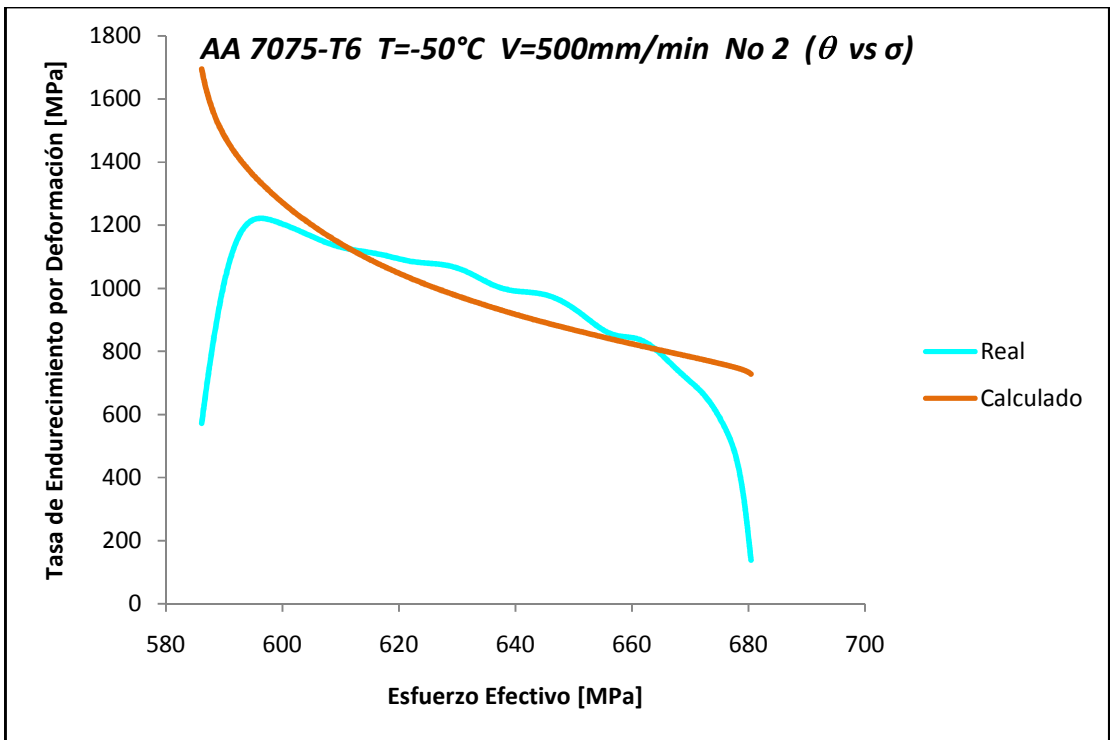


Fig.3.5.l

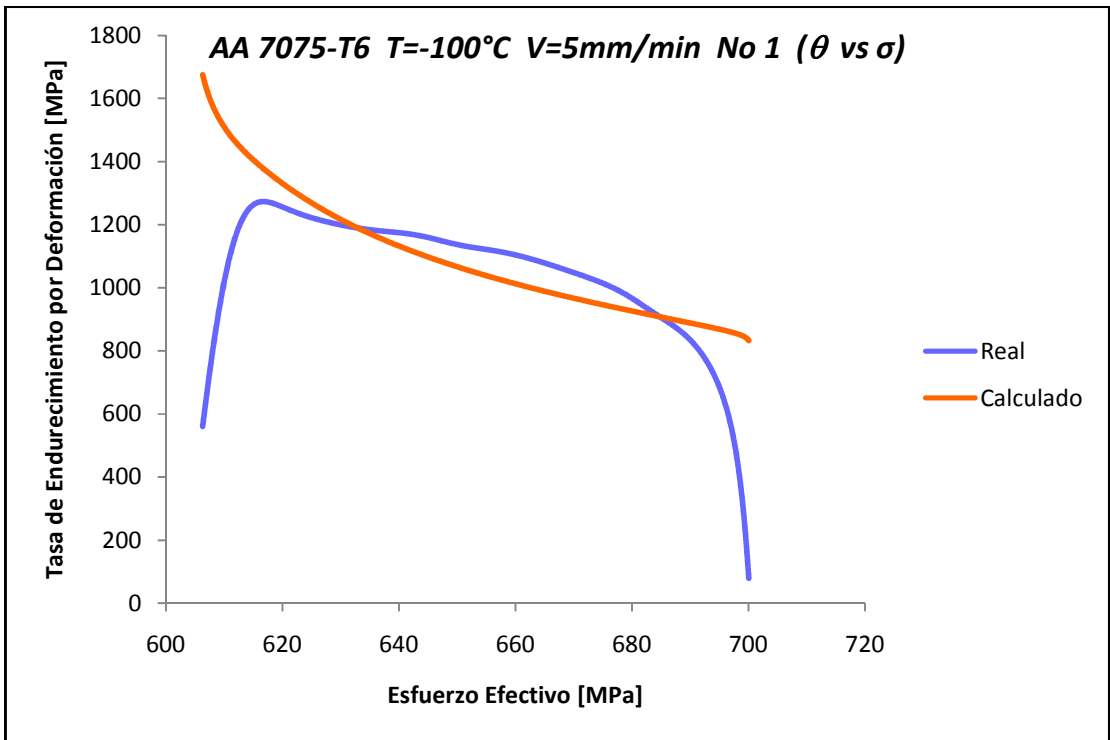


Fig.3.5.m

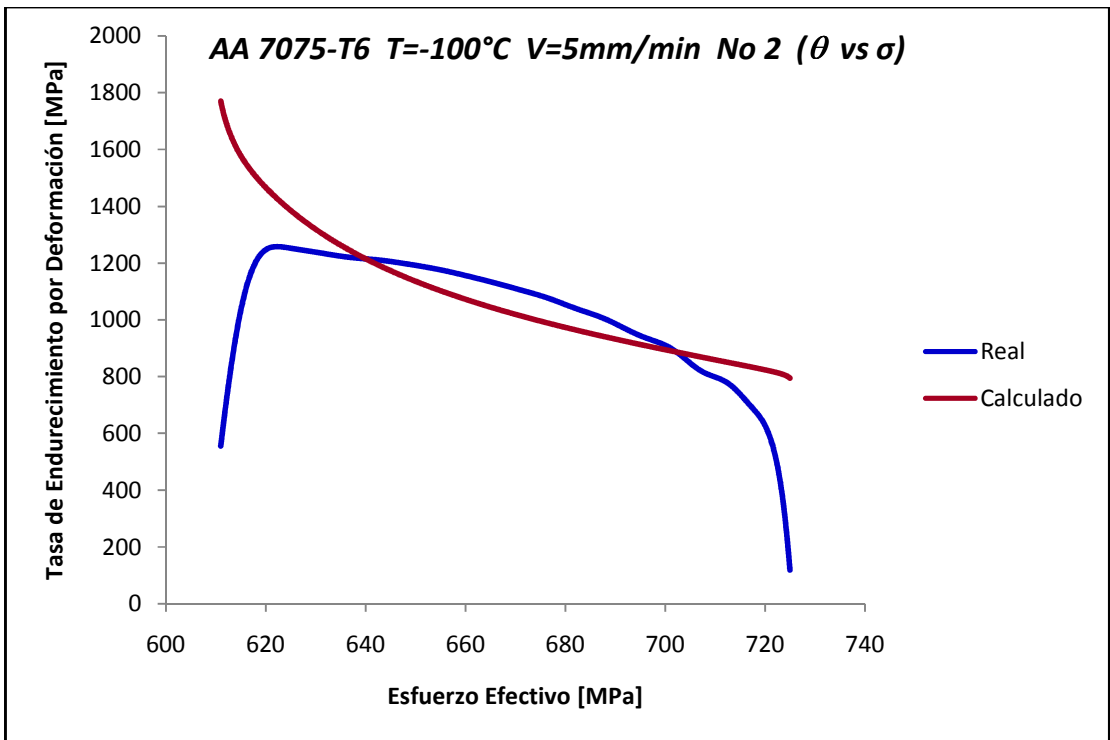


Fig.3.5.n

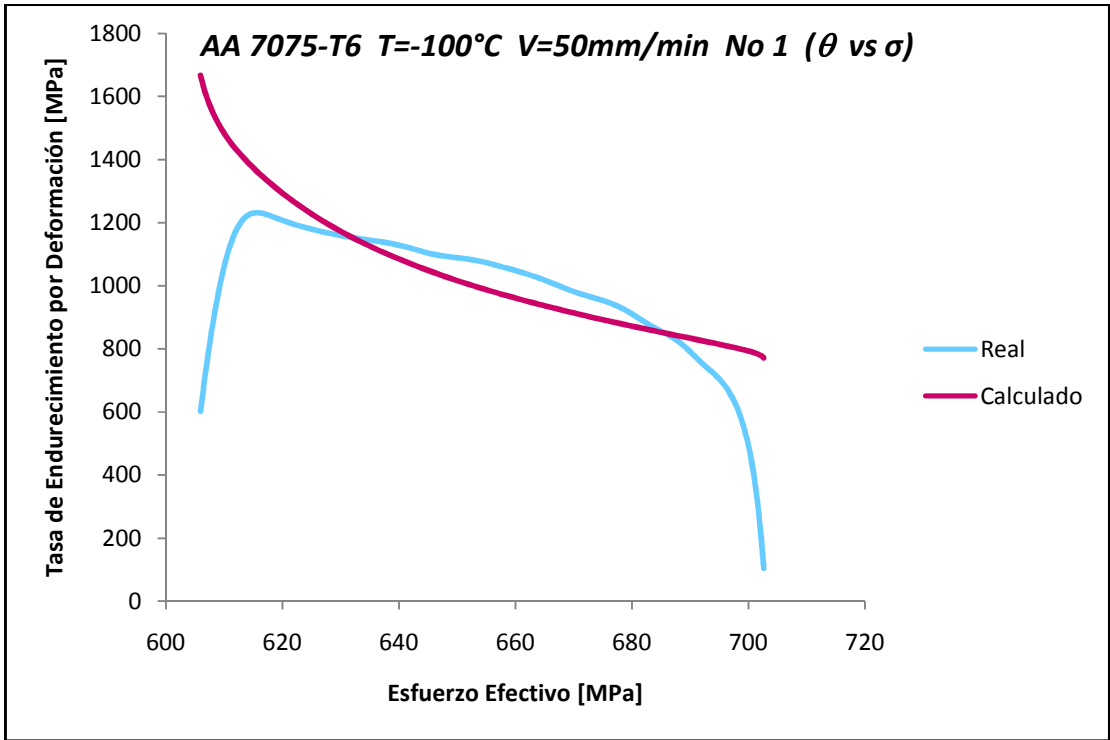


Fig.3.5.ñ

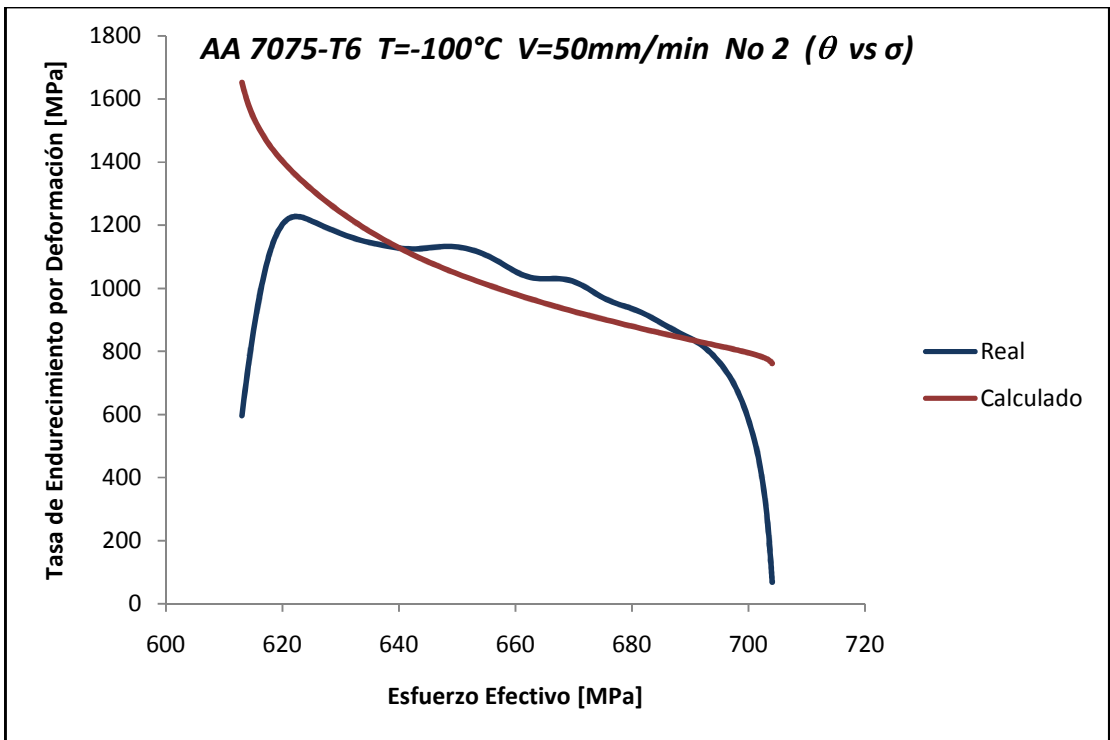


Fig.3.5.o

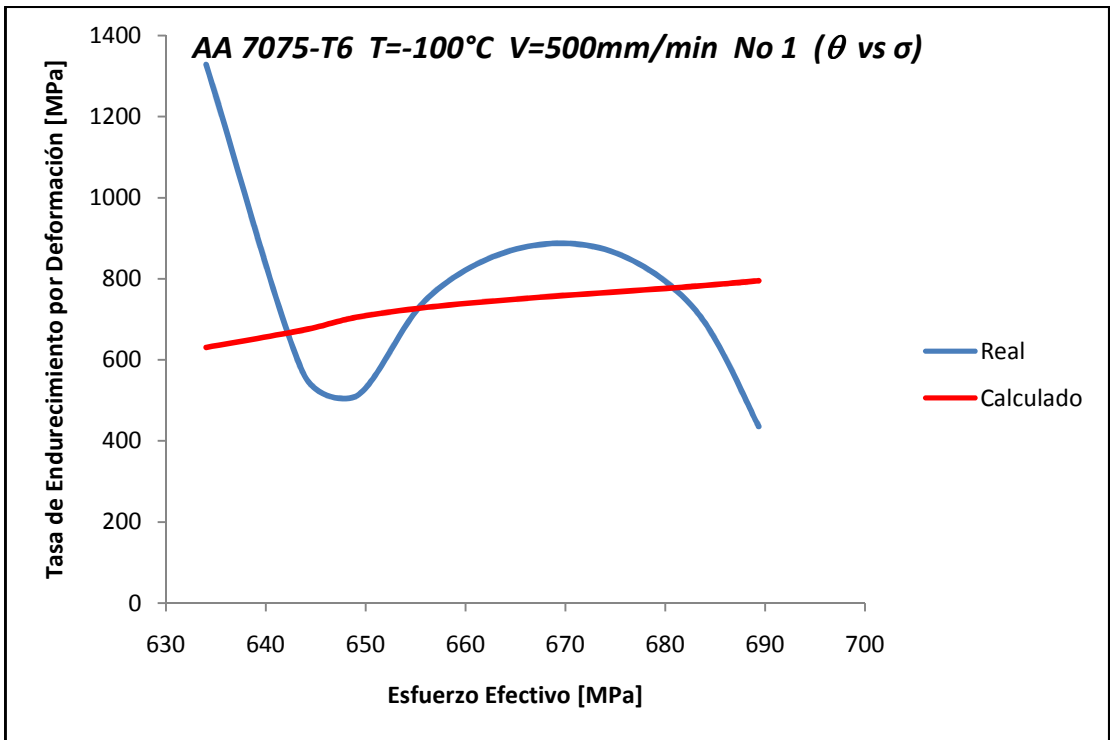


Fig.3.5.p

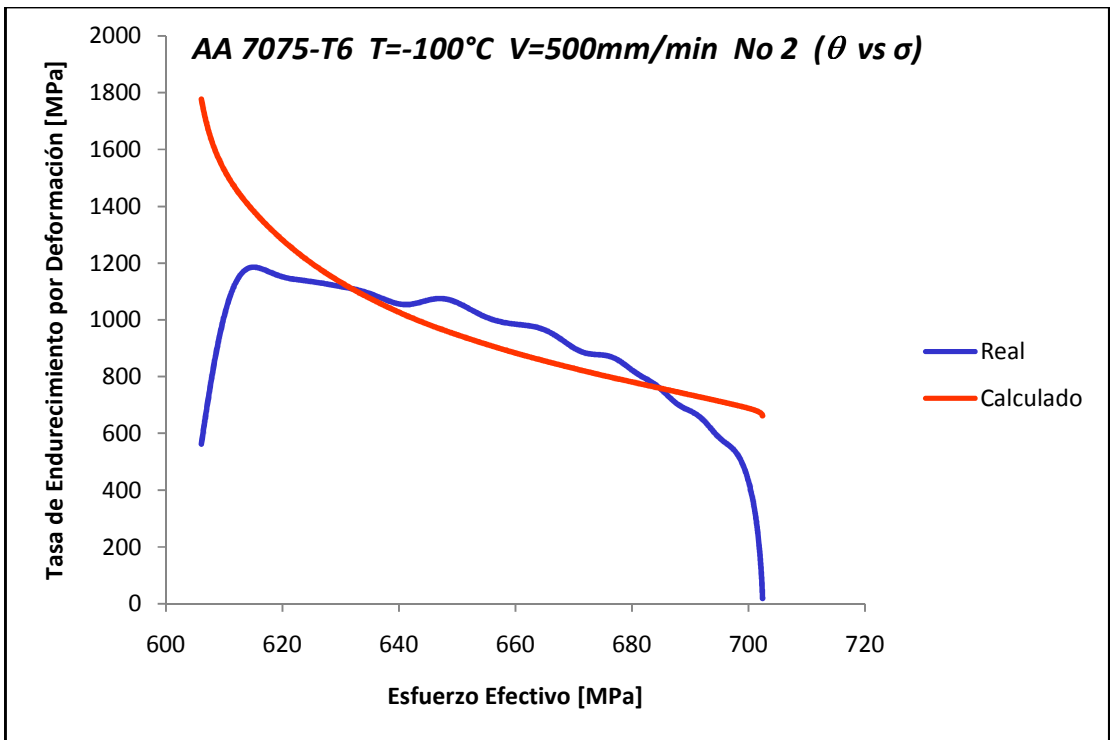


Fig.3.5.q

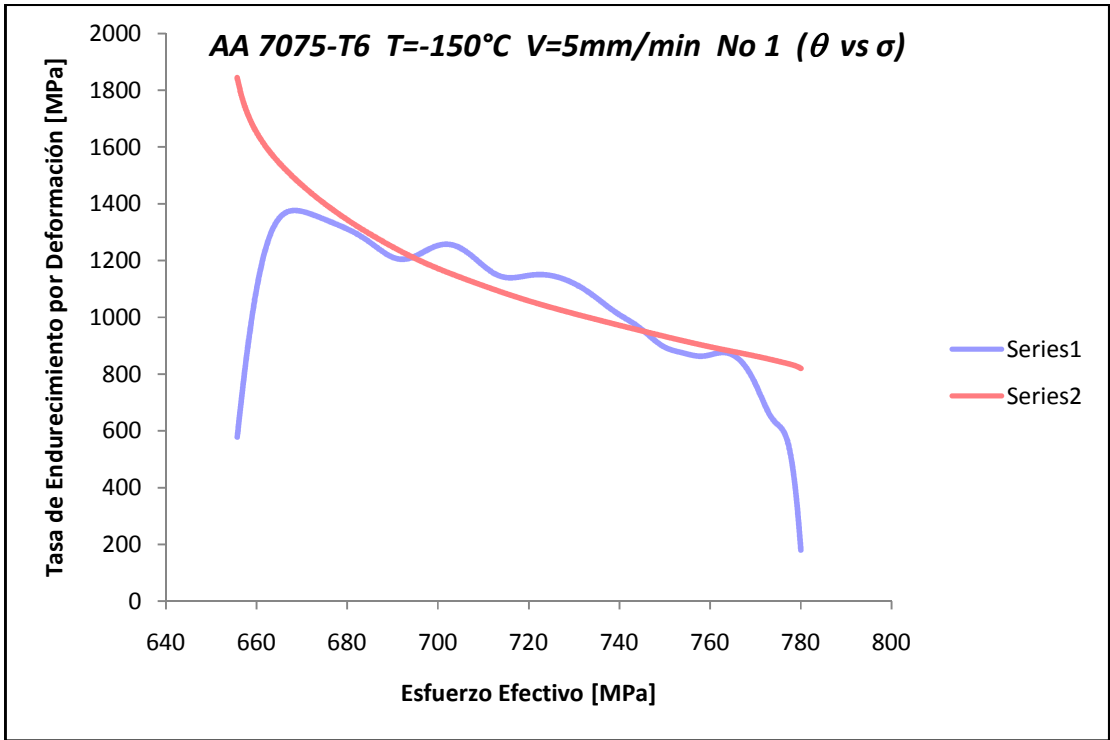


Fig.3.5.r

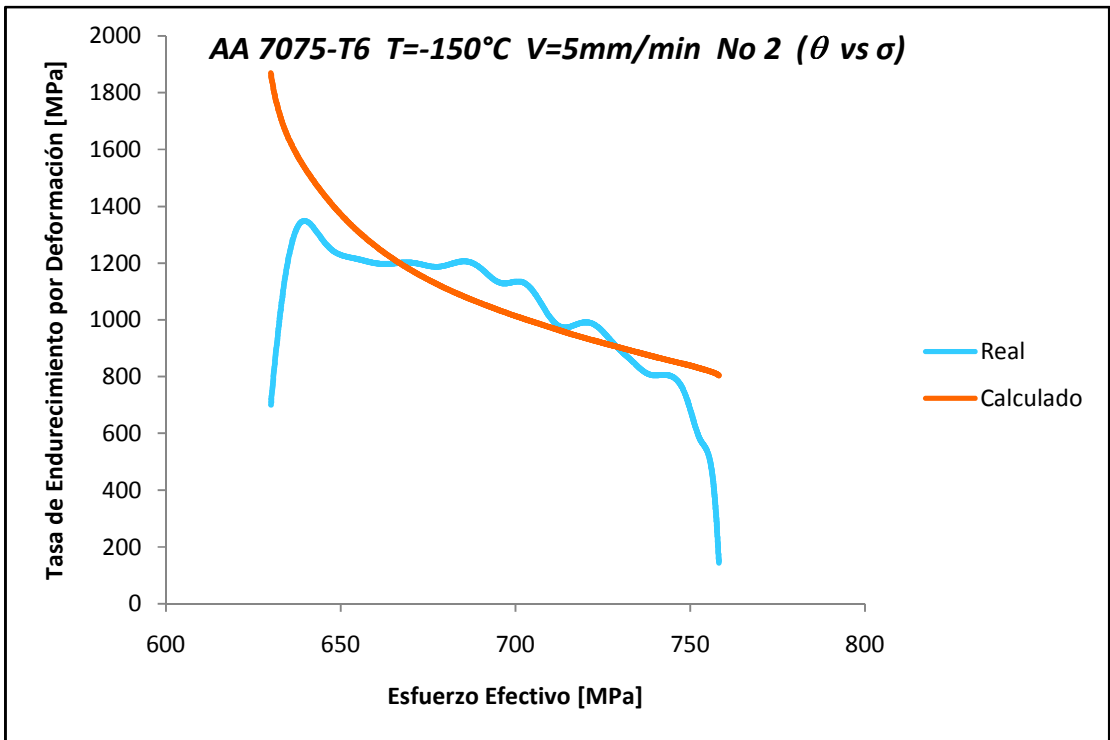


Fig.3.5.s

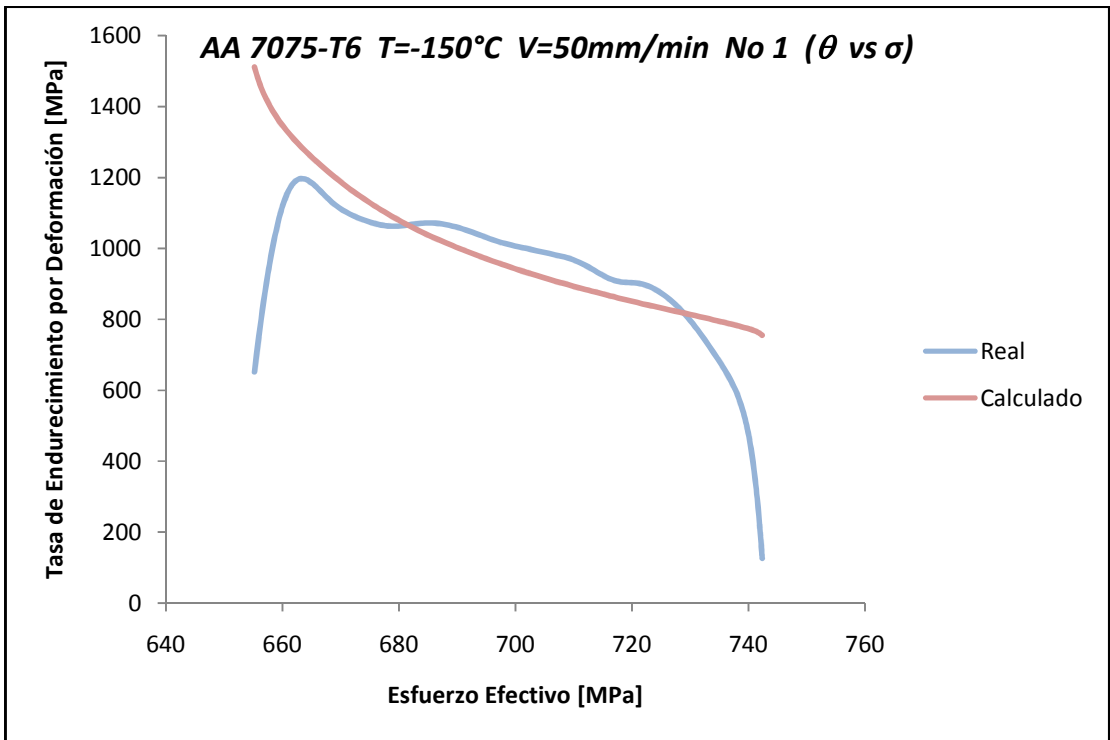


Fig.3.5.t

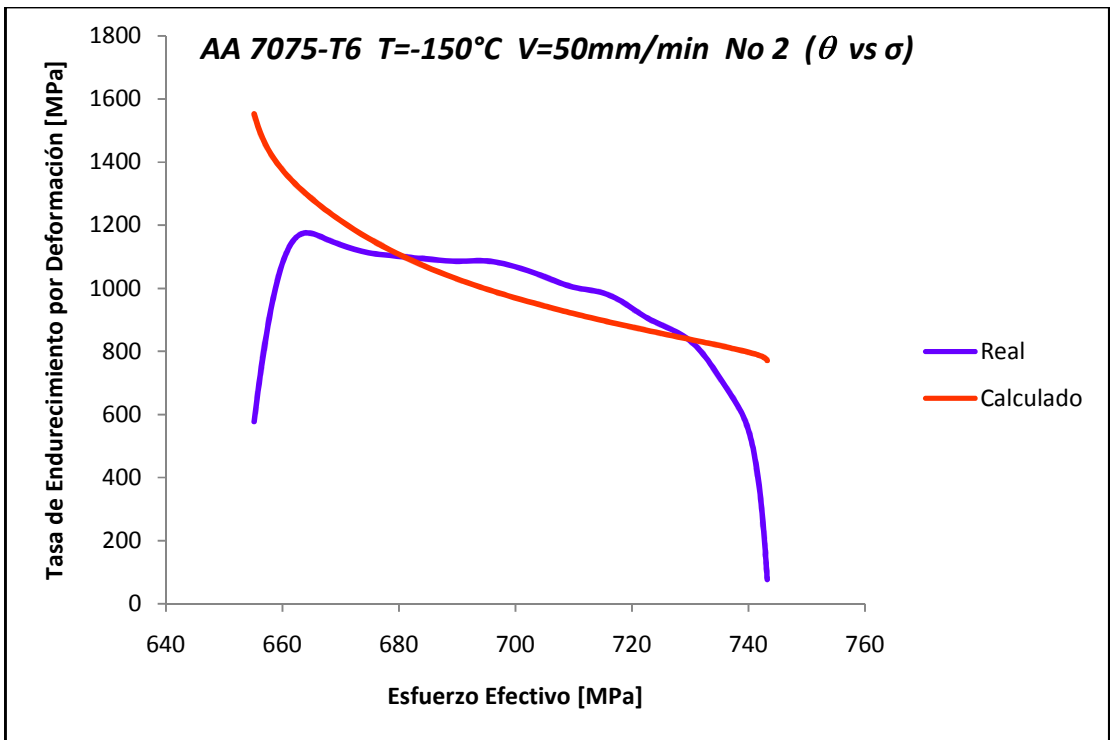


Fig.3.5.u

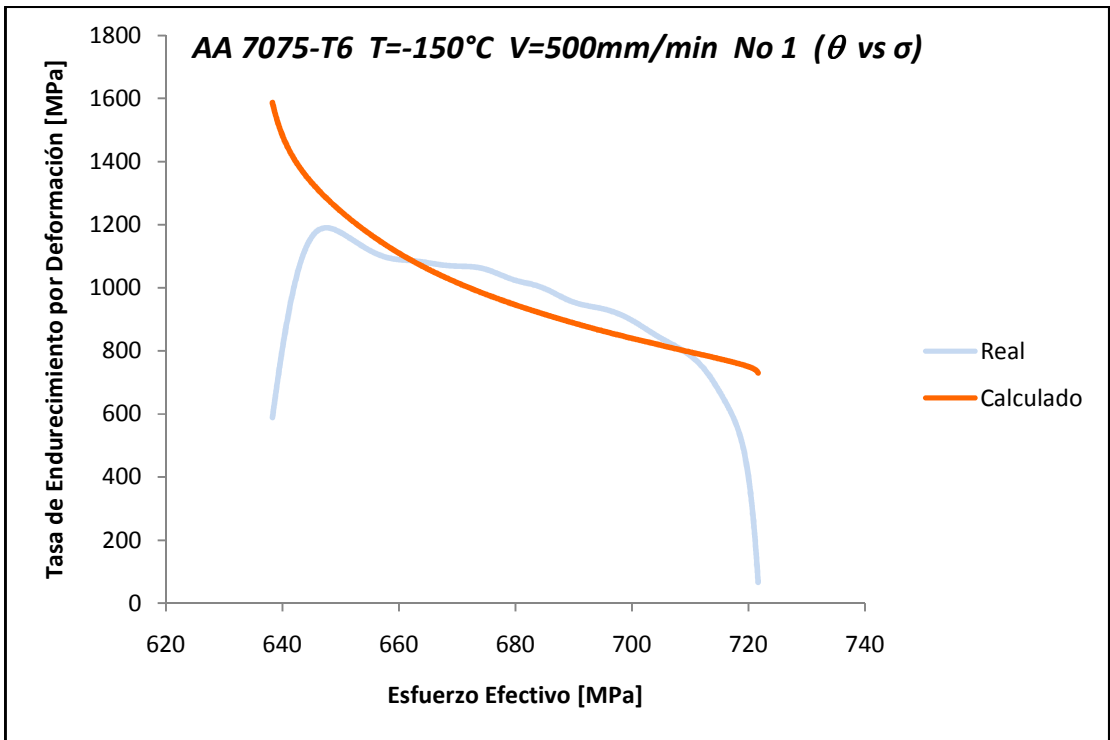


Fig.3.5.v

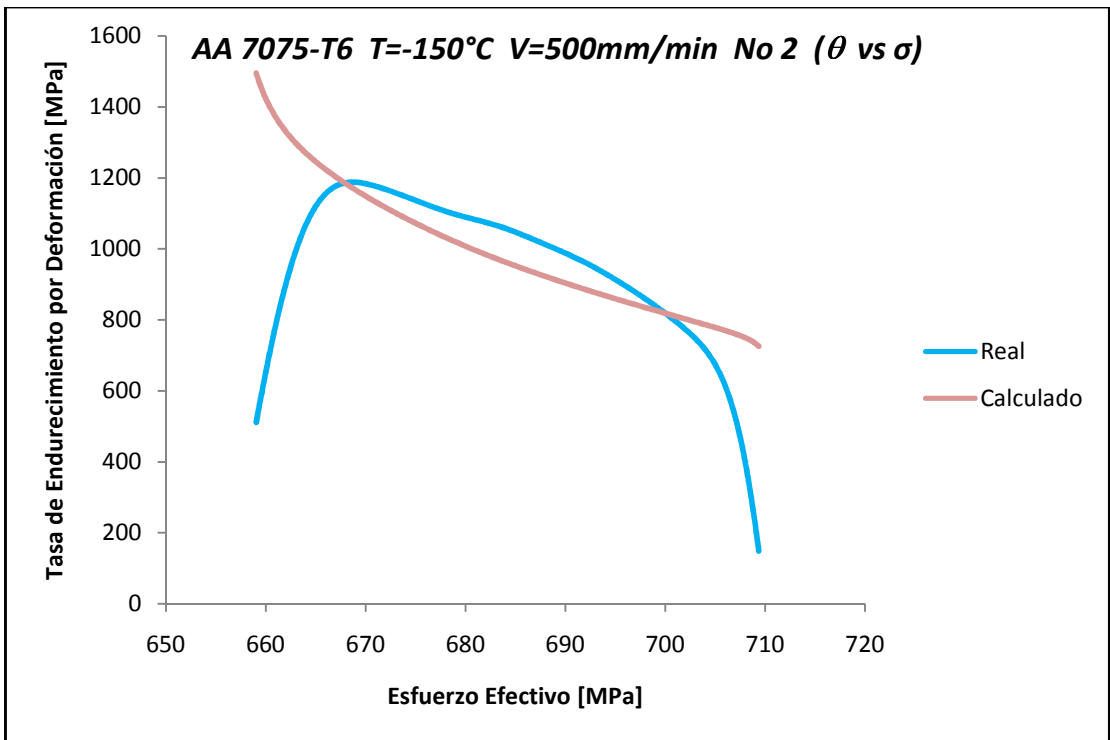


Fig.3.5.w

3.6. Gráficas a velocidad de cabezal variable (σ vs ϵ) y ($\dot{\epsilon}$ vs ϵ)

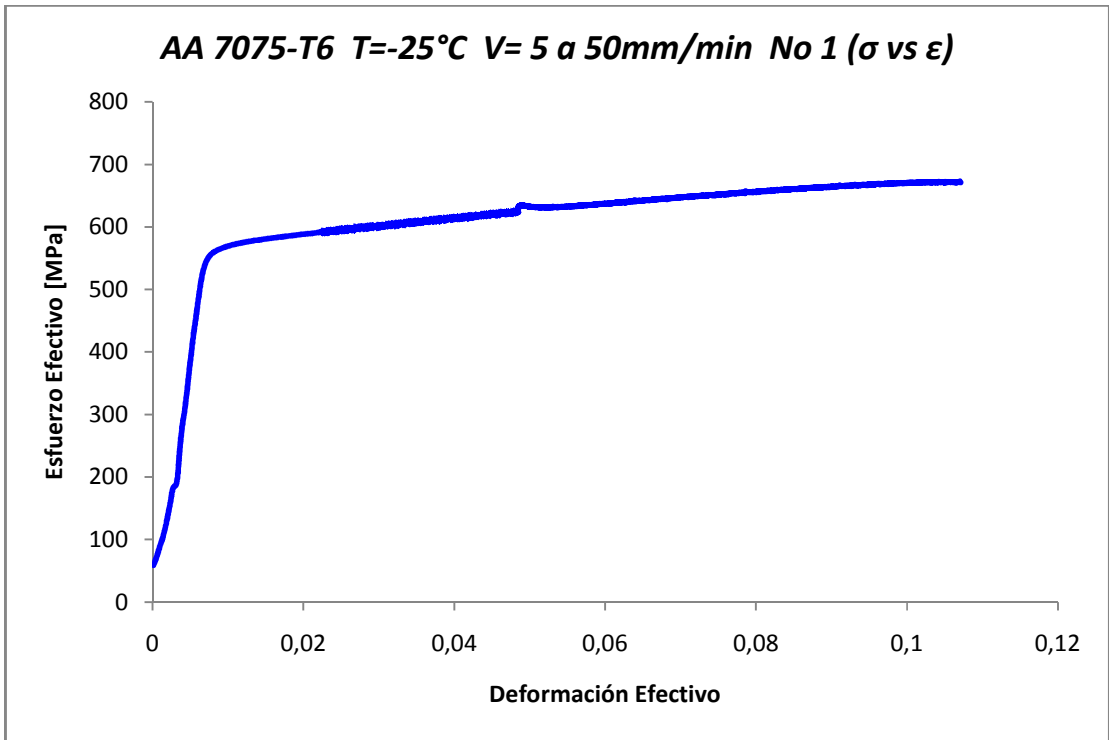


Fig.3.6.a.1

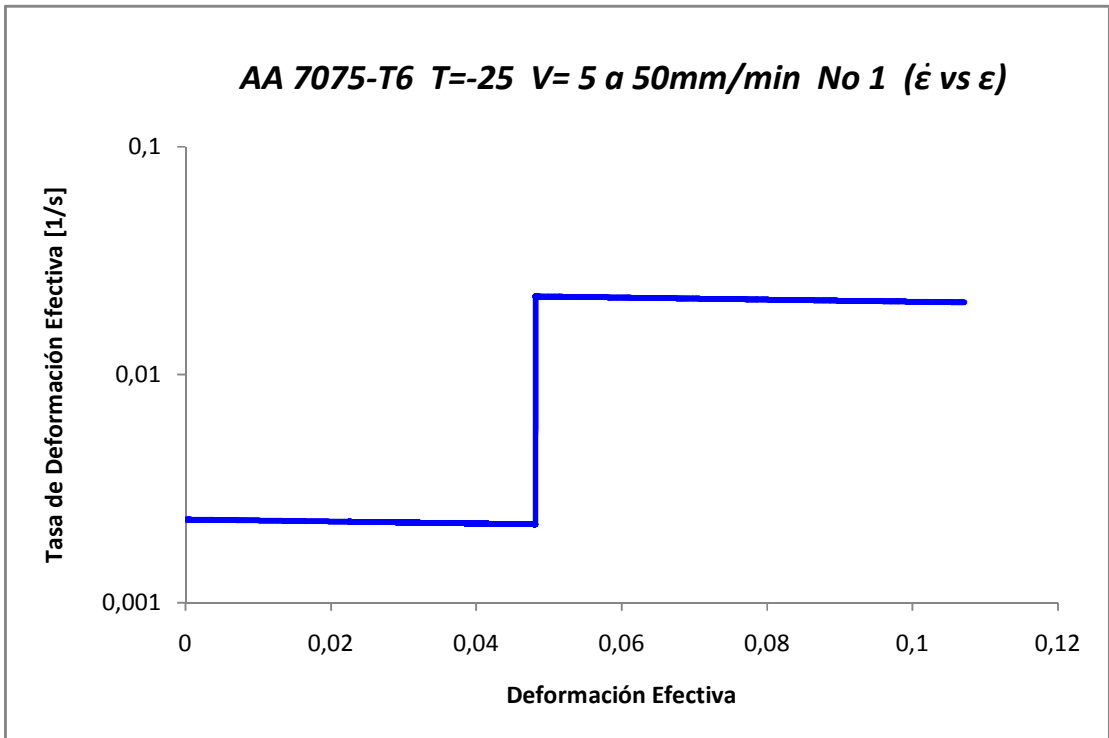


Fig.3.6.a.2

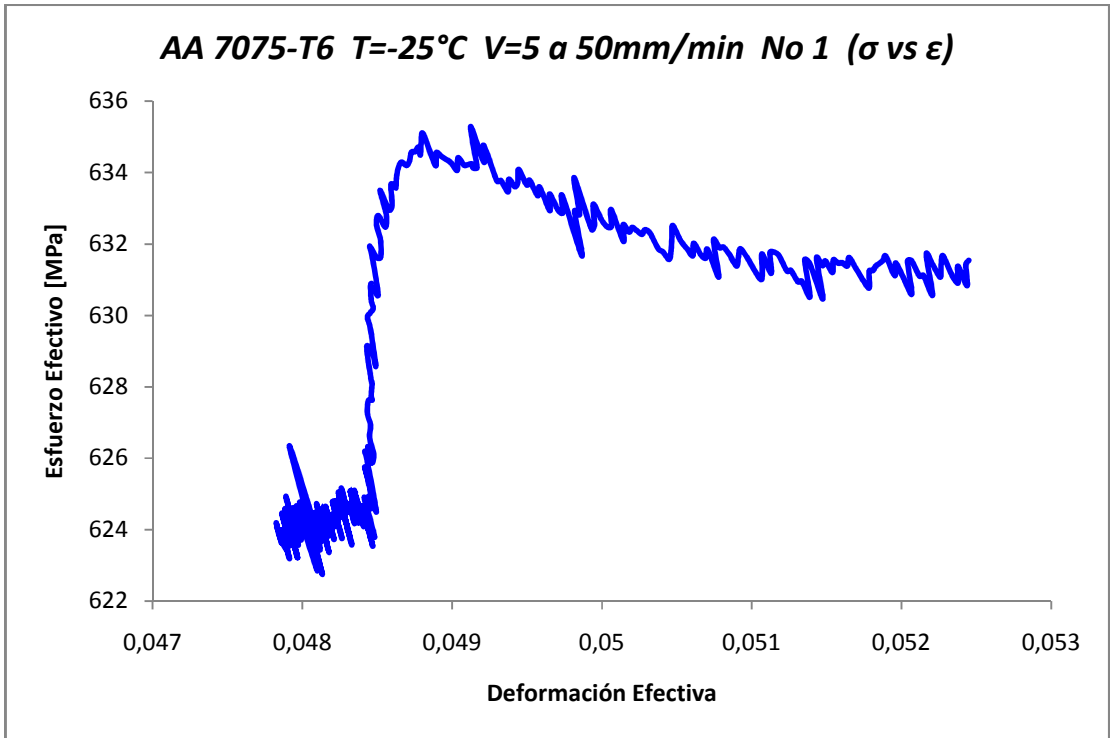


Fig.3.6.a.3

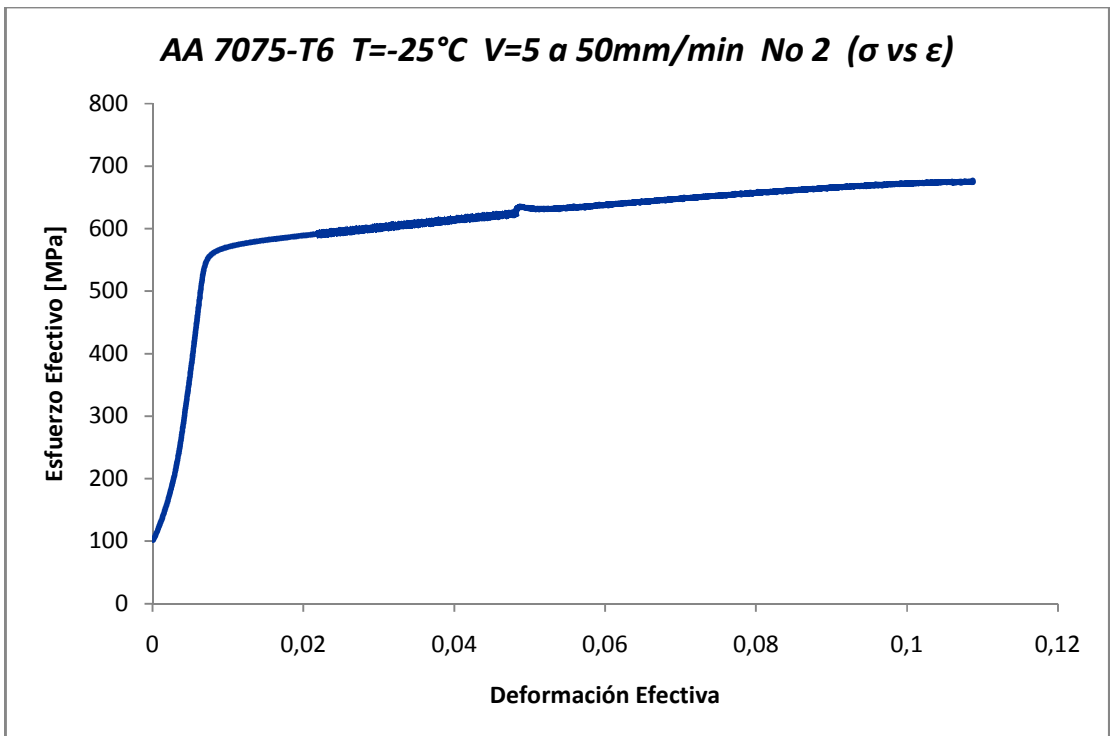


Fig.3.6.b.1

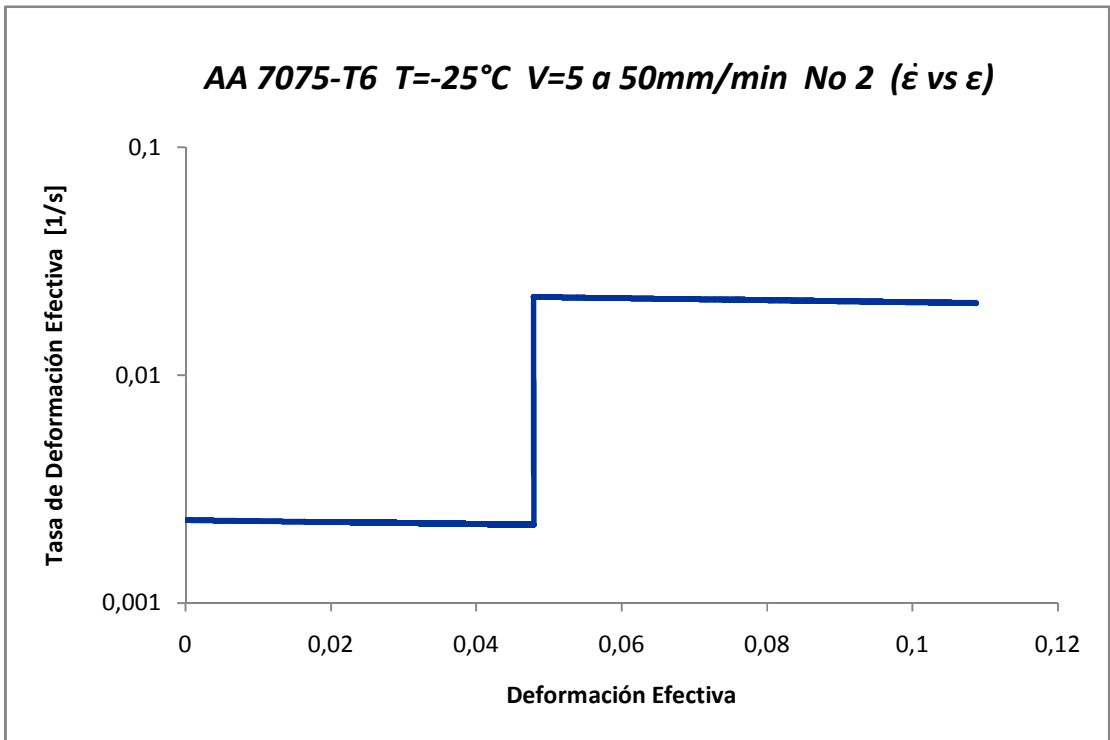


Fig.3.6.b.2

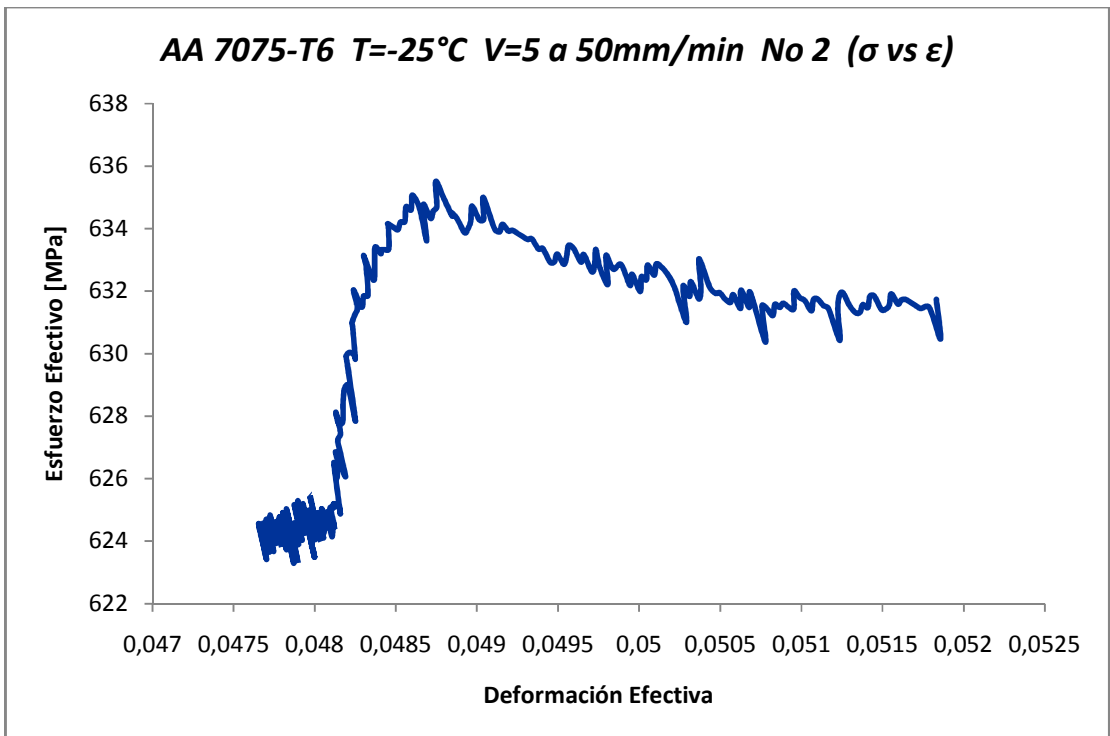


Fig.3.6.b.3

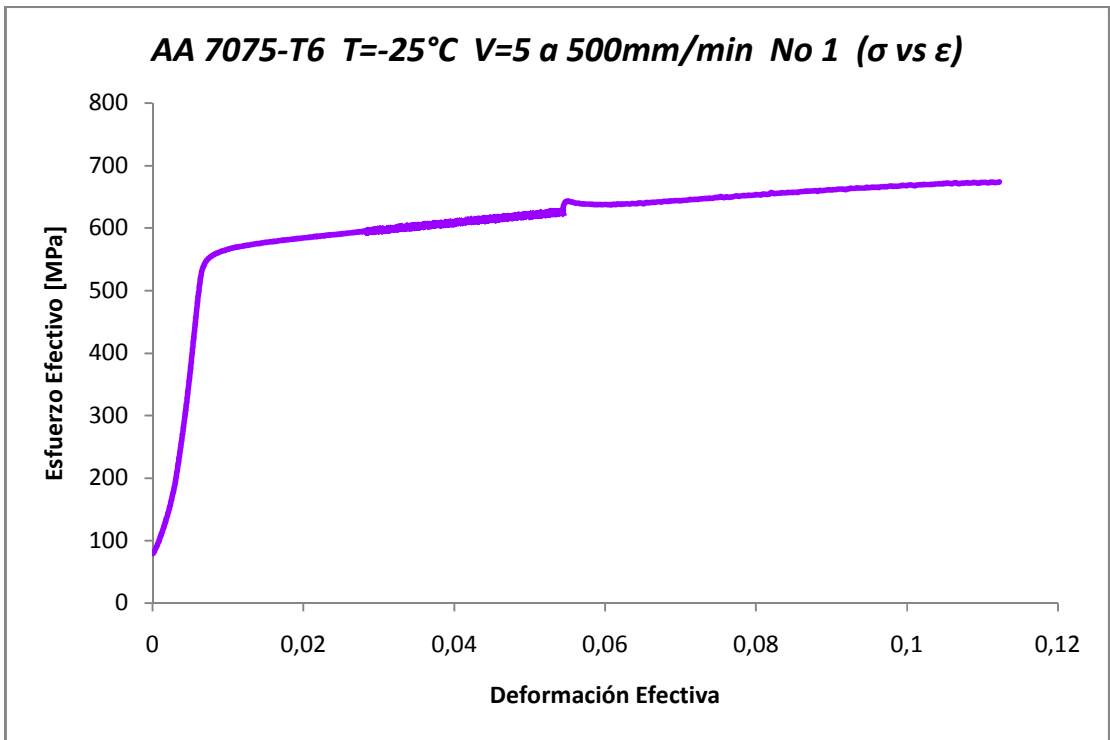


Fig.3.6.c.1

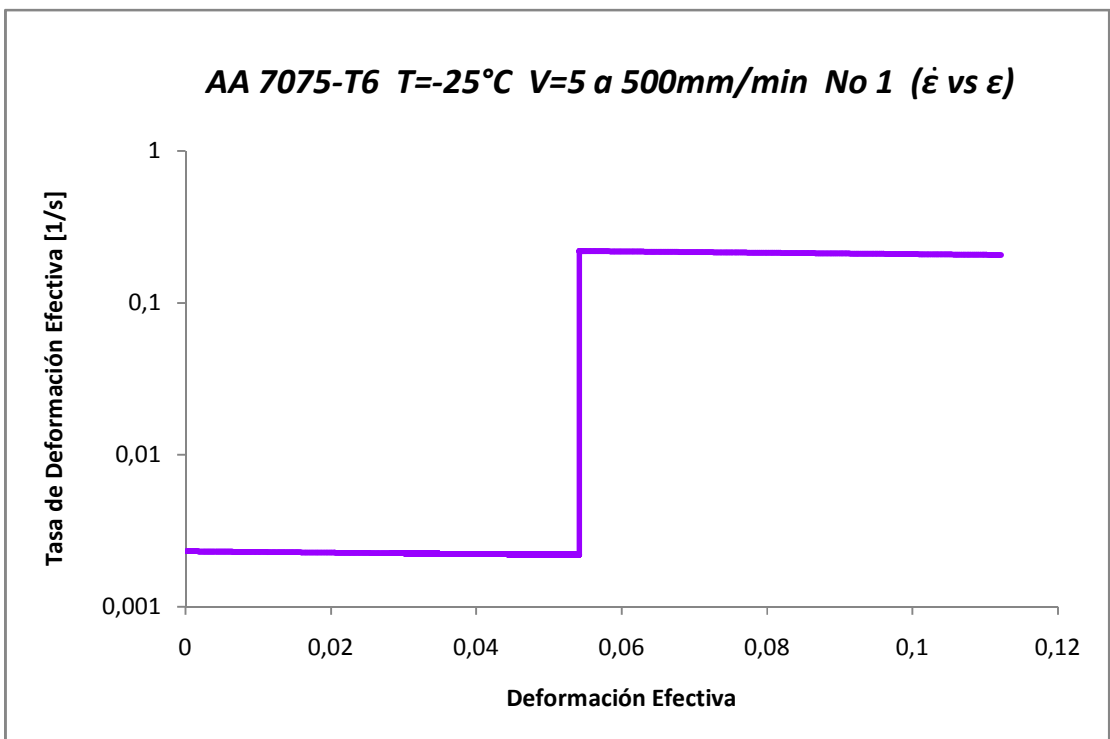


Fig.3.6.c.2

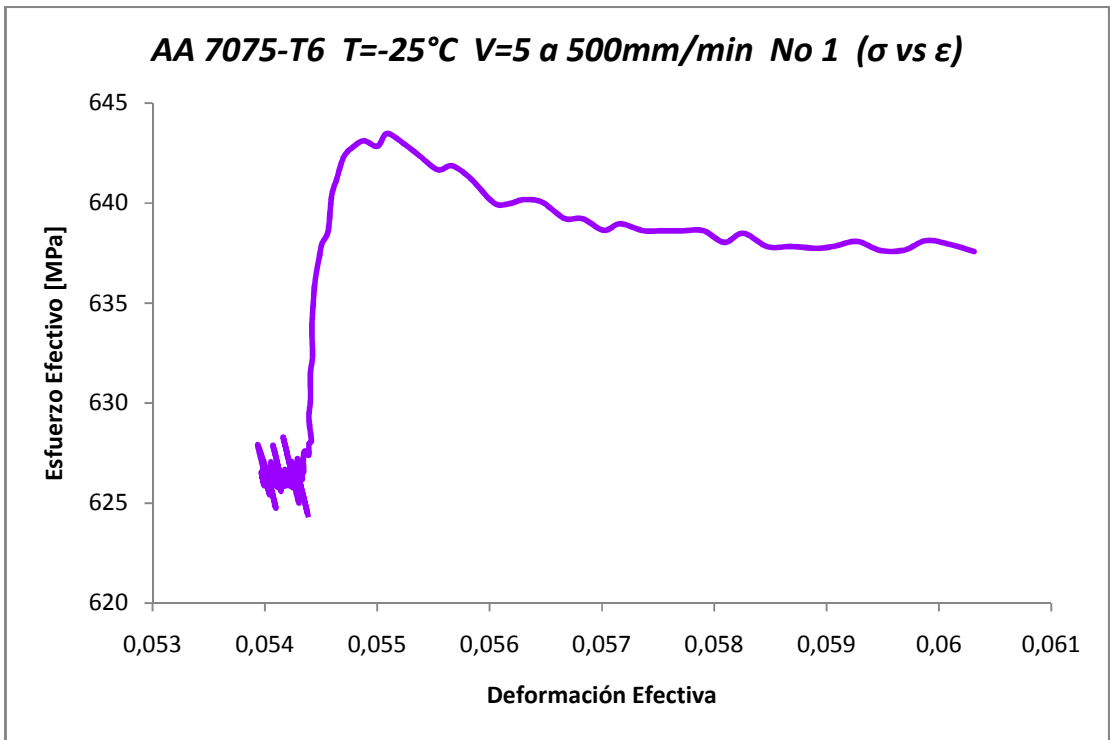


Fig.3.6.c.3

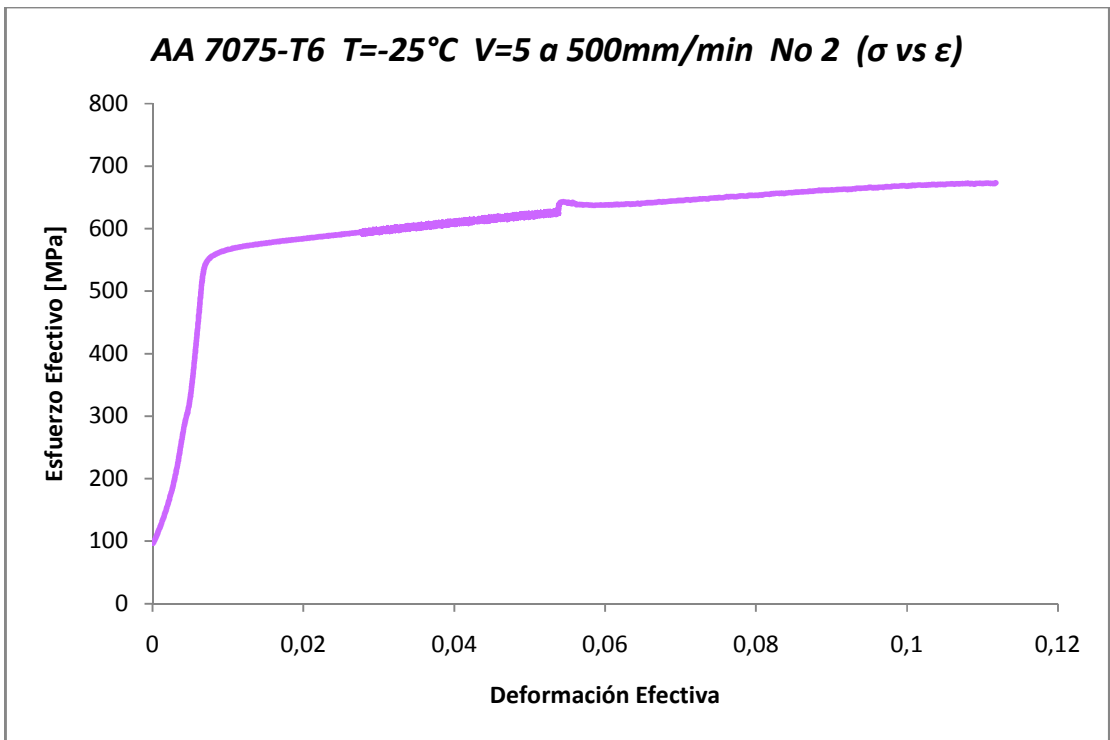


Fig.3.6.d.1

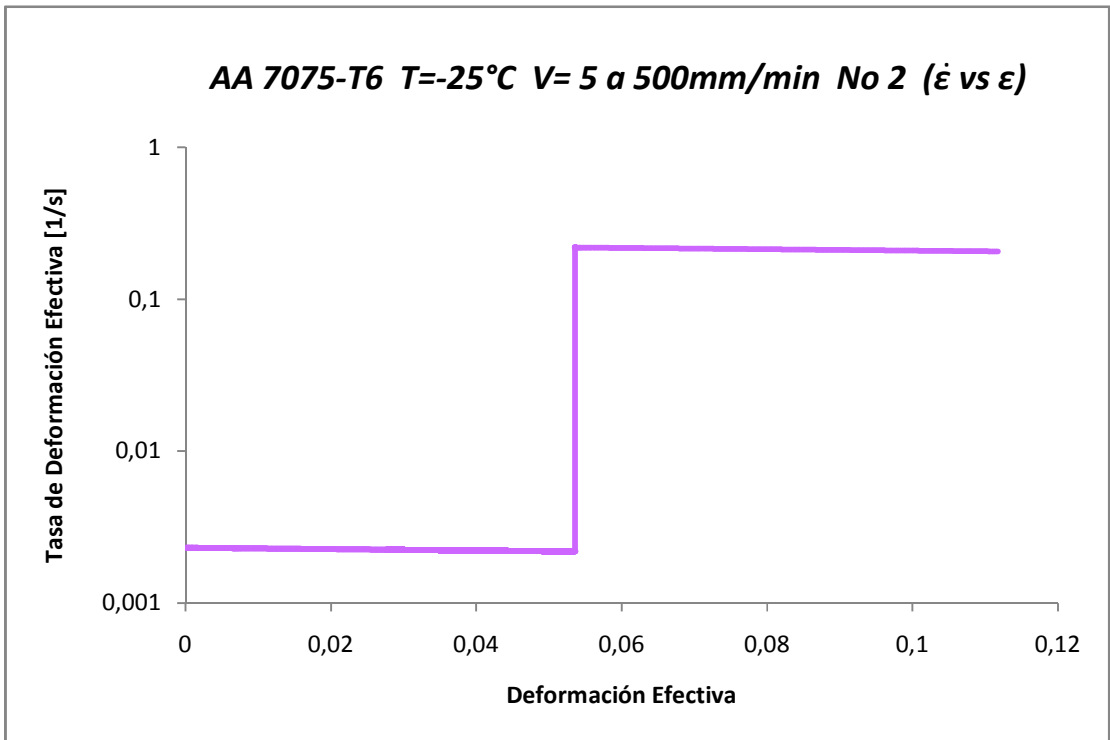


Fig.3.6.d.2

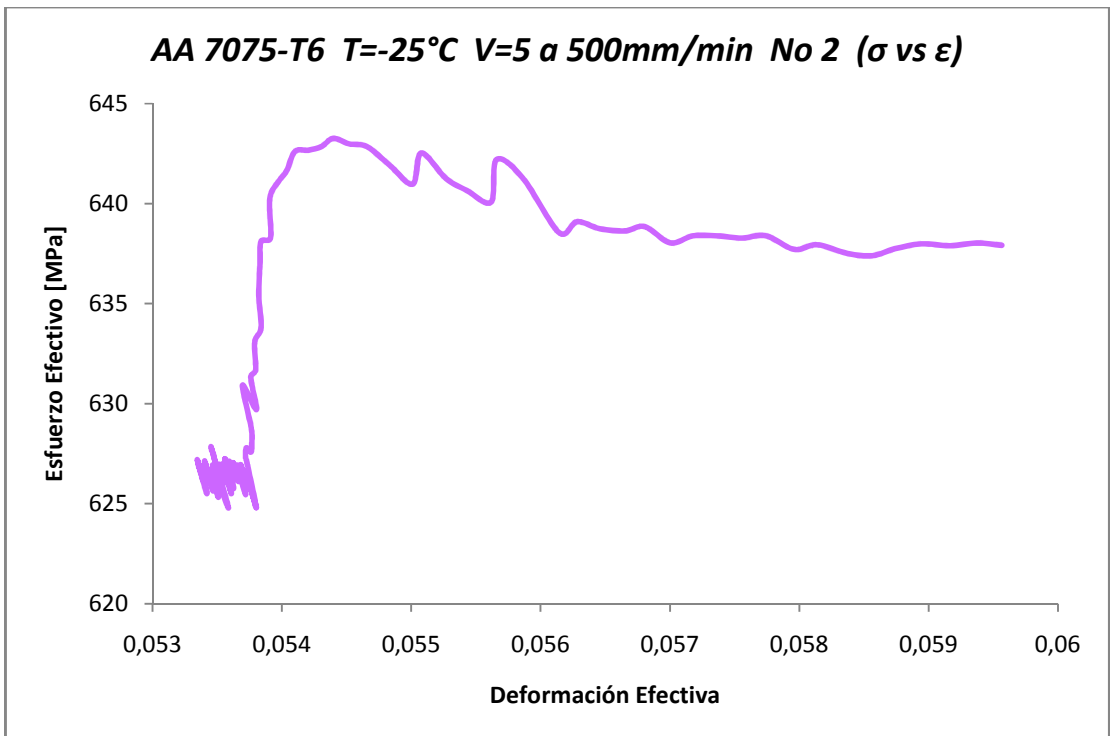


Fig.3.6.d.3

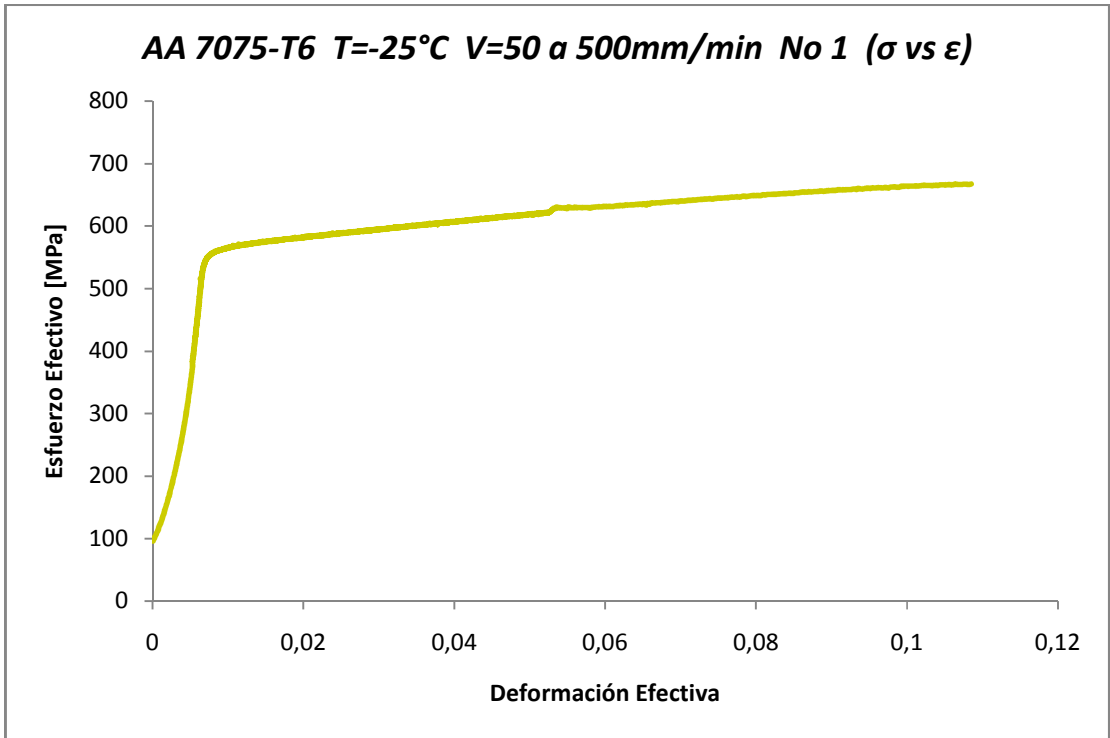


Fig.3.6.e.1

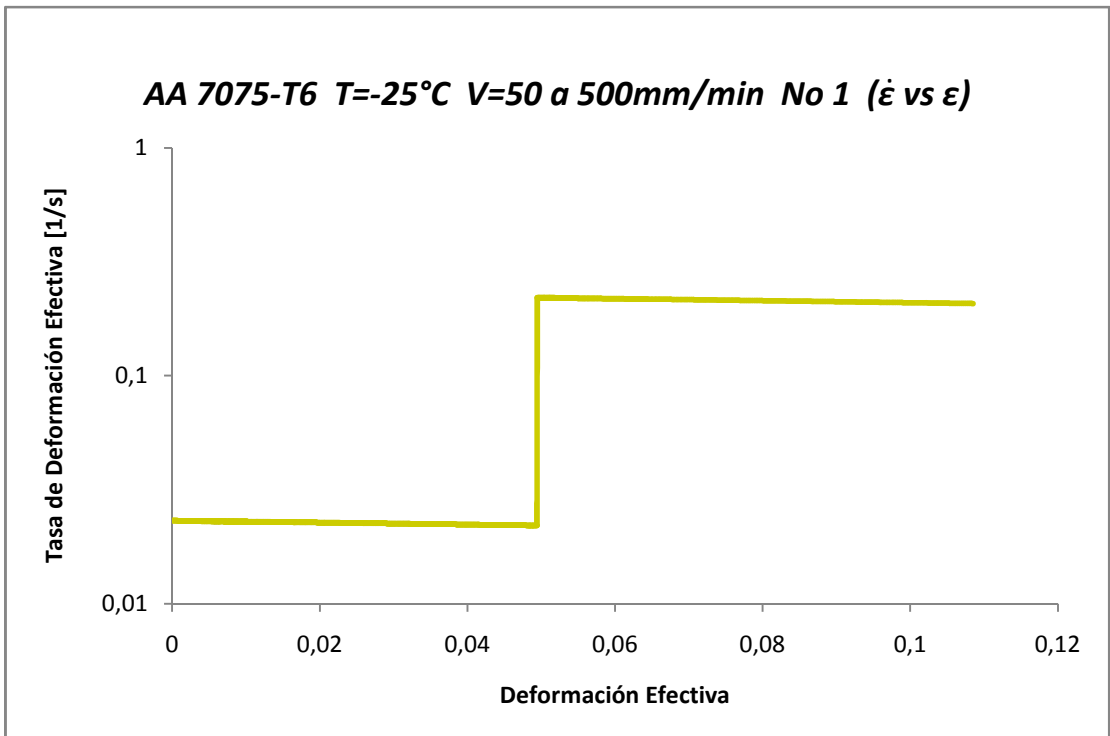


Fig.3.6.e.2

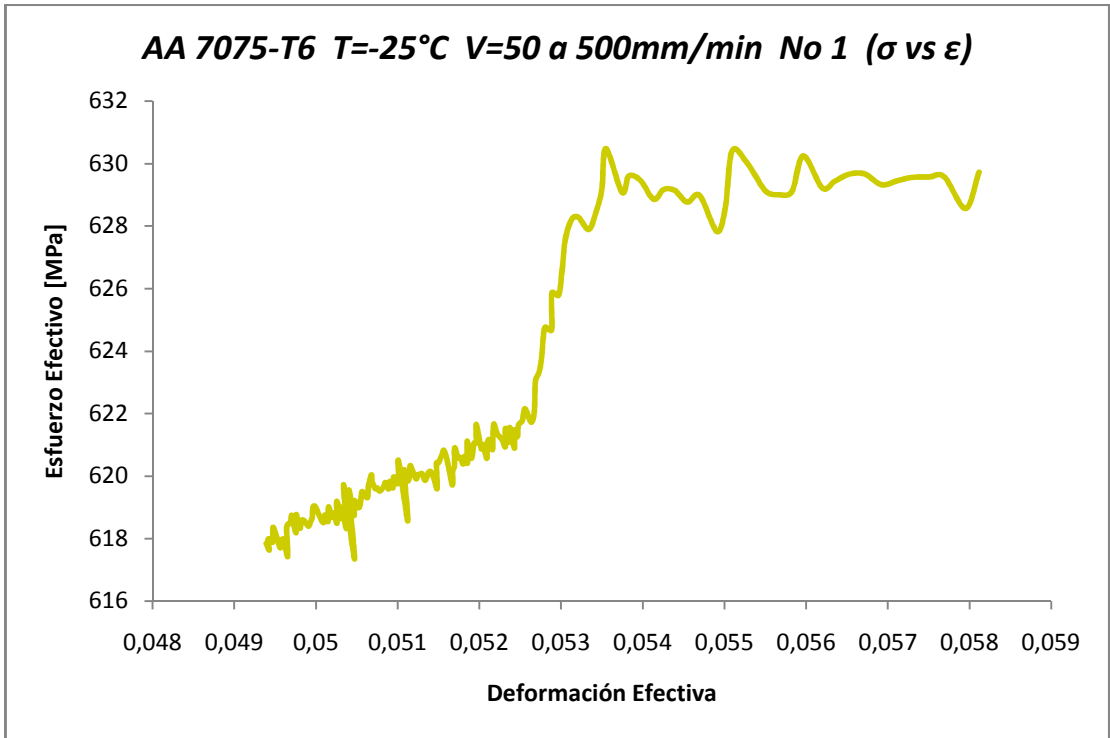


Fig.3.6.e.3

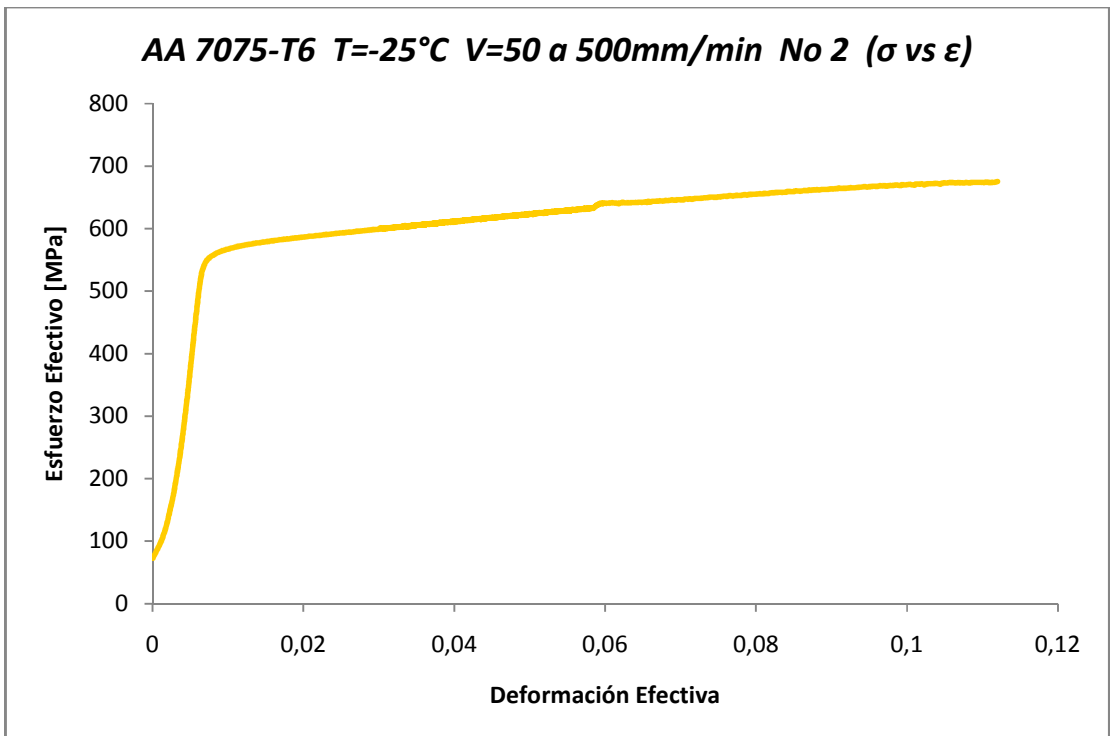


Fig.3.6.f.1

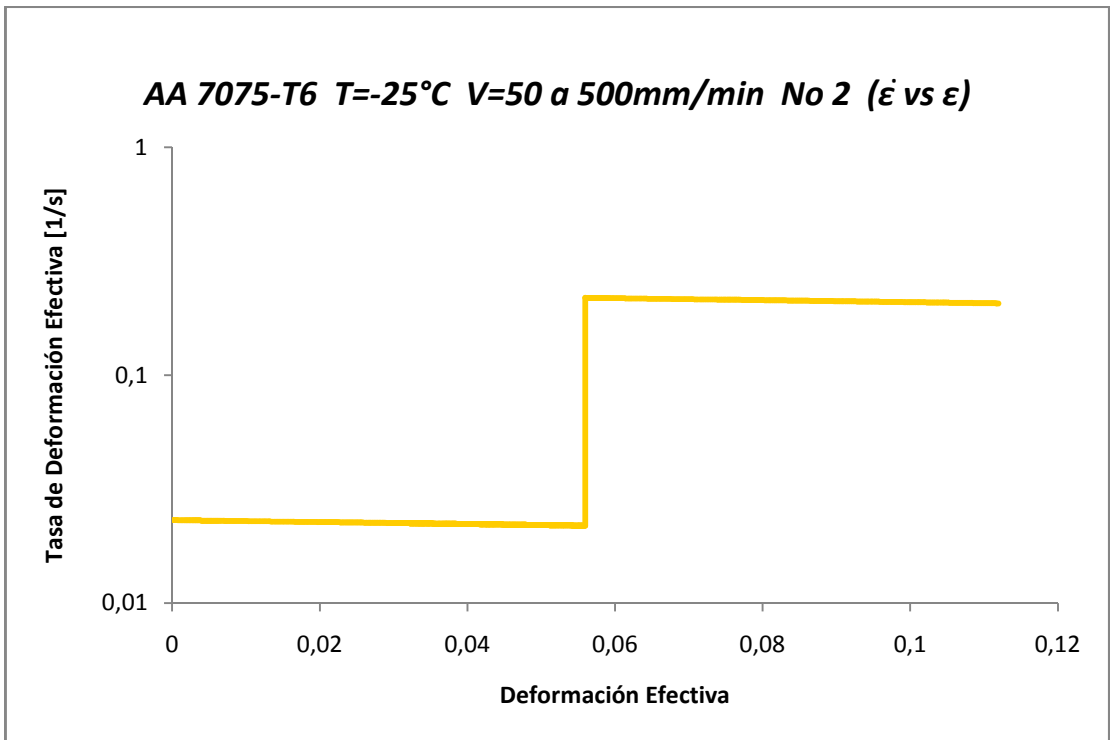


Fig.3.6.f.2

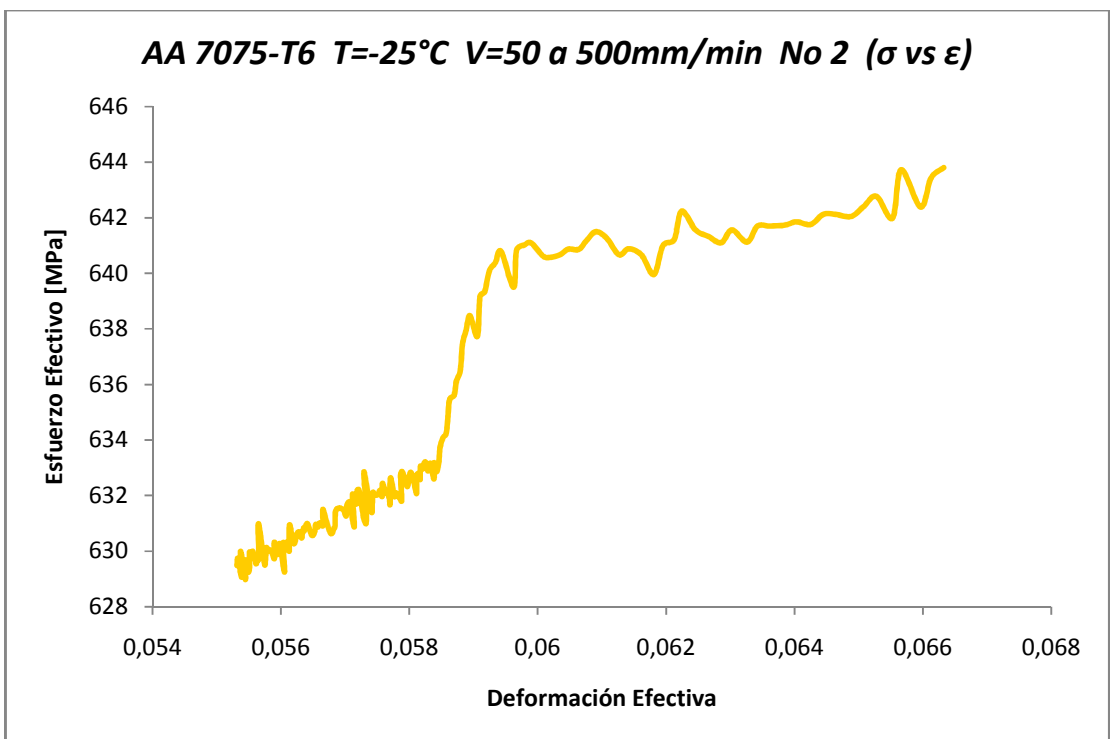


Fig.3.6.f.3

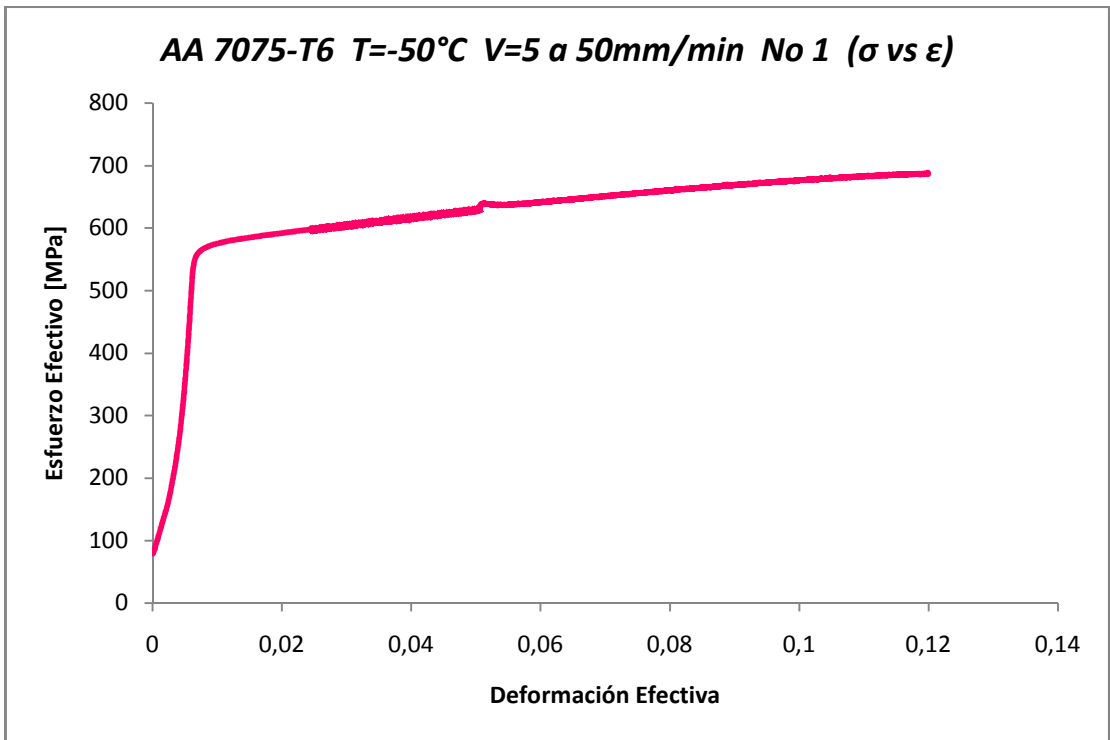


Fig.3.6.g.1

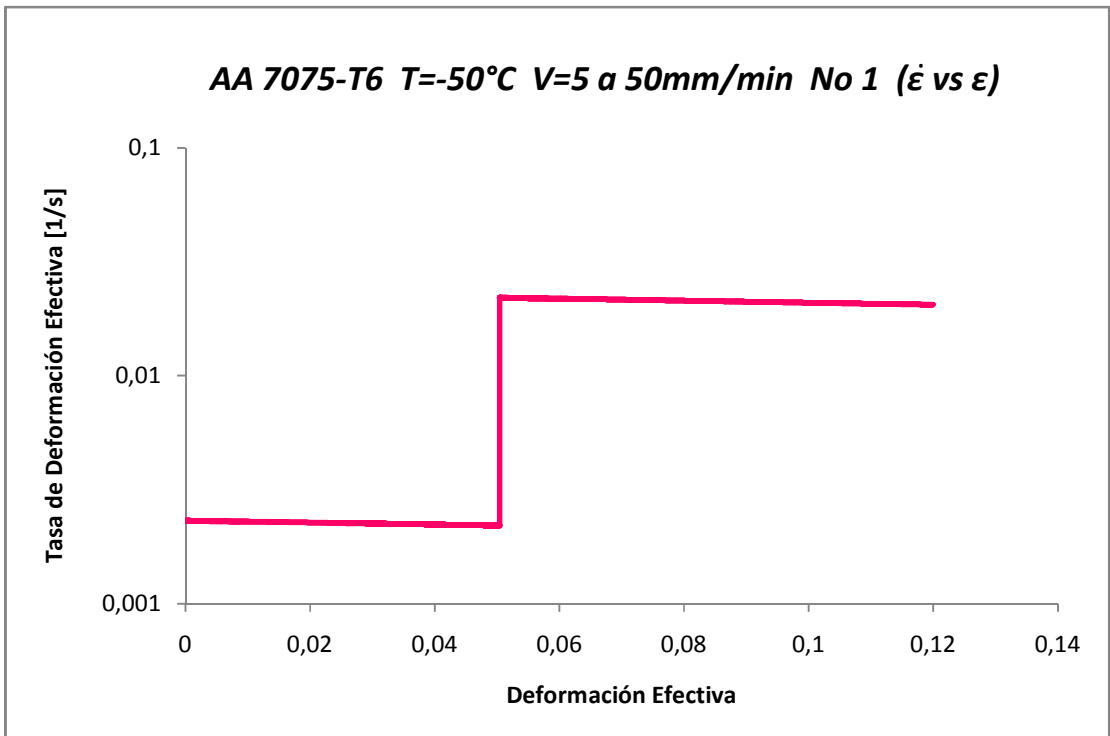


Fig.3.6.g.2

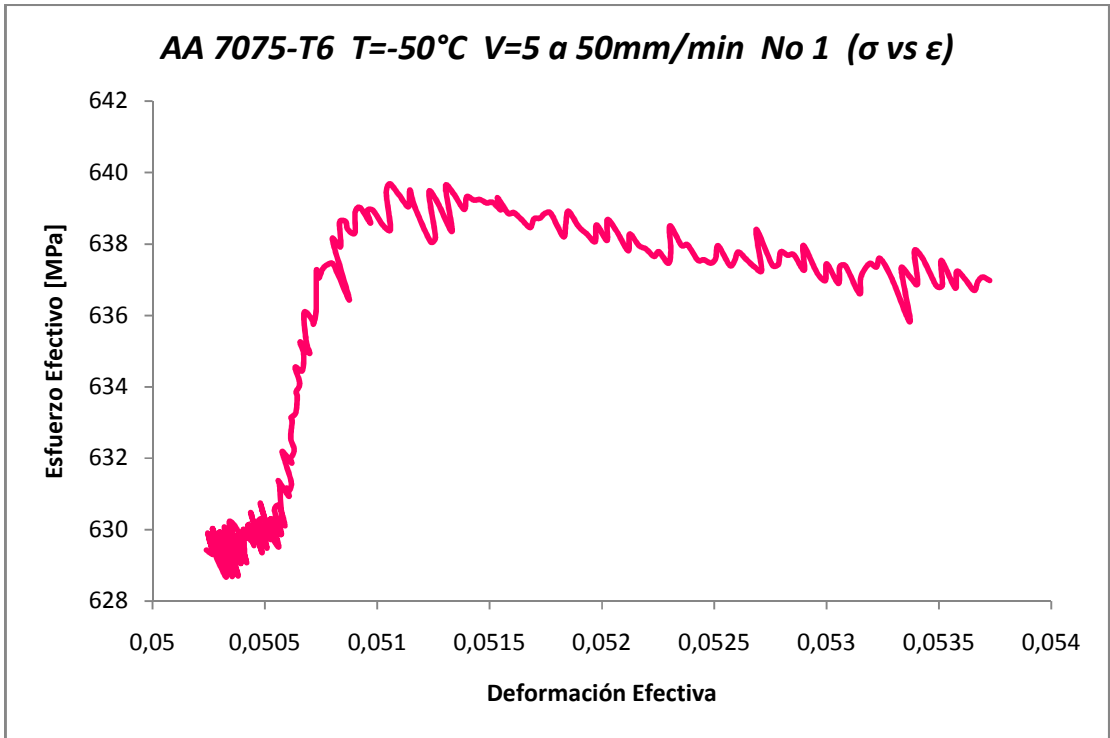


Fig.3.6.g.3

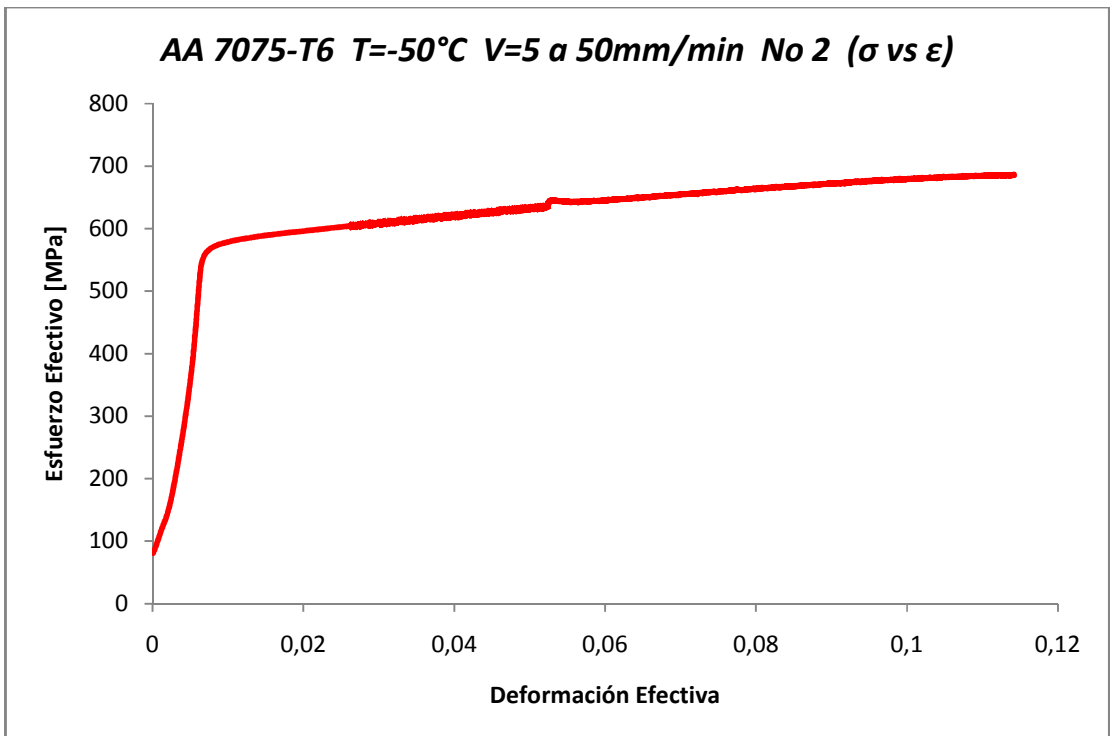


Fig.3.6.h.1

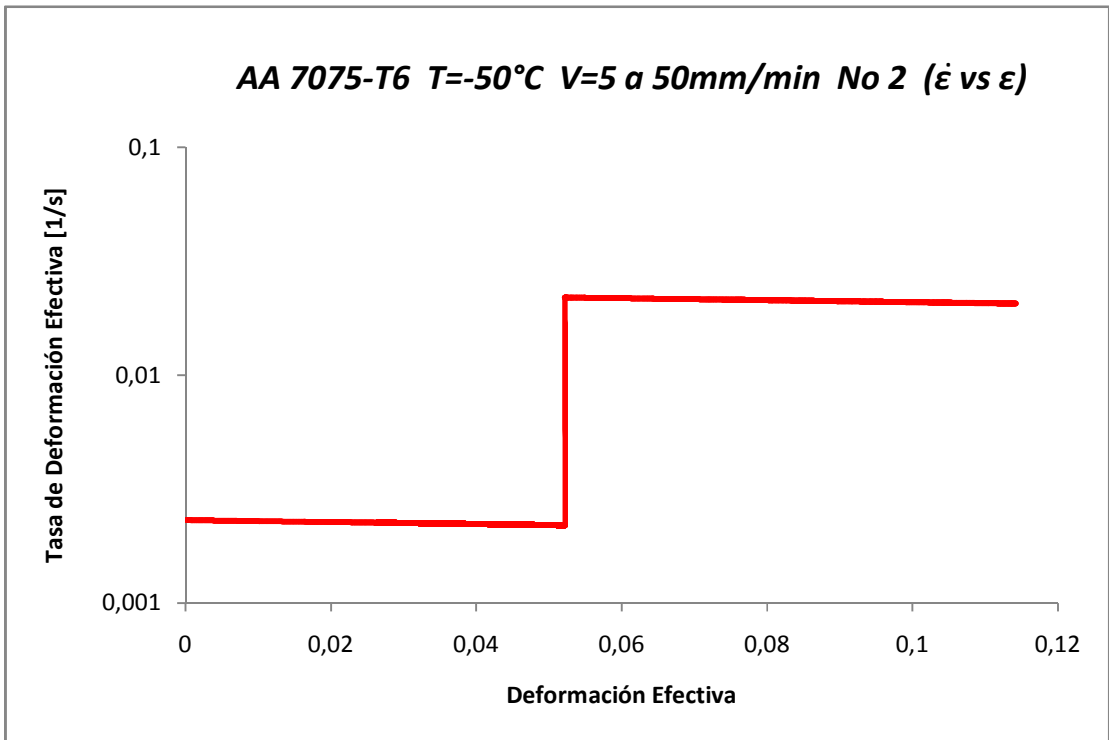


Fig.3.6.h.2

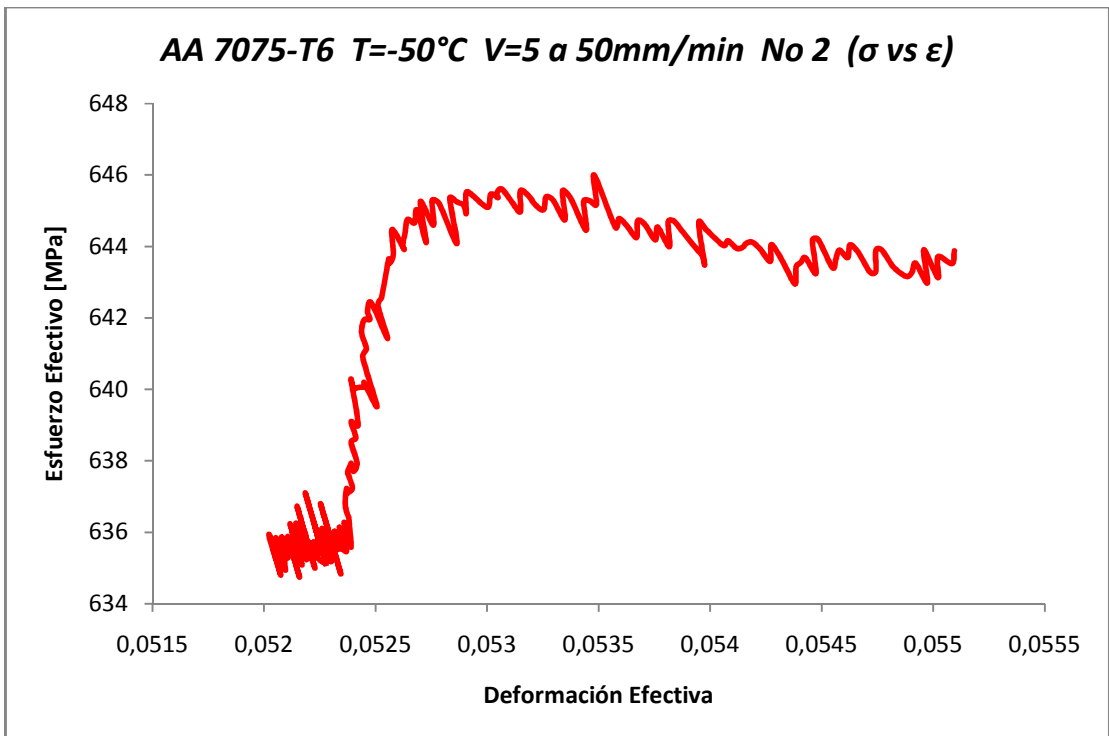


Fig.3.6.h.3

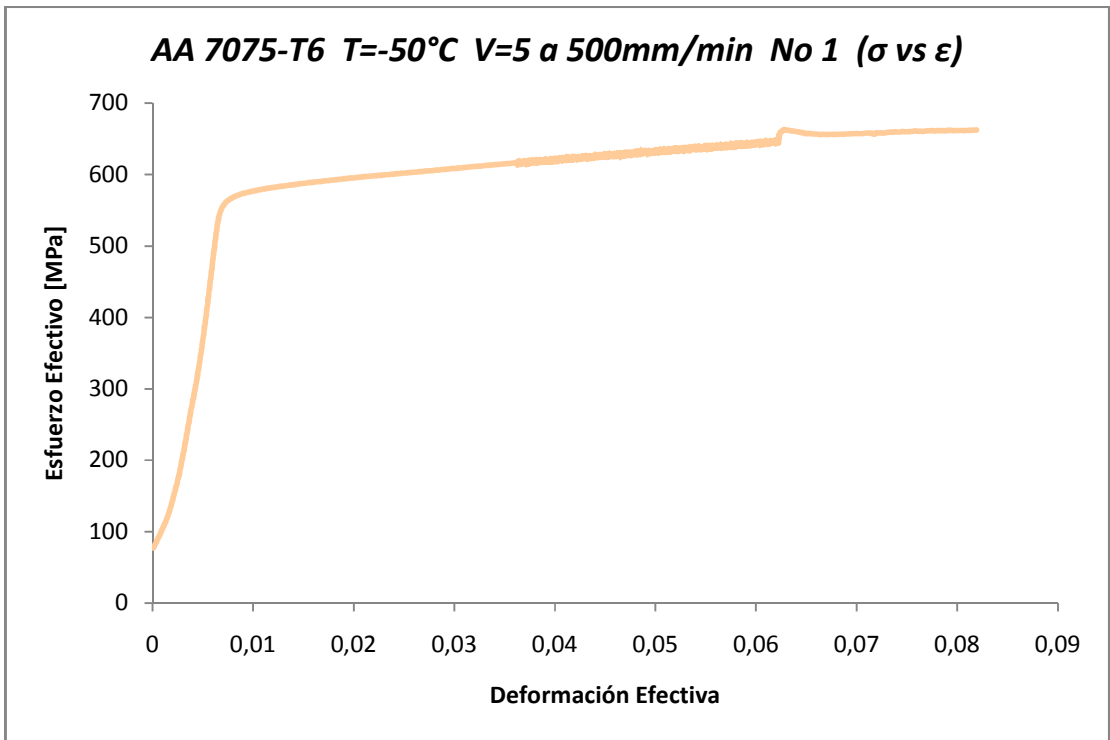


Fig.3.6.i.1

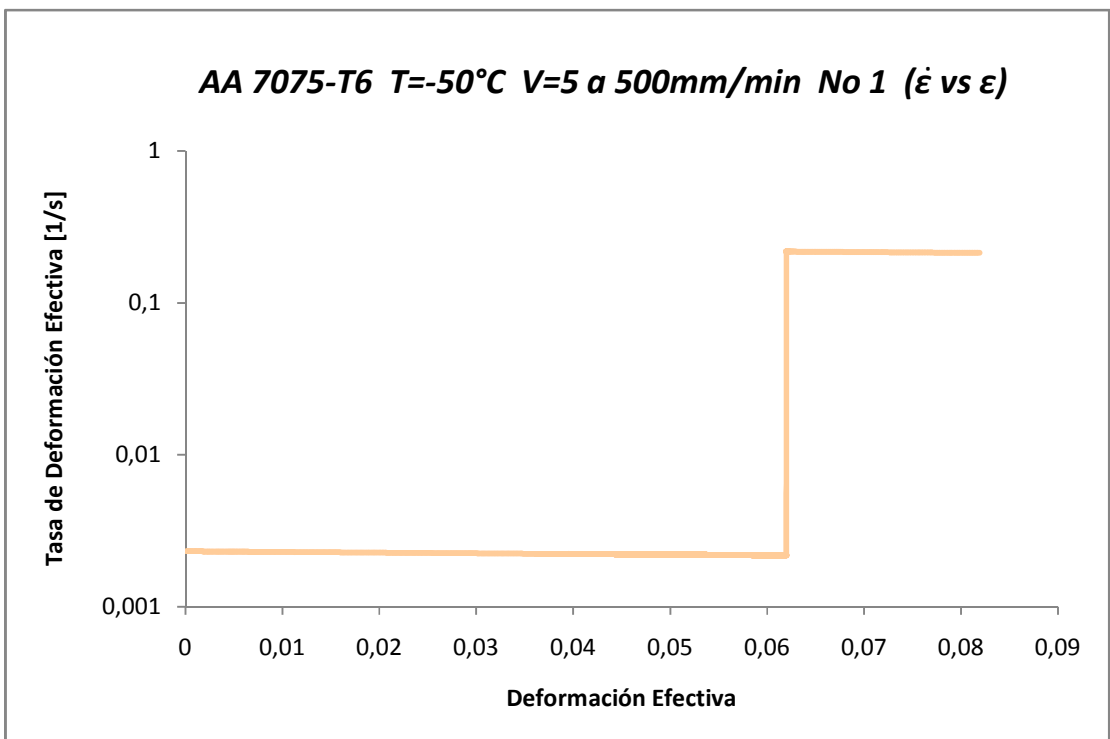


Fig.3.6.i.2

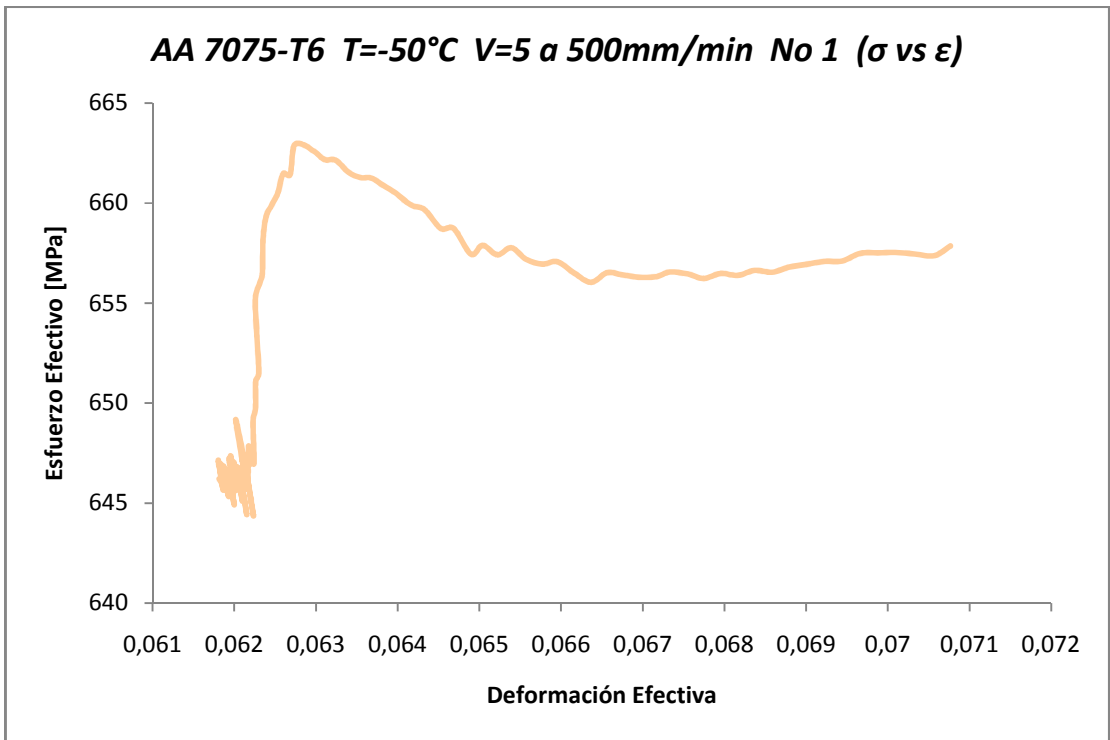


Fig.3.6.i.3

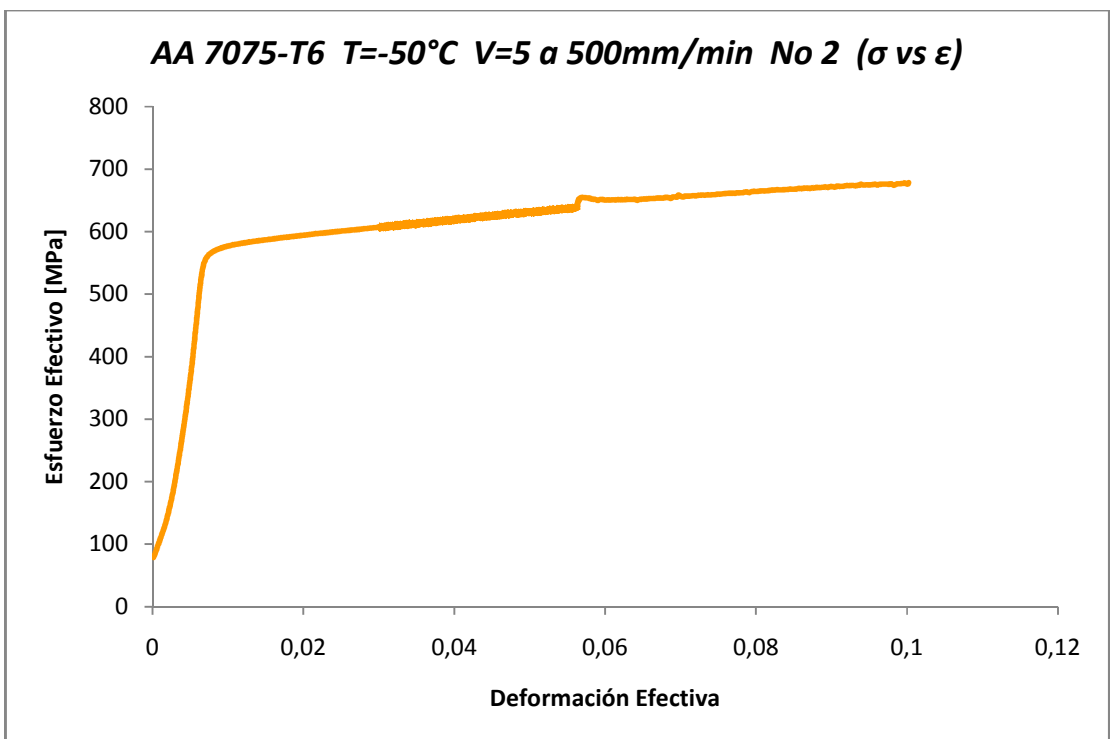


Fig.3.6.j.1

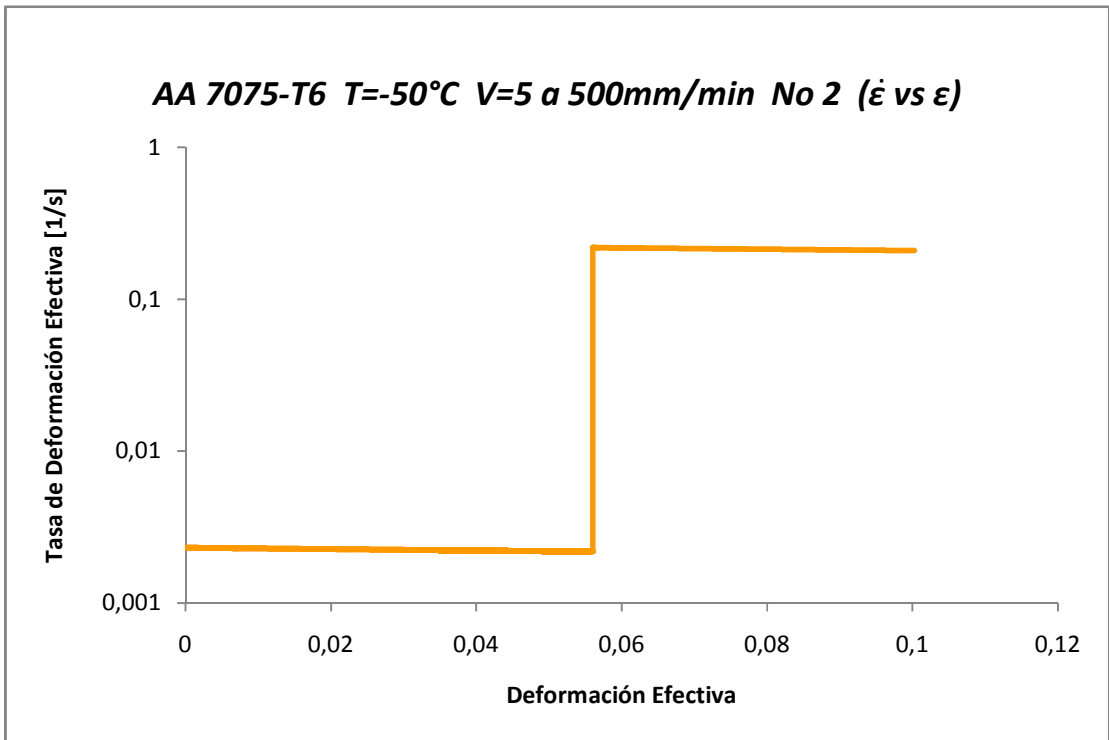


Fig.3.6.j.2

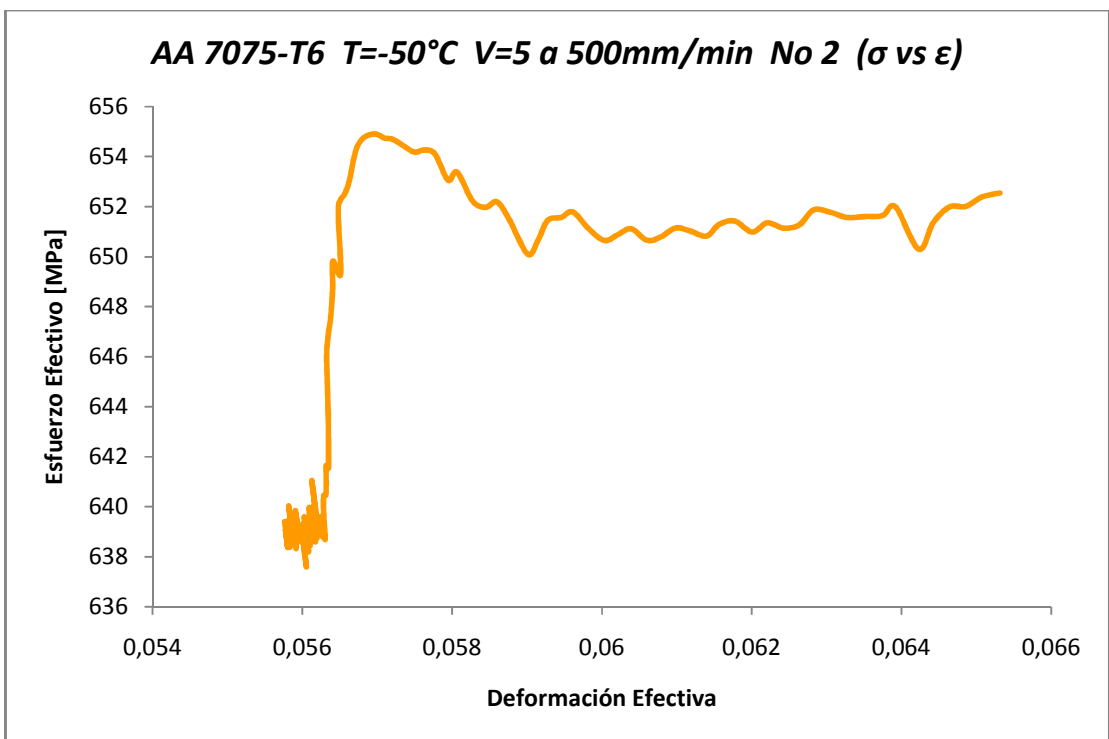


Fig.3.6.j.3

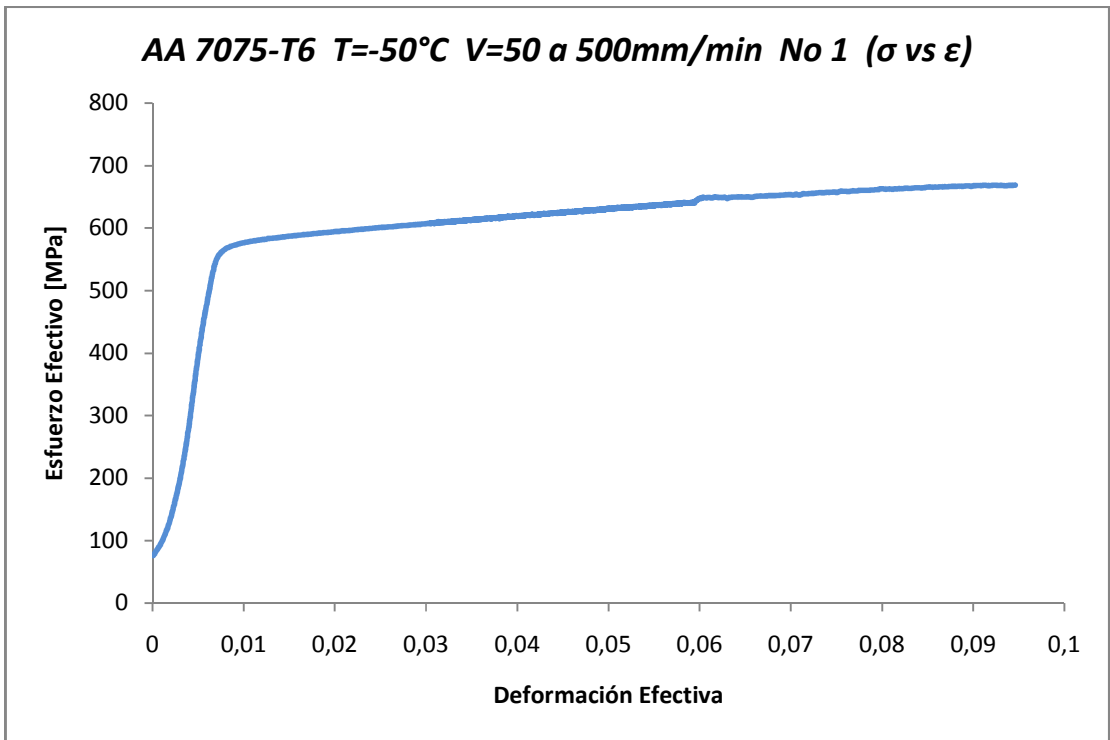


Fig.3.6.k.1

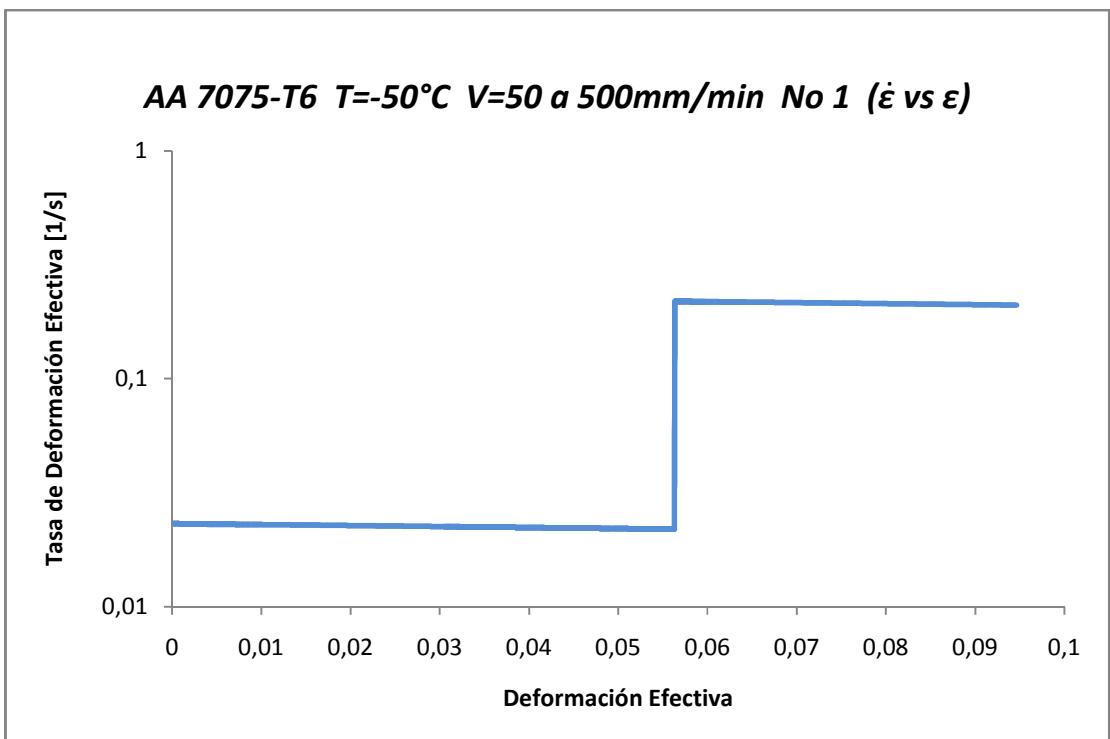


Fig.3.6.k.2

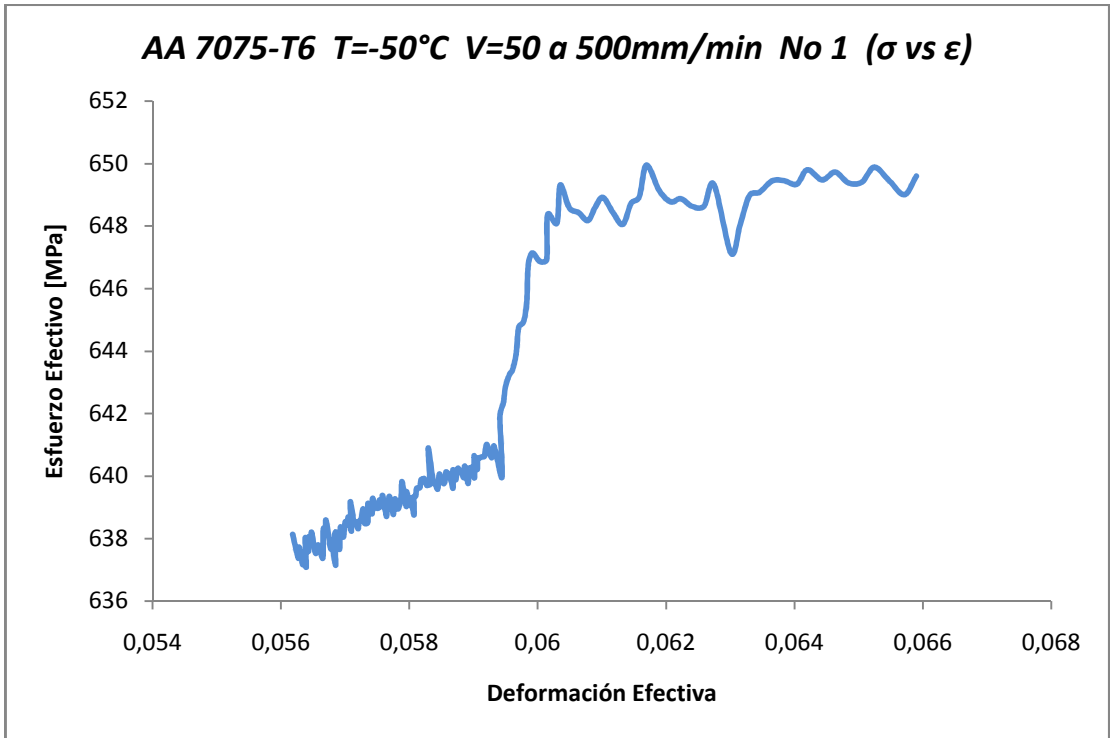


Fig.3.6.k.3

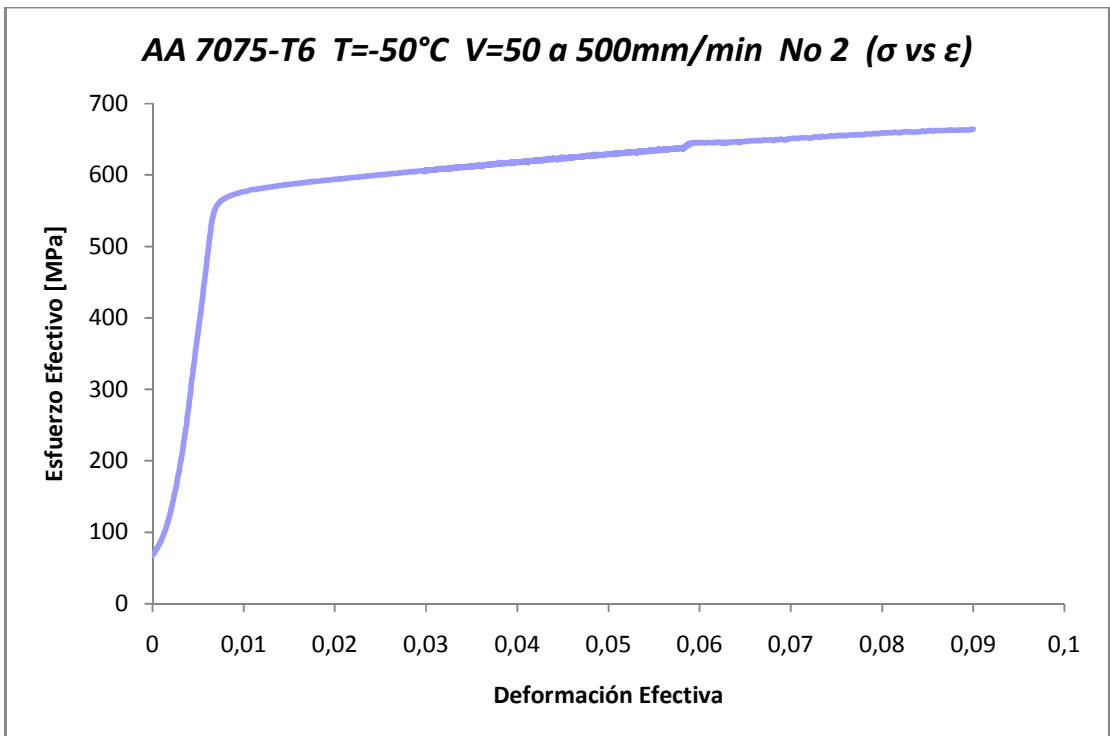


Fig.3.6.l.1

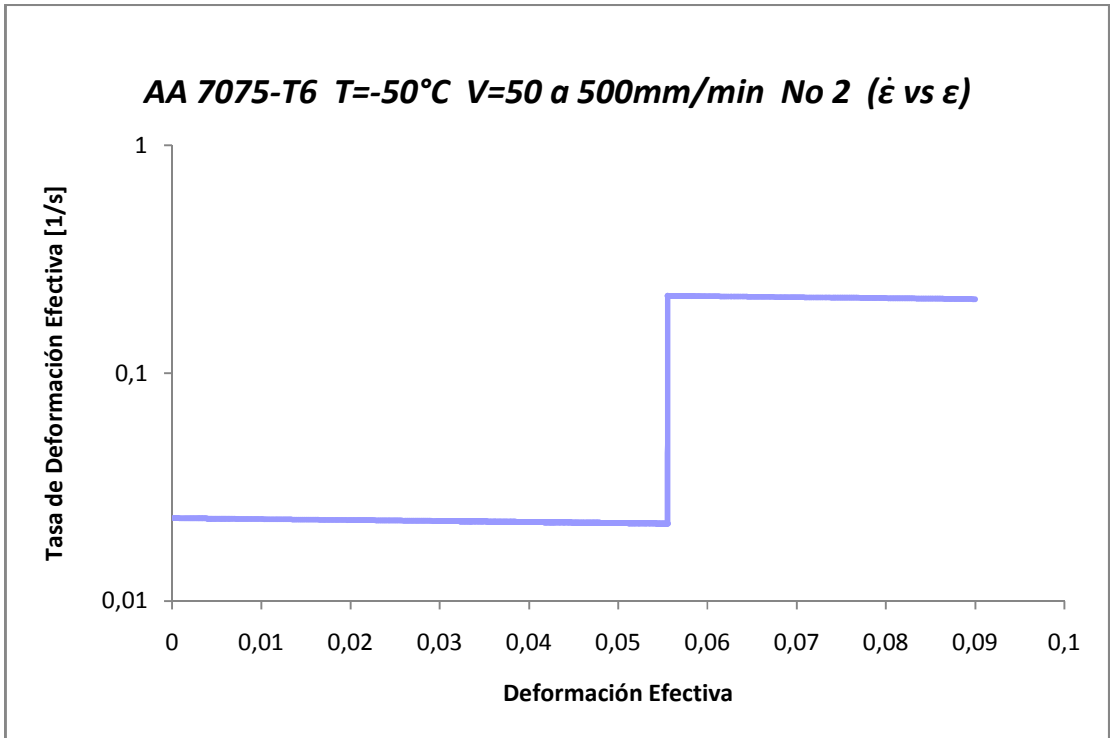


Fig.3.6.1.2

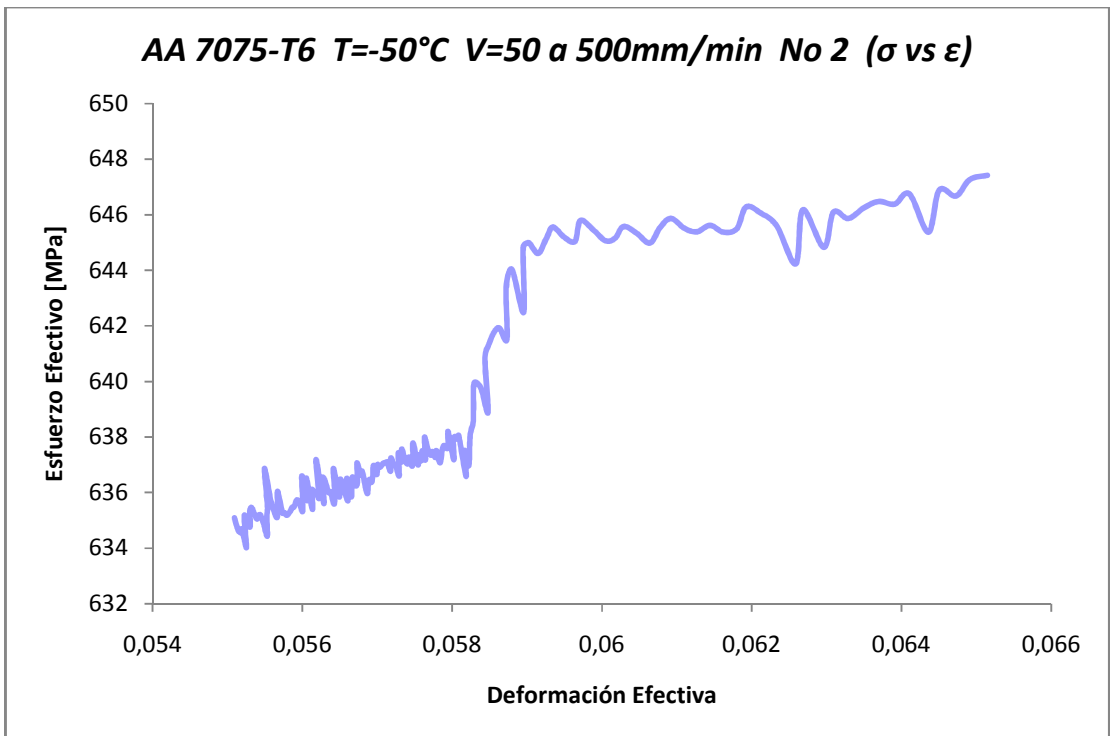


Fig.3.6.1.3

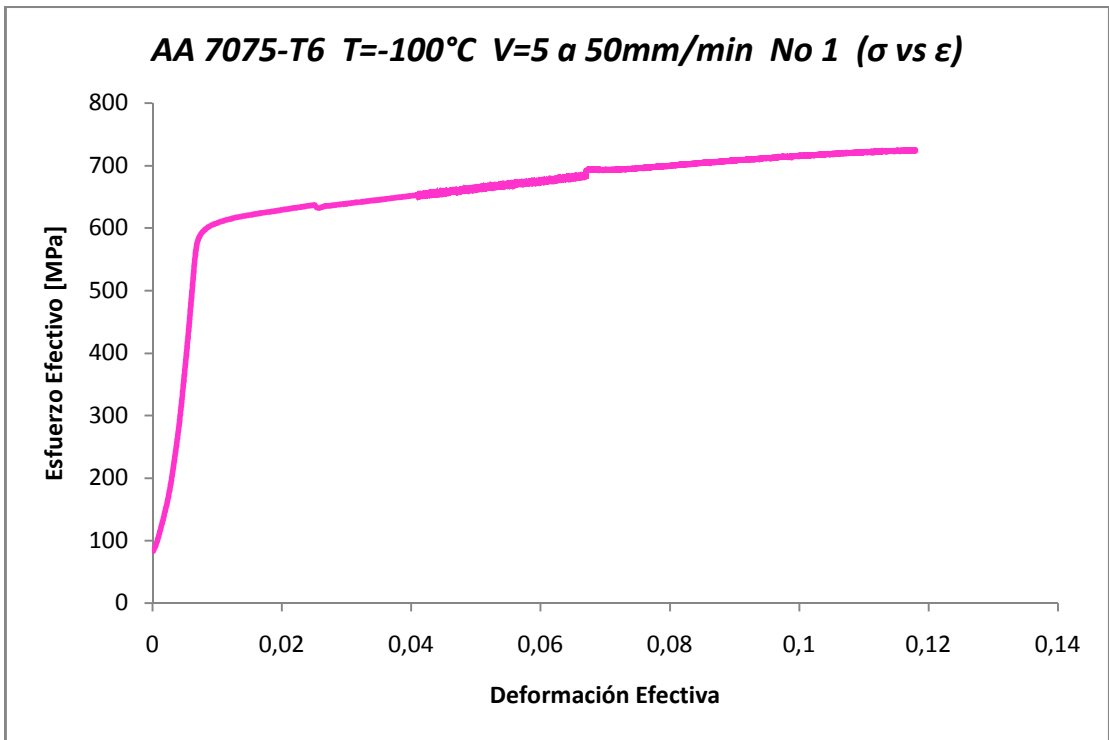


Fig.3.6.m.1

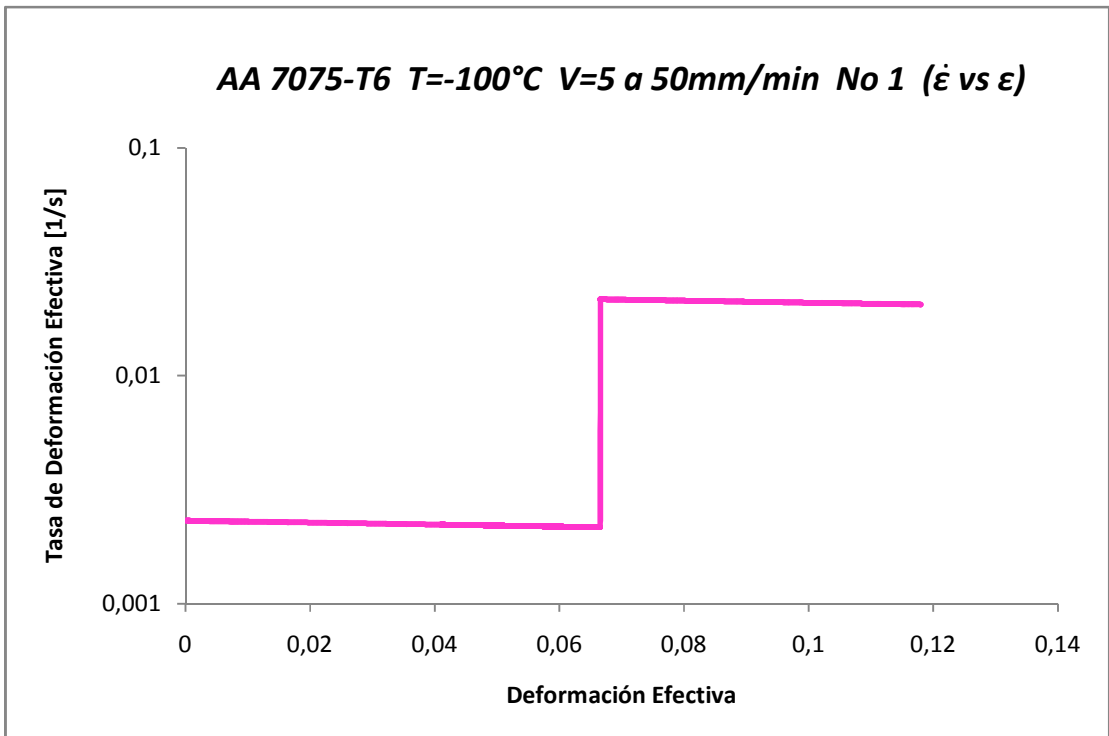


Fig.3.6.m.2

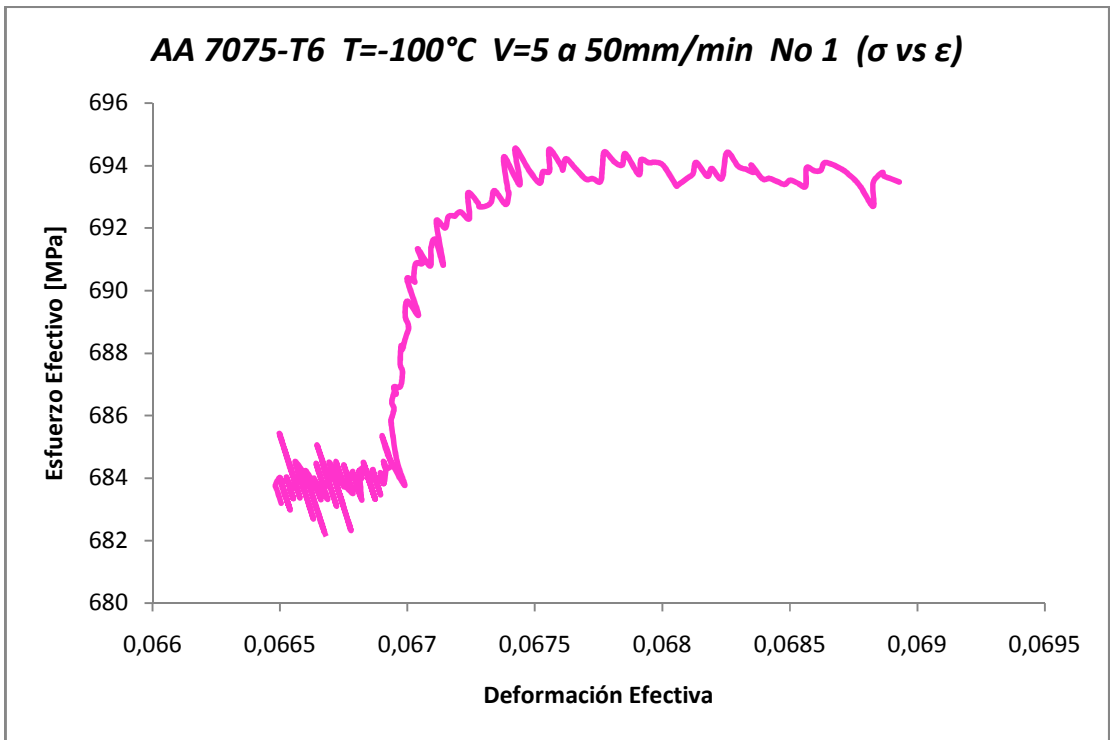


Fig.3.6.m.3

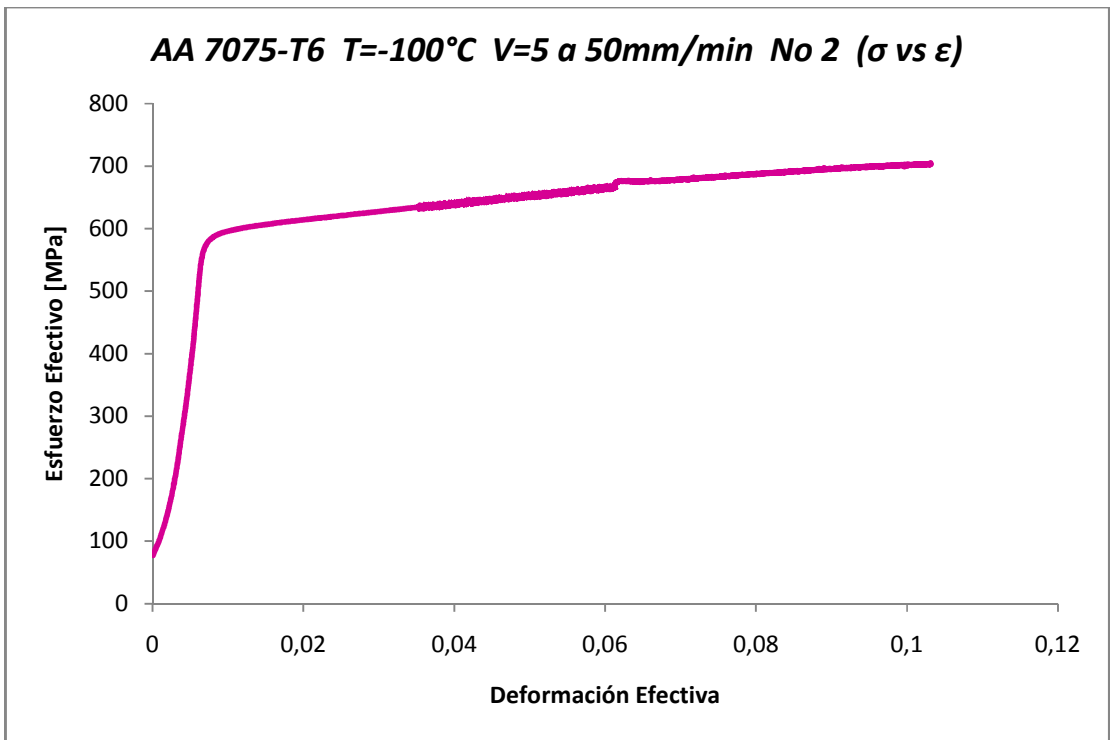


Fig.3.6.n.1

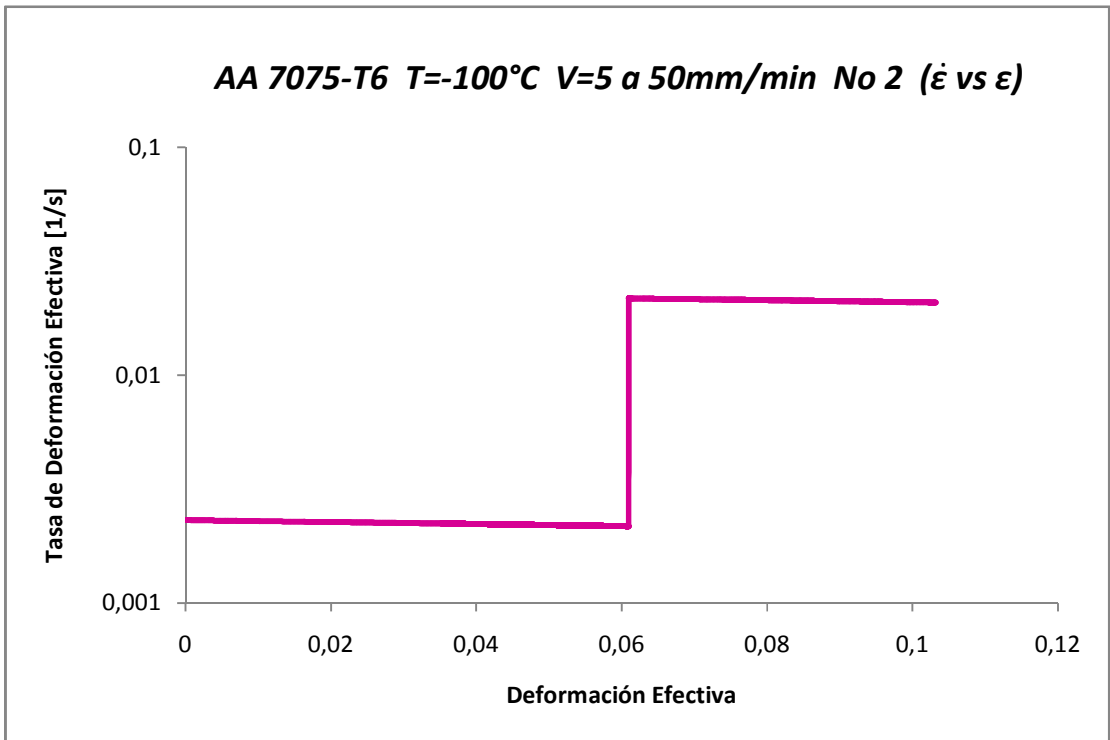


Fig.3.6.n.2

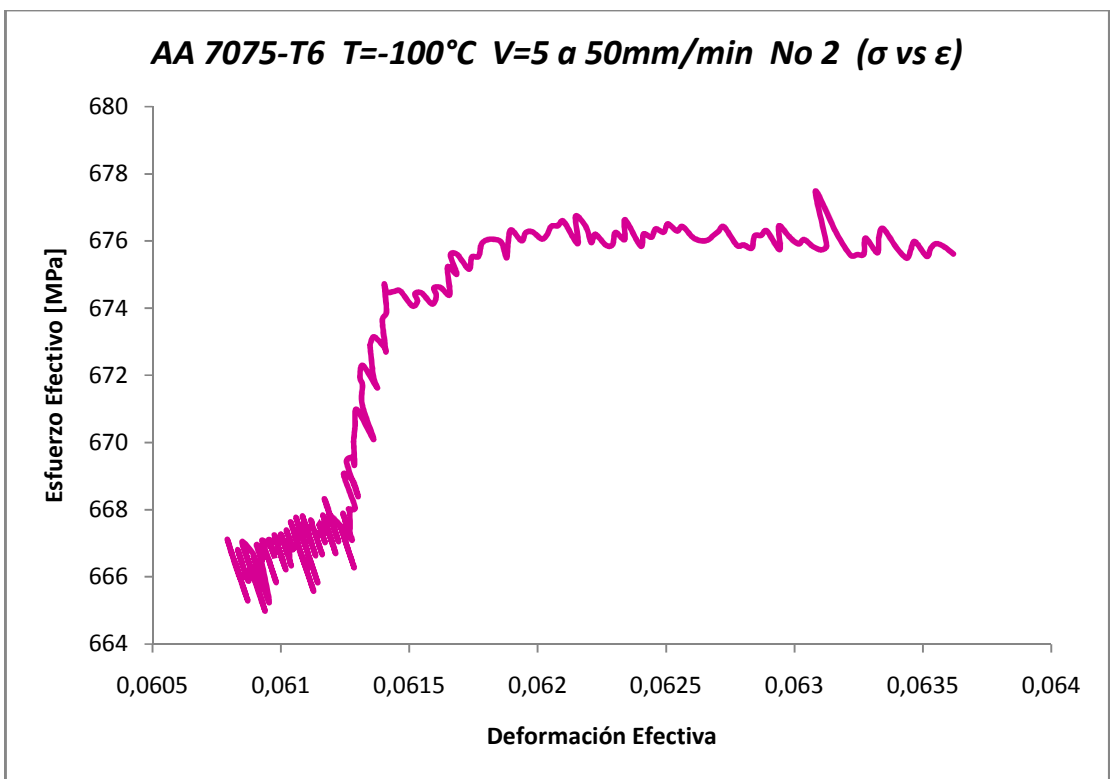


Fig.3.6.n.3

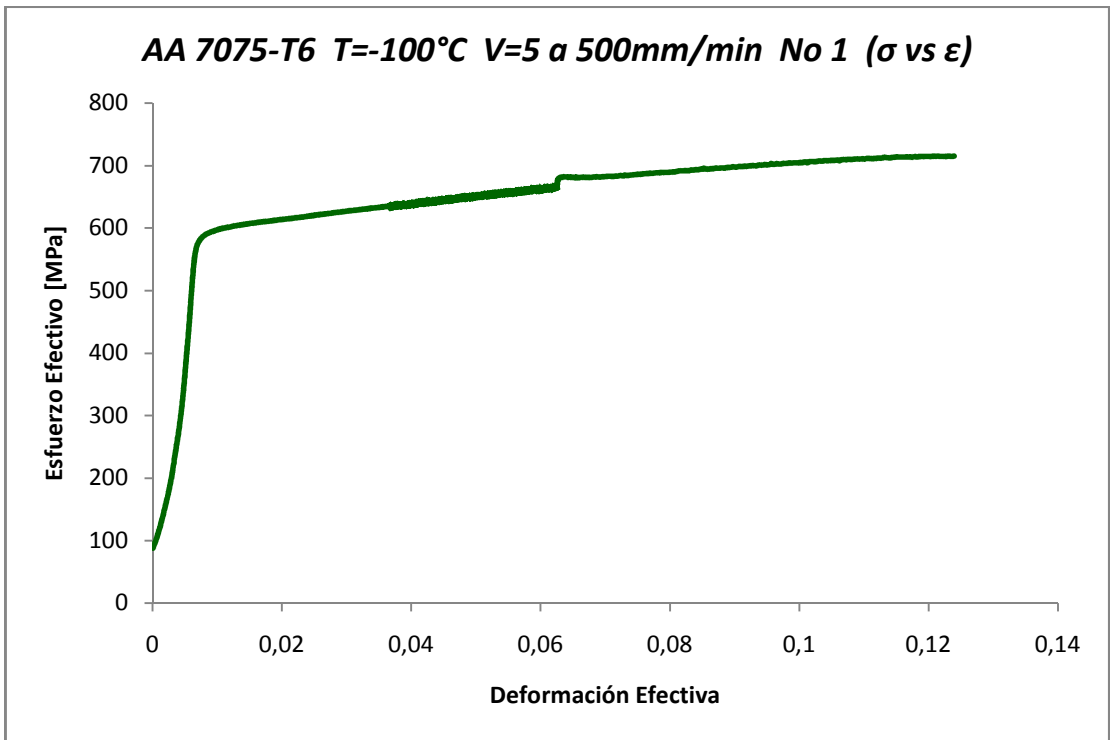


Fig.3.6.ñ.1

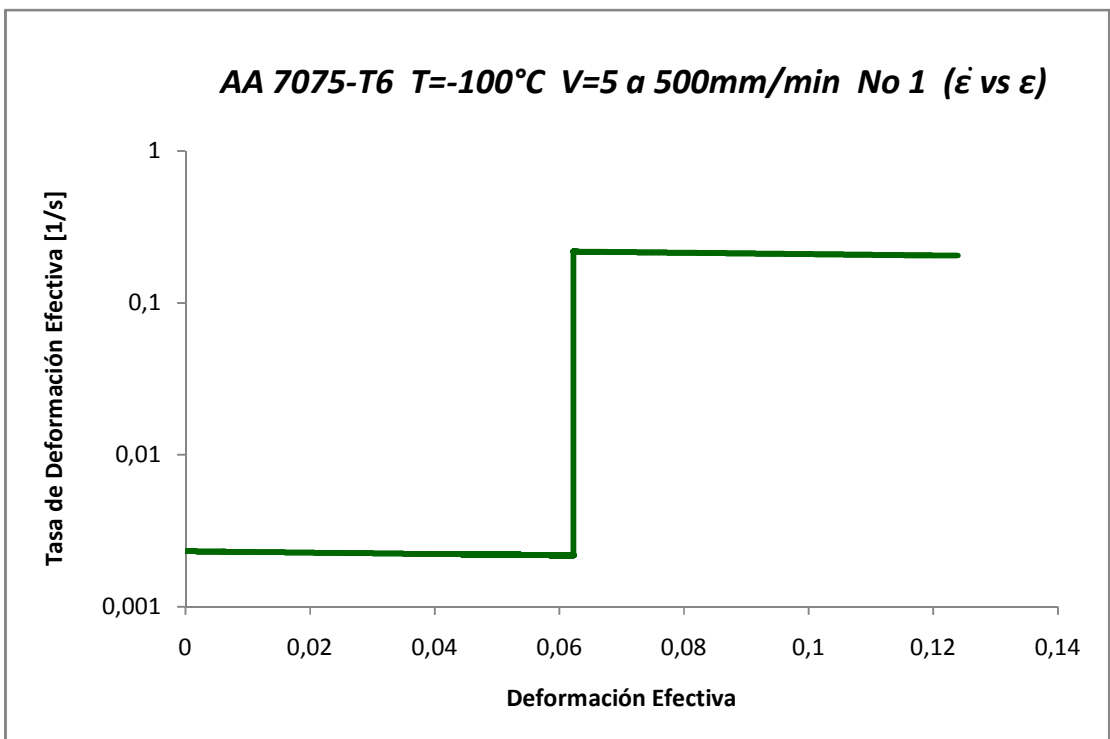


Fig.3.6.ñ.2

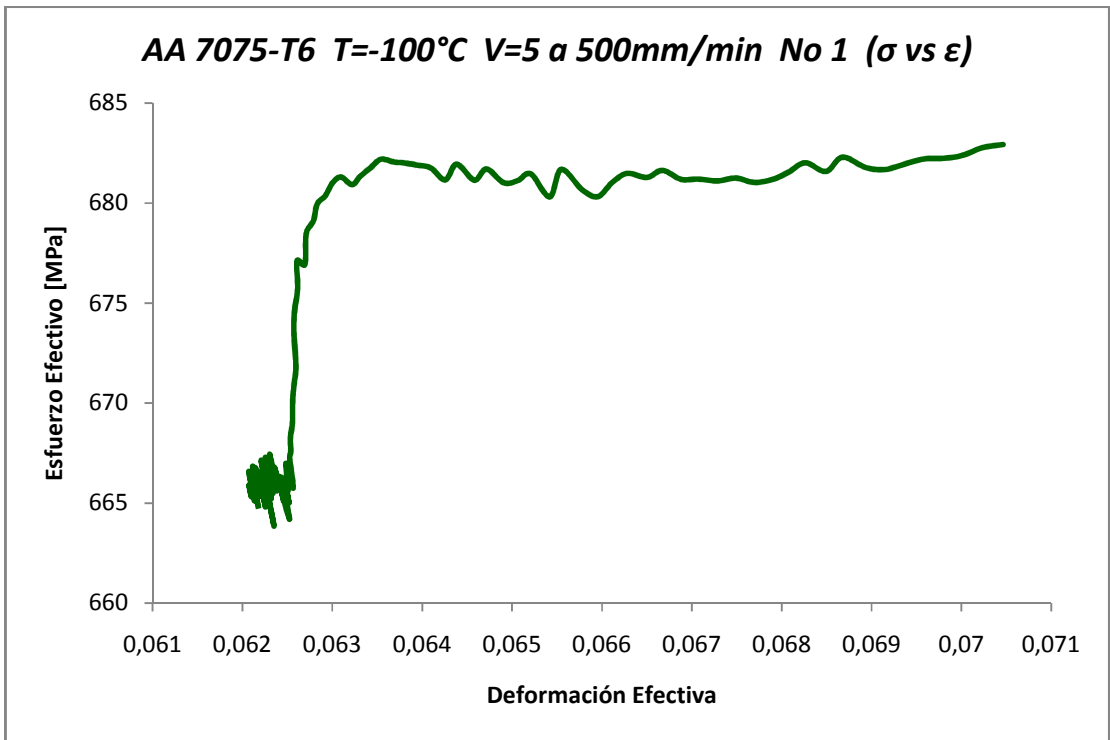


Fig.3.6.ñ.3

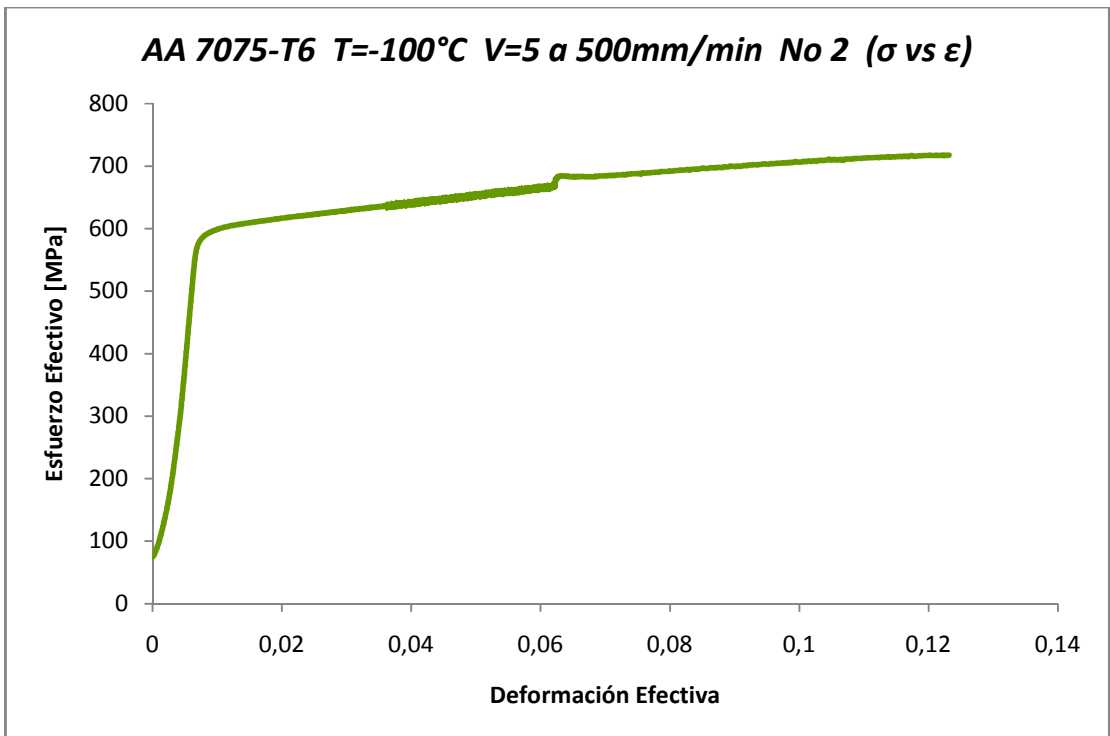


Fig.3.6.o.1

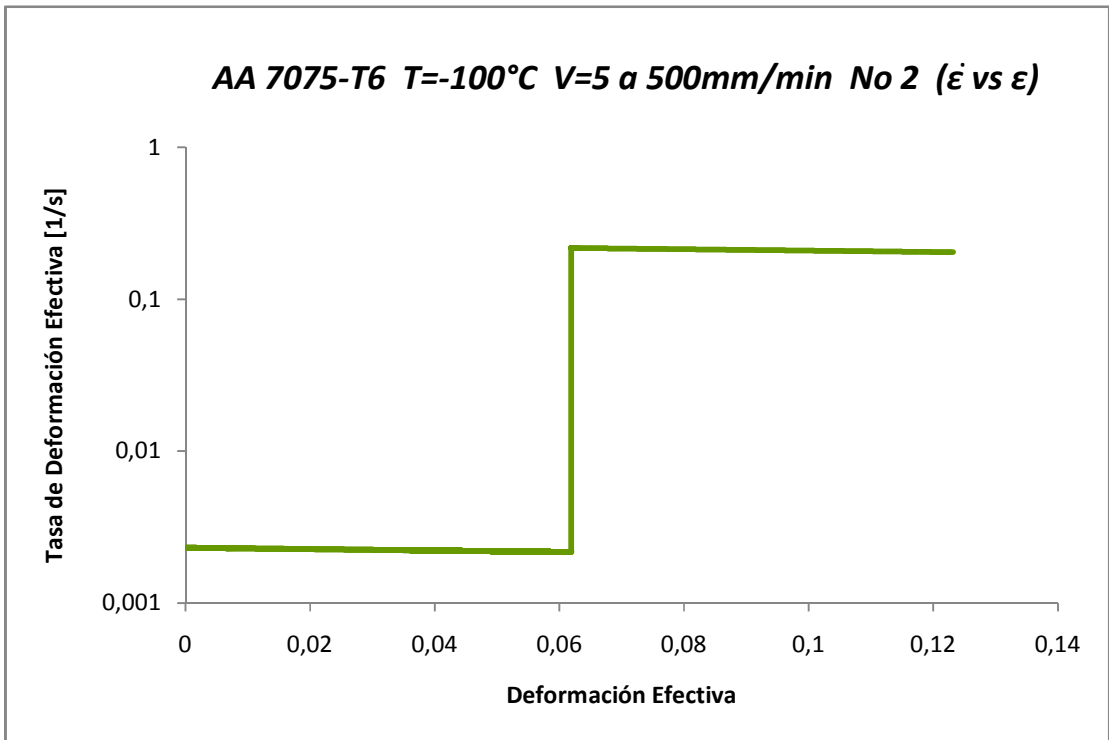


Fig.3.6.o.2

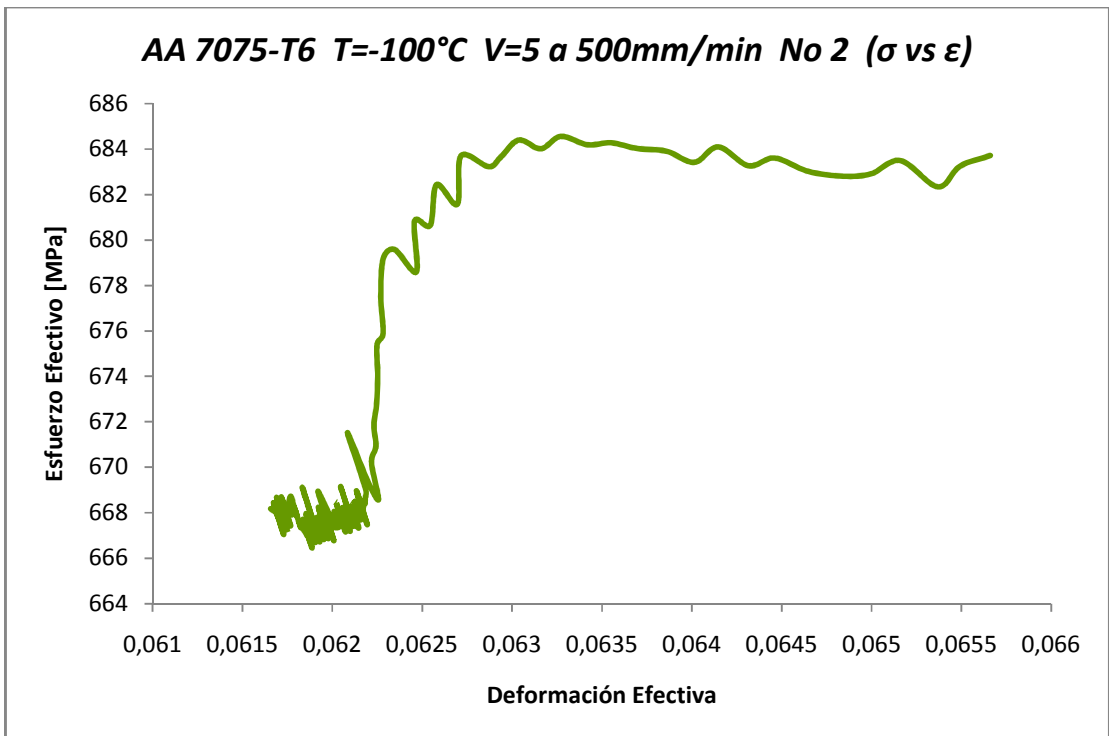


Fig.3.6.o.3

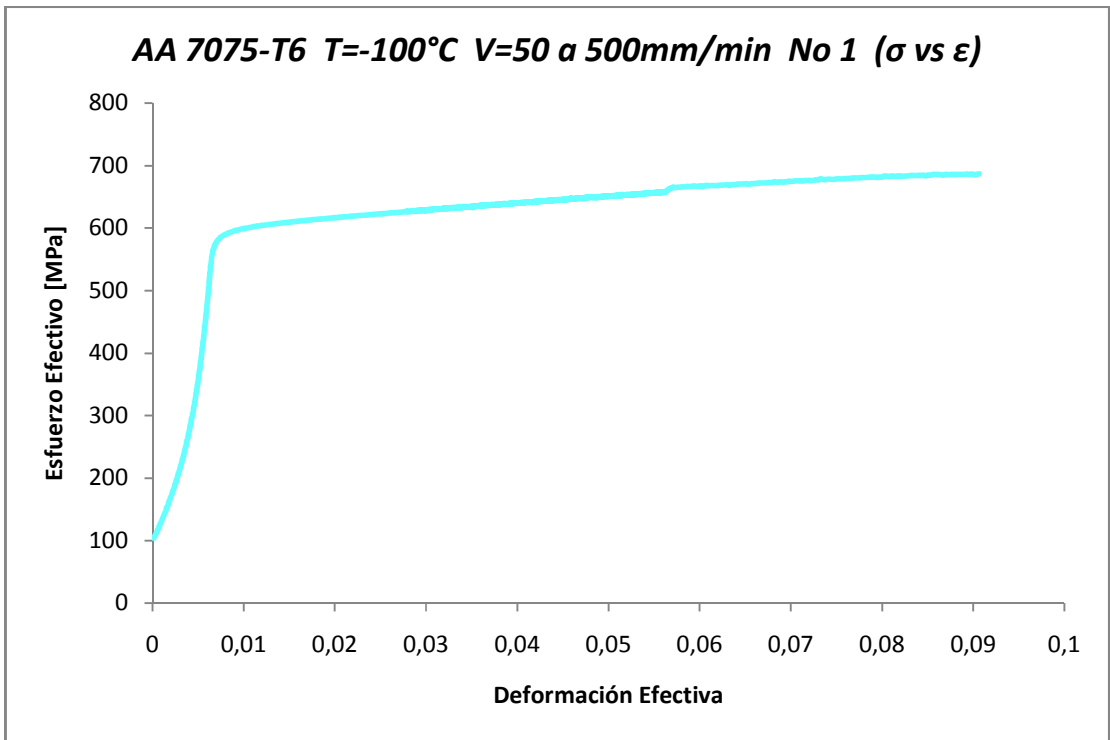


Fig.3.6.p.1

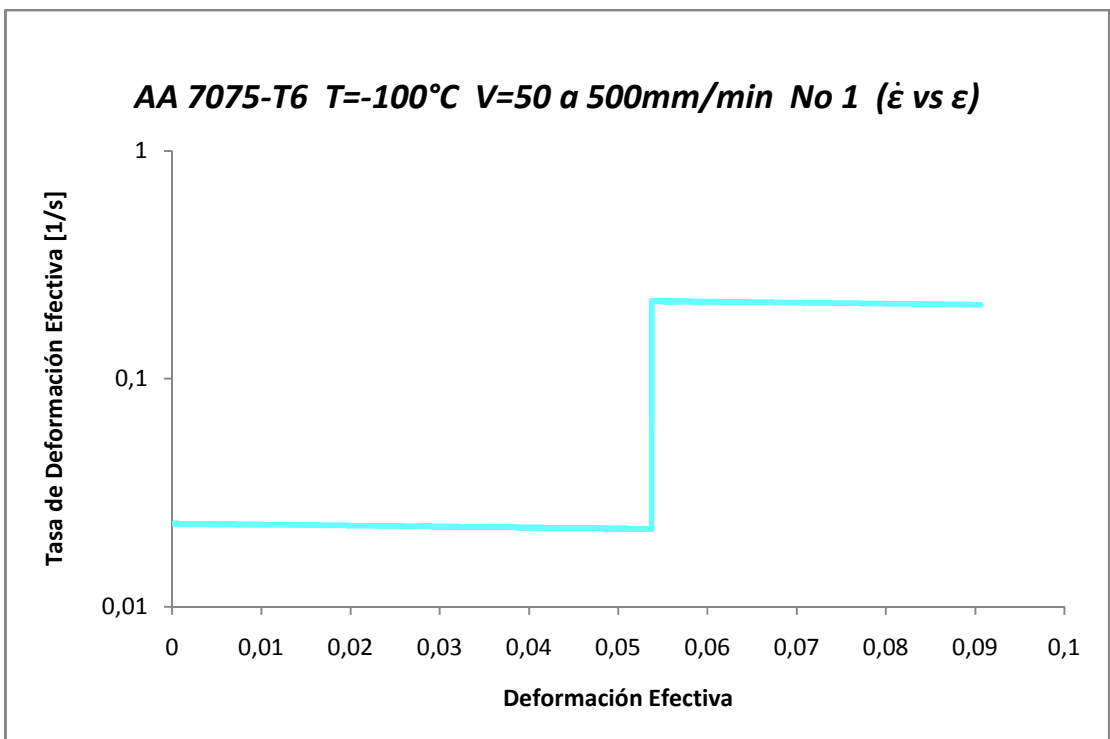


Fig.3.6.p.2

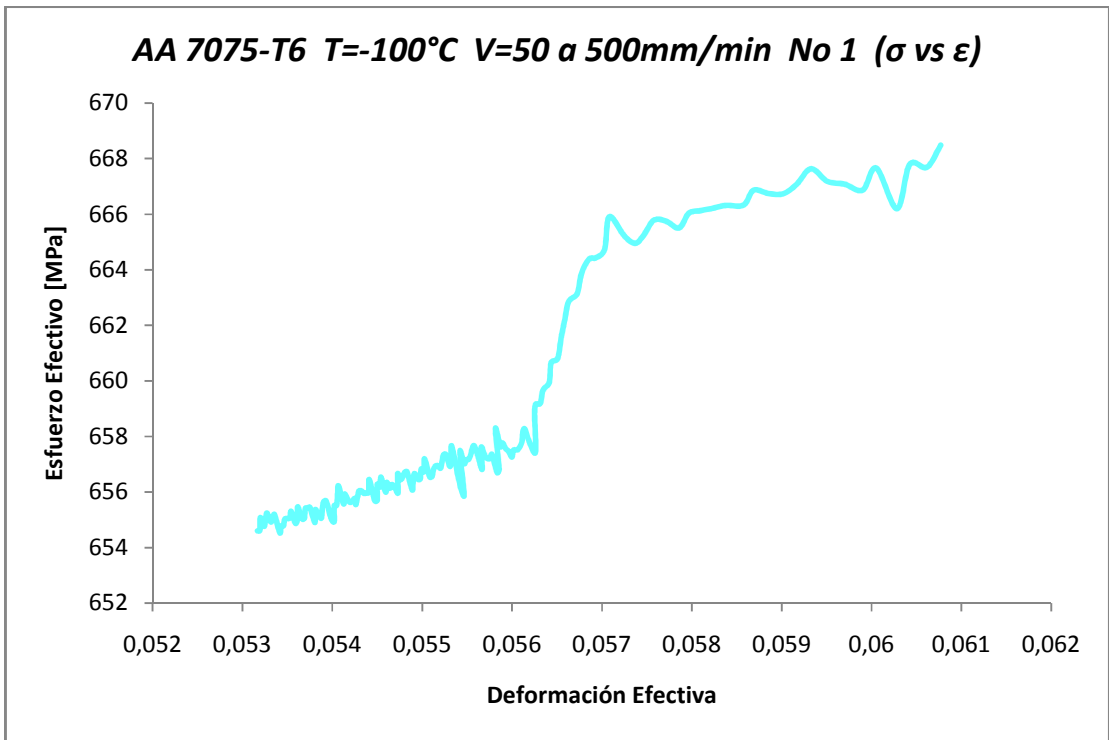


Fig.3.6.p.3

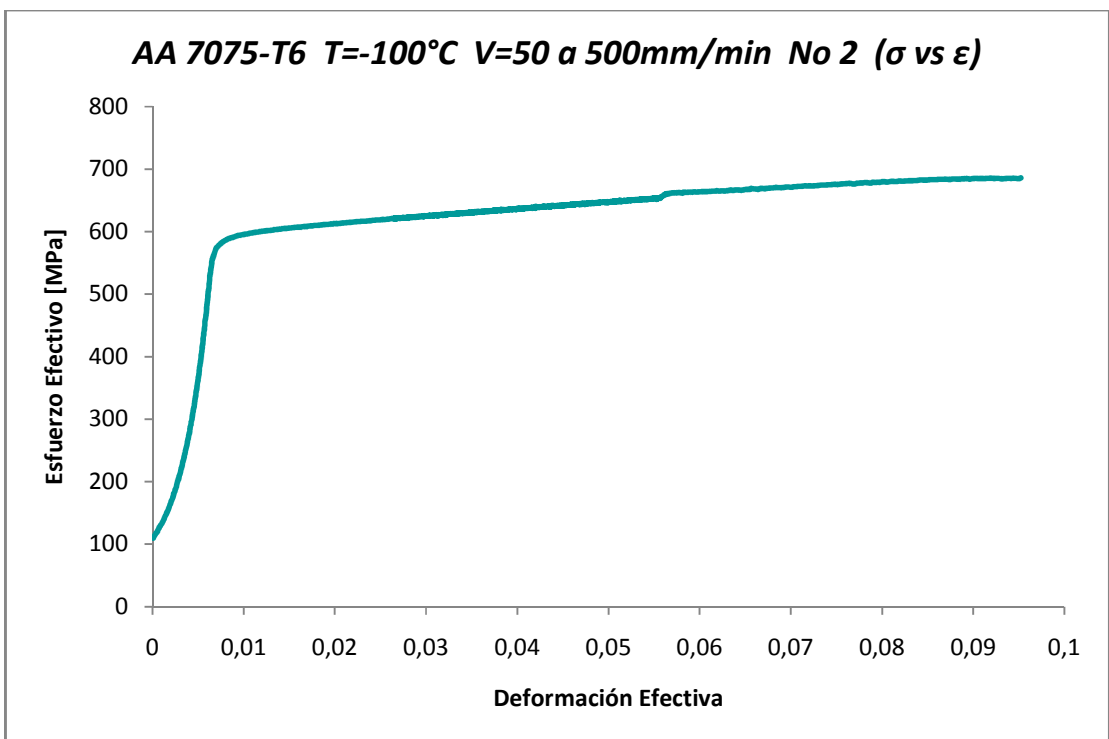


Fig.3.6.q.1

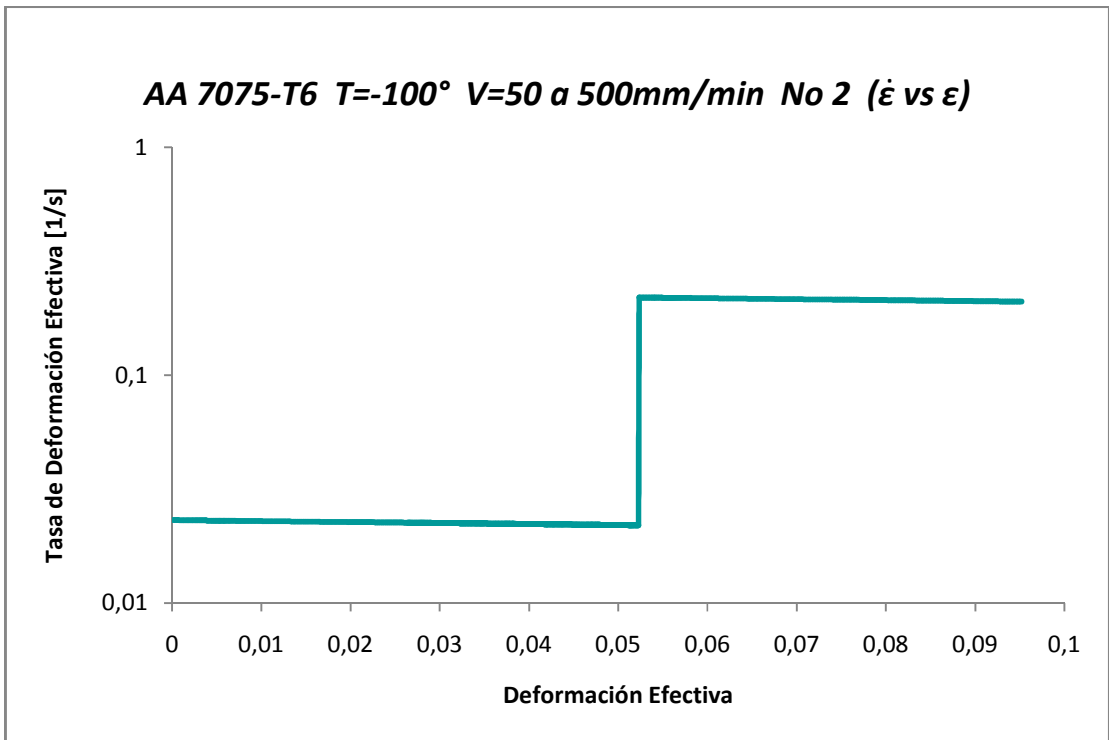


Fig.3.6.q.2

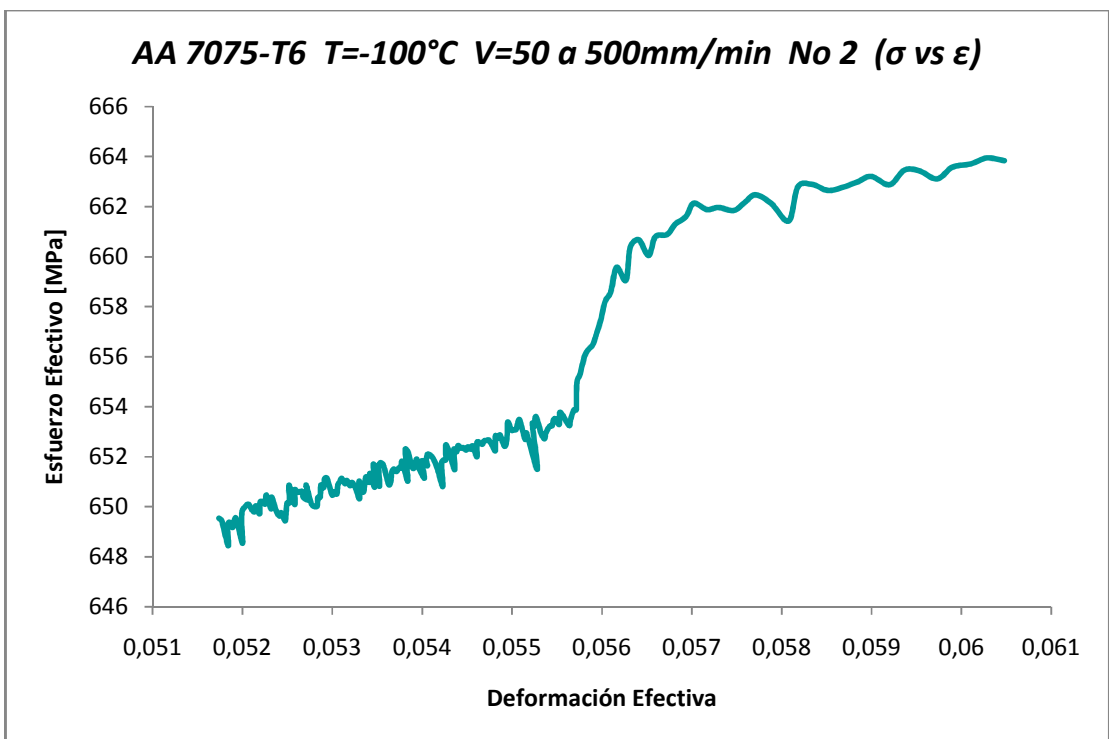


Fig.3.6.q.3

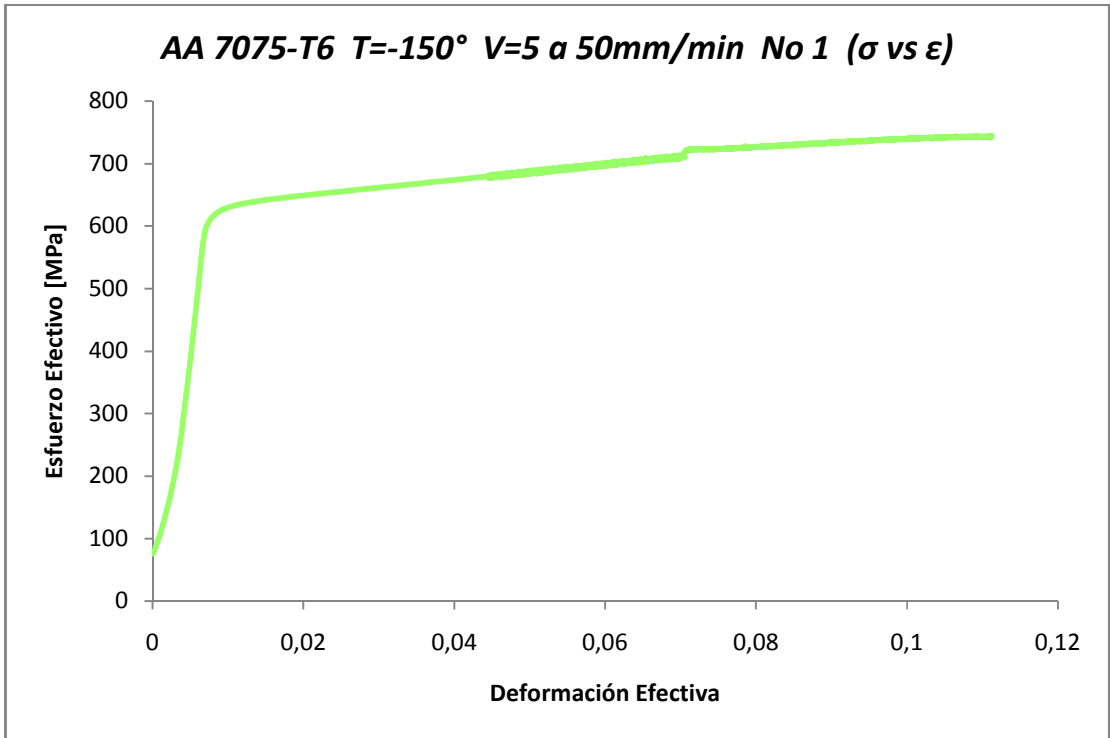


Fig.3.6.r.1

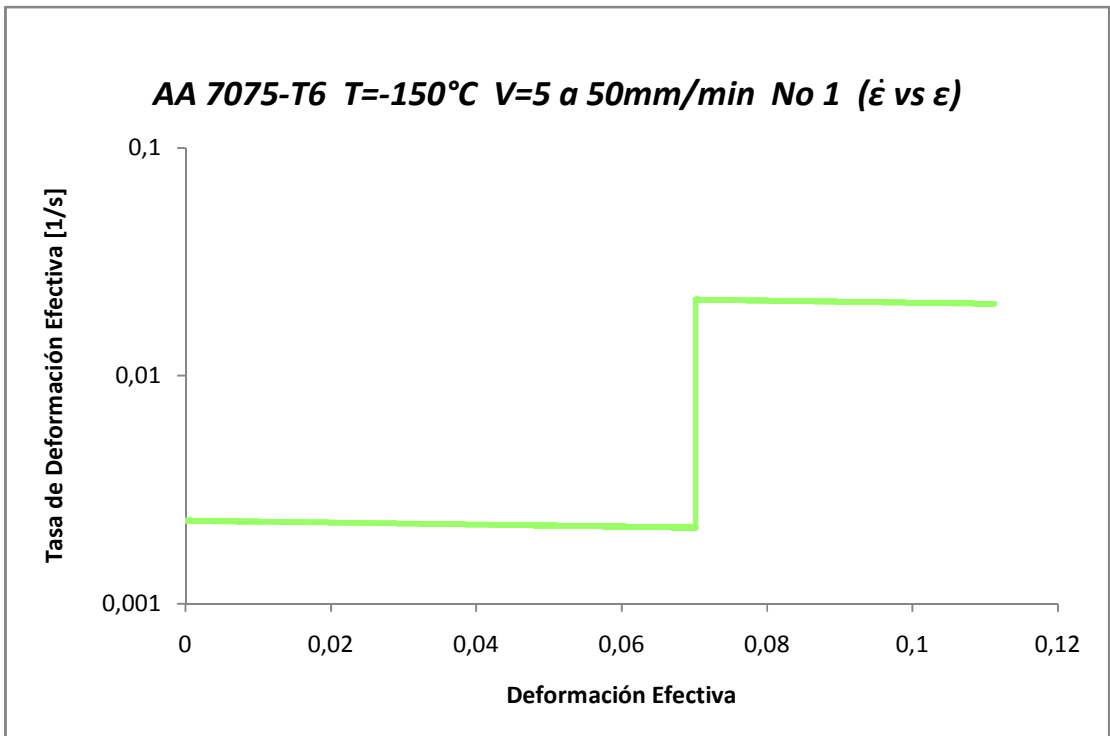


Fig.3.6.r.2

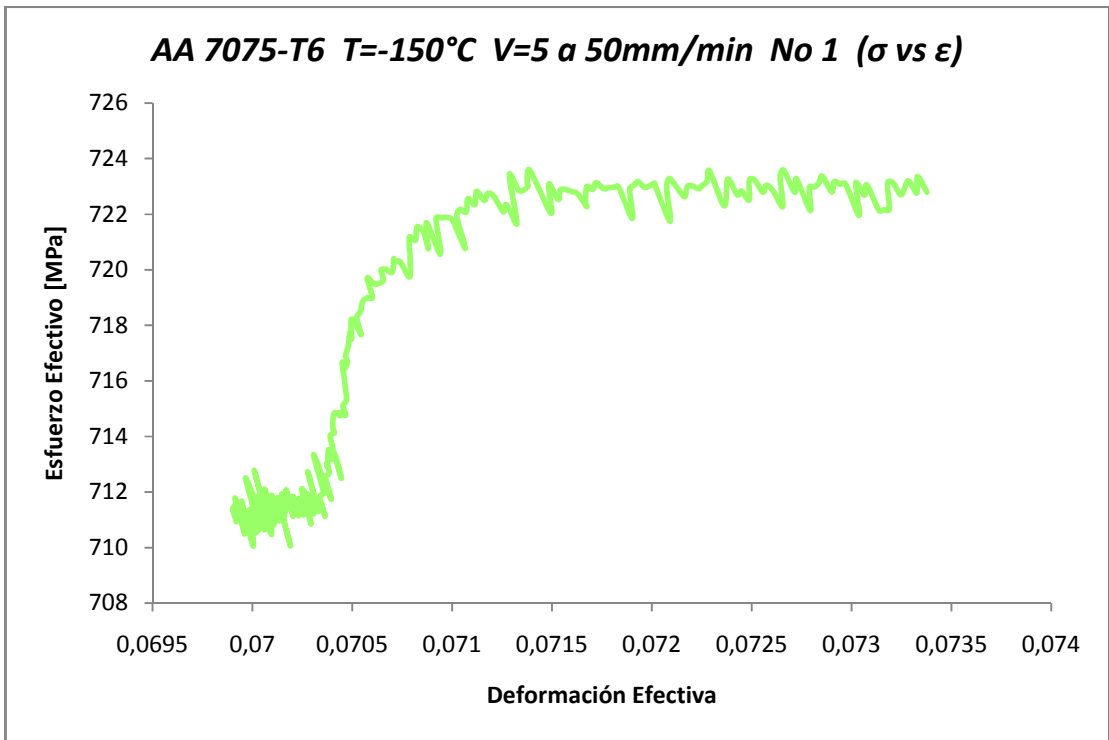


Fig.3.6.r.3

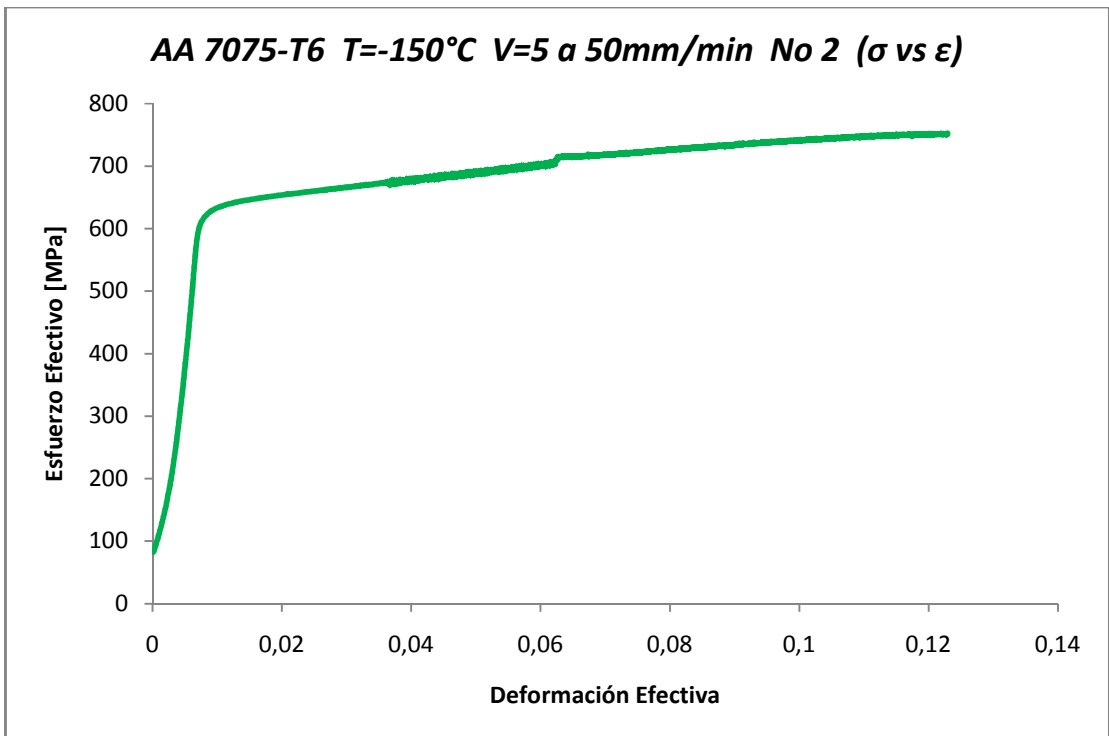


Fig.3.6.s.1

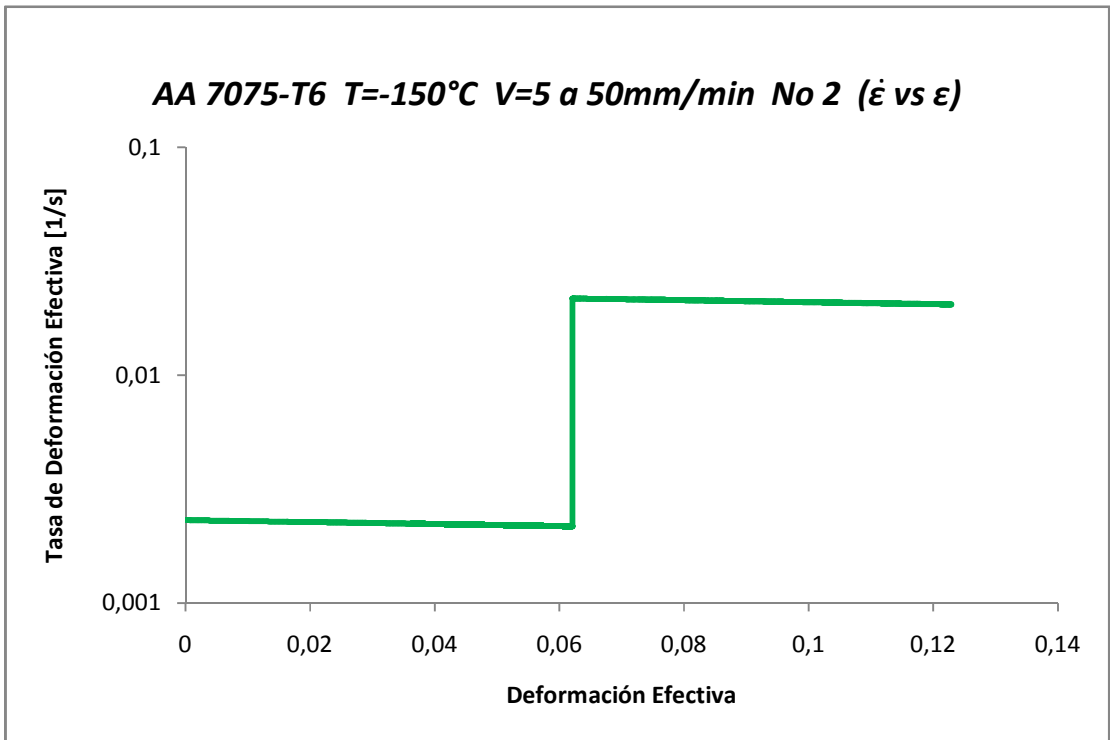


Fig.3.6.s.2

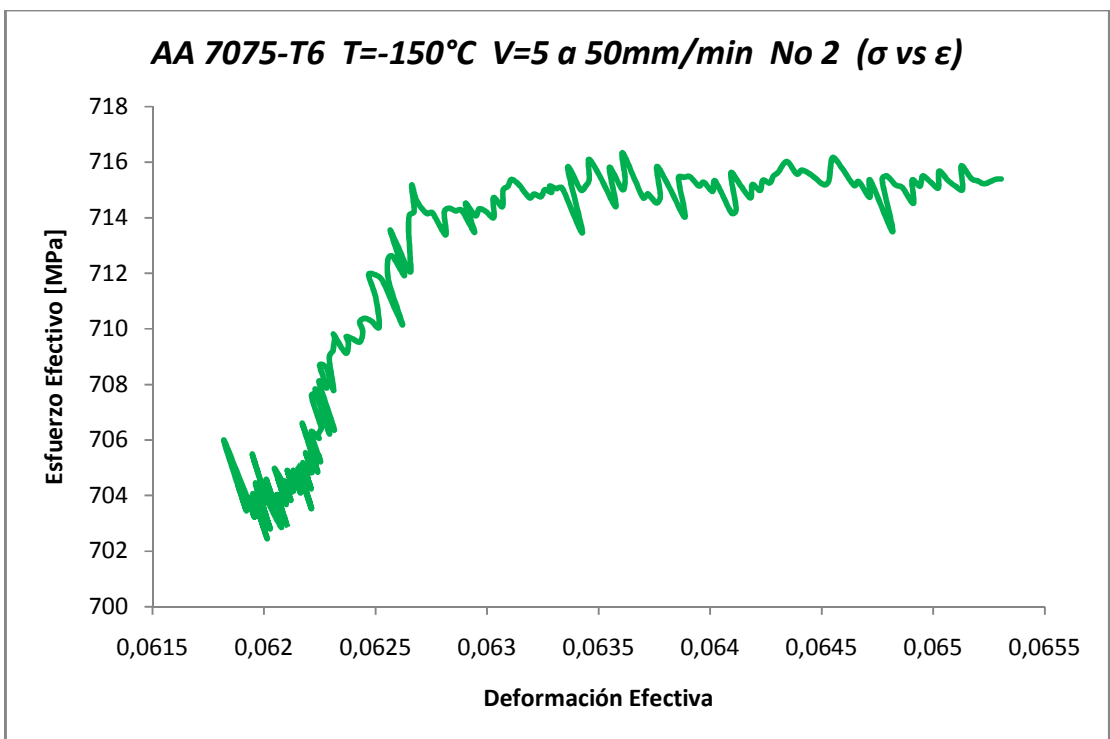


Fig.3.6.s.3

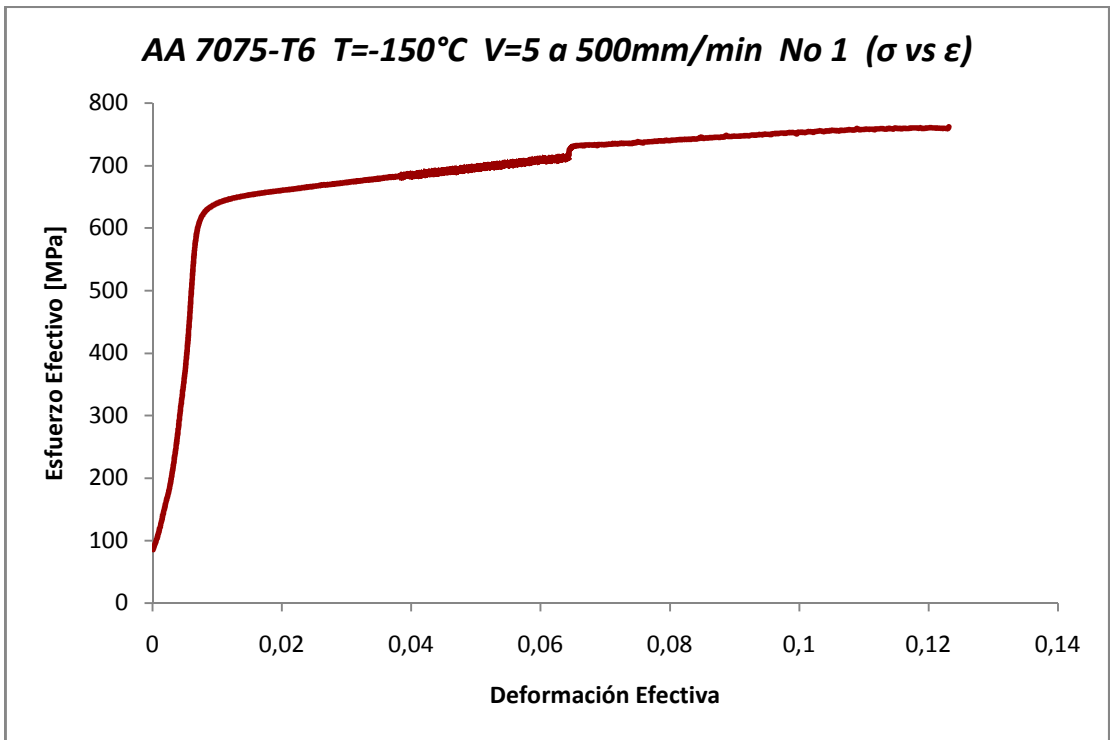


Fig.3.6.t.1

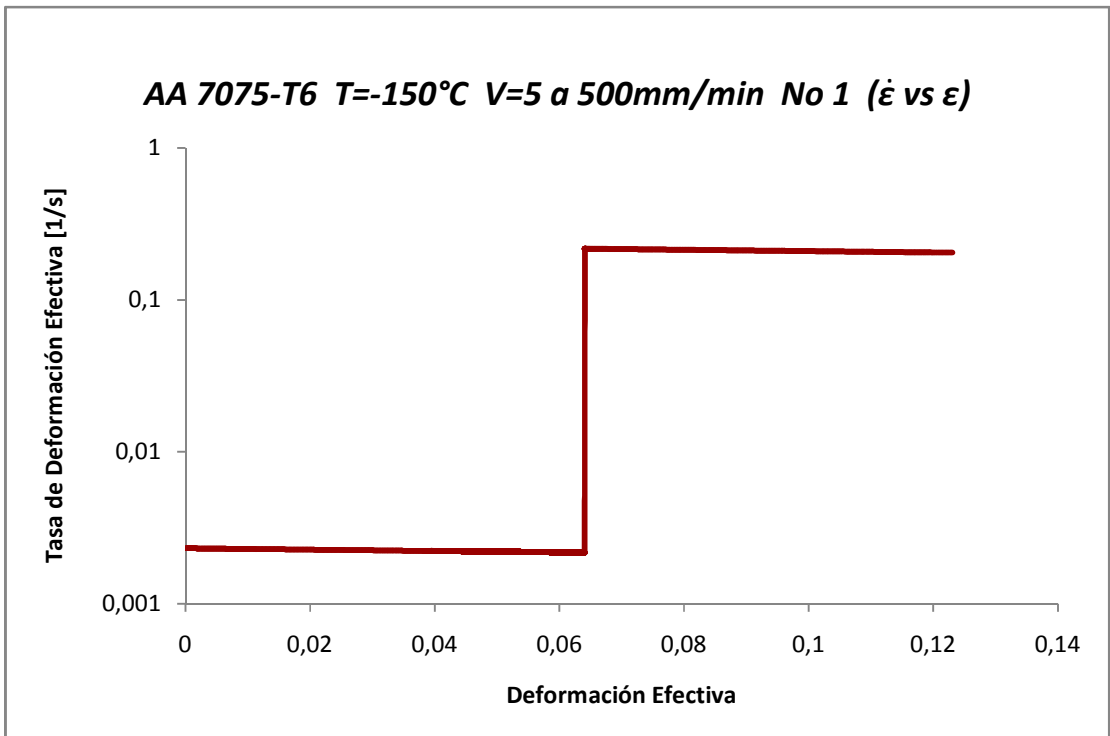


Fig.3.6.t.2

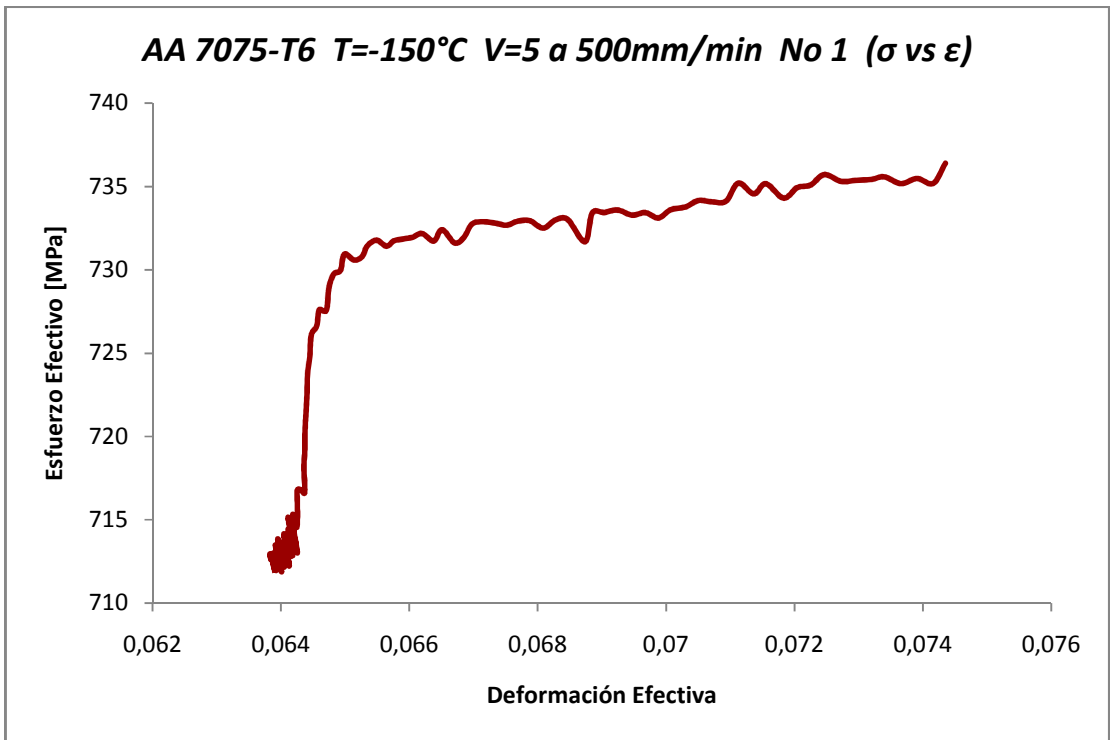


Fig.3.6.t.3

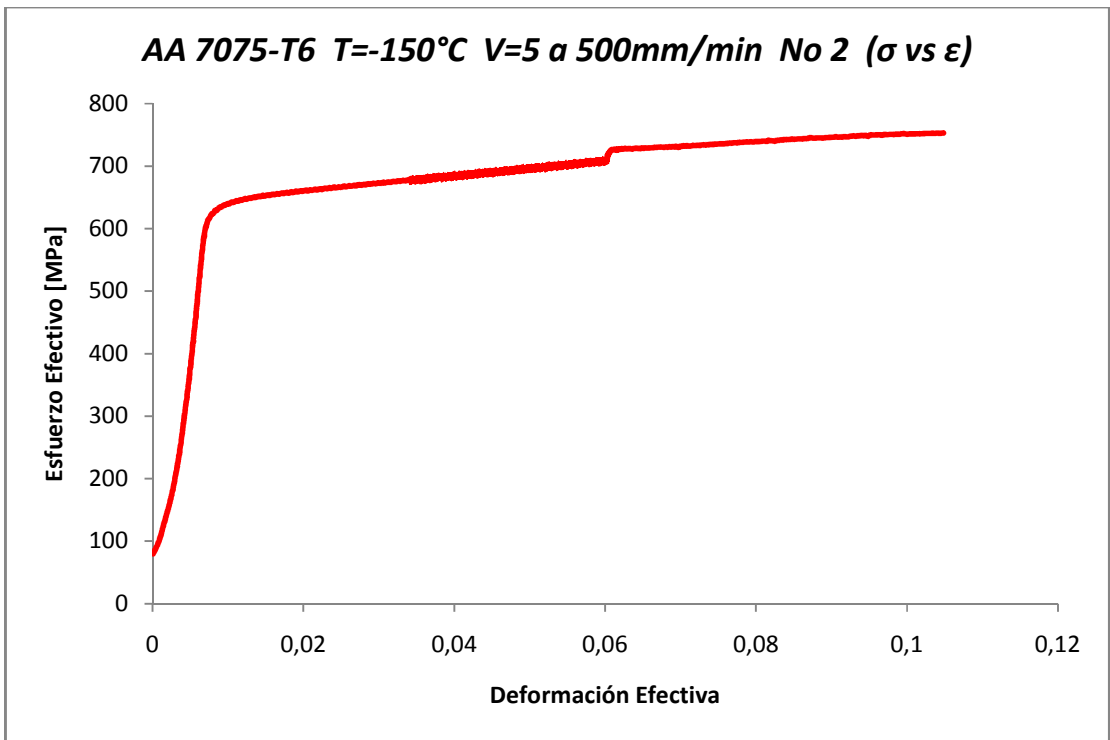


Fig.3.6.u.1

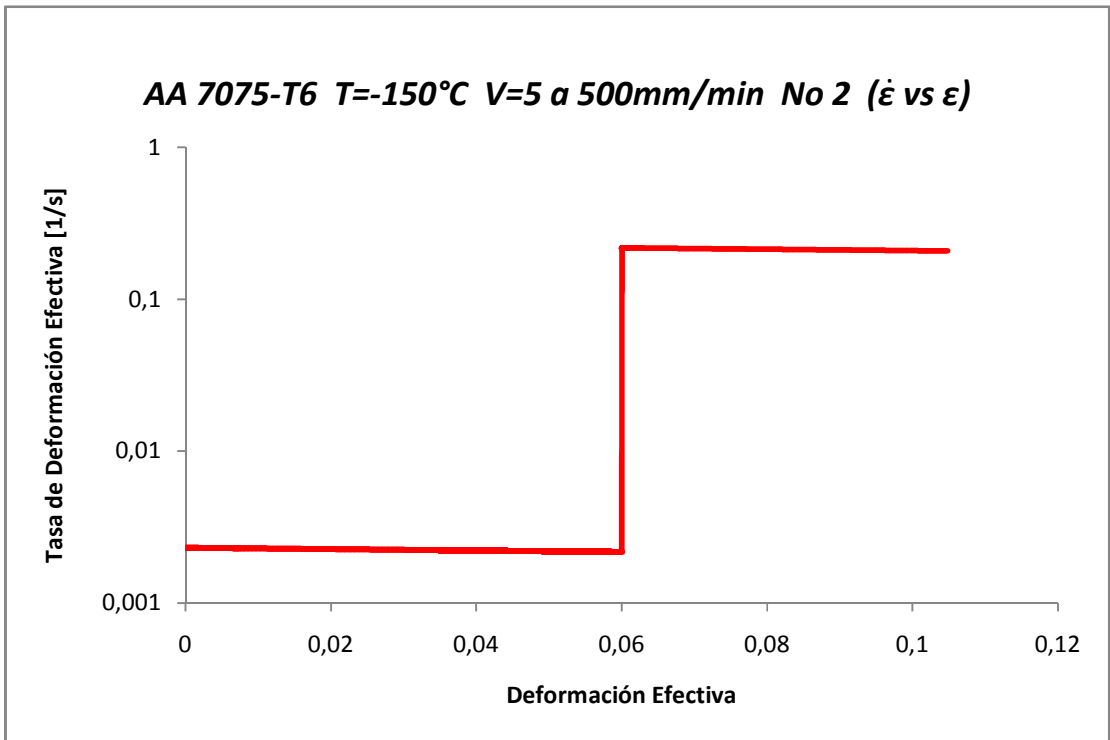


Fig.3.6.u.2

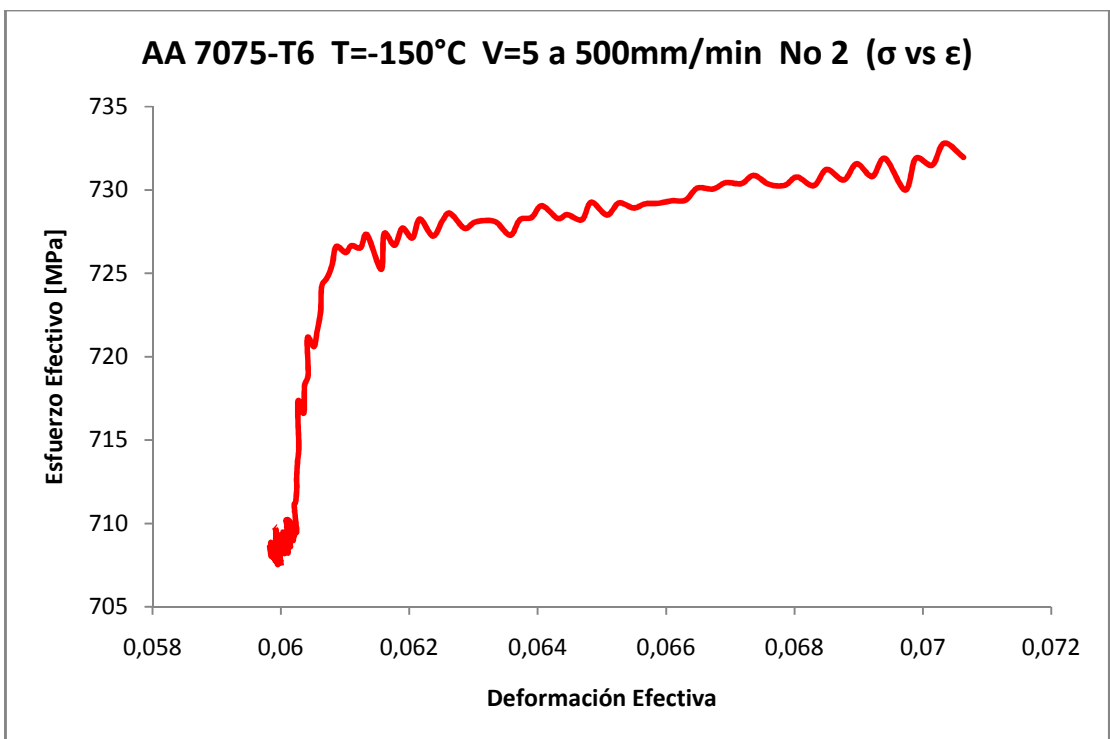


Fig.3.6.u.3

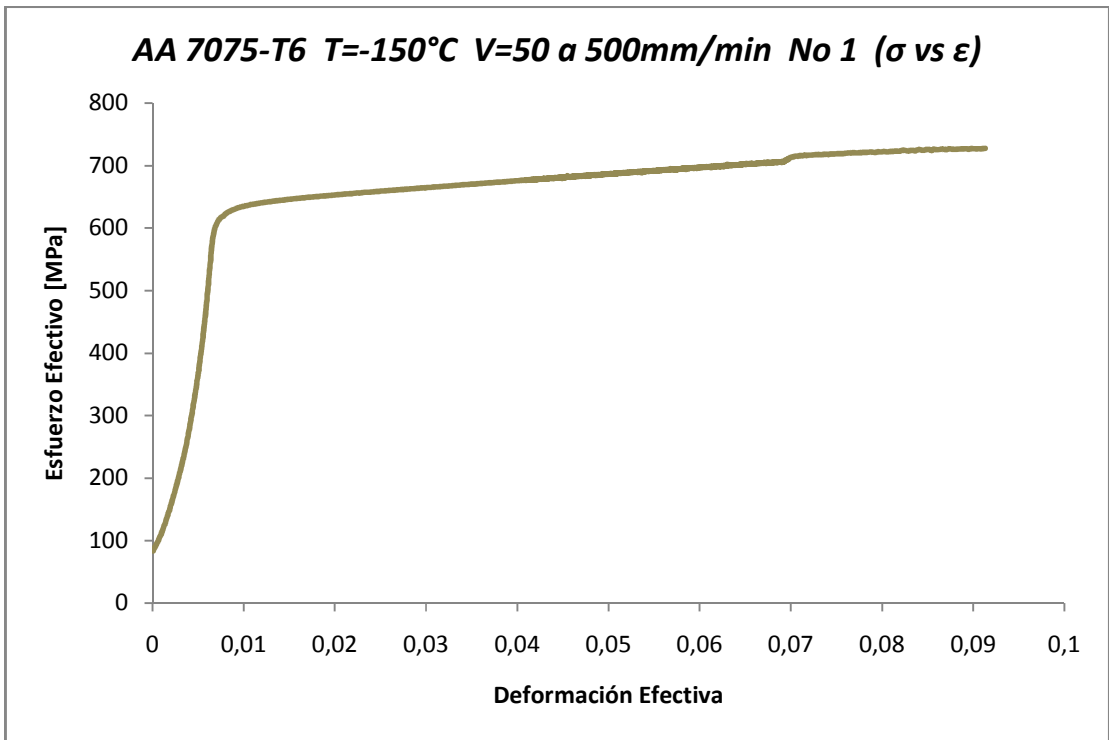


Fig.3.6.v.1

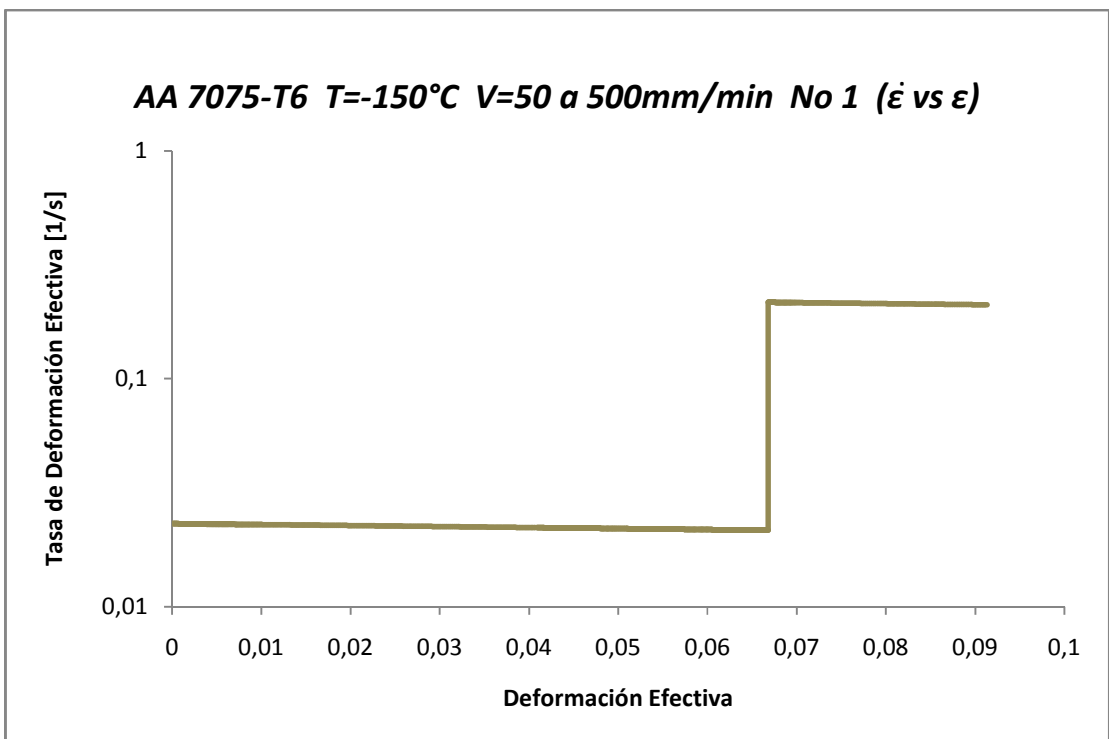


Fig.3.6.v.2

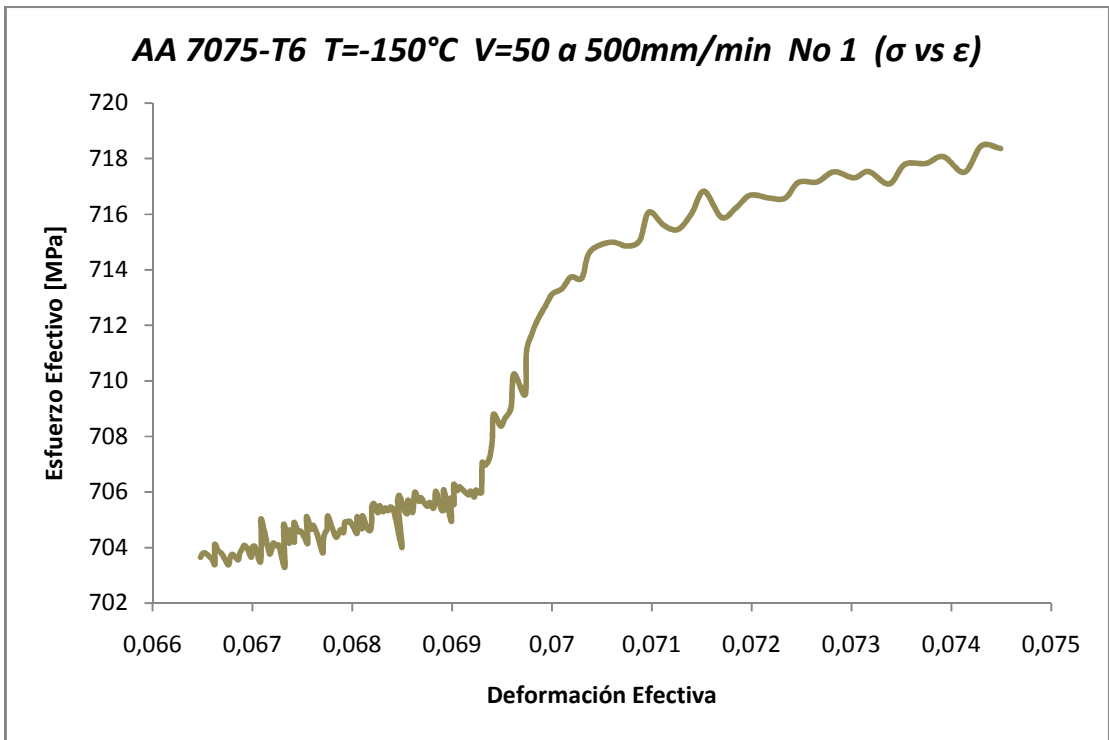


Fig.3.6.v.3

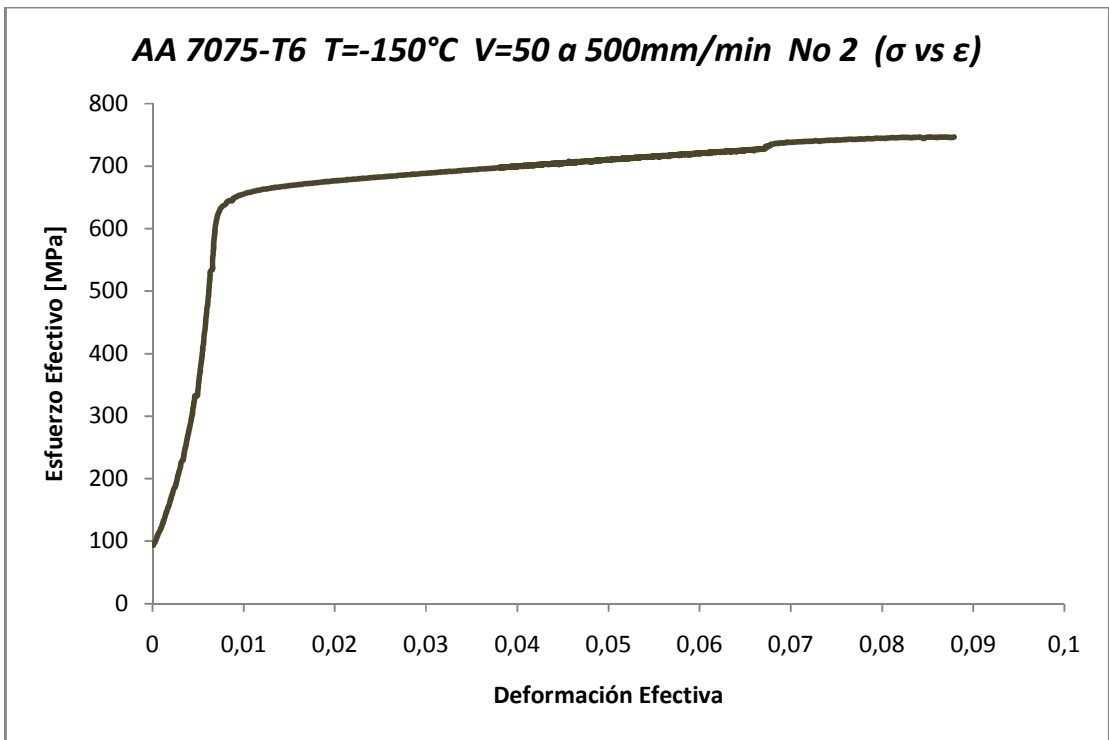


Fig.3.6.w.1

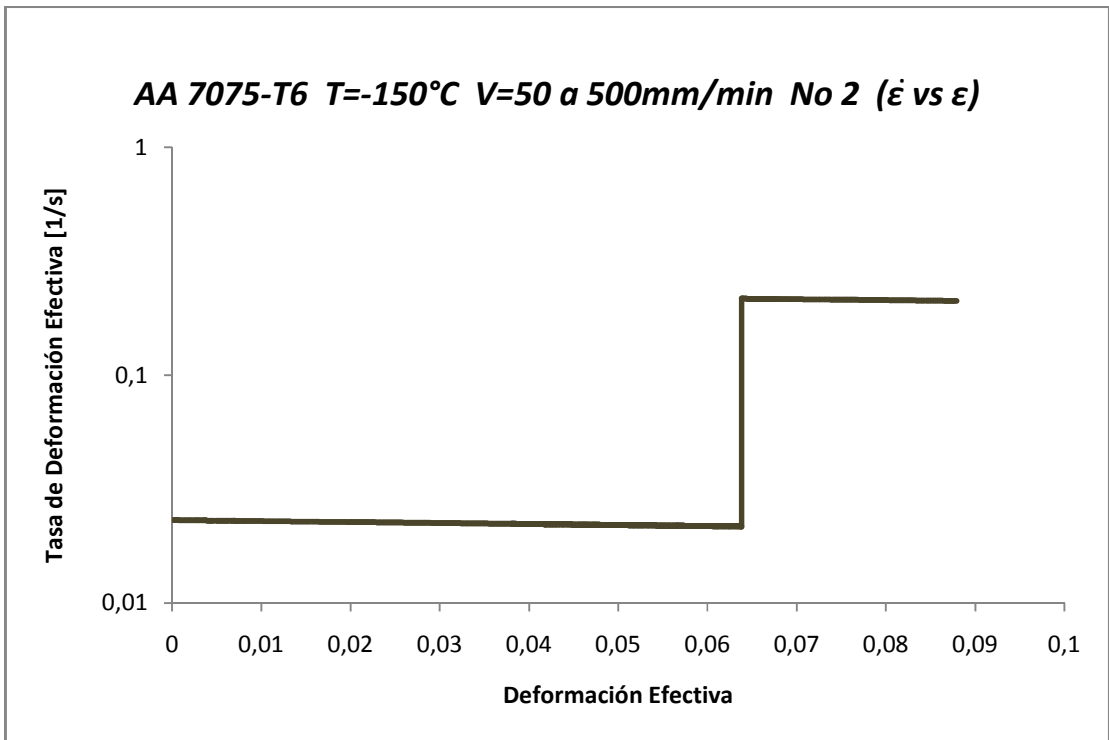


Fig.3.6.w.2

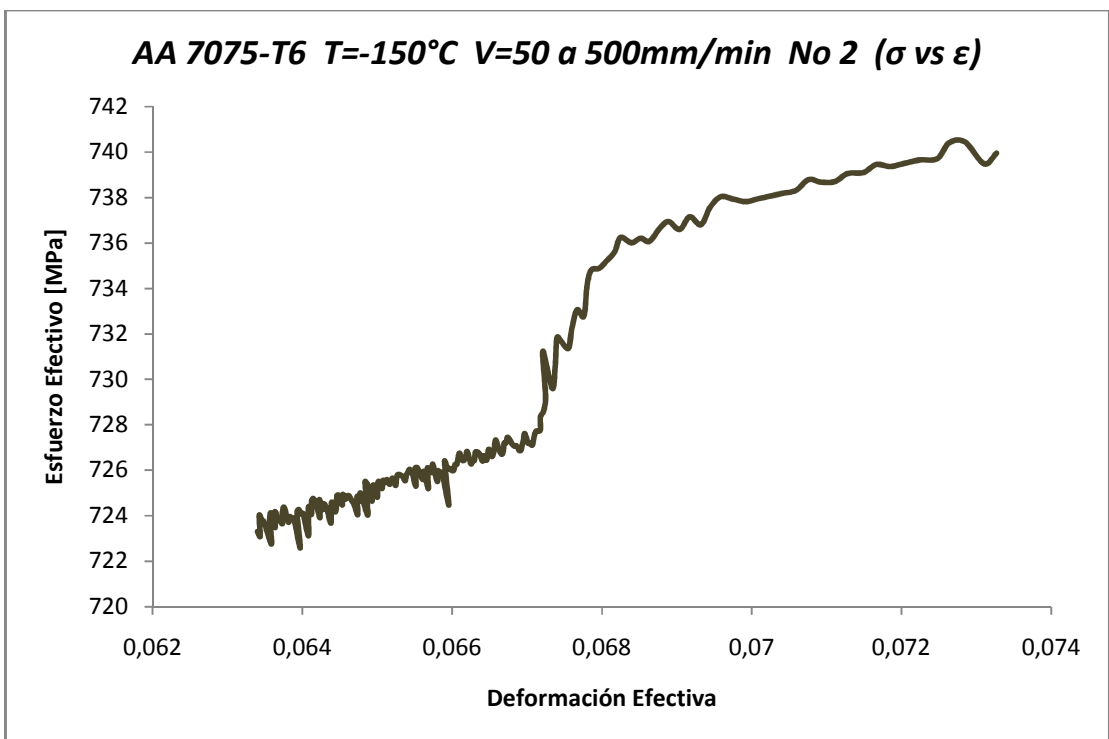


Fig.3.6.w.3

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Entre las diferentes cualidades de la aleación AA 7075-T6, una de las más importantes, es el aumento considerable del esfuerzo de fluencia con la disminución de la temperatura y aumento de la tasa de deformación, siendo predominante la influencia de la temperatura, en comparación con el efecto que produce el incremento de la tasa de deformación. En las figuras 3.1.a, se observa claramente este efecto, siendo mayor a temperatura de -150°C para diferentes velocidades y teniendo menor influencia entre -25°C y -50°C , en concordancia con otras investigaciones.

En las figuras 3.1.b, se muestra cómo influye en menor medida, el cambio en la velocidad de cabezal (tasa de deformación) sobre el incremento del esfuerzo de fluencia. En este orden de ideas es necesario resaltar, que en los valores reportados en la tabla 3.1.b, la mayor desviación de la resistencia a la fluencia para ensayos del mismo tipo es de $\sim 5,3\%$. También el aumento en los valores de resistencia a la tracción, dan a entender, que bajo estas condiciones el material incrementa su resistencia mecánica.

Se puede observar que para todos los casos a velocidad de cabezal constante, a diferentes temperaturas, la tasa de deformación decrece a medida que el material se deforma, con un comportamiento lineal. La disminución de la tasa de endurecimiento por deformación a medida que el material se deforma, da a entender que la tasa de recuperación dinámica, que da lugar a la aniquilación y reordenamiento de la estructura de dislocaciones es cada vez mayor y aunque la tasa de multiplicación de dislocaciones como consecuencia de la deformación aplicada al material sigue siendo predominante, eventualmente se alcanzará un equilibrio entre dichas tasas, dando lugar al alcance de un estado de saturación en la curva esfuerzo-deformación en el cual la tasa de endurecimiento por deformación es igual a cero.

En la etapa de endurecimiento por deformación de la curva de tracción el incremento continuo de los valores de esfuerzo de fluencia, a medida que ocurre la deformación, implica que existe un predominio de la tasa de multiplicación de dislocaciones sobre la recuperación dinámica del material, es decir, de la aniquilación de dislocaciones, teniendo este último menor efecto a medida que la temperatura es más baja.

En las curvas donde se les aplicó un cambio de velocidad, se puede observar claramente, que de los gráficos esfuerzo efectivo versus deformación efectiva, el material incrementa su resistencia mecánica después del cambio instantáneo de tasa de deformación. La magnitud del cambio en el esfuerzo de fluencia depende de la magnitud del cambio en la tasa de deformación. A medida que el cambio en la tasa de deformación es mayor, también es mayor el cambio en el esfuerzo de fluencia. Los resultados experimentales también indican que pudiese haber una pequeña disminución del exponente de sensibilidad del esfuerzo a la tasa de deformación con el incremento de dicha tasa. Asimismo, a medida que la temperatura de deformación aumenta, también tiende a aumentar el exponente m , lo cual concuerda con lo reportado en la literatura. Ver *fig.3.2.a*.

El aumento en la resistencia mecánica de la aleación, luego del cambio de velocidad, muestra que la estructura inicial de las dislocaciones, evoluciona a un estado de mayor densidad de dislocaciones. La acumulación de las dislocaciones se debe al fenómeno de endurecimiento por deformación que gobierna o domina el proceso de incremento de resistencia del material.

Referente a las fotomicrografías tomadas a través de técnicas de MEB, hay que decir que los resultados obtenidos de las mismas se corresponden totalmente con los valores de reducción de área de la sección transversal de la probetas, entendiéndose que el efecto marcado de la disminución de la temperatura sobre la reducción de la ductilidad del material se manifiesta en el cambio de apariencia superficial de las muestras y en la reducción del % RA de la aleación. Aún y cuando es conocido que este tipo de material no posee el riesgo de fractura frágil a bajas temperaturas, como en las aleaciones ferrosas, se puede apreciar que a temperaturas de -150°C , existe un cambio en la morfología de la superficie de fractura, tal como

puede observarse claramente en la fig.3.3.3.a, de donde se infiere el predominio de la componente de esfuerzo normal sobre la componente de esfuerzo cortante, lo que a su vez se refuerza con el hecho de la desaparición significativa del número de microhoyuelos, tal y como se puede observar de las figuras 3.3.3c y 3.3.3.d. A medida que la fracción de facetas planas en la superficie de fractura aumenta en relación con la fracción de microhoyuelos, se infiere que la deformación plástica del material es cada vez más limitada. Cuando las temperaturas son más elevadas, el cono y la copa formada a raíz de la fractura de la probeta de tracción son más pronunciados, característica indicativa de una mayor ductilidad en el material, debido al predominio de los esfuerzos cortantes, los cuales actúan a 45° respecto al esfuerzo principal de mayor magnitud.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Basado en el análisis de los resultados de la realización de los ensayos de tracción uniaxial, a temperaturas criogénicas, con velocidad de cabezal constante y cambio instantáneo en dicha velocidad, desde aproximadamente $0,002 \text{ s}^{-1}$ hasta $0,220 \text{ s}^{-1}$, y del análisis a partir de las técnicas de MEB, sobre las superficies fracturadas de las probetas de tracción de la aleación de aluminio AA7075-T6, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

(1) El esfuerzo de fluencia y la resistencia última a la tracción, aumentan con la disminución de la temperatura y con el aumento de la tasa de deformación; siendo más influyente el efecto de la temperatura que el de la tasa de deformación.

(2) La ductilidad del material se ve reducida con la disminución de la temperatura y el aumento de la tasa de deformación, donde el efecto de la temperatura tiene mayor influencia y la velocidad de deformación una leve contribución, reforzado a través del análisis por microscopia electrónica de barrido, cuyo resultado refleja mayor superficie de fractura asociada a esfuerzos normales que a esfuerzos cortantes con el decremento de la temperatura y el aumento de la tasa de deformación, e igualmente, disminución de la cantidad de microhoyuelos presentes en la aleación, bajo las condiciones previamente mencionadas.

(3) Al aplicar cambios instantáneos de tasa de deformación creciente entre $0,002-0,022 \text{ s}^{-1}$; $0,002-0,220 \text{ s}^{-1}$ y $0,022-0,220 \text{ s}^{-1}$; la aleación AA 7075-T6 incrementa su resistencia mecánica a bajas temperaturas entre -25°C y -150°C , dando a entender, que la estructura inicial de dislocaciones evoluciona a una estructura de mayor densidad después del cambio de velocidad, endureciéndose por deformación.

(4) Es posible predecir a la mitad de la deformación natural, cuánto aumenta la resistencia del material para cambios en la tasa de deformación entre $0,002 \text{ s}^{-1}$ y

$0,220 \text{ s}^{-1}$ a bajas temperaturas entre -25°C y -150° , sabiendo los esfuerzos de fluencia antes y después del cambio de velocidad, una vez que se determina el exponente de sensibilidad del esfuerzo de fluencia a la tasa de deformación.

(5) De acuerdo a lo anterior, se justifica plenamente la utilización de la aleación AA 7075-T6 en la industria aeronáutica y aeroespacial, en aplicaciones bajo cargas estáticas de tracción, ya que el incremento de algunas de sus propiedades, como el aumento de la resistencia a la fluencia o la imposibilidad de ocurrencia de fractura frágil favorece su uso con este propósito.

RECOMENDACIONES

Habiéndose estudiado el comportamiento mecánico de la aleación AA 7075-T6 a bajas temperaturas mediante ensayos de tracción y dado que éste trabajo de investigación representa solo un aspecto del conjunto de propiedades del material que son importantes a los efectos del diseño mecánico, se recomienda continuar con la realización de ensayos de fatiga a dichas temperaturas, aún cuando este objetivo es bastante difícil de lograr desde el punto de vista experimental debido a la duración de dichos ensayos y el suministro de N₂ líquido a la cámara criogénica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angolemme J y De Stefano F. (2005) Desarrollo y Construcción de un Dispositivo Criogénico para Realizar Ensayos Mecánicos a Bajas Temperaturas, “Trabajo Especial de Grado”, Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad Central de Venezuela.
- ASTM B 557M – 02 a (2002) Standard Test Methods of Tension Testing Wrought and Cast Aluminum and Magnesium Alloy Products, Pensilvania, pp 431.
- Binning M. S., Partridge P.G. (1984) Cryogenics, “Vol. 24”, No. 2. pp. 97-105.
- Brenlla, A. (2006) Comportamiento Mecánico en Tracción de la Aleación de Aluminio AA 7075-T6 Deformada a Bajas Temperaturas, “Trabajo Especial de Grado”, Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencias de los Materiales, Universidad Central de Venezuela.
- Carman C. M., Forney J. W. y J. M. Katlin, (1966) Plane Strain Fracture Toughness of 2219-T87 Aluminum Alloy at Room and Cryogenic Temperatures, National Aeronautics and Space Administration, Philadelphia.
- Dieter George. E., Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill Publishing Company, Maryland, 1986. pp. 295-304.
- Dieter George. E., Metalurgia Mecánica, McGraw-Hill Publishing Company, Maryland, 1967, Version Española: Francisco Muñoz del Corral, pp. 270-276.
- Fricke W.G., Haney E.G., W.A. Anderson y H.Y. Hunsicker, (1963) Weldable High Strength Aluminum Alloys, Alcoa Research Laboratories Aluminum Company of America, New Kensington.

Gamwell W. y McGill P. (2006) Cryogenic Fracture Toughness Evaluation of an Investment Cast Aluminum-Beryllium Alloy for Structural Application, NASA Marshall Space Flight Center, National Space and Missile Materials Symposium, Huntsville.

Hatch J. E., Properties and Physical Metallurgy, American Society for Metals (ASM), Ohio, 1984. pp. 175-370.

Military Handbook, Metallic Materials and Elements for Aerospace Vehicles Structures, Department of Defense-United State of America, 1998.

Ruiz J. “Corrosión Fatiga en Aleaciones Ligeras de Al-Zn-Mg”, Departamento de Física de Materiales, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, 1993.

Senkova S.V., Senkov O.N. y Miracle D.B. (2006) Metallurgical and Materials Transactions, “Vol. 37A”. pp. 3569-3575.

Van Horn K. R., Aluminum: Design and Application, American Society for Metals (ASM), Ohio, 1967, Vol.II. pp. 99-585.

Wagner J A. y Gangloff R.P., (1995) NASA- UVA Light Aerospace alloy and Estructure Technology Program, National Aeronautics and Space Administration, Virginia.

ANEXO

Ensayos con velocidad de cabezal constante

(Ensayo T=-25°C y V= 5mm/min, No 1)

ϵ_i	σ_i [Mpa]	Tasa de Deformación (1/s)
5,96E-05	78,8	0,0023
0,00047	90,3	0,0023
0,00087	103,7	0,0023
0,00126	118,1	0,0023
0,00159	132,9	0,0023
0,00195	148,0	0,0023
0,00225	163,7	0,0023
0,00256	179,6	0,0023
0,00283	195,8	0,0023
0,00311	212,6	0,0023
0,00336	229,3	0,0023
0,00364	246,0	0,0023
0,00389	262,8	0,0023
0,00415	280,0	0,0023
0,00437	297,3	0,0023
0,00461	314,9	0,0023
0,00479	333,1	0,0023
0,00498	351,9	0,0023
0,00513	370,7	0,0023
0,00532	389,5	0,0023
0,00544	409,0	0,0023
0,00562	427,9	0,0023
0,00576	447,0	0,0023
0,00593	466,2	0,0023
0,00605	485,8	0,0023
0,00621	505,0	0,0023
0,00637	523,7	0,0023
0,00663	541,0	0,0023
0,00706	554,2	0,0023
0,00774	562,6	0,0023
0,00854	567,7	0,0023
0,00943	571,5	0,0023
0,01034	574,5	0,0023
0,01129	577,0	0,0023
0,01224	579,2	0,0023
0,01322	581,1	0,0023
0,01418	582,7	0,0023

0,01517	584,5	0,0023
0,01614	585,9	0,0023
0,01688	587,5	0,0023
0,01821	589,1	0,0023
0,01909	590,5	0,0023
0,02008	591,7	0,0023
0,02083	593,0	0,0023
0,02184	594,1	0,0023
0,02281	595,4	0,0023
0,02381	596,6	0,0023
0,02478	597,9	0,0023
0,02579	599,2	0,0023
0,02689	600,5	0,0023
0,02775	601,9	0,0023
0,02872	603,1	0,0022
0,02993	604,4	0,0022
0,03092	605,9	0,0022
0,03179	606,8	0,0022
0,03278	608,0	0,0022
0,03375	609,3	0,0022
0,03474	610,6	0,0022
0,03560	611,7	0,0022
0,03656	612,9	0,0022
0,03744	614,1	0,0022
0,03865	615,3	0,0022
0,03961	616,7	0,0022
0,04046	617,9	0,0022
0,04145	619,1	0,0022
0,04240	620,4	0,0022
0,04318	621,4	0,0022
0,04435	622,6	0,0022
0,04534	623,9	0,0022
0,04643	625,0	0,0022
0,04706	626,2	0,0022
0,04824	627,2	0,0022
0,04922	628,4	0,0022
0,05018	629,4	0,0022
0,05116	630,5	0,0022
0,05212	631,7	0,0022
0,05309	632,9	0,0022
0,05429	634,1	0,0022
0,05524	635,3	0,0022

0,05611	636,3	0,0022
0,05717	637,4	0,0022
0,05791	638,3	0,0022
0,05900	639,3	0,0022
0,05997	640,4	0,0022
0,06081	641,4	0,0022
0,06190	642,4	0,0022
0,06274	643,4	0,0022
0,06368	644,7	0,0022
0,06465	645,8	0,0022
0,06584	646,6	0,0022
0,06679	647,7	0,0022
0,06765	648,7	0,0022
0,06848	649,9	0,0022
0,06957	650,6	0,0022
0,07062	651,6	0,0022
0,07125	652,4	0,0022
0,07244	653,3	0,0022
0,07326	654,4	0,0022
0,07434	655,3	0,0021
0,07517	656,5	0,0021
0,07603	657,3	0,0021
0,07707	658,4	0,0021
0,07783	659,1	0,0021
0,07878	659,8	0,0021
0,07974	660,8	0,0021
0,08113	661,5	0,0021
0,08141	662,3	0,0021
0,08249	663,1	0,0021
0,08312	663,8	0,0021
0,08386	664,3	0,0021
0,08469	665,0	0,0021
0,08545	665,8	0,0021
0,08649	666,6	0,0021
0,08701	667,3	0,0021
0,08784	668,1	0,0021
0,08880	668,9	0,0021
0,08964	669,4	0,0021
0,09081	670,3	0,0021
0,09112	670,9	0,0021
0,09216	671,5	0,0021
0,09333	672,3	0,0021

0,09395	672,9	0,0021
0,09491	673,5	0,0021
0,09553	674,2	0,0021
0,09616	674,8	0,0021
0,09708	675,7	0,0021
0,09781	676,3	0,0021
0,09887	676,9	0,0021
0,09969	677,5	0,0021
0,10086	678,0	0,0021
0,10138	678,5	0,0021
0,10190	679,0	0,0021
0,10284	679,6	0,0021
0,10462	680,7	0,0021
0,10474	680,3	0,0021
0,10578	681,1	0,0021
0,10639	682,0	0,0021
0,10650	681,7	0,0021
0,10745	682,5	0,0021
0,10891	683,0	0,0021
0,10974	683,4	0,0021
0,11026	683,8	0,0021
0,11153	684,0	0,0021
0,11173	683,9	0,0021
0,11259	684,3	0,0021
0,11332	684,4	0,0021
0,11459	684,6	0,0021
0,11521	685,0	0,0021

(Ensayo T=-25°C y V= 5mm/min, No 2)

ϵ_i	σ_i [MPa]	Tasa de Deformación (1/s)
6,41E-05	80,9	0,0023
0,00057	93,0	0,0023
0,00102	106,9	0,0023
0,00143	121,3	0,0023
0,00184	136,3	0,0023
0,00218	152,2	0,0023
0,00253	168,5	0,0023
0,00283	185,4	0,0023

0,00312	203,0	0,0023
0,00337	221,1	0,0023
0,00363	239,6	0,0023
0,00385	258,2	0,0023
0,00411	276,7	0,0023
0,00430	296,1	0,0023
0,00453	315,4	0,0023
0,00471	335,0	0,0023
0,00490	355,2	0,0023
0,00506	375,2	0,0023
0,00523	395,8	0,0023
0,00538	416,3	0,0023
0,00556	436,5	0,0023
0,00573	456,4	0,0023
0,00593	476,4	0,0023
0,00611	496,2	0,0023
0,00632	515,8	0,0023
0,00657	533,8	0,0023
0,00703	548,0	0,0023
0,00772	556,0	0,0023
0,00858	560,9	0,0023
0,00946	564,8	0,0023
0,01039	567,8	0,0023
0,01133	570,3	0,0023
0,01231	572,3	0,0023
0,01328	573,9	0,0023
0,01427	575,7	0,0023
0,01524	577,2	0,0023
0,01624	578,8	0,0023
0,01710	580,3	0,0023
0,01821	581,8	0,0023
0,01919	583,1	0,0023
0,02051	584,8	0,0023
0,02105	585,9	0,0023
0,02215	587,4	0,0023
0,02302	588,7	0,0023
0,02415	589,6	0,0023
0,02500	591,1	0,0023
0,02611	592,5	0,0023
0,02709	593,6	0,0023
0,02809	594,8	0,0023
0,02905	596,2	0,0022

0,03005	597,6	0,0022
0,03091	598,6	0,0022
0,03201	600,2	0,0022
0,03297	601,5	0,0022
0,03419	602,7	0,0022
0,03494	603,8	0,0022
0,03593	605,1	0,0022
0,03690	606,2	0,0022
0,03790	607,3	0,0022
0,03886	608,7	0,0022
0,03972	609,6	0,0022
0,04071	610,9	0,0022
0,04180	612,4	0,0022
0,04266	613,2	0,0022
0,04362	614,6	0,0022
0,04470	615,9	0,0022
0,04569	617,1	0,0022
0,04654	618,2	0,0022
0,04764	619,4	0,0022
0,04859	620,6	0,0022
0,04969	621,7	0,0022
0,05100	622,8	0,0022
0,05152	623,8	0,0022
0,05248	624,8	0,0022
0,05322	626,0	0,0022
0,05430	627,2	0,0022
0,05526	628,2	0,0022
0,05645	629,5	0,0022
0,05732	630,6	0,0022
0,05826	631,9	0,0022
0,05925	632,7	0,0022
0,06020	633,7	0,0022
0,06118	634,8	0,0022
0,06234	635,8	0,0022
0,06298	636,6	0,0022
0,06406	637,7	0,0022
0,06503	638,8	0,0022
0,06609	639,7	0,0022
0,06695	640,9	0,0022
0,06810	642,0	0,0022
0,06898	642,8	0,0022
0,06981	643,9	0,0022

0,07065	644,9	0,0022
0,07162	645,9	0,0022
0,07257	646,6	0,0022
0,07353	647,7	0,0022
0,07461	648,6	0,0021
0,07555	649,4	0,0021
0,07684	650,4	0,0021
0,07747	651,1	0,0021
0,07829	652,3	0,0021
0,07926	653,2	0,0021
0,08033	654,0	0,0021
0,08117	654,8	0,0021
0,08223	655,7	0,0021
0,08317	656,7	0,0021
0,08412	657,8	0,0021
0,08496	658,4	0,0021
0,08569	659,2	0,0021
0,08676	659,9	0,0021
0,08803	660,7	0,0021
0,08887	661,4	0,0021
0,09004	662,2	0,0021
0,09075	663,1	0,0021
0,09159	663,8	0,0021
0,09221	664,6	0,0021
0,09370	665,6	0,0021
0,09473	666,3	0,0021
0,09549	666,9	0,0021
0,09631	667,7	0,0021
0,09724	668,6	0,0021
0,09864	669,0	0,0021
0,09913	669,7	0,0021
0,10029	670,3	0,0021
0,10091	671,0	0,0021
0,10164	671,6	0,0021
0,10290	672,2	0,0021
0,10352	672,7	0,0021
0,10458	673,3	0,0021
0,10574	673,8	0,0021
0,10710	674,4	0,0021
0,10793	674,8	0,0021
0,10919	675,1	0,0021
0,10931	675,4	0,0021

0,11024	675,6	0,0021
0,11194	675,8	0,0021
0,11278	675,9	0,0021
0,11375	675,7	0,0021
0,11394	676,1	0,0021

(Ensayo T=-25°C y V= 50mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
0,00030	97,1	0,023
0,00076	111,0	0,023
0,00121	125,7	0,023
0,00161	141,4	0,023
0,00194	158,0	0,023
0,00227	175,2	0,023
0,00258	192,8	0,023
0,00284	210,9	0,023
0,00312	229,2	0,023
0,00339	247,7	0,023
0,00363	266,0	0,023
0,00392	284,2	0,023
0,00417	303,0	0,023
0,00440	321,9	0,023
0,00462	341,3	0,023
0,00487	360,3	0,023
0,00507	379,6	0,023
0,00530	398,8	0,023
0,00553	418,2	0,023
0,00572	437,8	0,023
0,00592	457,8	0,023
0,00610	478,0	0,023
0,00627	498,2	0,023
0,00649	517,6	0,023
0,00681	535,3	0,023
0,00728	549,2	0,023
0,00799	559,0	0,023
0,00888	565,0	0,023
0,00984	569,1	0,023
0,01087	572,1	0,023
0,01195	574,3	0,023

0,01299	576,7	0,023
0,01408	578,7	0,023
0,01517	580,4	0,023
0,01625	582,0	0,023
0,01735	583,6	0,023
0,01846	585,0	0,023
0,01953	586,7	0,023
0,02062	588,4	0,023
0,02174	589,6	0,023
0,02282	591,0	0,023
0,02392	592,4	0,023
0,02503	593,7	0,023
0,02611	595,0	0,023
0,02722	596,3	0,023
0,02832	597,7	0,023
0,02940	599,0	0,022
0,03049	600,4	0,022
0,03160	601,6	0,022
0,03267	603,0	0,022
0,03377	604,2	0,022
0,03486	605,6	0,022
0,03594	606,7	0,022
0,03704	608,1	0,022
0,03813	609,4	0,022
0,03918	611,0	0,022
0,04029	611,9	0,022
0,04138	613,4	0,022
0,04245	614,4	0,022
0,04355	615,6	0,022
0,04464	616,9	0,022
0,04570	618,1	0,022
0,04679	619,3	0,022
0,04788	620,6	0,022
0,04893	621,9	0,022
0,05002	623,0	0,022
0,05111	624,1	0,022
0,05217	625,4	0,022
0,05324	626,7	0,022
0,05434	627,7	0,022
0,05538	629,1	0,022
0,05647	630,1	0,022
0,05756	631,2	0,022

0,05861	632,3	0,022
0,05969	633,6	0,022
0,06077	634,5	0,022
0,06182	635,8	0,022
0,06289	637,0	0,022
0,06397	638,1	0,022
0,06502	639,1	0,022
0,06610	640,2	0,022
0,06718	641,2	0,022
0,06823	642,1	0,022
0,06930	643,3	0,022
0,07037	644,3	0,022
0,07141	645,4	0,022
0,07249	646,4	0,022
0,07355	647,7	0,022
0,07460	648,6	0,021
0,07567	649,4	0,021
0,07675	650,3	0,021
0,07778	651,4	0,021
0,07885	652,4	0,021
0,07992	653,2	0,021
0,08096	654,2	0,021
0,08203	655,1	0,021
0,08309	656,1	0,021
0,08413	657,0	0,021
0,08519	657,9	0,021
0,08625	658,9	0,021
0,08729	659,6	0,021
0,08835	660,5	0,021
0,08941	661,4	0,021
0,09046	661,9	0,021
0,09150	663,1	0,021
0,09257	663,8	0,021
0,09361	664,4	0,021
0,09466	665,5	0,021
0,09571	666,3	0,021
0,09674	667,2	0,021
0,09778	668,2	0,021
0,09886	668,5	0,021
0,09990	669,0	0,021
0,10096	669,6	0,021
0,10201	670,4	0,021

0,10304	671,0	0,021
0,10409	671,8	0,021
0,10516	672,0	0,021
0,10618	672,7	0,021
0,10725	673,0	0,021
0,10830	673,6	0,021
0,10934	673,9	0,021
0,11040	674,2	0,021
0,11147	674,3	0,021
0,11251	674,4	0,021

(Ensayo T=-25°C y V= 50mm/min, No 2)

ϵ_i	σ_i (MPa)	Tasa de Deformación (1/s)
0,00011	64,4	0,023
0,00064	76,3	0,023
0,00115	88,7	0,023
0,00159	101,8	0,023
0,00199	116,2	0,023
0,00231	131,5	0,023
0,00262	147,7	0,023
0,00290	164,2	0,023
0,00316	181,3	0,023
0,00337	198,8	0,023
0,00358	216,8	0,023
0,00373	235,4	0,023
0,00391	254,0	0,023
0,00406	273,2	0,023
0,00418	292,8	0,023
0,00428	312,5	0,023
0,00437	332,6	0,023
0,00443	353,0	0,023
0,00450	373,5	0,023
0,00457	394,1	0,023
0,00465	414,7	0,023
0,00470	435,1	0,023
0,00482	454,8	0,023
0,00495	474,0	0,023
0,00512	492,7	0,023
0,00540	509,5	0,023

0,00583	523,5	0,023
0,00643	533,9	0,023
0,00723	541,1	0,023
0,00810	546,6	0,023
0,00907	550,6	0,023
0,01008	554,1	0,023
0,01112	556,9	0,023
0,01213	559,5	0,023
0,01319	561,9	0,023
0,01422	564,4	0,023
0,01529	566,5	0,023
0,01635	568,8	0,023
0,01745	570,3	0,023
0,01849	572,5	0,023
0,01958	574,1	0,023
0,02063	576,0	0,023
0,02171	577,7	0,023
0,02278	579,7	0,023
0,02387	581,4	0,023
0,02492	583,3	0,023
0,02600	585,1	0,023
0,02705	586,9	0,023
0,02812	588,6	0,023
0,02921	590,3	0,022
0,03029	591,9	0,022
0,03133	593,9	0,022
0,03242	595,2	0,022
0,03347	596,9	0,022
0,03455	598,5	0,022
0,03563	600,0	0,022
0,03671	601,6	0,022
0,03774	603,5	0,022
0,03884	604,8	0,022
0,03988	606,4	0,022
0,04096	608,0	0,022
0,04203	609,7	0,022
0,04312	610,8	0,022
0,04417	612,3	0,022
0,04524	613,9	0,022
0,04629	615,3	0,022
0,04736	616,8	0,022
0,04844	618,1	0,022

0,04952	619,5	0,022
0,05057	620,8	0,022
0,05164	622,2	0,022
0,05269	623,6	0,022
0,05376	625,0	0,022
0,05485	626,1	0,022
0,05591	627,5	0,022
0,05696	628,8	0,022
0,05804	629,9	0,022
0,05910	631,0	0,022
0,06017	632,2	0,022
0,06124	633,4	0,022
0,06231	634,7	0,022
0,06335	636,0	0,022
0,06443	637,0	0,022
0,06547	638,2	0,022
0,06654	639,3	0,022
0,06762	640,3	0,022
0,06869	641,5	0,022
0,06975	642,2	0,022
0,07080	643,7	0,022
0,07185	644,6	0,022
0,07292	645,5	0,022
0,07399	646,6	0,021
0,07506	647,5	0,021
0,07611	648,5	0,021
0,07716	649,6	0,021
0,07820	650,7	0,021
0,07928	651,4	0,021
0,08035	652,3	0,021
0,08139	653,6	0,021
0,08243	654,5	0,021
0,08351	655,2	0,021
0,08454	656,2	0,021
0,08560	657,2	0,021
0,08667	657,8	0,021
0,08773	658,8	0,021
0,08877	659,5	0,021
0,08984	660,2	0,021
0,09087	661,2	0,021
0,09192	662,1	0,021
0,09297	663,0	0,021

0,09403	663,8	0,021
0,09508	664,3	0,021
0,09614	664,8	0,021
0,09716	666,0	0,021
0,09824	666,2	0,021
0,09928	667,2	0,021
0,10035	667,7	0,021
0,10137	668,5	0,021
0,10244	668,9	0,021
0,10347	669,4	0,021
0,10453	670,0	0,021
0,10560	670,3	0,021
0,10668	670,2	0,021
0,10770	671,0	0,021
0,10877	671,3	0,021
0,10982	671,3	0,021
0,11089	671,4	0,021
0,11196	671,5	0,021

(Ensayo T=-25°C y V= 500mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(Mpa)$	Tasa de Deformación (1/s)
-0,0017	23,3	0,23
0,0022	76,6	0,23
0,0039	167,9	0,23
0,0044	287,9	0,23
0,0042	424,5	0,23
0,0069	530,2	0,23
0,0139	582,9	0,23
0,0240	602,4	0,23
0,0351	609,7	0,22
0,0462	616,2	0,22
0,0571	624,6	0,22
0,0678	634,2	0,22
0,0783	643,7	0,21
0,0889	651,8	0,21
0,0996	655,9	0,21
0,0996	655,9	0,21
0,0996	655,9	0,21

(Ensayo T=-25°C y V= 500mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
6,26E-05	69,1	0,23
0,00071	86,0	0,23
0,00134	107,5	0,23
0,00190	130,3	0,23
0,00238	155,1	0,23
0,00284	180,8	0,23
0,00324	208,6	0,23
0,00364	237,1	0,23
0,00409	265,6	0,23
0,00435	298,2	0,23
0,00466	330,3	0,23
0,00493	363,3	0,23
0,00518	396,6	0,23
0,00544	430,8	0,23
0,00571	464,9	0,23
0,00607	499,5	0,23
0,00641	533,8	0,23
0,00750	555,4	0,23
0,00919	566,6	0,23
0,01168	573,0	0,23
0,01329	577,3	0,23
0,01567	581,3	0,23
0,01788	584,3	0,23
0,01990	587,0	0,23
0,02218	589,9	0,23
0,02451	593,0	0,23
0,02690	595,3	0,23
0,02926	598,6	0,22
0,03169	601,1	0,22
0,03410	603,8	0,22
0,03625	606,6	0,22
0,03890	609,8	0,22
0,04107	612,1	0,22
0,04379	614,8	0,22
0,04619	617,5	0,22
0,04862	620,3	0,22
0,05106	622,3	0,22

0,05347	625,2	0,22
0,05591	627,4	0,22
0,05802	630,1	0,22
0,06070	632,7	0,22
0,06283	634,7	0,22
0,06577	637,8	0,22
0,06765	639,4	0,22
0,07060	642,0	0,22
0,07188	643,6	0,22
0,07454	646,4	0,21
0,07720	648,4	0,21
0,07958	650,3	0,21
0,08139	652,7	0,21
0,08491	654,1	0,21
0,08643	656,5	0,21
0,08937	658,1	0,21
0,09199	660,3	0,21
0,09410	661,3	0,21
0,09592	663,2	0,21
0,09853	665,1	0,21
0,10174	666,3	0,21
0,10353	667,8	0,21
0,10565	668,9	0,21
0,10747	670,2	0,21
0,11246	672,0	0,21
0,11328	671,3	0,21
0,11483	672,6	0,21
0,11612	672,8	0,21

(Ensayo T=-50°C y V= 5mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
0,00012	42,8	0,0023
0,00039	55,3	0,0023
0,00084	66,8	0,0023
0,00121	79,4	0,0023
0,00156	92,8	0,0023
0,00183	107,5	0,0023
0,00210	122,5	0,0023
0,00235	137,4	0,0023

0,00259	153,1	0,0023
0,00284	167,9	0,0023
0,00317	181,9	0,0023
0,00348	195,8	0,0023
0,00375	210,9	0,0023
0,00396	226,7	0,0023
0,00415	243,3	0,0023
0,00430	260,1	0,0023
0,00444	277,7	0,0023
0,00452	296,0	0,0023
0,00463	314,0	0,0023
0,00468	332,8	0,0023
0,00476	351,5	0,0023
0,00481	370,3	0,0023
0,00490	389,0	0,0023
0,00497	407,4	0,0023
0,00505	426,1	0,0023
0,00512	444,5	0,0023
0,00521	463,2	0,0023
0,00528	481,5	0,0023
0,00540	499,6	0,0023
0,00553	516,9	0,0023
0,00580	532,0	0,0023
0,00623	543,7	0,0023
0,00691	551,2	0,0023
0,00769	556,2	0,0023
0,00857	560,1	0,0023
0,00946	563,1	0,0023
0,01040	565,6	0,0023
0,01133	567,8	0,0023
0,01230	569,9	0,0023
0,01326	571,5	0,0023
0,01435	573,3	0,0023
0,01534	574,9	0,0023
0,01629	576,6	0,0023
0,01692	578,0	0,0023
0,01803	579,3	0,0023
0,01898	581,1	0,0023
0,02008	582,5	0,0023
0,02095	583,7	0,0023
0,02205	585,2	0,0023
0,02315	586,7	0,0023

0,02389	588,0	0,0023
0,02497	589,3	0,0023
0,02608	590,4	0,0023
0,02691	592,1	0,0023
0,02803	593,1	0,0023
0,02888	594,4	0,0022
0,02987	595,8	0,0022
0,03082	597,4	0,0022
0,03191	598,7	0,0022
0,03276	600,0	0,0022
0,03375	601,3	0,0022
0,03484	602,7	0,0022
0,03580	604,0	0,0022
0,03654	605,2	0,0022
0,03751	606,7	0,0022
0,03872	608,0	0,0022
0,03956	609,2	0,0022
0,04052	610,4	0,0022
0,04151	611,6	0,0022
0,04246	612,9	0,0022
0,04343	614,3	0,0022
0,04439	615,3	0,0022
0,04536	616,7	0,0022
0,04644	618,1	0,0022
0,04728	619,3	0,0022
0,04812	620,7	0,0022
0,04942	621,9	0,0022
0,05016	622,9	0,0022
0,05113	624,3	0,0022
0,05223	625,1	0,0022
0,05328	626,4	0,0022
0,05415	627,5	0,0022
0,05498	628,9	0,0022
0,05583	629,8	0,0022
0,05712	631,0	0,0022
0,05799	632,1	0,0022
0,05882	633,3	0,0022
0,05977	634,3	0,0022
0,06074	635,5	0,0022
0,06168	636,5	0,0022
0,06253	637,9	0,0022
0,06359	638,8	0,0022

0,06456	639,9	0,0022
0,06539	641,0	0,0022
0,06658	642,0	0,0022
0,06742	642,8	0,0022
0,06827	644,1	0,0022
0,06933	645,0	0,0022
0,07039	646,1	0,0022
0,07136	647,1	0,0022
0,07220	648,0	0,0022
0,07312	649,2	0,0022
0,07420	650,2	0,0021
0,07527	651,0	0,0021
0,07579	652,0	0,0021
0,07717	653,1	0,0021
0,07789	654,0	0,0021
0,07883	654,9	0,0021
0,08000	655,9	0,0021
0,08086	656,7	0,0021
0,08158	657,6	0,0021
0,08252	658,5	0,0021
0,08358	659,4	0,0021
0,08465	660,2	0,0021
0,08548	660,9	0,0021
0,08642	661,8	0,0021
0,08727	662,6	0,0021
0,08843	663,6	0,0021
0,08926	664,5	0,0021
0,09019	665,2	0,0021
0,09115	666,1	0,0021
0,09231	667,0	0,0021
0,09292	667,8	0,0021
0,09374	668,6	0,0021
0,09535	669,4	0,0021
0,09597	670,2	0,0021
0,09680	670,8	0,0021
0,09772	671,5	0,0021
0,09868	672,2	0,0021
0,09930	672,8	0,0021
0,10023	673,5	0,0021
0,10127	674,3	0,0021
0,10253	675,1	0,0021
0,10348	675,8	0,0021

0,10421	676,3	0,0021
0,10523	677,1	0,0021
0,10617	677,8	0,0021
0,10700	678,3	0,0021
0,10816	678,8	0,0021
0,10922	679,4	0,0021
0,10941	679,7	0,0021
0,11057	680,1	0,0021
0,11247	680,4	0,0021
0,11266	680,7	0,0021
0,11403	680,9	0,0021
0,11415	681,1	0,0021
0,11551	681,6	0,0021

(Ensayo T=-50°C y V= 5mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
8,15E-05	68,1	0,0023
0,00053	78,5	0,0023
0,00100	89,2	0,0023
0,00143	99,9	0,0023
0,00180	112,3	0,0023
0,00213	125,1	0,0023
0,00244	138,6	0,0023
0,00268	152,9	0,0023
0,00293	167,5	0,0023
0,00314	182,3	0,0023
0,00334	197,9	0,0023
0,00351	213,5	0,0023
0,00366	229,7	0,0023
0,00377	246,4	0,0023
0,00390	263,2	0,0023
0,00400	280,1	0,0023
0,00412	297,1	0,0023
0,00421	314,1	0,0023
0,00433	331,1	0,0023
0,00442	348,0	0,0023
0,00454	365,0	0,0023
0,00466	381,6	0,0023
0,00481	398,0	0,0023

0,00493	414,5	0,0023
0,00510	430,8	0,0023
0,00521	447,4	0,0023
0,00536	464,0	0,0023
0,00546	480,8	0,0023
0,00562	497,1	0,0023
0,00579	512,7	0,0023
0,00609	526,6	0,0023
0,00651	537,8	0,0023
0,00712	546,2	0,0023
0,00783	552,2	0,0023
0,00864	557,0	0,0023
0,00948	560,8	0,0023
0,01037	564,2	0,0023
0,01126	567,0	0,0023
0,01220	569,4	0,0023
0,01311	571,8	0,0023
0,01395	574,1	0,0023
0,01497	576,5	0,0023
0,01595	578,2	0,0023
0,01688	580,2	0,0023
0,01784	582,3	0,0023
0,01878	584,1	0,0023
0,01976	585,8	0,0023
0,02070	587,4	0,0023
0,02167	589,2	0,0023
0,02261	591,0	0,0023
0,02359	592,7	0,0023
0,02455	594,0	0,0023
0,02552	595,7	0,0023
0,02662	597,1	0,0023
0,02745	598,7	0,0023
0,02865	600,3	0,0022
0,02939	601,6	0,0022
0,03033	603,2	0,0022
0,03108	604,7	0,0022
0,03205	605,8	0,0022
0,03313	607,4	0,0022
0,03420	608,8	0,0022
0,03550	610,4	0,0022
0,03602	611,4	0,0022
0,03721	613,0	0,0022

0,03806	614,2	0,0022
0,03882	615,4	0,0022
0,03989	616,7	0,0022
0,04107	618,3	0,0022
0,04206	619,4	0,0022
0,04300	620,7	0,0022
0,04386	621,7	0,0022
0,04483	623,1	0,0022
0,04578	624,2	0,0022
0,04675	625,5	0,0022
0,04770	626,8	0,0022
0,04868	627,9	0,0022
0,04963	629,1	0,0022
0,05071	630,3	0,0022
0,05169	631,5	0,0022
0,05253	632,7	0,0022
0,05337	633,7	0,0022
0,05434	634,9	0,0022
0,05529	636,1	0,0022
0,05627	637,1	0,0022
0,05731	638,4	0,0022
0,05839	639,5	0,0022
0,05936	640,7	0,0022
0,06011	641,4	0,0022
0,06115	642,6	0,0022
0,06234	643,7	0,0022
0,06295	644,8	0,0022
0,06403	645,9	0,0022
0,06477	646,8	0,0022
0,06594	648,0	0,0022
0,06689	648,9	0,0022
0,06785	650,0	0,0022
0,06880	650,8	0,0022
0,06943	651,6	0,0022
0,07071	652,7	0,0022
0,07148	653,5	0,0022
0,07276	654,6	0,0022
0,07338	655,4	0,0022
0,07453	656,4	0,0021
0,07550	657,3	0,0021
0,07644	658,1	0,0021
0,07785	659,2	0,0021

0,07824	659,9	0,0021
0,07952	660,9	0,0021
0,08014	661,6	0,0021
0,08076	662,4	0,0021
0,08239	663,1	0,0021
0,08301	664,0	0,0021
0,08396	664,6	0,0021
0,08513	665,4	0,0021
0,08642	666,0	0,0021
0,08694	666,5	0,0021
0,08788	667,3	0,0021
0,08896	667,8	0,0021
0,09003	668,3	0,0021
0,09153	668,7	0,0021
0,09217	669,0	0,0021
0,09249	669,4	0,0021
0,09343	670,0	0,0021

(Ensayo T=-50°C y V= 50mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	<i>Tasa de Deformación (1/s)</i>
0,00031	72,6	0,023
0,00085	86,5	0,023
0,00129	102,2	0,023
0,00171	118,9	0,023
0,00209	136,5	0,023
0,00246	154,5	0,023
0,00273	173,8	0,023
0,00303	193,3	0,023
0,00327	213,5	0,023
0,00351	234,3	0,023
0,00376	254,8	0,023
0,00397	276,4	0,023
0,00416	297,5	0,023
0,00437	319,1	0,023
0,00454	340,9	0,023
0,00474	362,6	0,023
0,00494	384,3	0,023
0,00513	406,2	0,023
0,00531	427,8	0,023

0,00553	449,1	0,023
0,00571	470,7	0,023
0,00594	491,9	0,023
0,00617	513,1	0,023
0,00646	532,7	0,023
0,00690	548,8	0,023
0,00755	560,5	0,023
0,00837	568,1	0,023
0,00934	572,8	0,023
0,01038	576,0	0,023
0,01146	578,5	0,023
0,01252	580,5	0,023
0,01361	582,5	0,023
0,01468	584,3	0,023
0,01579	585,9	0,023
0,01690	587,5	0,023
0,01800	589,1	0,023
0,01909	590,5	0,023
0,02020	591,8	0,023
0,02128	593,3	0,023
0,02240	594,6	0,023
0,02350	596,0	0,023
0,02461	597,4	0,023
0,02569	598,8	0,023
0,02680	600,1	0,023
0,02788	601,5	0,023
0,02899	602,5	0,022
0,03009	604,2	0,022
0,03120	605,4	0,022
0,03228	606,5	0,022
0,03338	607,9	0,022
0,03446	609,1	0,022
0,03555	610,5	0,022
0,03665	611,7	0,022
0,03775	613,0	0,022
0,03882	614,5	0,022
0,03992	615,4	0,022
0,04100	616,5	0,022
0,04209	617,9	0,022
0,04318	619,4	0,022
0,04427	620,5	0,022
0,04534	621,8	0,022

0,04643	623,0	0,022
0,04752	624,2	0,022
0,04859	625,4	0,022
0,04968	626,4	0,022
0,05076	628,0	0,022
0,05182	629,0	0,022
0,05291	630,1	0,022
0,05400	631,3	0,022
0,05506	632,5	0,022
0,05614	633,7	0,022
0,05722	635,0	0,022
0,05827	636,3	0,022
0,05936	637,1	0,022
0,06046	638,0	0,022
0,06149	639,5	0,022
0,06256	640,8	0,022
0,06365	641,9	0,022
0,06470	642,8	0,022
0,06578	644,0	0,022
0,06683	645,0	0,022
0,06791	646,0	0,022
0,06899	647,0	0,022
0,07006	648,1	0,022
0,07110	649,2	0,022
0,07217	650,4	0,022
0,07324	651,4	0,022
0,07429	652,3	0,021
0,07537	653,2	0,021
0,07644	654,2	0,021
0,07747	655,4	0,021
0,07854	656,3	0,021
0,07961	657,3	0,021
0,08065	658,2	0,021
0,08171	659,3	0,021
0,08279	660,0	0,021
0,08383	660,9	0,021
0,08489	661,8	0,021
0,08593	662,8	0,021
0,08699	663,6	0,021
0,08804	665,0	0,021
0,08911	665,6	0,021
0,09015	666,2	0,021

0,09122	666,8	0,021
0,09224	668,0	0,021
0,09330	668,7	0,021
0,09436	669,6	0,021
0,09542	670,4	0,021
0,09647	670,7	0,021
0,09752	671,7	0,021
0,09854	672,6	0,021
0,09960	673,3	0,021
0,10065	674,1	0,021
0,10171	674,7	0,021
0,10274	675,4	0,021
0,10379	676,0	0,021
0,10482	676,7	0,021
0,10588	677,1	0,021
0,10693	677,7	0,021
0,10798	678,3	0,021
0,10902	678,5	0,021
0,11008	679,0	0,021
0,11112	679,2	0,021
0,11217	679,5	0,021
0,11323	679,7	0,021
0,11430	679,8	0,021
0,11533	679,9	0,021

(Ensayo T=-50°C y V= 50mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
0,00020	84,7	0,023
0,00078	97,4	0,023
0,00128	111,6	0,023
0,00175	126,8	0,023
0,00218	141,9	0,023
0,00257	158,7	0,023
0,00289	176,3	0,023
0,00320	194,8	0,023
0,00347	214,0	0,023
0,00370	234,1	0,023
0,00394	253,6	0,023
0,00412	274,8	0,023

0,00431	295,3	0,023
0,00449	316,5	0,023
0,00465	338,3	0,023
0,00483	359,6	0,023
0,00498	380,8	0,023
0,00513	402,8	0,023
0,00527	424,3	0,023
0,00545	445,8	0,023
0,00561	467,4	0,023
0,00576	489,4	0,023
0,00591	510,7	0,023
0,00613	531,3	0,023
0,00645	548,9	0,023
0,00706	561,3	0,023
0,00785	569,7	0,023
0,00880	574,8	0,023
0,00982	577,7	0,023
0,01089	580,1	0,023
0,01195	582,2	0,023
0,01304	584,1	0,023
0,01413	586,1	0,023
0,01523	587,9	0,023
0,01632	589,3	0,023
0,01743	590,8	0,023
0,01851	592,3	0,023
0,01963	593,6	0,023
0,02072	595,2	0,023
0,02185	596,2	0,023
0,02292	597,9	0,023
0,02405	598,8	0,023
0,02512	600,3	0,023
0,02624	601,5	0,023
0,02734	602,8	0,023
0,02844	604,3	0,022
0,02953	605,3	0,022
0,03063	606,7	0,022
0,03173	608,2	0,022
0,03281	609,2	0,022
0,03392	610,5	0,022
0,03501	611,8	0,022
0,03609	613,0	0,022
0,03719	614,2	0,022

0,03829	615,6	0,022
0,03936	616,7	0,022
0,04045	618,0	0,022
0,04154	619,5	0,022
0,04262	620,4	0,022
0,04370	621,9	0,022
0,04479	623,3	0,022
0,04587	624,1	0,022
0,04696	625,3	0,022
0,04805	626,6	0,022
0,04911	627,8	0,022
0,05020	628,9	0,022
0,05129	630,1	0,022
0,05235	631,3	0,022
0,05342	632,8	0,022
0,05452	633,7	0,022
0,05558	634,8	0,022
0,05665	636,1	0,022
0,05775	637,0	0,022
0,05881	638,0	0,022
0,05987	639,6	0,022
0,06096	640,6	0,022
0,06201	641,7	0,022
0,06309	642,9	0,022
0,06416	644,0	0,022
0,06522	644,9	0,022
0,06630	646,0	0,022
0,06737	647,2	0,022
0,06843	648,0	0,022
0,06949	649,3	0,022
0,07057	650,3	0,022
0,07162	651,1	0,022
0,07269	652,2	0,022
0,07376	653,3	0,022
0,07480	654,3	0,021
0,07588	655,2	0,021
0,07694	656,4	0,021
0,07799	657,2	0,021
0,07905	658,3	0,021
0,08012	659,3	0,021
0,08118	659,8	0,021
0,08222	661,2	0,021

0,08330	662,0	0,021
0,08434	662,7	0,021
0,08539	663,9	0,021
0,08646	664,8	0,021
0,08750	665,4	0,021
0,08855	666,6	0,021
0,08961	667,5	0,021
0,09065	668,3	0,021
0,09170	669,3	0,021
0,09276	670,2	0,021
0,09381	670,7	0,021
0,09485	671,8	0,021
0,09592	672,2	0,021
0,09696	672,9	0,021
0,09800	674,1	0,021
0,09906	674,6	0,021
0,10008	675,5	0,021
0,10115	676,0	0,021
0,10220	676,8	0,021
0,10322	677,6	0,021
0,10428	678,2	0,021
0,10532	679,1	0,021
0,10635	679,6	0,021
0,10740	680,5	0,021
0,10844	681,2	0,021
0,10948	681,5	0,021
0,11052	682,3	0,021
0,11157	682,9	0,021
0,11259	683,5	0,021
0,11364	683,9	0,021
0,11468	684,8	0,021
0,11571	685,0	0,021
0,11676	685,6	0,021
0,11782	685,7	0,021
0,11885	685,9	0,021
0,11990	686,0	0,021
0,12096	686,2	0,021
0,12199	686,3	0,020
0,12303	686,7	0,020

(Ensayo T=-50°C y V= 500mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
-0,0014	34,3	0,23
0,0026	91,0	0,23
0,0043	190,2	0,23
0,0042	324,3	0,23
0,0042	467,5	0,23
0,0079	563,5	0,23
0,0162	606,9	0,23
0,0268	621,4	0,23
0,0379	628,1	0,22
0,0490	635,0	0,22
0,0598	644,1	0,22
0,0705	654,1	0,22
0,0811	663,6	0,21
0,0916	671,9	0,21
0,1022	677,3	0,21
0,1022	677,3	0,21
0,1022	677,3	0,21

(Ensayo T=-50°C y V= 500mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
9,83E-05	83,6	0,23
0,00083	104,2	0,23
0,00142	127,5	0,23
0,00201	152,0	0,23
0,00253	177,3	0,23
0,00304	204,7	0,23
0,00352	232,4	0,23
0,00391	263,3	0,23
0,00432	294,2	0,23
0,00469	327,2	0,23
0,00503	361,2	0,23
0,00535	395,9	0,23
0,00559	432,0	0,23
0,00582	468,8	0,23
0,00611	505,7	0,23

0,00643	542,6	0,23
0,00740	567,7	0,23
0,00921	576,8	0,23
0,01123	582,8	0,23
0,01311	586,4	0,23
0,01553	589,4	0,23
0,01822	592,9	0,23
0,02044	595,6	0,23
0,02192	598,0	0,23
0,02446	600,8	0,23
0,02652	603,8	0,23
0,02917	606,4	0,22
0,03155	608,9	0,22
0,03368	611,8	0,22
0,03691	614,7	0,22
0,03878	617,1	0,22
0,04120	620,0	0,22
0,04363	622,3	0,22
0,04551	625,0	0,22
0,04823	627,4	0,22
0,05092	630,5	0,22
0,05309	632,2	0,22
0,05602	635,6	0,22
0,05790	637,5	0,22
0,06058	640,2	0,22
0,06300	642,5	0,22
0,06598	644,9	0,22
0,06808	647,4	0,22
0,07022	649,6	0,22
0,07258	651,8	0,22
0,07553	653,9	0,21
0,07820	655,8	0,21
0,08033	657,9	0,21
0,08214	660,0	0,21
0,08426	662,0	0,21
0,08665	663,8	0,21
0,08928	665,9	0,21
0,09137	667,7	0,21
0,09400	669,5	0,21
0,09556	671,3	0,21
0,09847	672,4	0,21
0,10083	674,0	0,21

0,10424	675,7	0,21
0,10606	676,9	0,21
0,10738	678,1	0,21
0,11176	680,9	0,21
0,11261	680,1	0,21
0,11369	679,4	0,21
0,11679	682,0	0,21

(Ensayo $T=-100^{\circ}\text{C}$ y $V=5\text{mm/min}$, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
0,00011	101,0	0,0023
0,00077	92,9	0,0023
0,00092	107,2	0,0023
0,00118	122,0	0,0023
0,00146	136,2	0,0023
0,00174	150,6	0,0023
0,00199	165,3	0,0023
0,00227	179,8	0,0023
0,00249	194,9	0,0023
0,00278	209,3	0,0023
0,00300	224,6	0,0023
0,00322	240,2	0,0023
0,00343	255,5	0,0023
0,00369	270,5	0,0023
0,00393	285,4	0,0023
0,00418	300,6	0,0023
0,00439	315,9	0,0023
0,00462	331,4	0,0023
0,00481	347,2	0,0023
0,00501	363,3	0,0023
0,00517	379,7	0,0023
0,00536	396,0	0,0023
0,00550	412,7	0,0023
0,00564	429,8	0,0023
0,00574	447,3	0,0023
0,00589	464,4	0,0023
0,00598	482,0	0,0023
0,00610	499,7	0,0023
0,00619	517,2	0,0023

0,00631	534,9	0,0023
0,00643	552,0	0,0023
0,00671	566,8	0,0023
0,00714	578,1	0,0023
0,00783	585,3	0,0023
0,00860	590,5	0,0023
0,00938	594,0	0,0023
0,01038	597,0	0,0023
0,01132	599,6	0,0023
0,01225	601,7	0,0023
0,01323	603,6	0,0023
0,01433	605,2	0,0023
0,01519	606,5	0,0023
0,01615	608,2	0,0023
0,01714	609,6	0,0023
0,01811	611,0	0,0023
0,01911	612,4	0,0023
0,02007	613,9	0,0023
0,02119	615,1	0,0023
0,02183	616,1	0,0023
0,02304	617,7	0,0023
0,02427	618,8	0,0023
0,02501	620,0	0,0023
0,02588	621,2	0,0023
0,02699	622,4	0,0023
0,02796	623,5	0,0023
0,02895	624,8	0,0022
0,02991	626,2	0,0022
0,03081	627,2	0,0022
0,03189	628,3	0,0022
0,03310	629,6	0,0022
0,03384	630,8	0,0022
0,03472	632,1	0,0022
0,03580	633,0	0,0022
0,03679	634,3	0,0022
0,03765	635,3	0,0022
0,03885	636,6	0,0022
0,04007	637,7	0,0022
0,04069	638,9	0,0022
0,04166	639,8	0,0022
0,04264	641,1	0,0022
0,04360	642,3	0,0022

0,04457	643,6	0,0022
0,04554	644,5	0,0022
0,04685	645,7	0,0022
0,04737	646,8	0,0022
0,04835	647,9	0,0022
0,04942	649,0	0,0022
0,05040	650,3	0,0022
0,05150	651,1	0,0022
0,05234	652,2	0,0022
0,05328	653,5	0,0022
0,05428	654,3	0,0022
0,05522	655,5	0,0022
0,05630	656,8	0,0022
0,05739	657,8	0,0022
0,05822	658,9	0,0022
0,05907	659,8	0,0022
0,05994	660,8	0,0022
0,06088	662,0	0,0022
0,06186	663,0	0,0022
0,06281	664,0	0,0022
0,06388	665,2	0,0022
0,06472	666,1	0,0022
0,06590	667,2	0,0022
0,06674	668,3	0,0022
0,06771	669,2	0,0022
0,06845	670,0	0,0022
0,06973	671,2	0,0022
0,07056	672,3	0,0022
0,07152	673,3	0,0022
0,07247	674,2	0,0022
0,07345	675,0	0,0022
0,07427	676,1	0,0021
0,07524	677,1	0,0021
0,07653	677,9	0,0021
0,07735	678,9	0,0021
0,07819	679,8	0,0021
0,07904	680,8	0,0021
0,07977	681,6	0,0021
0,08039	682,4	0,0021
0,08168	683,2	0,0021
0,08262	683,9	0,0021
0,08294	684,6	0,0021

0,08400	685,5	0,0021
0,08504	686,3	0,0021
0,08591	686,9	0,0021
0,08663	687,7	0,0021
0,08781	688,5	0,0021
0,08884	689,5	0,0021
0,08969	690,3	0,0021
0,09062	691,1	0,0021
0,09135	691,7	0,0021
0,09251	692,7	0,0021
0,09335	693,3	0,0021
0,09471	694,8	0,0021
0,09484	694,2	0,0021
0,09629	695,5	0,0021
0,09712	696,1	0,0021
0,09764	696,7	0,0021
0,09915	697,3	0,0021
0,09999	697,7	0,0021
0,10135	698,4	0,0021
0,10208	698,9	0,0021
0,10305	699,2	0,0021
0,10443	699,6	0,0021
0,10517	699,8	0,0021
0,10570	700,0	0,0021
0,10613	700,3	0,0021
0,10891	700,2	0,0021
0,10910	700,4	0,0021
0,10963	700,7	0,0021

(Ensayo T=-100°C y V= 5mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	<i>Tasa de Deformación (1/s)</i>
8,53E-05	90,1	0,0023
0,00014	91,3	0,0023
0,00057	105,1	0,0023
0,00096	119,3	0,0023
0,00137	133,6	0,0023
0,00175	148,0	0,0023
0,00213	162,9	0,0023
0,00251	177,3	0,0023

0,00281	194,0	0,0023
0,00307	211,0	0,0023
0,00335	228,4	0,0023
0,00357	246,3	0,0023
0,00379	264,8	0,0023
0,00399	283,1	0,0023
0,00421	301,8	0,0023
0,00437	320,9	0,0023
0,00459	339,6	0,0023
0,00474	359,1	0,0023
0,00493	378,2	0,0023
0,00511	397,0	0,0023
0,00532	415,9	0,0023
0,00548	435,3	0,0023
0,00568	454,3	0,0023
0,00584	473,6	0,0023
0,00604	492,7	0,0023
0,00622	511,6	0,0023
0,00641	530,8	0,0023
0,00661	549,3	0,0023
0,00689	566,6	0,0023
0,00736	579,2	0,0023
0,00803	588,0	0,0023
0,00883	593,5	0,0023
0,00973	597,4	0,0023
0,01062	600,7	0,0023
0,01168	603,5	0,0023
0,01252	605,5	0,0023
0,01339	607,4	0,0023
0,01434	609,3	0,0023
0,01544	611,1	0,0023
0,01632	612,2	0,0023
0,01754	613,8	0,0023
0,01840	615,2	0,0023
0,01951	616,6	0,0023
0,02027	617,9	0,0023
0,02138	619,3	0,0023
0,02250	620,5	0,0023
0,02348	621,7	0,0023
0,02449	622,8	0,0023
0,02546	624,2	0,0023
0,02633	625,2	0,0023

0,02732	626,6	0,0023
0,02830	627,9	0,0023
0,02930	629,0	0,0022
0,03016	630,2	0,0022
0,03138	631,5	0,0022
0,03213	632,6	0,0022
0,03324	633,7	0,0022
0,03409	635,1	0,0022
0,03520	636,4	0,0022
0,03630	637,6	0,0022
0,03728	638,6	0,0022
0,03813	639,8	0,0022
0,03912	641,2	0,0022
0,04009	642,2	0,0022
0,04108	643,3	0,0022
0,04203	644,7	0,0022
0,04314	645,8	0,0022
0,04399	647,0	0,0022
0,04508	648,2	0,0022
0,04607	649,3	0,0022
0,04682	650,3	0,0022
0,04787	651,8	0,0022
0,04887	652,7	0,0022
0,04996	653,9	0,0022
0,05081	655,0	0,0022
0,05176	656,2	0,0022
0,05263	657,3	0,0022
0,05369	658,6	0,0022
0,05479	659,5	0,0022
0,05563	660,7	0,0022
0,05661	661,8	0,0022
0,05735	662,9	0,0022
0,05843	664,1	0,0022
0,05917	665,0	0,0022
0,06058	666,1	0,0022
0,06130	667,3	0,0022
0,06228	668,3	0,0022
0,06334	669,5	0,0022
0,06452	670,5	0,0022
0,06515	671,5	0,0022
0,06623	672,5	0,0022
0,06717	673,8	0,0022

0,06804	674,7	0,0022
0,06899	675,7	0,0022
0,07006	676,8	0,0022
0,07135	677,8	0,0022
0,07197	678,8	0,0022
0,07291	679,8	0,0022
0,07398	681,0	0,0021
0,07471	681,8	0,0021
0,07590	682,7	0,0021
0,07662	683,8	0,0021
0,07780	684,7	0,0021
0,07863	685,8	0,0021
0,07970	686,6	0,0021
0,08076	687,7	0,0021
0,08160	688,6	0,0021
0,08232	689,6	0,0021
0,08338	690,6	0,0021
0,08445	691,5	0,0021
0,08517	692,4	0,0021
0,08622	693,2	0,0021
0,08762	694,2	0,0021
0,08800	695,1	0,0021
0,08917	695,9	0,0021
0,09012	696,8	0,0021
0,09106	697,7	0,0021
0,09167	698,6	0,0021
0,09283	699,5	0,0021
0,09377	700,2	0,0021
0,09482	701,1	0,0021
0,09564	702,0	0,0021
0,09639	702,9	0,0021
0,09752	703,8	0,0021
0,09868	704,5	0,0021
0,09909	705,2	0,0021
0,10025	706,0	0,0021
0,10140	706,9	0,0021
0,10212	707,7	0,0021
0,10315	708,4	0,0021
0,10430	709,1	0,0021
0,10516	709,7	0,0021
0,10607	710,5	0,0021
0,10678	711,4	0,0021

0,10804	712,1	0,0021
0,10855	712,7	0,0021
0,11013	713,5	0,0021
0,11085	714,2	0,0021
0,11156	714,8	0,0021
0,11281	715,7	0,0021
0,11321	716,4	0,0021
0,11434	717,0	0,0021
0,11485	717,6	0,0021
0,11643	718,1	0,0021
0,11714	718,8	0,0021
0,11848	719,5	0,0021
0,11909	720,1	0,0021
0,12014	720,6	0,0021
0,12105	721,3	0,0021
0,12176	721,9	0,0020
0,12269	722,5	0,0020
0,12351	722,8	0,0020
0,12498	723,3	0,0020
0,12548	723,5	0,0020
0,12652	724,0	0,0020
0,12784	724,7	0,0020
0,12795	724,5	0,0020
0,12918	725,1	0,0020
0,13013	725,4	0,0020
0,13064	725,7	0,0020
0,13095	725,3	0,0020
0,13219	725,7	0,0020

(Ensayo T=-100°C y V= 50mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
3,60E-05	82,0	0,023
0,00056	95,6	0,023
0,00099	111,2	0,023
0,00136	127,6	0,023
0,00171	144,9	0,023
0,00205	161,8	0,023
0,00241	179,0	0,023

0,00279	195,7	0,023
0,00316	212,8	0,023
0,00346	230,5	0,023
0,00377	248,7	0,023
0,00402	267,7	0,023
0,00426	287,3	0,023
0,00448	307,7	0,023
0,00469	328,0	0,023
0,00484	349,1	0,023
0,00501	370,2	0,023
0,00517	391,0	0,023
0,00536	412,0	0,023
0,00554	433,0	0,023
0,00570	454,4	0,023
0,00584	475,7	0,023
0,00599	497,3	0,023
0,00613	518,7	0,023
0,00634	539,2	0,023
0,00661	558,4	0,023
0,00707	573,5	0,023
0,00770	584,7	0,023
0,00855	591,7	0,023
0,00954	595,8	0,023
0,01055	599,0	0,023
0,01162	601,6	0,023
0,01271	603,6	0,023
0,01377	605,6	0,023
0,01488	607,2	0,023
0,01598	608,9	0,023
0,01705	610,5	0,023
0,01817	611,9	0,023
0,01929	613,2	0,023
0,02036	614,8	0,023
0,02148	616,0	0,023
0,02259	617,3	0,023
0,02367	618,7	0,023
0,02478	620,0	0,023
0,02589	621,4	0,023
0,02698	622,5	0,023
0,02808	624,0	0,023
0,02918	625,3	0,022
0,03027	626,5	0,022

0,03137	627,8	0,022
0,03247	629,2	0,022
0,03355	630,3	0,022
0,03466	631,5	0,022
0,03575	632,9	0,022
0,03682	634,2	0,022
0,03793	635,2	0,022
0,03903	636,6	0,022
0,04009	637,9	0,022
0,04119	639,1	0,022
0,04228	640,4	0,022
0,04336	641,4	0,022
0,04445	642,8	0,022
0,04554	644,0	0,022
0,04661	645,2	0,022
0,04770	646,5	0,022
0,04879	647,5	0,022
0,04987	648,4	0,022
0,05094	649,9	0,022
0,05203	651,1	0,022
0,05309	652,4	0,022
0,05419	653,2	0,022
0,05526	654,6	0,022
0,05632	655,7	0,022
0,05740	656,9	0,022
0,05849	657,9	0,022
0,05954	659,2	0,022
0,06063	660,2	0,022
0,06171	661,4	0,022
0,06276	662,5	0,022
0,06383	663,7	0,022
0,06492	664,6	0,022
0,06597	665,8	0,022
0,06704	666,9	0,022
0,06812	668,0	0,022
0,06917	669,0	0,022
0,07024	670,1	0,022
0,07133	670,8	0,022
0,07236	672,1	0,022
0,07343	673,3	0,022
0,07451	674,2	0,021
0,07556	675,1	0,021

0,07662	676,1	0,021
0,07769	677,2	0,021
0,07873	678,2	0,021
0,07979	679,3	0,021
0,08087	680,1	0,021
0,08191	681,1	0,021
0,08297	682,1	0,021
0,08403	683,0	0,021
0,08507	683,9	0,021
0,08614	684,6	0,021
0,08720	685,7	0,021
0,08823	686,6	0,021
0,08930	687,4	0,021
0,09036	688,3	0,021
0,09139	689,2	0,021
0,09244	690,3	0,021
0,09351	690,9	0,021
0,09454	691,7	0,021
0,09560	692,5	0,021
0,09667	693,1	0,021
0,09770	693,9	0,021
0,09875	694,8	0,021
0,09980	695,6	0,021
0,10083	696,3	0,021
0,10189	696,9	0,021
0,10294	697,7	0,021
0,10397	698,4	0,021
0,10503	699,0	0,021
0,10608	699,6	0,021
0,10711	700,2	0,021
0,10817	700,7	0,021
0,10922	701,2	0,021
0,11025	701,6	0,021
0,11131	702,0	0,021
0,11237	702,4	0,021
0,11340	702,7	0,021
0,11447	702,8	0,021
0,11553	703,0	0,021
0,11656	703,2	0,021

(Ensayo T=-100°C y V= 50mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
3,51E-05	91,2	0,023
0,00058	105,7	0,023
0,00105	121,8	0,023
0,00148	138,1	0,023
0,00193	154,8	0,023
0,00234	172,2	0,023
0,00271	190,2	0,023
0,00305	209,3	0,023
0,00338	228,7	0,023
0,00362	249,5	0,023
0,00388	270,7	0,023
0,00413	291,9	0,023
0,00432	313,9	0,023
0,00452	336,2	0,023
0,00475	358,2	0,023
0,00493	380,3	0,023
0,00517	402,0	0,023
0,00539	424,0	0,023
0,00555	446,7	0,023
0,00577	468,7	0,023
0,00596	491,4	0,023
0,00614	513,8	0,023
0,00635	536,0	0,023
0,00664	556,6	0,023
0,00701	574,5	0,023
0,00765	587,1	0,023
0,00847	595,4	0,023
0,00940	600,7	0,023
0,01043	604,3	0,023
0,01150	606,7	0,023
0,01256	608,9	0,023
0,01367	610,6	0,023
0,01477	612,5	0,023
0,01584	614,4	0,023
0,01695	615,9	0,023
0,01806	617,5	0,023
0,01913	619,2	0,023

0,02026	620,3	0,023
0,02137	621,9	0,023
0,02245	623,4	0,023
0,02357	624,4	0,023
0,02469	625,7	0,023
0,02578	626,9	0,023
0,02687	628,6	0,023
0,02798	629,9	0,023
0,02907	631,0	0,022
0,03018	632,4	0,022
0,03130	633,4	0,022
0,03237	634,8	0,022
0,03347	636,2	0,022
0,03459	637,2	0,022
0,03566	638,5	0,022
0,03676	639,8	0,022
0,03786	641,2	0,022
0,03893	642,5	0,022
0,04004	643,5	0,022
0,04116	644,1	0,022
0,04221	646,0	0,022
0,04330	647,3	0,022
0,04441	648,3	0,022
0,04547	649,7	0,022
0,04657	650,8	0,022
0,04766	652,2	0,022
0,04872	653,4	0,022
0,04982	654,4	0,022
0,05090	655,7	0,022
0,05196	657,0	0,022
0,05306	658,1	0,022
0,05414	659,4	0,022
0,05519	660,7	0,022
0,05630	661,4	0,022
0,05739	662,3	0,022
0,05844	663,7	0,022
0,05953	664,7	0,022
0,06060	666,1	0,022
0,06167	666,9	0,022
0,06276	667,9	0,022
0,06383	669,3	0,022
0,06488	670,4	0,022

0,06595	671,5	0,022
0,06703	672,6	0,022
0,06808	673,7	0,022
0,06916	674,7	0,022
0,07024	675,8	0,022
0,07129	676,6	0,022
0,07238	677,3	0,022
0,07343	678,9	0,022
0,07449	679,7	0,021
0,07556	680,7	0,021
0,07663	681,8	0,021
0,07767	682,7	0,021
0,07875	683,5	0,021
0,07982	684,5	0,021
0,08086	685,6	0,021
0,08192	686,6	0,021
0,08299	687,6	0,021
0,08404	688,0	0,021
0,08510	689,1	0,021
0,08617	690,0	0,021
0,08719	691,2	0,021
0,08827	691,7	0,021
0,08933	692,8	0,021
0,09036	693,8	0,021
0,09143	694,3	0,021
0,09249	695,2	0,021
0,09352	696,2	0,021
0,09458	696,8	0,021
0,09564	697,6	0,021
0,09667	698,6	0,021
0,09775	698,7	0,021
0,09878	700,0	0,021
0,09983	700,5	0,021
0,10089	700,9	0,021
0,10195	701,5	0,021
0,10299	702,0	0,021
0,10405	702,5	0,021
0,10511	702,9	0,021
0,10614	703,5	0,021
0,10720	703,9	0,021
0,10827	704,0	0,021
0,10931	704,1	0,021

0,11038	704,3	0,021
0,11145	704,3	0,021
0,11249	704,3	0,021

(Ensayo T=-100°C y V= 500mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
-0,0045	19,5	0,23
0,0003	58,3	0,23
0,0031	134,6	0,23
0,0040	248,7	0,23
0,0036	390,7	0,23
0,0045	524,2	0,23
0,0097	602,0	0,23
0,0187	633,9	0,23
0,0297	643,8	0,22
0,0409	649,1	0,22
0,0519	656,2	0,22
0,0628	665,1	0,22
0,0734	674,5	0,22
0,0841	683,1	0,21
0,0947	689,5	0,21

(Ensayo T=-100°C y V= 500mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
3,49E-05	90,7	0,23
0,00012	93,1	0,23
0,00072	110,8	0,23
0,00133	133,5	0,23
0,00193	157,0	0,23
0,00247	182,5	0,23
0,00297	209,3	0,23
0,00344	236,8	0,23
0,00385	265,7	0,23
0,00426	295,6	0,23
0,00464	327,3	0,23

0,00500	360,2	0,23
0,00528	395,2	0,23
0,00559	430,9	0,23
0,00585	467,6	0,23
0,00614	504,8	0,23
0,00634	543,3	0,23
0,00690	575,2	0,23
0,00827	591,3	0,23
0,01010	598,6	0,23
0,01236	603,4	0,23
0,01418	607,1	0,23
0,01632	610,0	0,23
0,01875	613,2	0,23
0,02093	615,7	0,23
0,02289	618,0	0,23
0,02512	620,4	0,23
0,02764	623,2	0,23
0,02965	625,9	0,22
0,03224	628,6	0,22
0,03464	631,1	0,22
0,03619	633,5	0,22
0,03912	636,2	0,22
0,04154	639,1	0,22
0,04395	641,6	0,22
0,04613	643,6	0,22
0,04880	646,6	0,22
0,05095	649,0	0,22
0,05394	651,9	0,22
0,05607	654,5	0,22
0,05849	656,6	0,22
0,06119	658,9	0,22
0,06330	661,6	0,22
0,06571	664,0	0,22
0,06785	665,8	0,22
0,07081	668,4	0,22
0,07292	670,7	0,22
0,07533	672,6	0,21
0,07769	675,0	0,21
0,07954	676,9	0,21
0,08247	679,2	0,21
0,08459	680,8	0,21
0,08724	682,6	0,21

0,08959	685,0	0,21
0,09227	686,5	0,21
0,09383	687,8	0,21
0,09697	689,7	0,21
0,09934	691,3	0,21
0,10169	693,1	0,21
0,10406	694,5	0,21
0,10562	695,5	0,21
0,10907	697,0	0,21
0,11085	698,4	0,21
0,11372	699,5	0,21
0,11660	700,7	0,21
0,12158	701,4	0,20
0,12208	702,4	0,20
0,12415	703,0	0,20
0,12496	702,0	0,20
0,12623	703,2	0,20

(Ensayo $T=-150^{\circ}\text{C}$ y $V=5\text{mm/min}$, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
6,15E-05	81,0	0,0023
0,00010	82,6	0,0023
0,00053	97,0	0,0023
0,00090	112,0	0,0023
0,00128	127,3	0,0023
0,00162	143,2	0,0023
0,00198	159,2	0,0023
0,00229	175,6	0,0023
0,00264	191,8	0,0023
0,00294	208,5	0,0023
0,00323	225,9	0,0023
0,00349	243,5	0,0023
0,00375	261,9	0,0023
0,00394	281,0	0,0023
0,00417	300,0	0,0023
0,00436	319,2	0,0023
0,00458	338,5	0,0023
0,00477	357,7	0,0023
0,00494	377,9	0,0023

0,00512	397,5	0,0023
0,00528	418,0	0,0023
0,00543	438,2	0,0023
0,00560	458,6	0,0023
0,00573	479,2	0,0023
0,00591	499,4	0,0023
0,00611	518,6	0,0023
0,00630	538,5	0,0023
0,00648	558,0	0,0023
0,00670	577,2	0,0023
0,00697	594,8	0,0023
0,00738	609,7	0,0023
0,00793	620,9	0,0023
0,00861	629,8	0,0023
0,00939	635,9	0,0023
0,01030	639,6	0,0023
0,01117	643,6	0,0023
0,01213	646,3	0,0023
0,01307	648,5	0,0023
0,01394	650,7	0,0023
0,01500	652,7	0,0023
0,01611	654,4	0,0023
0,01686	655,8	0,0023
0,01796	657,7	0,0023
0,01883	659,0	0,0023
0,01994	660,5	0,0023
0,02092	661,9	0,0023
0,02192	663,3	0,0023
0,02301	664,7	0,0023
0,02390	666,0	0,0023
0,02487	667,4	0,0023
0,02598	668,8	0,0023
0,02685	670,0	0,0023
0,02784	671,5	0,0023
0,02892	672,9	0,0022
0,02970	674,1	0,0022
0,03067	675,4	0,0022
0,03177	676,9	0,0022
0,03285	678,2	0,0022
0,03363	679,3	0,0022
0,03471	680,6	0,0022
0,03581	682,0	0,0022

0,03678	683,2	0,0022
0,03777	684,4	0,0022
0,03851	685,8	0,0022
0,03937	686,9	0,0022
0,04025	688,2	0,0022
0,04179	689,4	0,0022
0,04278	690,7	0,0022
0,04365	691,5	0,0022
0,04450	692,8	0,0022
0,04538	694,0	0,0022
0,04645	695,1	0,0022
0,04744	696,3	0,0022
0,04840	697,5	0,0022
0,04938	698,7	0,0022
0,05034	699,9	0,0022
0,05132	701,1	0,0022
0,05227	702,4	0,0022
0,05325	703,7	0,0022
0,05399	704,9	0,0022
0,05494	706,1	0,0022
0,05613	707,5	0,0022
0,05722	708,5	0,0022
0,05816	709,8	0,0022
0,05915	710,7	0,0022
0,06010	711,8	0,0022
0,06086	713,0	0,0022
0,06203	714,0	0,0022
0,06290	715,1	0,0022
0,06385	716,1	0,0022
0,06494	717,2	0,0022
0,06577	718,3	0,0022
0,06674	719,5	0,0022
0,06759	720,4	0,0022
0,06876	721,7	0,0022
0,06949	722,8	0,0022
0,07057	723,8	0,0022
0,07151	725,0	0,0022
0,07237	726,1	0,0022
0,07342	727,1	0,0022
0,07428	728,3	0,0021
0,07533	729,3	0,0021
0,07649	730,5	0,0021

0,07712	731,4	0,0021
0,07840	732,7	0,0021
0,07913	733,5	0,0021
0,07999	734,5	0,0021
0,08102	735,8	0,0021
0,08208	736,8	0,0021
0,08282	737,6	0,0021
0,08388	738,5	0,0021
0,08471	739,6	0,0021
0,08588	740,5	0,0021
0,08681	741,6	0,0021
0,08723	742,2	0,0021
0,08861	743,2	0,0021
0,08977	744,2	0,0021
0,09059	745,3	0,0021
0,09155	746,1	0,0021
0,09227	747,1	0,0021
0,09333	747,9	0,0021
0,09406	748,7	0,0021
0,09512	749,5	0,0021
0,09605	750,3	0,0021
0,09721	751,1	0,0021
0,09793	751,9	0,0021
0,09898	752,9	0,0021
0,09970	753,7	0,0021
0,10107	754,4	0,0021
0,10179	755,3	0,0021
0,10304	756,2	0,0021
0,10366	757,0	0,0021
0,10448	757,7	0,0021
0,10522	758,4	0,0021
0,10647	759,3	0,0021
0,10760	760,0	0,0021
0,10855	760,8	0,0021
0,10882	761,7	0,0021
0,11019	762,8	0,0021
0,11121	763,5	0,0021
0,11216	764,2	0,0021
0,11297	765,0	0,0021
0,11401	765,8	0,0021
0,11492	766,6	0,0021
0,11576	767,4	0,0021

0,11657	768,2	0,0021
0,11761	768,9	0,0021
0,11862	769,9	0,0021
0,11945	770,6	0,0021
0,12047	771,2	0,0021
0,12160	772,0	0,0020
0,12232	772,5	0,0020
0,12316	773,1	0,0020
0,12387	773,7	0,0020
0,12511	774,1	0,0020
0,12562	774,6	0,0020
0,12673	775,2	0,0020
0,12777	775,7	0,0020
0,12870	776,5	0,0020
0,12961	777,0	0,0020
0,13054	777,5	0,0020
0,13164	778,2	0,0020
0,13237	778,9	0,0020
0,13307	779,6	0,0020
0,13378	780,0	0,0020
0,13459	780,4	0,0020
0,13553	780,6	0,0020
0,13666	780,9	0,0020
0,13777	781,2	0,0020

(Ensayo T=-150°C y V= 5mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
9,55E-05	89,2	0,0023
0,00013	91,0	0,0023
0,00051	103,7	0,0023
0,00092	119,0	0,0023
0,00127	134,8	0,0023
0,00166	150,8	0,0023
0,00203	166,2	0,0023
0,00244	181,7	0,0023
0,00277	198,0	0,0023
0,00311	215,1	0,0023
0,00340	232,4	0,0023
0,00364	251,9	0,0023

0,00386	271,0	0,0023
0,00408	290,9	0,0023
0,00426	310,9	0,0023
0,00449	330,4	0,0023
0,00467	350,7	0,0023
0,00488	370,7	0,0023
0,00505	391,1	0,0023
0,00526	411,2	0,0023
0,00542	431,8	0,0023
0,00562	452,1	0,0023
0,00577	472,8	0,0023
0,00595	493,8	0,0023
0,00611	514,4	0,0023
0,00631	534,7	0,0023
0,00650	554,6	0,0023
0,00678	573,1	0,0023
0,00714	589,1	0,0023
0,00770	601,3	0,0023
0,00837	610,0	0,0023
0,00918	616,2	0,0023
0,01003	620,7	0,0023
0,01096	624,1	0,0023
0,01188	627,0	0,0023
0,01284	629,5	0,0023
0,01381	631,2	0,0023
0,01480	633,0	0,0023
0,01556	634,4	0,0023
0,01677	636,3	0,0023
0,01775	637,6	0,0023
0,01876	638,9	0,0023
0,01974	640,4	0,0023
0,02063	641,8	0,0023
0,02172	643,0	0,0023
0,02284	644,3	0,0023
0,02370	645,6	0,0023
0,02471	646,8	0,0023
0,02606	647,9	0,0023
0,02670	649,2	0,0023
0,02768	650,4	0,0023
0,02868	651,5	0,0022
0,02966	652,7	0,0022
0,03066	654,0	0,0022

0,03153	655,0	0,0022
0,03264	656,3	0,0022
0,03350	657,5	0,0022
0,03461	658,7	0,0022
0,03547	659,7	0,0022
0,03657	661,1	0,0022
0,03765	662,3	0,0022
0,03854	663,3	0,0022
0,03951	664,5	0,0022
0,04050	665,7	0,0022
0,04125	666,9	0,0022
0,04257	668,0	0,0022
0,04343	669,2	0,0022
0,04430	670,5	0,0022
0,04537	671,7	0,0022
0,04636	672,9	0,0022
0,04721	674,0	0,0022
0,04831	675,1	0,0022
0,04916	676,3	0,0022
0,05002	677,4	0,0022
0,05122	678,5	0,0022
0,05196	679,6	0,0022
0,05306	680,5	0,0022
0,05414	682,0	0,0022
0,05499	683,1	0,0022
0,05597	684,2	0,0022
0,05692	685,4	0,0022
0,05789	686,7	0,0022
0,05895	687,9	0,0022
0,05982	689,0	0,0022
0,06087	690,3	0,0022
0,06184	691,6	0,0022
0,06290	692,6	0,0022
0,06377	693,6	0,0022
0,06495	694,9	0,0022
0,06580	695,8	0,0022
0,06664	696,8	0,0022
0,06751	697,8	0,0022
0,06857	698,7	0,0022
0,06953	699,9	0,0022
0,07037	700,9	0,0022
0,07133	702,3	0,0022

0,07248	703,4	0,0022
0,07334	704,4	0,0022
0,07452	705,7	0,0021
0,07524	706,7	0,0021
0,07619	707,6	0,0021
0,07715	708,7	0,0021
0,07820	709,5	0,0021
0,07896	710,5	0,0021
0,08024	711,5	0,0021
0,08097	712,3	0,0021
0,08180	713,3	0,0021
0,08287	714,1	0,0021
0,08382	714,8	0,0021
0,08478	715,8	0,0021
0,08594	716,9	0,0021
0,08656	717,7	0,0021
0,08750	718,7	0,0021
0,08845	719,7	0,0021
0,08938	720,6	0,0021
0,09044	721,5	0,0021
0,09127	722,5	0,0021
0,09209	723,4	0,0021
0,09325	724,3	0,0021
0,09441	725,4	0,0021
0,09513	726,2	0,0021
0,09598	727,2	0,0021
0,09712	727,9	0,0021
0,09837	728,9	0,0021
0,09889	729,6	0,0021
0,09984	730,5	0,0021
0,10067	731,2	0,0021
0,10148	732,1	0,0021
0,10243	732,9	0,0021
0,10389	733,7	0,0021
0,10451	734,4	0,0021
0,10546	735,3	0,0021
0,10638	736,0	0,0021
0,10752	736,9	0,0021
0,10814	737,6	0,0021
0,10909	738,3	0,0021
0,11034	739,0	0,0021
0,11105	739,9	0,0021

0,11207	740,6	0,0021
0,11281	741,3	0,0021
0,11362	742,0	0,0021
0,11477	742,8	0,0021
0,11578	743,6	0,0021
0,11662	744,4	0,0021
0,11722	745,1	0,0021
0,11857	745,7	0,0021
0,11918	746,3	0,0021
0,12032	747,1	0,0021
0,12102	747,9	0,0021
0,12215	748,7	0,0020
0,12295	749,6	0,0020
0,12357	750,0	0,0020
0,12491	750,6	0,0020
0,12584	751,3	0,0020
0,12635	751,8	0,0020
0,12769	752,4	0,0020
0,12892	752,8	0,0020
0,12901	753,3	0,0020
0,13044	753,7	0,0020
0,13115	754,3	0,0020
0,13251	754,8	0,0020
0,13299	755,2	0,0020
0,13402	755,8	0,0020
0,13504	756,4	0,0020
0,13574	757,0	0,0020
0,13677	757,6	0,0020
0,13757	758,0	0,0020
0,13961	758,7	0,0020
0,13971	758,8	0,0020
0,14147	758,5	0,0020
0,14168	759,0	0,0020

(Ensayo $T=-150^{\circ}\text{C}$ y $V= 50\text{mm}/\text{min}$, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
3,37E-06	91,9	0,023
0,00050	106,8	0,023
0,00096	122,4	0,023

0,00140	138,6	0,023
0,00180	155,1	0,023
0,00219	172,3	0,023
0,00255	189,6	0,023
0,00290	207,8	0,023
0,00320	227,0	0,023
0,00350	246,4	0,023
0,00371	266,9	0,023
0,00396	287,4	0,023
0,00417	308,0	0,023
0,00440	328,9	0,023
0,00464	349,5	0,023
0,00486	370,5	0,023
0,00506	391,5	0,023
0,00533	411,5	0,023
0,00556	431,9	0,023
0,00577	453,3	0,023
0,00597	474,8	0,023
0,00615	496,8	0,023
0,00630	518,9	0,023
0,00648	540,9	0,023
0,00664	562,8	0,023
0,00685	584,0	0,023
0,00716	603,4	0,023
0,00763	619,1	0,023
0,00826	630,6	0,023
0,00910	638,3	0,023
0,01003	643,5	0,023
0,01104	647,3	0,023
0,01210	650,1	0,023
0,01317	652,6	0,023
0,01422	655,0	0,023
0,01533	656,8	0,023
0,01641	658,3	0,023
0,01751	660,1	0,023
0,01864	661,3	0,023
0,01972	662,9	0,023
0,02083	664,3	0,023
0,02195	665,5	0,023
0,02305	666,7	0,023
0,02416	668,1	0,023
0,02528	669,2	0,023

0,02638	670,2	0,023
0,02748	671,7	0,023
0,02860	672,8	0,022
0,02968	674,1	0,022
0,03080	675,3	0,022
0,03192	676,3	0,022
0,03300	677,5	0,022
0,03411	678,7	0,022
0,03522	679,7	0,022
0,03630	681,1	0,022
0,03741	682,1	0,022
0,03852	683,2	0,022
0,03958	684,6	0,022
0,04069	685,7	0,022
0,04179	687,0	0,022
0,04287	688,0	0,022
0,04397	689,2	0,022
0,04507	690,3	0,022
0,04613	691,6	0,022
0,04723	692,7	0,022
0,04834	693,7	0,022
0,04939	695,1	0,022
0,05050	696,0	0,022
0,05159	697,2	0,022
0,05266	698,3	0,022
0,05375	699,4	0,022
0,05485	700,3	0,022
0,05590	701,7	0,022
0,05700	702,5	0,022
0,05808	703,7	0,022
0,05915	704,7	0,022
0,06023	705,8	0,022
0,06132	707,0	0,022
0,06238	707,9	0,022
0,06347	708,9	0,022
0,06454	710,1	0,022
0,06563	711,1	0,022
0,06668	712,2	0,022
0,06777	713,1	0,022
0,06881	714,2	0,022
0,06990	715,2	0,022
0,07097	716,3	0,022

0,07206	717,0	0,022
0,07311	718,0	0,022
0,07419	718,8	0,021
0,07524	719,8	0,021
0,07630	721,0	0,021
0,07738	721,9	0,021
0,07845	722,9	0,021
0,07949	723,9	0,021
0,08056	724,8	0,021
0,08161	725,6	0,021
0,08268	726,6	0,021
0,08375	727,5	0,021
0,08481	728,4	0,021
0,08586	729,2	0,021
0,08691	730,3	0,021
0,08796	731,0	0,021
0,08903	731,8	0,021
0,09010	732,5	0,021
0,09116	733,4	0,021
0,09220	734,3	0,021
0,09326	735,0	0,021
0,09431	735,4	0,021
0,09537	736,2	0,021
0,09643	737,0	0,021
0,09750	737,6	0,021
0,09853	738,4	0,021
0,09960	738,9	0,021
0,10064	739,4	0,021
0,10169	740,2	0,021
0,10276	740,5	0,021
0,10382	741,1	0,021
0,10485	741,7	0,021
0,10592	742,0	0,021
0,10696	742,4	0,021
0,10802	742,7	0,021
0,10909	742,8	0,021
0,11016	743,0	0,021

(Ensayo T=-150°C y V= 50mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
8,50E-05	114,7	0,023
0,00071	125,8	0,023
0,00127	139,2	0,023
0,00169	154,8	0,023
0,00207	171,8	0,023
0,00244	189,3	0,023
0,00279	207,1	0,023
0,00308	225,6	0,023
0,00341	243,9	0,023
0,00367	262,9	0,023
0,00393	282,7	0,023
0,00420	302,4	0,023
0,00442	322,9	0,023
0,00461	343,7	0,023
0,00481	364,7	0,023
0,00501	385,2	0,023
0,00528	404,9	0,023
0,00551	425,3	0,023
0,00570	446,7	0,023
0,00583	468,8	0,023
0,00596	491,4	0,023
0,00609	513,5	0,023
0,00628	534,9	0,023
0,00648	555,9	0,023
0,00669	576,9	0,023
0,00699	595,4	0,023
0,00742	611,6	0,023
0,00798	624,5	0,023
0,00872	634,2	0,023
0,00960	640,8	0,023
0,01059	645,0	0,023
0,01160	648,3	0,023
0,01267	650,9	0,023
0,01373	652,9	0,023
0,01484	654,7	0,023
0,01594	656,4	0,023
0,01705	657,9	0,023
0,01814	659,3	0,023

0,01924	661,0	0,023
0,02034	662,2	0,023
0,02145	663,6	0,023
0,02257	664,8	0,023
0,02369	666,1	0,023
0,02478	667,3	0,023
0,02590	668,5	0,023
0,02698	669,9	0,023
0,02809	671,2	0,023
0,02920	672,3	0,022
0,03031	673,8	0,022
0,03140	674,7	0,022
0,03251	675,9	0,022
0,03359	677,2	0,022
0,03469	678,5	0,022
0,03581	679,6	0,022
0,03691	680,9	0,022
0,03798	682,2	0,022
0,03910	683,1	0,022
0,04016	684,5	0,022
0,04126	685,7	0,022
0,04237	686,7	0,022
0,04346	688,2	0,022
0,04453	689,2	0,022
0,04564	690,3	0,022
0,04670	691,6	0,022
0,04781	692,5	0,022
0,04889	693,9	0,022
0,04999	695,0	0,022
0,05104	696,5	0,022
0,05214	697,5	0,022
0,05321	698,6	0,022
0,05429	699,8	0,022
0,05538	701,0	0,022
0,05647	702,1	0,022
0,05752	703,3	0,022
0,05862	704,3	0,022
0,05967	705,5	0,022
0,06076	706,5	0,022
0,06183	707,9	0,022
0,06292	708,8	0,022
0,06398	709,7	0,022

0,06506	710,9	0,022
0,06611	712,0	0,022
0,06720	713,0	0,022
0,06827	714,1	0,022
0,06935	715,1	0,022
0,07039	716,3	0,022
0,07147	717,3	0,022
0,07252	718,3	0,022
0,07360	719,3	0,022
0,07466	720,5	0,021
0,07574	721,3	0,021
0,07679	722,2	0,021
0,07787	723,2	0,021
0,07891	724,2	0,021
0,07998	725,1	0,021
0,08105	726,1	0,021
0,08212	727,0	0,021
0,08316	727,9	0,021
0,08423	728,9	0,021
0,08527	729,7	0,021
0,08634	730,5	0,021
0,08741	731,4	0,021
0,08847	732,4	0,021
0,08950	733,3	0,021
0,09057	734,1	0,021
0,09162	734,6	0,021
0,09267	735,6	0,021
0,09374	736,4	0,021
0,09481	736,9	0,021
0,09585	737,6	0,021
0,09691	738,2	0,021
0,09795	739,0	0,021
0,09901	739,6	0,021
0,10007	740,2	0,021
0,10113	740,9	0,021
0,10217	741,5	0,021
0,10323	741,9	0,021
0,10427	742,5	0,021
0,10533	742,8	0,021
0,10640	743,1	0,021
0,10747	743,3	0,021
0,10852	743,5	0,021

0,10960	743,4	0,021
0,11064	743,5	0,021

(Ensayo T=-150°C y V= 500mm/min, No 1)

ϵ_i	σ_i (MPa)	Tasa de Deformación (1/s)
0,00010	91,8	0,23
0,00075	111,5	0,23
0,00138	131,9	0,23
0,00186	156,8	0,23
0,00238	181,5	0,23
0,00286	207,6	0,23
0,00332	234,7	0,23
0,00376	262,8	0,23
0,00423	290,9	0,23
0,00452	322,1	0,23
0,00487	354,0	0,23
0,00523	386,8	0,23
0,00549	422,1	0,23
0,00574	457,8	0,23
0,00597	495,0	0,23
0,00625	532,0	0,23
0,00646	570,3	0,23
0,00700	602,5	0,23
0,00827	620,1	0,23
0,01000	629,3	0,23
0,01192	634,8	0,23
0,01400	638,6	0,23
0,01560	641,6	0,23
0,01825	645,2	0,23
0,02072	646,9	0,23
0,02239	649,5	0,23
0,02486	652,4	0,23
0,02709	654,8	0,23
0,02934	657,7	0,22
0,03198	659,6	0,22
0,03403	662,5	0,22
0,03667	665,2	0,22
0,03852	667,4	0,22
0,04203	670,2	0,22

0,04335	672,4	0,22
0,04577	675,3	0,22
0,04818	678,1	0,22
0,05058	680,5	0,22
0,05331	682,6	0,22
0,05544	685,5	0,22
0,05760	687,4	0,22
0,06059	689,8	0,22
0,06299	692,3	0,22
0,06541	694,7	0,22
0,06782	696,9	0,22
0,06968	699,1	0,22
0,07207	701,1	0,22
0,07503	703,4	0,21
0,07716	705,0	0,21
0,07983	707,2	0,21
0,08222	709,1	0,21
0,08514	711,0	0,21
0,08672	712,9	0,21
0,08963	714,7	0,21
0,09202	716,3	0,21
0,09466	718,0	0,21
0,09680	718,9	0,21
0,09890	720,3	0,21
0,10073	721,6	0,21
0,10289	721,2	0,21
0,10371	722,0	0,21
0,10714	722,3	0,21

(Ensayo T=-150°C y V= 500mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
9,47E-05	76,4	0,23
0,00046	86,1	0,23
0,00077	94,0	0,23
0,00107	105,6	0,23
0,00130	115,1	0,23
0,00163	126,4	0,23
0,00182	136,8	0,23
0,00205	147,1	0,23

0,00229	160,7	0,23
0,00250	171,9	0,23
0,00266	187,4	0,23
0,00289	202,4	0,23
0,00309	214,7	0,23
0,00338	244,9	0,23
0,00360	261,0	0,23
0,00383	273,1	0,23
0,00417	304,0	0,23
0,00432	322,2	0,23
0,00447	336,7	0,23
0,00478	368,5	0,23
0,00498	386,7	0,23
0,00516	400,1	0,23
0,00529	419,7	0,23
0,00546	434,5	0,23
0,00565	452,9	0,23
0,00581	468,5	0,23
0,00596	488,5	0,23
0,00610	504,3	0,23
0,00631	524,3	0,23
0,00644	540,5	0,23
0,00678	577,9	0,23
0,00701	596,9	0,23
0,00730	610,7	0,23
0,00842	631,4	0,23
0,00886	637,2	0,23
0,00998	643,0	0,23
0,01176	649,9	0,23
0,01287	652,2	0,23
0,01372	654,0	0,23
0,01510	655,8	0,23
0,01578	657,6	0,23
0,01642	659,0	0,23
0,01782	660,8	0,23
0,01902	662,4	0,23
0,01994	663,7	0,23
0,02065	664,8	0,23
0,02216	666,1	0,23
0,02305	667,9	0,23
0,02457	669,1	0,23
0,02527	670,1	0,23

0,02649	671,6	0,23
0,02749	672,4	0,23
0,02870	673,8	0,22
0,02942	675,2	0,22
0,03092	676,3	0,22
0,03166	677,8	0,22
0,03290	679,3	0,22
0,03368	679,7	0,22
0,03545	681,7	0,22
0,03676	682,7	0,22
0,03746	685,6	0,22
0,03806	684,4	0,22
0,03986	686,5	0,22
0,04205	687,5	0,22
0,04280	689,0	0,22
0,04494	691,5	0,22
0,04658	692,2	0,22
0,04709	693,7	0,22
0,04976	696,2	0,22
0,05032	696,4	0,22
0,05277	698,1	0,22
0,05464	700,2	0,22
0,05490	700,5	0,22
0,05707	702,1	0,22
0,05872	702,8	0,22
0,05982	703,6	0,22
0,06253	705,6	0,22
0,06333	706,4	0,22
0,06497	707,5	0,22
0,06662	707,9	0,22
0,06771	708,5	0,22
0,06879	709,1	0,22
0,07045	709,5	0,22
0,07206	710,4	0,22

Ensayos con cambio de velocidad de cabezal

(Ensayo T=-25°C y V= 5 a 50mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
9,48E-05	58,9	0,0023
0,0021	144,2	0,0023
0,0035	234,8	0,0023
0,0046	346,7	0,0023
0,0057	453,4	0,0023
0,0078	556,7	0,0023
0,0154	581,6	0,0023
0,0220	591,3	0,0023
0,0229	592,7	0,0023
0,0229	592,7	0,0023
0,0232	593,1	0,0023
0,0232	593,1	0,0023
0,0236	592,3	0,0023
0,0240	594,0	0,0023
0,0246	595,1	0,0023
0,0263	597,1	0,0023
0,0263	597,1	0,0023
0,0266	596,0	0,0023
0,0274	598,1	0,0023
0,0277	599,1	0,0023
0,0277	599,1	0,0023
0,0277	599,1	0,0023
0,0289	600,2	0,0022
0,0293	601,1	0,0022
0,0303	602,1	0,0022
0,0303	602,1	0,0022
0,0316	603,1	0,0022
0,0316	604,1	0,0022
0,0323	605,0	0,0022
0,0335	606,1	0,0022
0,0335	606,1	0,0022
0,0341	607,1	0,0022
0,0350	608,1	0,0022
0,0362	609,2	0,0022
0,0372	611,0	0,0022
0,0372	611,0	0,0022

0,0374	610,2	0,0022
0,0382	612,1	0,0022
0,0387	613,2	0,0022
0,0401	614,1	0,0022
0,0401	614,1	0,0022
0,0405	615,0	0,0022
0,0413	616,1	0,0022
0,0413	616,1	0,0022
0,0426	617,1	0,0022
0,0430	618,1	0,0022
0,0430	618,1	0,0022
0,0433	619,0	0,0022
0,0452	620,1	0,0022
0,0458	621,1	0,0022
0,0463	622,1	0,0022
0,0463	622,1	0,0022
0,0470	623,2	0,0022
0,0470	623,2	0,0022
0,0470	623,2	0,0022
0,0470	623,2	0,0022
0,0479	624,9	0,0022
0,0479	626,3	0,0022
0,0482	624,1	0,0221
0,0482	625,0	0,0221
0,0483	624,8	0,0221
0,0482	624,9	0,0221
0,0482	624,9	0,0221
0,0482	624,9	0,0221
0,0483	624,8	0,0221
0,0483	625,2	0,0221
0,0483	625,0	0,0221
0,0483	625,1	0,0221
0,0483	625,1	0,0221
0,0484	624,7	0,0221
0,0483	625,1	0,0221
0,0484	624,7	0,0221
0,0484	624,7	0,0221
0,0484	624,7	0,0221
0,0484	624,7	0,0221
0,0484	624,7	0,0221
0,0484	624,9	0,0221
0,0484	624,9	0,0221
0,0485	625,2	0,0221

0,0484	625,5	0,0221
0,0484	625,7	0,0221
0,0484	626,0	0,0221
0,0484	626,2	0,0221
0,0485	625,9	0,0221
0,0484	626,3	0,0221
0,0485	625,9	0,0221
0,0485	626,1	0,0221
0,0484	626,6	0,0221
0,0485	626,9	0,0221
0,0484	627,3	0,0221
0,0484	627,6	0,0221
0,0485	627,6	0,0221
0,0485	627,7	0,0221
0,0485	628,1	0,0221
0,0485	628,2	0,0221
0,0484	629,1	0,0221
0,0485	629,0	0,0221
0,0485	628,6	0,0221
0,0485	629,6	0,0221
0,0484	629,9	0,0221
0,0485	630,1	0,0221
0,0485	630,2	0,0221
0,0485	630,4	0,0221
0,0485	630,9	0,0221
0,0485	630,6	0,0221
0,0492	634,8	0,0220
0,0508	631,1	0,0220
0,0511	631,0	0,0220
0,0513	630,9	0,0220
0,0513	631,0	0,0220
0,0514	630,5	0,0220
0,0515	630,5	0,0220
0,0517	631,0	0,0220
0,0518	630,8	0,0220
0,0520	631,1	0,0220
0,0520	631,0	0,0220
0,0521	630,6	0,0220
0,0521	631,1	0,0220
0,0521	631,1	0,0220
0,0522	630,6	0,0220
0,0523	631,1	0,0220

0,0523	631,1	0,0220
0,0524	630,9	0,0220
0,0524	630,8	0,0220
0,0525	631,1	0,0220
0,0526	630,7	0,0220
0,0527	630,7	0,0220
0,0527	631,1	0,0220
0,0528	631,1	0,0220
0,0529	630,8	0,0220
0,0529	631,0	0,0220
0,0536	631,0	0,0219
0,0545	632,1	0,0219
0,0557	633,1	0,0219
0,0588	635,8	0,0218
0,0603	637,8	0,0218
0,0604	637,0	0,0218
0,0614	639,7	0,0218
0,0619	638,9	0,0218
0,0633	640,9	0,0217
0,0646	641,9	0,0217
0,0653	642,8	0,0217
0,0669	644,0	0,0216
0,0676	645,8	0,0216
0,0679	644,9	0,0216
0,0684	646,1	0,0216
0,0702	647,5	0,0216
0,0711	648,2	0,0216
0,0727	650,0	0,0215
0,0731	650,5	0,0215
0,0746	651,6	0,0215
0,0761	652,9	0,0215
0,0770	653,9	0,0214
0,0782	654,9	0,0214
0,0792	655,5	0,0214
0,0805	656,8	0,0214
0,0810	657,5	0,0213
0,0823	658,4	0,0213
0,0836	659,6	0,0213
0,0840	661,0	0,0213
0,0867	661,9	0,0212
0,0884	662,8	0,0212
0,0885	663,6	0,0212

0,0907	664,5	0,0211
0,0920	665,8	0,0211
0,0929	666,8	0,0211
0,0948	667,8	0,0211
0,0963	668,7	0,0210
0,0976	669,8	0,0210
0,0997	670,5	0,0210
0,1014	671,2	0,0209
0,1051	672,5	0,0208
0,1070	673,4	0,0208

(Ensayo T=-25°C y V= 5 a 50mm/min, No 2)

ϵ_i	σ_i (MPa)	Tasa de Deformación (1/s)
6,68E-05	101,5	0,0023
0,00054	114,1	0,0023
0,00099	127,5	0,0023
0,00139	141,6	0,0023
0,00181	156,0	0,0023
0,00215	171,3	0,0023
0,00251	186,8	0,0023
0,00283	202,8	0,0023
0,00313	219,9	0,0023
0,00340	236,9	0,0023
0,00365	254,8	0,0023
0,00388	272,9	0,0023
0,00412	291,2	0,0023
0,00431	310,0	0,0023
0,00454	328,5	0,0023
0,00475	347,0	0,0023
0,00497	365,7	0,0023
0,00516	384,6	0,0023
0,00537	403,6	0,0023
0,00555	422,6	0,0023
0,00575	442,0	0,0023
0,00593	461,0	0,0023
0,00615	480,0	0,0023
0,00632	499,3	0,0023
0,00655	517,9	0,0023

0,00680	535,6	0,0023
0,00722	549,9	0,0023
0,00785	559,1	0,0023
0,00866	565,1	0,0023
0,00953	568,9	0,0023
0,01046	572,1	0,0023
0,01138	574,7	0,0023
0,01236	576,8	0,0023
0,01332	578,6	0,0023
0,01431	580,4	0,0023
0,01527	582,0	0,0023
0,01638	583,6	0,0023
0,01736	585,0	0,0023
0,01824	586,5	0,0023
0,01921	587,9	0,0023
0,02022	589,1	0,0023
0,02130	590,5	0,0023
0,02153	591,1	0,0023
0,02204	592,2	0,0023
0,02306	593,1	0,0023
0,02306	593,1	0,0023
0,02355	594,1	0,0023
0,02355	594,1	0,0023
0,02494	595,2	0,0023
0,02494	595,2	0,0023
0,02553	596,4	0,0023
0,02623	597,5	0,0023
0,02623	597,5	0,0023
0,02804	598,6	0,0023
0,02866	599,7	0,0022
0,02952	601,0	0,0022
0,03006	602,0	0,0022
0,03006	602,0	0,0022
0,03007	602,9	0,0022
0,03132	604,0	0,0022
0,03200	605,0	0,0022
0,03311	606,0	0,0022
0,03395	607,0	0,0022
0,03395	607,0	0,0022
0,03441	607,9	0,0022
0,03441	607,9	0,0022
0,03441	607,9	0,0022

0,03544	608,9	0,0022
0,03544	608,9	0,0022
0,03544	608,9	0,0022
0,03587	609,9	0,0022
0,03706	610,9	0,0022
0,03706	610,9	0,0022
0,03854	612,1	0,0022
0,03889	613,1	0,0022
0,03889	613,1	0,0022
0,03944	614,2	0,0022
0,04054	615,5	0,0022
0,04054	615,5	0,0022
0,04054	615,5	0,0022
0,04137	616,6	0,0022
0,04137	616,6	0,0022
0,04214	617,6	0,0022
0,04291	618,9	0,0022
0,04455	619,9	0,0022
0,04492	621,0	0,0022
0,04492	621,0	0,0022
0,04577	622,1	0,0022
0,04660	623,1	0,0022
0,04660	623,1	0,0022
0,04660	623,1	0,0022
0,04743	624,1	0,0022
0,04743	624,1	0,0022
0,04791	625,1	0,0221
0,04790	625,3	0,0221
0,04794	624,8	0,0221
0,04797	625,5	0,0221
0,04812	626,5	0,0221
0,04814	626,0	0,0221
0,04814	626,6	0,0221
0,04814	626,6	0,0221
0,04813	626,8	0,0221
0,04819	626,1	0,0221
0,04814	627,2	0,0221
0,04816	627,4	0,0221
0,04813	628,1	0,0221
0,04815	627,8	0,0221
0,04817	627,8	0,0221
0,04817	628,4	0,0221

0,04817	628,4	0,0221
0,04818	628,9	0,0221
0,04820	629,0	0,0221
0,04825	627,8	0,0221
0,04820	629,8	0,0221
0,04819	629,9	0,0221
0,04821	630,0	0,0221
0,04825	629,9	0,0221
0,04825	629,8	0,0221
0,04823	630,9	0,0221
0,04823	631,0	0,0221
0,04825	631,2	0,0221
0,05029	631,0	0,0220
0,05078	630,4	0,0220
0,05079	631,4	0,0220
0,05082	631,2	0,0220
0,05095	631,4	0,0220
0,05106	631,4	0,0220
0,05117	631,4	0,0220
0,05124	630,4	0,0220
0,05122	631,4	0,0220
0,05133	631,3	0,0220
0,05136	631,3	0,0220
0,05149	631,4	0,0220
0,05152	631,4	0,0220
0,05174	631,4	0,0220
0,05186	630,5	0,0220
0,05200	631,0	0,0220
0,05207	631,3	0,0220
0,05210	631,2	0,0220
0,05212	631,2	0,0220
0,05214	631,4	0,0220
0,05222	630,8	0,0220
0,05236	631,4	0,0220
0,05241	630,8	0,0220
0,05261	631,2	0,0220
0,05266	631,4	0,0220
0,05277	631,3	0,0220
0,05282	631,4	0,0220
0,05298	631,4	0,0220
0,05344	631,3	0,0219
0,05368	631,4	0,0219

0,05374	632,1	0,0219
0,05379	631,3	0,0219
0,05385	630,6	0,0219
0,05641	633,9	0,0219
0,05712	635,0	0,0219
0,05819	635,9	0,0218
0,05938	637,0	0,0218
0,06090	638,0	0,0218
0,06097	638,8	0,0218
0,06186	639,9	0,0218
0,06371	641,9	0,0217
0,06433	642,4	0,0217
0,06630	643,9	0,0217
0,06834	646,8	0,0216
0,07059	648,4	0,0216
0,07256	650,1	0,0215
0,07429	652,0	0,0215
0,07477	652,6	0,0215
0,07591	653,7	0,0215
0,07766	655,0	0,0214
0,07938	656,7	0,0214
0,08124	658,3	0,0213
0,08303	660,2	0,0213
0,08617	662,3	0,0212
0,08870	664,3	0,0212
0,09192	666,6	0,0211
0,09324	668,1	0,0211
0,09608	669,7	0,0210
0,09865	671,4	0,0210
0,10312	672,9	0,0209
0,10321	674,7	0,0209
0,10388	674,0	0,0209
0,10870	677,3	0,0208

(Ensayo T=-25°C y V= 5 a 500mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
4,98E-05	79,8	0,0023
0,00043	89,1	0,0023
0,00081	98,9	0,0023
0,00111	109,8	0,0023

0,00151	123,5	0,0023
0,00189	138,2	0,0023
0,00223	153,2	0,0023
0,00255	169,0	0,0023
0,00284	185,2	0,0023
0,00312	202,1	0,0023
0,00332	220,1	0,0023
0,00356	237,7	0,0023
0,00376	255,9	0,0023
0,00399	273,9	0,0023
0,00418	292,0	0,0023
0,00439	310,4	0,0023
0,00456	329,1	0,0023
0,00475	347,9	0,0023
0,00491	366,9	0,0023
0,00509	385,9	0,0023
0,00526	404,8	0,0023
0,00544	423,9	0,0023
0,00560	442,9	0,0023
0,00575	462,4	0,0023
0,00594	480,9	0,0023
0,00613	499,8	0,0023
0,00631	518,2	0,0023
0,00660	535,0	0,0023
0,00708	547,1	0,0023
0,00779	555,1	0,0023
0,00858	560,4	0,0023
0,00958	564,5	0,0023
0,01036	567,8	0,0023
0,01121	570,0	0,0023
0,01226	572,4	0,0023
0,01325	574,1	0,0023
0,01411	575,7	0,0023
0,01520	577,6	0,0023
0,01617	579,0	0,0023
0,01727	580,6	0,0023
0,01814	581,9	0,0023
0,01936	583,4	0,0023
0,02011	584,8	0,0023
0,02111	586,0	0,0023
0,02198	587,3	0,0023
0,02342	588,7	0,0023

0,02452	590,1	0,0023
0,02538	591,4	0,0023
0,02638	592,6	0,0023
0,02724	594,1	0,0023
0,02800	595,0	0,0023
0,02823	595,3	0,0023
0,02823	595,3	0,0023
0,02838	595,1	0,0023
0,02838	595,1	0,0023
0,02868	594,6	0,0022
0,02905	596,9	0,0022
0,02958	596,1	0,0022
0,03089	597,8	0,0022
0,03168	598,7	0,0022
0,03203	599,6	0,0022
0,03203	599,6	0,0022
0,03203	599,6	0,0022
0,03270	600,6	0,0022
0,03332	601,6	0,0022
0,03332	601,6	0,0022
0,03427	602,5	0,0022
0,03427	602,5	0,0022
0,03427	602,5	0,0022
0,03481	603,4	0,0022
0,03481	603,4	0,0022
0,03481	603,4	0,0022
0,03559	604,4	0,0022
0,03559	604,4	0,0022
0,03559	604,4	0,0022
0,03637	605,4	0,0022
0,03637	605,4	0,0022
0,03715	606,5	0,0022
0,03763	607,4	0,0022
0,03948	608,3	0,0022
0,03977	609,3	0,0022
0,04065	610,4	0,0022
0,04065	610,4	0,0022
0,04165	611,5	0,0022
0,04215	612,4	0,0022
0,04315	613,5	0,0022
0,04358	615,3	0,0022
0,04368	614,4	0,0022

0,04562	617,4	0,0022
0,04605	616,4	0,0022
0,04605	616,4	0,0022
0,04745	618,5	0,0022
0,04841	619,5	0,0022
0,04841	619,5	0,0022
0,04878	620,4	0,0022
0,04980	621,4	0,0022
0,04998	622,3	0,0022
0,05127	623,2	0,0022
0,05127	623,2	0,0022
0,05127	625,1	0,0022
0,05236	624,1	0,0022
0,05236	624,1	0,0022
0,05313	627,1	0,0022
0,05351	627,8	0,0022
0,05377	626,1	0,0022
0,05377	626,1	0,0022
0,05393	627,9	0,0022
0,05407	627,9	0,0022
0,05416	628,3	0,2193
0,05439	628,0	0,2192
0,05441	628,1	0,2192
0,05439	629,3	0,2192
0,05440	630,2	0,2192
0,05440	631,5	0,2192
0,05442	632,3	0,2192
0,05442	633,7	0,2192
0,05443	634,8	0,2192
0,05445	636,2	0,2192
0,05448	637,3	0,2192
0,05618	640,0	0,2188
0,05826	638,5	0,2184
0,05848	637,8	0,2183
0,05869	637,8	0,2183
0,05891	637,7	0,2182
0,05907	637,8	0,2182
0,05948	637,6	0,2181
0,05969	637,6	0,2181
0,06011	637,9	0,2180
0,06031	637,6	0,2179
0,06052	637,8	0,2179

0,06076	637,3	0,2178
0,06140	637,8	0,2177
0,06457	640,3	0,2170
0,06724	642,1	0,2164
0,06922	643,9	0,2160
0,07151	645,7	0,2155
0,07276	647,0	0,2152
0,07377	648,1	0,2150
0,07584	649,3	0,2146
0,07764	651,1	0,2142
0,08076	654,0	0,2135
0,08259	655,7	0,2131
0,08521	657,6	0,2126
0,08731	659,5	0,2121
0,09180	661,7	0,2112
0,09252	663,9	0,2110
0,09650	666,3	0,2102
0,10200	669,5	0,2090
0,10673	671,4	0,2080
0,11014	673,2	0,2073
0,11222	674,0	0,2069

(Ensayo T=-25°C y V= 5 a 500mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	<i>Tasa de Deformación (1/s)</i>
1,22E-05	96,0	0,023
0,00089	120,8	0,023
0,00168	148,5	0,023
0,00235	177,7	0,023
0,00299	208,5	0,023
0,00355	240,7	0,023
0,00408	273,4	0,023
0,00452	307,4	0,023
0,00495	342,8	0,023
0,00525	381,5	0,023
0,00528	386,2	0,023
0,00530	391,1	0,023
0,00540	394,8	0,023
0,00542	399,7	0,023
0,00548	403,8	0,023

0,00552	408,6	0,023
0,00555	413,3	0,023
0,00559	418,3	0,023
0,00567	422,0	0,023
0,00571	426,9	0,023
0,00572	431,4	0,023
0,00577	436,2	0,023
0,00583	440,7	0,023
0,00585	445,6	0,023
0,00588	450,3	0,023
0,00595	454,6	0,023
0,00597	459,6	0,023
0,00604	463,9	0,023
0,00606	468,8	0,023
0,00609	473,4	0,023
0,00613	477,2	0,023
0,00618	482,6	0,023
0,00624	486,7	0,023
0,00624	492,4	0,023
0,00629	496,7	0,023
0,00635	501,4	0,023
0,00637	506,1	0,023
0,00641	510,7	0,023
0,00631	515,7	0,023
0,00652	519,5	0,023
0,00654	524,3	0,023
0,00662	528,5	0,023
0,00666	532,3	0,023
0,00677	536,5	0,023
0,00687	539,6	0,023
0,00694	543,5	0,023
0,00708	546,0	0,023
0,00722	548,9	0,023
0,00736	551,2	0,023
0,00754	553,4	0,023
0,00772	555,0	0,023
0,00790	556,4	0,023
0,00807	557,6	0,023
0,00837	559,1	0,023
0,00852	560,0	0,023
0,00876	560,9	0,023
0,00909	561,8	0,023

0,00922	562,5	0,023
0,00954	563,6	0,023
0,00976	564,2	0,023
0,01007	564,9	0,023
0,01012	565,5	0,023
0,01023	566,2	0,023
0,01053	567,1	0,023
0,01067	567,6	0,023
0,01102	568,0	0,023
0,01122	568,6	0,023
0,01147	569,2	0,023
0,01187	569,7	0,023
0,01194	570,0	0,023
0,01225	570,6	0,023
0,01230	571,2	0,023
0,01254	570,9	0,023
0,01281	571,7	0,023
0,01307	572,2	0,023
0,01368	573,0	0,023
0,01419	573,5	0,023
0,01457	574,4	0,023
0,01528	575,4	0,023
0,01596	577,1	0,023
0,01603	576,3	0,023
0,01718	578,1	0,023
0,01817	579,1	0,023
0,01857	580,1	0,023
0,01891	581,1	0,023
0,01993	582,1	0,023
0,02127	583,4	0,023
0,02220	584,4	0,023
0,02261	585,2	0,023
0,02333	586,4	0,023
0,02412	587,3	0,023
0,02446	588,5	0,023
0,02619	589,6	0,023
0,02673	590,4	0,023
0,02744	591,4	0,023
0,02813	592,6	0,023
0,02869	593,7	0,022
0,03014	594,7	0,022
0,03034	595,8	0,022

0,03246	597,2	0,022
0,03353	598,5	0,022
0,03414	599,8	0,022
0,03478	600,8	0,022
0,03633	601,9	0,022
0,03675	602,8	0,022
0,03769	603,9	0,022
0,03831	604,9	0,022
0,03933	605,9	0,022
0,03992	606,8	0,022
0,04054	607,7	0,022
0,04178	608,7	0,022
0,04205	609,5	0,022
0,04339	610,6	0,022
0,04387	611,5	0,022
0,04465	612,5	0,022
0,04571	613,6	0,022
0,04627	614,6	0,022
0,04715	615,5	0,022
0,04823	616,3	0,022
0,04919	617,5	0,022
0,05011	618,8	0,220
0,05114	620,0	0,220
0,05174	620,6	0,220
0,05225	621,2	0,220
0,05237	621,6	0,220
0,05252	621,8	0,220
0,05254	622,0	0,220
0,05256	622,1	0,220
0,05267	622,1	0,220
0,05268	623,0	0,220
0,05273	623,3	0,220
0,05276	623,8	0,220
0,05280	624,7	0,220
0,05288	624,7	0,220
0,05288	625,9	0,220
0,05297	625,8	0,220
0,05301	626,6	0,220
0,05305	627,6	0,220
0,05313	628,2	0,220
0,05321	628,3	0,219
0,05334	627,9	0,219

0,05342	628,4	0,219
0,05350	629,2	0,219
0,05355	630,5	0,219
0,05374	629,1	0,219
0,05413	628,9	0,219
0,05425	629,2	0,219
0,05439	629,1	0,219
0,05454	628,8	0,219
0,05469	629,0	0,219
0,05491	627,8	0,219
0,05501	628,6	0,219
0,05550	629,1	0,219
0,05567	629,0	0,219
0,05582	629,1	0,219
0,05620	629,2	0,219
0,05795	628,6	0,218
0,05977	631,4	0,218
0,06227	632,5	0,218
0,06365	633,9	0,217
0,06459	635,1	0,217
0,06680	637,1	0,217
0,06855	638,7	0,216
0,07083	640,9	0,216
0,07288	642,5	0,215
0,07520	644,6	0,215
0,07675	646,1	0,214
0,07912	648,1	0,214
0,08093	650,1	0,213
0,08332	651,6	0,213
0,08543	653,2	0,213
0,08695	654,9	0,212
0,08934	656,5	0,212
0,09225	658,2	0,211
0,09383	659,4	0,211
0,09564	660,9	0,210
0,09959	663,6	0,210
0,10170	664,3	0,209
0,10221	665,2	0,209
0,10615	666,1	0,208
0,10852	667,2	0,208

(Ensayo T=-25°C y V= 50 a 500mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
5,02E-05	76,1	0,023
0,0010	98,1	0,023
0,0017	124,6	0,023
0,0023	154,0	0,023
0,0028	184,4	0,023
0,0032	216,3	0,023
0,0036	249,1	0,023
0,0040	282,3	0,023
0,0043	317,3	0,023
0,0046	351,6	0,023
0,0049	385,9	0,023
0,0052	420,0	0,023
0,0056	453,4	0,023
0,0060	485,6	0,023
0,0064	518,2	0,023
0,0070	548,5	0,023
0,0081	567,6	0,023
0,0098	575,7	0,023
0,0117	580,7	0,023
0,0136	584,3	0,023
0,0155	587,8	0,023
0,0175	590,5	0,023
0,0195	593,3	0,023
0,0214	595,8	0,023
0,0234	598,6	0,023
0,0251	601,2	0,023
0,0273	603,5	0,023
0,0291	605,8	0,022
0,0307	608,2	0,022
0,0308	607,8	0,022
0,0309	607,4	0,022
0,0317	609,1	0,022
0,0323	610,1	0,022
0,0339	611,5	0,022

0,0344	612,9	0,022
0,0352	613,8	0,022
0,0370	614,9	0,022
0,0379	616,0	0,022
0,0386	617,5	0,022
0,0397	618,8	0,022
0,0410	620,2	0,022
0,0420	621,4	0,022
0,0434	622,9	0,022
0,0446	624,0	0,022
0,0454	625,5	0,022
0,0466	626,6	0,022
0,0476	627,9	0,022
0,0490	629,3	0,022
0,0505	630,8	0,022
0,0510	632,1	0,022
0,0525	633,2	0,022
0,0530	634,5	0,022
0,0544	635,8	0,022
0,0558	636,9	0,022
0,0570	638,3	0,219
0,0576	639,4	0,219
0,0591	640,6	0,218
0,0592	641,0	0,218
0,0593	641,0	0,218
0,0594	641,9	0,218
0,0594	642,1	0,218
0,0595	642,4	0,218
0,0595	642,9	0,218
0,0596	643,3	0,218
0,0596	643,4	0,218
0,0597	643,9	0,218
0,0597	644,8	0,218
0,0598	644,9	0,218
0,0598	645,5	0,218
0,0598	646,7	0,218
0,0599	647,1	0,218
0,0600	646,9	0,218
0,0601	646,9	0,218
0,0602	648,4	0,218
0,0603	648,1	0,218
0,0608	648,2	0,218

0,0613	648,1	0,218
0,0627	649,3	0,217
0,0630	647,1	0,217
0,0632	648,1	0,217
0,0669	651,0	0,216
0,0676	651,9	0,216
0,0697	653,0	0,216
0,0713	654,8	0,216
0,0750	656,6	0,215
0,0753	657,7	0,215
0,0770	659,3	0,214
0,0788	660,7	0,214
0,0817	662,3	0,213
0,0832	663,3	0,213
0,0837	664,3	0,213
0,0858	665,5	0,212
0,0895	667,3	0,212
0,0898	666,5	0,212
0,0927	667,9	0,211
0,0946	668,6	0,211

(Ensayo T=-25°C y V= 50 a 500mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
2,33E-05	68,1	0,023
0,0010	89,8	0,023
0,0017	115,9	0,023
0,0023	145,0	0,023
0,0027	175,5	0,023
0,0032	206,9	0,023
0,0036	239,3	0,023
0,0039	272,6	0,023
0,0042	306,4	0,023
0,0046	339,9	0,023
0,0049	373,4	0,023
0,0053	406,7	0,023
0,0056	440,6	0,023
0,0059	474,5	0,023
0,0062	508,2	0,023
0,0066	541,2	0,023

0,0075	564,1	0,023
0,0091	573,8	0,023
0,0109	579,7	0,023
0,0129	583,2	0,023
0,0148	586,8	0,023
0,0168	589,8	0,023
0,0187	592,5	0,023
0,0207	594,8	0,023
0,0227	597,3	0,023
0,0246	600,3	0,023
0,0266	602,4	0,023
0,0283	604,6	0,023
0,0298	606,2	0,022
0,0303	607,1	0,022
0,0304	607,3	0,022
0,0307	606,6	0,022
0,0309	607,6	0,022
0,0320	608,4	0,022
0,0322	609,0	0,022
0,0329	610,8	0,022
0,0347	612,0	0,022
0,0364	613,7	0,022
0,0377	615,4	0,022
0,0388	616,8	0,022
0,0400	618,2	0,022
0,0417	619,8	0,022
0,0429	621,3	0,022
0,0439	622,5	0,022
0,0439	623,7	0,022
0,0464	625,1	0,022
0,0473	626,7	0,022
0,0484	627,7	0,022
0,0498	628,9	0,022
0,0509	630,2	0,022
0,0521	631,5	0,022
0,0535	632,8	0,022
0,0547	633,9	0,022
0,0560	635,3	0,219
0,0573	636,6	0,219
0,0580	637,9	0,218
0,0583	639,0	0,218
0,0583	639,9	0,218

0,0584	639,8	0,218
0,0585	638,9	0,218
0,0584	640,9	0,218
0,0585	641,4	0,218
0,0586	641,8	0,218
0,0586	641,9	0,218
0,0587	641,5	0,218
0,0587	643,4	0,218
0,0588	644,0	0,218
0,0590	642,5	0,218
0,0591	644,6	0,218
0,0593	645,1	0,218
0,0626	644,2	0,217
0,0631	646,1	0,217
0,0641	646,7	0,217
0,0658	648,2	0,217
0,0690	650,1	0,216
0,0693	649,2	0,216
0,0722	651,6	0,215
0,0732	652,8	0,215
0,0739	653,9	0,215
0,0749	654,6	0,215
0,0772	656,4	0,214
0,0790	658,1	0,214
0,0819	659,4	0,213
0,0824	660,6	0,213
0,0858	661,9	0,212
0,0879	662,7	0,212
0,0895	663,2	0,212
0,0900	664,3	0,212

(Ensayo T=-50°C y V= 5 a 50mm/min, No 1)

ϵ_i	σ_i [Mpa]	Tasa de Deformación (1/s)
7,68E-05	78,9	0,0023
0,00047	92,2	0,0023
0,00087	105,7	0,0023
0,00124	119,5	0,0023
0,00165	132,9	0,0023
0,00201	146,8	0,0023

0,00240	160,7	0,0023
0,00270	175,8	0,0023
0,00300	191,5	0,0023
0,00326	207,5	0,0023
0,00355	223,4	0,0023
0,00377	240,3	0,0023
0,00403	256,9	0,0023
0,00423	274,2	0,0023
0,00443	292,0	0,0023
0,00460	309,8	0,0023
0,00478	328,1	0,0023
0,00493	346,4	0,0023
0,00509	365,0	0,0023
0,00523	383,7	0,0023
0,00538	402,6	0,0023
0,00549	421,7	0,0023
0,00564	440,6	0,0023
0,00573	460,1	0,0023
0,00586	479,6	0,0023
0,00598	498,6	0,0023
0,00610	518,0	0,0023
0,00626	536,2	0,0023
0,00659	551,5	0,0023
0,00715	561,4	0,0023
0,00794	567,3	0,0023
0,00879	571,4	0,0023
0,00972	574,4	0,0023
0,01053	576,8	0,0023
0,01161	579,1	0,0023
0,01257	580,8	0,0023
0,01333	582,5	0,0023
0,01452	584,1	0,0023
0,01541	585,6	0,0023
0,01663	587,0	0,0023
0,01749	588,5	0,0023
0,01836	589,7	0,0023
0,01957	591,2	0,0023
0,02043	592,6	0,0023
0,02132	593,8	0,0023
0,02240	595,3	0,0023
0,02444	597,0	0,0023
0,02468	596,6	0,0023

0,02478	597,5	0,0023
0,02478	597,4	0,0023
0,02536	598,0	0,0023
0,02536	598,0	0,0023
0,02613	600,1	0,0023
0,02621	599,1	0,0023
0,02712	601,0	0,0023
0,02754	602,1	0,0023
0,02911	603,0	0,0022
0,02928	604,0	0,0022
0,03023	605,0	0,0022
0,03023	605,0	0,0022
0,03023	605,0	0,0022
0,03096	606,1	0,0022
0,03119	607,1	0,0022
0,03261	608,1	0,0022
0,03261	608,1	0,0022
0,03405	609,2	0,0022
0,03414	610,3	0,0022
0,03533	611,2	0,0022
0,03575	612,3	0,0022
0,03684	613,2	0,0022
0,03684	613,2	0,0022
0,03715	614,2	0,0022
0,03840	615,3	0,0022
0,03923	616,2	0,0022
0,03923	616,2	0,0022
0,03923	616,2	0,0022
0,04025	617,3	0,0022
0,04025	617,3	0,0022
0,04108	618,4	0,0022
0,04108	618,4	0,0022
0,04108	618,4	0,0022
0,04108	618,4	0,0022
0,04108	618,4	0,0022
0,04179	619,5	0,0022
0,04179	619,5	0,0022
0,04345	621,7	0,0022
0,04379	620,8	0,0022
0,04450	622,6	0,0022
0,04450	622,6	0,0022
0,04450	622,6	0,0022

0,04450	622,6	0,0022
0,04463	623,4	0,0022
0,04590	624,3	0,0022
0,04590	624,3	0,0022
0,04624	625,1	0,0022
0,04759	626,0	0,0022
0,04806	627,1	0,0022
0,04864	628,1	0,0022
0,04999	629,0	0,0022
0,05048	630,7	0,0220
0,05055	630,3	0,0220
0,05057	631,3	0,0220
0,05056	631,4	0,0220
0,05061	630,9	0,0220
0,05060	631,2	0,0220
0,05060	631,1	0,0220
0,05062	631,3	0,0220
0,05059	631,9	0,0220
0,05058	632,2	0,0220
0,05062	631,9	0,0220
0,05061	632,0	0,0220
0,05063	632,2	0,0220
0,05062	632,6	0,0220
0,05062	633,1	0,0220
0,05064	633,3	0,0220
0,05064	633,7	0,0220
0,05064	633,9	0,0220
0,05066	634,1	0,0220
0,05063	634,5	0,0220
0,05067	634,5	0,0220
0,05067	634,9	0,0220
0,05066	635,3	0,0220
0,05070	634,9	0,0220
0,05068	635,3	0,0220
0,05067	636,1	0,0220
0,05071	635,9	0,0220
0,05072	635,8	0,0220
0,05073	636,1	0,0220
0,05073	636,7	0,0220
0,05088	636,4	0,0220
0,05315	636,6	0,0220
0,05315	637,1	0,0219

0,05337	635,8	0,0219
0,05366	636,7	0,0219
0,05418	636,6	0,0219
0,05435	636,4	0,0219
0,05445	636,5	0,0219
0,05469	636,5	0,0219
0,05472	636,6	0,0219
0,05677	638,3	0,0219
0,05767	639,4	0,0219
0,05942	640,6	0,0218
0,06102	642,1	0,0218
0,06253	643,8	0,0217
0,06484	645,5	0,0217
0,06576	647,2	0,0217
0,06720	648,4	0,0216
0,06906	650,0	0,0216
0,07085	651,5	0,0216
0,07204	652,9	0,0215
0,07354	654,0	0,0215
0,07403	654,8	0,0215
0,07532	656,3	0,0215
0,07634	657,8	0,0214
0,07915	659,5	0,0214
0,08010	660,7	0,0214
0,08205	662,0	0,0213
0,08305	663,2	0,0213
0,08548	664,7	0,0213
0,08756	666,4	0,0212
0,08927	668,5	0,0212
0,09232	669,8	0,0211
0,09281	671,2	0,0211
0,09382	672,5	0,0211
0,09672	673,8	0,0210
0,09846	675,1	0,0210
0,09973	676,3	0,0210
0,10228	677,6	0,0209
0,10413	679,0	0,0209
0,10455	680,0	0,0209
0,10729	681,0	0,0208
0,10811	682,0	0,0208
0,11198	683,1	0,0207
0,11202	684,1	0,0207

0,11357	684,9	0,0207
0,11522	685,7	0,0206
0,11768	686,2	0,0206
0,11850	686,8	0,0206
0,11939	687,2	0,0205
0,11989	688,7	0,0205

(Ensayo T=-50°C y V= 5 a 50mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{Mpa})$	Tasa de Deformación (1/s)
7,93E-05	80,6	0,0023
0,00048	93,6	0,0023
0,00085	106,9	0,0023
0,00125	120,1	0,0023
0,00163	132,9	0,0023
0,00203	146,1	0,0023
0,00232	160,8	0,0023
0,00261	176,2	0,0023
0,00285	191,9	0,0023
0,00311	207,9	0,0023
0,00334	223,9	0,0023
0,00358	240,3	0,0023
0,00380	256,5	0,0023
0,00404	272,9	0,0023
0,00423	289,6	0,0023
0,00445	306,4	0,0023
0,00463	323,4	0,0023
0,00483	340,6	0,0023
0,00501	357,8	0,0023
0,00519	375,3	0,0023
0,00534	392,9	0,0023
0,00551	410,8	0,0023
0,00561	429,3	0,0023
0,00576	447,5	0,0023
0,00587	465,9	0,0023
0,00601	484,3	0,0023
0,00612	502,9	0,0023
0,00625	521,5	0,0023
0,00640	539,1	0,0023
0,00674	553,6	0,0023

0,00727	563,8	0,0023
0,00800	570,6	0,0023
0,00882	575,2	0,0023
0,00975	578,0	0,0023
0,01066	580,9	0,0023
0,01162	583,1	0,0023
0,01258	584,8	0,0023
0,01354	587,0	0,0023
0,01450	588,6	0,0023
0,01562	590,0	0,0023
0,01646	591,6	0,0023
0,01746	593,0	0,0023
0,01833	594,3	0,0023
0,01956	595,4	0,0023
0,02042	596,7	0,0023
0,02141	598,1	0,0023
0,02239	599,4	0,0023
0,02339	600,7	0,0023
0,02435	602,1	0,0023
0,02535	603,4	0,0023
0,02626	604,1	0,0023
0,02653	603,8	0,0023
0,02653	603,8	0,0023
0,02659	604,1	0,0023
0,02663	605,1	0,0023
0,02663	605,1	0,0023
0,02755	606,1	0,0023
0,02926	607,0	0,0022
0,02929	608,2	0,0022
0,03021	609,2	0,0022
0,03021	609,2	0,0022
0,03163	610,3	0,0022
0,03206	611,1	0,0022
0,03309	612,1	0,0022
0,03313	613,0	0,0022
0,03435	614,1	0,0022
0,03435	614,1	0,0022
0,03435	614,1	0,0022
0,03534	615,2	0,0022
0,03565	616,2	0,0022
0,03616	617,1	0,0022
0,03681	618,1	0,0022

0,03813	619,1	0,0022
0,03911	620,1	0,0022
0,03993	621,1	0,0022
0,03993	621,1	0,0022
0,04153	622,1	0,0022
0,04172	623,4	0,0022
0,04172	623,4	0,0022
0,04211	624,5	0,0022
0,04349	625,3	0,0022
0,04455	626,2	0,0022
0,04472	627,3	0,0022
0,04558	628,1	0,0022
0,04643	629,1	0,0022
0,04643	629,1	0,0022
0,04747	630,1	0,0022
0,04787	631,1	0,0022
0,04787	631,1	0,0022
0,04829	632,1	0,0022
0,04987	633,1	0,0022
0,04987	633,1	0,0022
0,05081	634,0	0,0022
0,05193	635,1	0,0022
0,05214	636,3	0,0022
0,05237	637,1	0,0220
0,05237	637,1	0,0220
0,05239	637,9	0,0220
0,05239	637,9	0,0220
0,05240	637,7	0,0220
0,05242	637,9	0,0220
0,05239	638,5	0,0220
0,05241	638,6	0,0220
0,05239	639,1	0,0220
0,05242	639,0	0,0220
0,05239	640,3	0,0220
0,05240	640,0	0,0220
0,05243	640,1	0,0220
0,05245	640,1	0,0220
0,05245	640,2	0,0220
0,05251	639,5	0,0220
0,05244	640,9	0,0220
0,05246	641,1	0,0220
0,05244	641,6	0,0220

0,05245	641,9	0,0220
0,05247	642,0	0,0220
0,05246	642,2	0,0220
0,05248	642,4	0,0220
0,05255	641,4	0,0220
0,05251	642,3	0,0220
0,05253	642,6	0,0220
0,05325	645,0	0,0219
0,05502	643,1	0,0219
0,05533	642,9	0,0219
0,05537	642,1	0,0219
0,05555	642,9	0,0219
0,05563	642,9	0,0219
0,05572	642,2	0,0219
0,05606	642,9	0,0219
0,05630	642,3	0,0219
0,05637	642,6	0,0219
0,05644	641,7	0,0219
0,05644	642,3	0,0219
0,05666	642,8	0,0219
0,05746	643,6	0,0219
0,05782	642,9	0,0218
0,05816	644,2	0,0218
0,06023	646,1	0,0218
0,06216	647,5	0,0218
0,06334	648,7	0,0217
0,06513	649,9	0,0217
0,06558	651,3	0,0217
0,06782	652,7	0,0216
0,06903	653,7	0,0216
0,07009	654,9	0,0216
0,07150	656,2	0,0216
0,07247	657,7	0,0215
0,07434	658,7	0,0215
0,07510	659,5	0,0215
0,07632	660,8	0,0214
0,07719	662,0	0,0214
0,07846	662,6	0,0214
0,08012	665,1	0,0214
0,08023	663,7	0,0214
0,08318	666,7	0,0213
0,08401	667,7	0,0213

0,08653	669,4	0,0212
0,08815	670,7	0,0212
0,09067	672,4	0,0211
0,09273	674,0	0,0211
0,09310	675,9	0,0211
0,09691	677,2	0,0210
0,09808	678,5	0,0210
0,10127	680,0	0,0209
0,10294	680,8	0,0209
0,10362	681,9	0,0209
0,10507	682,9	0,0208
0,10773	683,7	0,0208
0,10951	684,6	0,0207
0,11191	685,4	0,0207
0,11419	687,0	0,0207

(Ensayo T=-50°C y V= 5 a 500mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
7,04E-05	77,02	0,0023
0,00052	90,31	0,0023
0,00098	103,90	0,0023
0,00139	117,82	0,0023
0,00177	133,42	0,0023
0,00207	150,02	0,0023
0,00240	166,46	0,0023
0,00268	183,58	0,0023
0,00295	201,53	0,0023
0,00317	220,04	0,0023
0,00342	238,46	0,0023
0,00364	257,04	0,0023
0,00389	275,48	0,0023
0,00412	293,69	0,0023
0,00439	311,87	0,0023
0,00460	330,54	0,0023
0,00481	349,88	0,0023
0,00499	369,34	0,0023
0,00519	389,03	0,0023
0,00535	408,77	0,0023
0,00555	428,37	0,0023

0,00570	448,56	0,0023
0,00590	468,29	0,0023
0,00604	488,71	0,0023
0,00624	508,39	0,0023
0,00641	528,07	0,0023
0,00669	545,85	0,0023
0,00715	559,06	0,0023
0,00787	567,06	0,0023
0,00869	572,23	0,0023
0,00959	575,99	0,0023
0,01052	578,71	0,0023
0,01149	580,95	0,0023
0,01244	582,91	0,0023
0,01342	584,89	0,0023
0,01439	586,69	0,0023
0,01537	588,56	0,0023
0,01634	590,04	0,0023
0,01734	591,58	0,0023
0,01831	593,12	0,0023
0,01931	594,56	0,0023
0,02039	595,94	0,0023
0,02114	597,52	0,0023
0,02214	598,74	0,0023
0,02326	599,98	0,0023
0,02412	601,29	0,0023
0,02500	602,27	0,0023
0,02621	603,69	0,0023
0,02732	605,04	0,0023
0,02829	606,42	0,0023
0,02918	607,48	0,0022
0,03015	608,76	0,0022
0,03114	610,16	0,0022
0,03210	611,66	0,0022
0,03310	612,85	0,0022
0,03418	614,02	0,0022
0,03493	615,06	0,0022
0,03559	615,81	0,0022
0,03582	616,18	0,0022
0,03623	616,32	0,0022
0,03638	616,07	0,0022
0,03638	616,07	0,0022
0,03670	618,11	0,0022

0,03713	617,10	0,0022
0,03803	619,16	0,0022
0,03950	620,18	0,0022
0,04033	621,16	0,0022
0,04042	622,26	0,0022
0,04042	622,26	0,0022
0,04202	623,25	0,0022
0,04236	624,28	0,0022
0,04236	624,28	0,0022
0,04339	625,26	0,0022
0,04419	626,34	0,0022
0,04581	627,25	0,0022
0,04591	628,12	0,0022
0,04591	628,12	0,0022
0,04720	629,16	0,0022
0,04784	630,26	0,0022
0,04831	631,37	0,0022
0,04831	631,37	0,0022
0,04954	632,50	0,0022
0,05005	633,29	0,0022
0,05005	633,29	0,0022
0,05005	633,29	0,0022
0,05141	634,39	0,0022
0,05245	636,21	0,0022
0,05278	635,26	0,0022
0,05332	637,24	0,0022
0,05391	638,19	0,0022
0,05605	639,21	0,0022
0,05657	640,25	0,0022
0,05657	640,25	0,0022
0,05729	641,18	0,0022
0,05873	642,22	0,0022
0,05873	642,22	0,0022
0,05910	644,23	0,0022
0,05927	643,28	0,0022
0,06100	646,98	0,0022
0,06116	645,20	0,0022
0,06144	646,20	0,0022
0,06143	647,03	0,0022
0,06177	647,24	0,0022
0,06180	647,15	0,0022
0,06184	646,93	0,0022

0,06193	647,23	0,0022
0,06195	647,36	0,2176
0,06199	647,03	0,2176
0,06209	647,22	0,2175
0,06202	649,17	0,2176
0,06213	647,00	0,2175
0,06215	647,14	0,2175
0,06218	647,15	0,2175
0,06218	647,86	0,2175
0,06224	646,96	0,2175
0,06223	648,49	0,2175
0,06223	649,19	0,2175
0,06226	649,80	0,2175
0,06226	651,10	0,2175
0,06230	651,48	0,2175
0,06227	653,47	0,2175
0,06226	655,23	0,2175
0,06231	655,97	0,2175
0,06234	656,47	0,2175
0,06283	662,93	0,2174
0,06616	656,49	0,2167
0,06637	656,03	0,2166
0,06675	656,40	0,2165
0,06694	656,29	0,2165
0,06716	656,31	0,2164
0,06755	656,45	0,2164
0,06775	656,23	0,2163
0,06795	656,48	0,2163
0,06817	656,38	0,2162
0,07033	657,45	0,2158
0,07123	658,16	0,2156
0,07432	659,72	0,2149
0,07453	660,46	0,2149
0,07752	661,71	0,2142

(Ensayo T=-50°C y V= 5 a 500mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
9,89E-05	78,7	0,0023
0,00054	92,2	0,0023

0,00095	106,1	0,0023
0,00135	120,5	0,0023
0,00173	134,8	0,0023
0,00208	150,5	0,0023
0,00238	166,8	0,0023
0,00270	183,0	0,0023
0,00295	200,4	0,0023
0,00320	218,2	0,0023
0,00344	235,6	0,0023
0,00369	253,5	0,0023
0,00391	271,5	0,0023
0,00414	289,9	0,0023
0,00435	308,1	0,0023
0,00456	326,8	0,0023
0,00476	345,3	0,0023
0,00498	364,0	0,0023
0,00515	383,0	0,0023
0,00534	402,4	0,0023
0,00551	421,5	0,0023
0,00568	441,3	0,0023
0,00584	460,6	0,0023
0,00602	480,0	0,0023
0,00616	499,8	0,0023
0,00636	518,9	0,0023
0,00656	537,4	0,0023
0,00691	553,2	0,0023
0,00748	563,7	0,0023
0,00827	569,8	0,0023
0,00902	573,8	0,0023
0,01005	577,4	0,0023
0,01098	579,7	0,0023
0,01196	581,8	0,0023
0,01302	583,8	0,0023
0,01391	585,3	0,0023
0,01488	586,9	0,0023
0,01588	588,3	0,0023
0,01684	590,0	0,0023
0,01774	591,4	0,0023
0,01883	592,6	0,0023
0,01982	594,3	0,0023
0,02080	595,5	0,0023
0,02190	597,0	0,0023

0,02267	598,0	0,0023
0,02388	599,5	0,0023
0,02453	600,6	0,0023
0,02586	601,8	0,0023
0,02684	603,1	0,0023
0,02772	604,4	0,0023
0,02869	605,7	0,0022
0,03020	606,7	0,0022
0,03034	607,2	0,0022
0,03036	607,5	0,0022
0,03053	607,4	0,0022
0,03060	608,3	0,0022
0,03199	609,3	0,0022
0,03225	610,4	0,0022
0,03225	610,4	0,0022
0,03225	610,4	0,0022
0,03225	610,4	0,0022
0,03279	611,3	0,0022
0,03279	611,3	0,0022
0,03279	611,3	0,0022
0,03279	611,3	0,0022
0,03418	612,3	0,0022
0,03455	613,3	0,0022
0,03539	614,3	0,0022
0,03539	614,3	0,0022
0,03539	614,3	0,0022
0,03635	615,6	0,0022
0,03728	616,4	0,0022
0,03809	617,3	0,0022
0,03895	618,3	0,0022
0,04047	619,4	0,0022
0,04045	620,3	0,0022
0,04045	620,3	0,0022
0,04093	621,4	0,0022
0,04174	622,3	0,0022
0,04240	623,4	0,0022
0,04345	624,5	0,0022
0,04345	624,5	0,0022
0,04345	624,5	0,0022
0,04436	625,4	0,0022
0,04436	625,4	0,0022
0,04436	625,4	0,0022

0,04534	627,4	0,0022
0,04568	626,5	0,0022
0,04655	628,4	0,0022
0,04721	629,5	0,0022
0,04862	630,4	0,0022
0,04862	630,4	0,0022
0,04862	630,4	0,0022
0,04955	631,4	0,0022
0,05019	632,3	0,0022
0,05091	633,4	0,0022
0,05091	633,4	0,0022
0,05091	633,4	0,0022
0,05192	634,4	0,0022
0,05192	634,4	0,0022
0,05264	635,3	0,0022
0,05264	635,3	0,0022
0,05354	636,3	0,0022
0,05469	637,3	0,0022
0,05469	637,3	0,0022
0,05469	637,3	0,0022
0,05516	638,3	0,0022
0,05516	638,3	0,0022
0,05582	640,0	0,0022
0,05609	640,0	0,2189
0,05611	639,6	0,2189
0,05614	640,0	0,2188
0,05613	641,0	0,2188
0,05629	640,4	0,2188
0,05631	640,5	0,2188
0,05632	640,9	0,2188
0,05632	641,6	0,2188
0,05635	641,5	0,2188
0,05635	642,8	0,2188
0,05634	644,4	0,2188
0,05633	646,0	0,2188
0,05634	646,8	0,2188
0,05637	647,4	0,2188
0,05640	648,6	0,2188
0,05641	649,8	0,2188
0,05651	649,3	0,2188
0,05675	654,5	0,2187
0,05901	650,1	0,2182

0,05915	650,7	0,2182
0,05983	651,1	0,2180
0,06004	650,6	0,2180
0,06021	650,9	0,2180
0,06060	650,7	0,2179
0,06078	650,8	0,2178
0,06117	651,0	0,2177
0,06140	650,8	0,2177
0,06201	651,0	0,2176
0,06423	650,3	0,2171
0,06532	652,5	0,2168
0,06694	653,8	0,2165
0,06812	655,1	0,2162
0,06973	658,8	0,2159
0,07110	656,9	0,2156
0,07158	657,7	0,2155
0,07542	660,4	0,2147
0,07669	661,7	0,2144
0,07907	662,7	0,2139
0,08030	664,8	0,2136
0,08239	666,6	0,2132
0,08398	667,5	0,2128
0,08554	669,0	0,2125
0,08740	670,3	0,2121
0,09056	671,5	0,2114
0,09160	672,9	0,2112
0,09261	674,3	0,2110
0,09924	676,9	0,2096
0,10024	678,6	0,2094

(Ensayo $T=-50^{\circ}\text{C}$ y $V= 50$ a $500\text{mm}/\text{min}$, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
5,02E-05	76,1	0,023
0,0010	98,1	0,023
0,0017	124,6	0,023
0,0023	154,0	0,023
0,0028	184,4	0,023
0,0032	216,3	0,023
0,0036	249,1	0,023

0,0040	282,3	0,023
0,0043	317,3	0,023
0,0046	351,6	0,023
0,0049	385,9	0,023
0,0052	420,0	0,023
0,0056	453,4	0,023
0,0060	485,6	0,023
0,0064	518,2	0,023
0,0070	548,5	0,023
0,0081	567,6	0,023
0,0098	575,7	0,023
0,0117	580,7	0,023
0,0136	584,3	0,023
0,0155	587,8	0,023
0,0175	590,5	0,023
0,0195	593,3	0,023
0,0214	595,8	0,023
0,0234	598,6	0,023
0,0251	601,2	0,023
0,0273	603,5	0,023
0,0291	605,8	0,022
0,0307	608,2	0,022
0,0308	607,8	0,022
0,0309	607,4	0,022
0,0317	609,1	0,022
0,0323	610,1	0,022
0,0339	611,5	0,022
0,0344	612,9	0,022
0,0352	613,8	0,022
0,0370	614,9	0,022
0,0379	616,0	0,022
0,0386	617,5	0,022
0,0397	618,8	0,022
0,0410	620,2	0,022
0,0420	621,4	0,022
0,0434	622,9	0,022
0,0446	624,0	0,022
0,0454	625,5	0,022
0,0466	626,6	0,022
0,0476	627,9	0,022
0,0490	629,3	0,022
0,0505	630,8	0,022

0,0510	632,1	0,022
0,0525	633,2	0,022
0,0530	634,5	0,022
0,0544	635,8	0,022
0,0558	636,9	0,022
0,0570	638,3	0,219
0,0576	639,4	0,219
0,0591	640,6	0,218
0,0592	641,0	0,218
0,0593	641,0	0,218
0,0594	641,9	0,218
0,0594	642,1	0,218
0,0595	642,4	0,218
0,0595	642,9	0,218
0,0596	643,3	0,218
0,0596	643,4	0,218
0,0597	643,9	0,218
0,0597	644,8	0,218
0,0598	644,9	0,218
0,0598	645,5	0,218
0,0598	646,7	0,218
0,0599	647,1	0,218
0,0600	646,9	0,218
0,0601	646,9	0,218
0,0602	648,4	0,218
0,0603	648,1	0,218
0,0608	648,2	0,218
0,0613	648,1	0,218
0,0627	649,3	0,217
0,0630	647,1	0,217
0,0632	648,1	0,217
0,0669	651,0	0,216
0,0676	651,9	0,216
0,0697	653,0	0,216
0,0713	654,8	0,216
0,0750	656,6	0,215
0,0753	657,7	0,215
0,0770	659,3	0,214
0,0788	660,7	0,214
0,0817	662,3	0,213
0,0832	663,3	0,213
0,0837	664,3	0,213

0,0858	665,5	0,212
0,0895	667,3	0,212
0,0898	666,5	0,212
0,0927	667,9	0,211
0,0946	668,6	0,211

(Ensayo T=-50°C y V= 50 a 500mm/min, No 2)

ϵ_i	σ_i (MPa)	Tasa de Deformación (1/s)
2,33E-05	68,1	0,023
0,0010	89,8	0,023
0,0017	115,9	0,023
0,0023	145,0	0,023
0,0027	175,5	0,023
0,0032	206,9	0,023
0,0036	239,3	0,023
0,0039	272,6	0,023
0,0042	306,4	0,023
0,0046	339,9	0,023
0,0049	373,4	0,023
0,0053	406,7	0,023
0,0056	440,6	0,023
0,0059	474,5	0,023
0,0062	508,2	0,023
0,0066	541,2	0,023
0,0075	564,1	0,023
0,0091	573,8	0,023
0,0109	579,7	0,023
0,0129	583,2	0,023
0,0148	586,8	0,023
0,0168	589,8	0,023
0,0187	592,5	0,023
0,0207	594,8	0,023
0,0227	597,3	0,023
0,0246	600,3	0,023
0,0266	602,4	0,023
0,0283	604,6	0,023
0,0298	606,2	0,022
0,0303	607,1	0,022
0,0304	607,3	0,022

0,0307	606,6	0,022
0,0309	607,6	0,022
0,0320	608,4	0,022
0,0322	609,0	0,022
0,0329	610,8	0,022
0,0347	612,0	0,022
0,0364	613,7	0,022
0,0377	615,4	0,022
0,0388	616,8	0,022
0,0400	618,2	0,022
0,0417	619,8	0,022
0,0429	621,3	0,022
0,0439	622,5	0,022
0,0439	623,7	0,022
0,0464	625,1	0,022
0,0473	626,7	0,022
0,0484	627,7	0,022
0,0498	628,9	0,022
0,0509	630,2	0,022
0,0521	631,5	0,022
0,0535	632,8	0,022
0,0547	633,9	0,022
0,0560	635,3	0,219
0,0573	636,6	0,219
0,0580	637,9	0,218
0,0583	639,0	0,218
0,0583	639,9	0,218
0,0584	639,8	0,218
0,0585	638,9	0,218
0,0584	640,9	0,218
0,0585	641,4	0,218
0,0586	641,8	0,218
0,0586	641,9	0,218
0,0587	641,5	0,218
0,0587	643,4	0,218
0,0588	644,0	0,218
0,0590	642,5	0,218
0,0591	644,6	0,218
0,0593	645,1	0,218
0,0626	644,2	0,217
0,0631	646,1	0,217
0,0641	646,7	0,217

0,0658	648,2	0,217
0,0690	650,1	0,216
0,0693	649,2	0,216
0,0722	651,6	0,215
0,0732	652,8	0,215
0,0739	653,9	0,215
0,0749	654,6	0,215
0,0772	656,4	0,214
0,0790	658,1	0,214
0,0819	659,4	0,213
0,0824	660,6	0,213
0,0858	661,9	0,212
0,0879	662,7	0,212
0,0895	663,2	0,212
0,0900	664,3	0,212

(Ensayo T=-100°C y V= 5 a 50mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
7,15E-05	83,1	0,0023
0,00057	95,4	0,0023
0,00100	109,8	0,0023
0,00137	125,0	0,0023
0,00177	140,1	0,0023
0,00213	155,5	0,0023
0,00247	172,2	0,0023
0,00275	189,4	0,0023
0,00304	207,0	0,0023
0,00329	225,0	0,0023
0,00356	243,2	0,0023
0,00379	261,8	0,0023
0,00403	280,5	0,0023
0,00424	299,6	0,0023
0,00446	318,8	0,0023
0,00464	338,6	0,0023
0,00484	358,4	0,0023
0,00502	378,1	0,0023
0,00522	397,9	0,0023
0,00539	417,8	0,0023
0,00557	438,0	0,0023

0,00573	458,1	0,0023
0,00592	478,2	0,0023
0,00607	498,8	0,0023
0,00626	518,9	0,0023
0,00641	539,1	0,0023
0,00661	559,0	0,0023
0,00689	576,5	0,0023
0,00739	589,5	0,0023
0,00807	597,9	0,0023
0,00890	603,5	0,0023
0,00977	607,5	0,0023
0,01069	610,9	0,0023
0,01161	613,9	0,0023
0,01257	616,3	0,0023
0,01353	618,3	0,0023
0,01451	620,2	0,0023
0,01538	621,7	0,0023
0,01648	623,5	0,0023
0,01744	625,2	0,0023
0,01845	626,5	0,0023
0,01941	628,2	0,0023
0,02052	629,9	0,0023
0,02138	631,3	0,0023
0,02258	633,3	0,0023
0,02388	635,4	0,0023
0,02551	632,4	0,0023
0,02637	634,4	0,0023
0,02759	635,8	0,0023
0,02778	636,6	0,0023
0,02844	637,2	0,0022
0,02942	638,4	0,0022
0,03042	639,7	0,0022
0,03138	641,1	0,0022
0,03250	642,0	0,0022
0,03336	643,3	0,0022
0,03436	644,5	0,0022
0,03511	645,6	0,0022
0,03632	647,0	0,0022
0,03717	648,2	0,0022
0,03806	649,4	0,0022
0,03924	650,7	0,0022
0,04002	651,8	0,0022

0,04100	652,7	0,0022
0,04101	652,5	0,0022
0,04123	652,3	0,0022
0,04158	653,1	0,0022
0,04187	654,1	0,0022
0,04187	654,1	0,0022
0,04246	655,0	0,0022
0,04429	657,0	0,0022
0,04429	657,0	0,0022
0,04438	656,0	0,0022
0,04545	658,0	0,0022
0,04574	659,0	0,0022
0,04669	660,2	0,0022
0,04669	660,2	0,0022
0,04760	661,3	0,0022
0,04863	662,2	0,0022
0,04934	663,2	0,0022
0,04934	663,2	0,0022
0,05015	664,2	0,0022
0,05015	664,2	0,0022
0,05076	665,2	0,0022
0,05158	666,2	0,0022
0,05158	666,2	0,0022
0,05158	666,2	0,0022
0,05276	667,4	0,0022
0,05276	667,4	0,0022
0,05310	668,3	0,0022
0,05377	669,0	0,0022
0,05377	669,0	0,0022
0,05377	669,0	0,0022
0,05426	669,5	0,0022
0,05426	669,5	0,0022
0,05426	669,5	0,0022
0,05426	669,5	0,0022
0,05545	671,0	0,0022
0,05583	670,1	0,0022
0,05707	672,1	0,0022
0,05707	672,1	0,0022
0,05707	672,1	0,0022
0,05784	673,1	0,0022
0,05848	674,0	0,0022
0,05848	674,0	0,0022

0,05954	675,2	0,0022
0,05988	676,1	0,0022
0,06214	677,2	0,0022
0,06240	678,2	0,0022
0,06320	679,4	0,0022
0,06389	680,4	0,0022
0,06439	681,3	0,0022
0,06439	681,3	0,0022
0,06499	682,4	0,0022
0,06499	682,4	0,0022
0,06499	682,4	0,0022
0,06624	683,2	0,0022
0,06650	685,4	0,0022
0,06665	685,1	0,0217
0,06684	684,2	0,0217
0,06684	684,2	0,0217
0,06684	684,2	0,0217
0,06690	685,4	0,0217
0,06693	684,7	0,0216
0,06693	685,8	0,0216
0,06693	685,8	0,0216
0,06693	685,8	0,0216
0,06695	686,2	0,0216
0,06694	686,4	0,0216
0,06695	686,8	0,0216
0,06696	686,7	0,0216
0,06695	686,9	0,0216
0,06697	686,9	0,0216
0,06698	687,4	0,0216
0,06697	687,6	0,0216
0,06697	688,2	0,0216
0,06698	688,1	0,0216
0,06699	688,5	0,0216
0,06700	688,8	0,0216
0,06699	689,2	0,0216
0,06700	689,7	0,0216
0,06704	689,2	0,0216
0,06700	690,4	0,0216
0,06703	690,3	0,0216
0,06702	690,4	0,0216
0,06703	690,9	0,0216
0,06706	690,9	0,0216

0,06704	691,3	0,0216
0,06709	690,8	0,0216
0,06709	691,4	0,0216
0,06711	691,6	0,0216
0,06714	690,8	0,0216
0,06982	692,4	0,0216
0,06985	693,2	0,0216
0,07009	693,7	0,0216
0,07454	695,4	0,0215
0,07698	697,3	0,0214
0,07863	698,9	0,0214
0,08034	700,2	0,0214
0,08250	702,3	0,0213
0,08573	704,3	0,0212
0,08924	706,9	0,0212
0,09049	708,9	0,0211
0,09362	710,7	0,0211
0,09618	712,9	0,0210
0,09865	714,9	0,0210
0,10185	716,8	0,0209
0,10506	719,0	0,0208
0,10920	720,7	0,0208
0,11287	722,8	0,0207
0,11764	724,4	0,0206
0,11796	725,2	0,0206

(Ensayo T=-100°C y V= 5 a 50mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
7,16E-05	77,4	0,0023
0,00048	90,3	0,0023
0,00093	103,0	0,0023
0,00131	116,8	0,0023
0,00168	131,0	0,0023
0,00201	145,7	0,0023
0,00230	161,7	0,0023
0,00259	177,4	0,0023
0,00288	193,4	0,0023
0,00311	210,2	0,0023
0,00336	227,2	0,0023

0,00354	245,0	0,0023
0,00376	262,5	0,0023
0,00396	279,9	0,0023
0,00419	297,3	0,0023
0,00440	314,7	0,0023
0,00459	332,8	0,0023
0,00476	350,8	0,0023
0,00495	369,1	0,0023
0,00510	387,6	0,0023
0,00530	405,6	0,0023
0,00546	423,8	0,0023
0,00561	443,1	0,0023
0,00574	461,9	0,0023
0,00590	480,8	0,0023
0,00603	499,8	0,0023
0,00617	519,1	0,0023
0,00633	537,5	0,0023
0,00657	554,7	0,0023
0,00689	569,7	0,0023
0,00745	580,5	0,0023
0,00815	587,7	0,0023
0,00900	592,4	0,0023
0,00989	595,6	0,0023
0,01094	598,4	0,0023
0,01188	600,7	0,0023
0,01284	603,0	0,0023
0,01381	604,6	0,0023
0,01469	606,2	0,0023
0,01567	607,5	0,0023
0,01664	609,6	0,0023
0,01761	611,0	0,0023
0,01883	612,4	0,0023
0,01959	613,6	0,0023
0,02059	615,0	0,0023
0,02155	616,5	0,0023
0,02256	617,7	0,0023
0,02364	619,0	0,0023
0,02454	620,1	0,0023
0,02551	621,5	0,0023
0,02650	622,9	0,0023
0,02736	624,2	0,0023
0,02847	625,4	0,0022

0,02933	626,7	0,0022
0,03029	628,1	0,0022
0,03140	629,3	0,0022
0,03238	630,8	0,0022
0,03335	631,9	0,0022
0,03542	634,4	0,0022
0,03547	633,3	0,0022
0,03548	634,2	0,0022
0,03553	633,8	0,0022
0,03566	635,2	0,0022
0,03566	635,2	0,0022
0,03652	636,2	0,0022
0,03652	636,2	0,0022
0,03652	636,2	0,0022
0,03744	637,3	0,0022
0,03839	638,2	0,0022
0,03839	638,2	0,0022
0,03839	638,2	0,0022
0,03881	639,2	0,0022
0,03954	640,1	0,0022
0,03954	640,1	0,0022
0,04018	641,1	0,0022
0,04090	642,2	0,0022
0,04270	644,2	0,0022
0,04309	643,4	0,0022
0,04408	645,2	0,0022
0,04408	645,2	0,0022
0,04408	645,2	0,0022
0,04480	646,1	0,0022
0,04517	647,1	0,0022
0,04624	648,1	0,0022
0,04722	649,3	0,0022
0,04765	650,2	0,0022
0,04765	650,2	0,0022
0,04870	651,1	0,0022
0,04889	652,2	0,0022
0,05037	653,2	0,0022
0,05125	654,2	0,0022
0,05200	655,1	0,0022
0,05243	656,3	0,0022
0,05243	656,3	0,0022
0,05243	656,3	0,0022

0,05317	657,5	0,0022
0,05403	658,2	0,0022
0,05512	659,2	0,0022
0,05512	659,2	0,0022
0,05531	660,4	0,0022
0,05531	660,4	0,0022
0,05651	661,4	0,0022
0,05651	661,4	0,0022
0,05683	662,1	0,0022
0,05756	663,3	0,0022
0,05830	664,3	0,0022
0,05977	665,2	0,0022
0,06016	666,2	0,0022
0,06100	667,3	0,0218
0,06100	667,3	0,0218
0,06117	668,3	0,0218
0,06127	667,9	0,0218
0,06126	668,0	0,0218
0,06126	668,0	0,0218
0,06129	668,0	0,0218
0,06127	668,5	0,0218
0,06124	669,1	0,0218
0,06128	668,9	0,0218
0,06130	668,4	0,0218
0,06125	669,4	0,0218
0,06128	669,6	0,0218
0,06129	669,3	0,0218
0,06128	670,0	0,0218
0,06128	670,0	0,0218
0,06129	670,5	0,0218
0,06129	670,5	0,0218
0,06129	671,0	0,0218
0,06136	670,1	0,0218
0,06132	671,1	0,0218
0,06132	671,7	0,0218
0,06131	671,9	0,0218
0,06132	672,3	0,0218
0,06137	671,6	0,0218
0,06136	672,0	0,0218
0,06135	672,9	0,0218
0,06135	672,9	0,0218
0,06136	673,1	0,0218

0,06140	672,8	0,0218
0,06141	672,7	0,0218
0,06139	673,6	0,0218
0,06141	673,9	0,0218
0,06151	674,1	0,0218
0,06153	674,2	0,0218
0,06159	674,1	0,0218
0,06160	674,4	0,0218
0,06166	674,4	0,0218
0,06316	676,2	0,0217
0,06459	674,1	0,0217
0,06671	675,5	0,0217
0,06930	677,9	0,0216
0,06954	678,6	0,0216
0,07038	679,4	0,0216
0,07145	680,4	0,0216
0,07354	682,0	0,0215
0,07534	683,5	0,0215
0,07720	685,1	0,0214
0,07921	686,9	0,0214
0,08133	688,5	0,0213
0,08339	690,3	0,0213
0,08702	692,7	0,0212
0,08834	694,9	0,0212
0,09176	697,4	0,0211
0,09398	698,5	0,0211
0,09573	699,6	0,0210
0,09655	700,4	0,0210
0,09899	701,8	0,0210
0,10013	703,5	0,0209
0,10201	702,4	0,0209
0,10315	705,4	0,0209

(Ensayo T=-100°C y V= 5 a 500mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
7,04E-05	88,3	0,0023
0,00050	100,9	0,0023
0,00091	114,3	0,0023
0,00127	128,3	0,0023

0,00166	142,4	0,0023
0,00199	156,9	0,0023
0,00233	171,8	0,0023
0,00263	187,1	0,0023
0,00294	202,8	0,0023
0,00319	219,2	0,0023
0,00344	236,0	0,0023
0,00369	252,5	0,0023
0,00396	268,9	0,0023
0,00417	286,2	0,0023
0,00440	303,5	0,0023
0,00456	321,7	0,0023
0,00476	339,6	0,0023
0,00491	358,1	0,0023
0,00508	376,8	0,0023
0,00521	395,7	0,0023
0,00539	414,1	0,0023
0,00553	432,8	0,0023
0,00569	451,7	0,0023
0,00580	470,8	0,0023
0,00595	489,9	0,0023
0,00609	508,6	0,0023
0,00624	527,7	0,0023
0,00640	545,9	0,0023
0,00664	563,2	0,0023
0,00704	576,6	0,0023
0,00768	585,6	0,0023
0,00846	591,2	0,0023
0,00936	594,8	0,0023
0,01025	598,0	0,0023
0,01121	600,4	0,0023
0,01215	602,5	0,0023
0,01314	604,4	0,0023
0,01400	605,8	0,0023
0,01510	607,6	0,0023
0,01608	608,9	0,0023
0,01708	610,2	0,0023
0,01807	611,3	0,0023
0,01907	612,6	0,0023
0,02004	614,0	0,0023
0,02117	615,1	0,0023
0,02204	616,3	0,0023

0,02315	617,5	0,0023
0,02400	619,0	0,0023
0,02489	620,4	0,0023
0,02607	621,9	0,0023
0,02707	623,0	0,0023
0,02782	624,4	0,0023
0,02904	625,7	0,0022
0,02989	627,1	0,0022
0,03089	628,1	0,0022
0,03186	629,3	0,0022
0,03286	630,4	0,0022
0,03360	631,8	0,0022
0,03471	632,9	0,0022
0,03661	634,1	0,0022
0,03695	635,2	0,0022
0,03754	634,4	0,0022
0,03749	636,0	0,0022
0,03829	637,1	0,0022
0,03829	637,1	0,0022
0,03902	638,2	0,0022
0,03969	639,0	0,0022
0,03969	639,0	0,0022
0,03969	639,0	0,0022
0,04085	640,1	0,0022
0,04132	641,2	0,0022
0,04132	641,2	0,0022
0,04256	642,3	0,0022
0,04359	643,1	0,0022
0,04359	643,1	0,0022
0,04437	645,1	0,0022
0,04472	644,1	0,0022
0,04559	646,0	0,0022
0,04559	646,0	0,0022
0,04559	646,0	0,0022
0,04606	647,0	0,0022
0,04606	647,0	0,0022
0,04687	648,0	0,0022
0,04687	648,0	0,0022
0,04687	648,0	0,0022
0,04788	649,1	0,0022
0,04895	650,2	0,0022
0,05029	651,2	0,0022

0,05062	652,3	0,0022
0,05062	652,3	0,0022
0,05062	652,3	0,0022
0,05140	653,2	0,0022
0,05140	653,2	0,0022
0,05247	654,2	0,0022
0,05264	655,2	0,0022
0,05379	656,2	0,0022
0,05379	656,2	0,0022
0,05399	657,2	0,0022
0,05505	658,2	0,0022
0,05655	659,2	0,0022
0,05655	659,2	0,0022
0,05756	660,1	0,0022
0,05756	660,1	0,0022
0,05799	661,4	0,0022
0,05799	661,4	0,0022
0,05799	661,4	0,0022
0,05799	661,4	0,0022
0,05890	662,1	0,0022
0,05890	662,1	0,0022
0,05890	662,1	0,0022
0,05948	663,1	0,0022
0,06054	664,2	0,0022
0,06054	664,2	0,0022
0,06054	664,2	0,0022
0,06179	665,1	0,0022
0,06221	667,1	0,0022
0,06225	667,3	0,2175
0,06230	667,4	0,2175
0,06234	666,5	0,2175
0,06248	667,0	0,2175
0,06253	667,2	0,2175
0,06254	667,6	0,2174
0,06253	668,3	0,2174
0,06256	669,0	0,2174
0,06256	670,2	0,2174
0,06258	671,0	0,2174
0,06259	671,8	0,2174
0,06257	673,6	0,2174
0,06258	674,6	0,2174
0,06261	675,7	0,2174

0,06261	677,1	0,2174
0,06269	676,9	0,2174
0,06271	678,5	0,2174
0,06279	679,1	0,2174
0,06283	680,0	0,2174
0,06292	680,4	0,2174
0,06300	681,0	0,2173
0,06322	680,9	0,2173
0,06491	681,0	0,2169
0,06542	680,3	0,2168
0,06578	680,7	0,2167
0,06595	680,3	0,2167
0,06611	681,0	0,2167
0,06769	681,0	0,2163
0,07023	682,8	0,2158
0,07375	684,5	0,2150
0,07517	685,9	0,2147
0,07717	687,6	0,2143
0,07891	689,0	0,2139
0,08070	689,7	0,2135
0,08140	691,7	0,2134
0,08425	693,4	0,2128
0,08583	694,6	0,2124
0,08845	695,9	0,2119
0,09050	698,1	0,2115
0,09206	699,4	0,2111
0,09730	703,0	0,2100
0,09860	704,1	0,2097
0,10068	705,7	0,2093
0,10591	708,9	0,2082
0,10828	710,0	0,2077
0,10983	710,8	0,2074
0,11245	712,0	0,2069
0,11349	712,7	0,2066
0,11716	714,0	0,2059
0,12342	714,8	0,2046
0,12394	715,2	0,2045

(Ensayo $T=-100^{\circ}\text{C}$ y $V= 5$ a $500\text{mm}/\text{min}$, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
7,88E-05	75,4	0,0023
0,00060	87,4	0,0023
0,00103	100,8	0,0023
0,00142	115,7	0,0023
0,00176	131,3	0,0023
0,00212	146,9	0,0023
0,00242	163,2	0,0023
0,00272	180,1	0,0023
0,00296	197,8	0,0023
0,00323	215,6	0,0023
0,00346	233,6	0,0023
0,00370	251,9	0,0023
0,00391	270,2	0,0023
0,00413	289,0	0,0023
0,00433	307,7	0,0023
0,00455	326,6	0,0023
0,00471	346,1	0,0023
0,00490	365,7	0,0023
0,00505	385,5	0,0023
0,00523	405,2	0,0023
0,00540	424,5	0,0023
0,00557	444,5	0,0023
0,00573	464,1	0,0023
0,00592	483,5	0,0023
0,00606	503,6	0,0023
0,00625	523,3	0,0023
0,00644	542,1	0,0023
0,00667	560,8	0,0023
0,00705	575,5	0,0023
0,00768	585,4	0,0023
0,00844	591,7	0,0023
0,00931	596,3	0,0023
0,01020	599,8	0,0023
0,01116	602,2	0,0023
0,01209	604,8	0,0023
0,01309	606,4	0,0023
0,01406	607,9	0,0023
0,01505	609,6	0,0023

0,01603	611,0	0,0023
0,01703	612,5	0,0023
0,01802	613,6	0,0023
0,01923	615,3	0,0023
0,01998	616,7	0,0023
0,02085	618,0	0,0023
0,02197	619,2	0,0023
0,02297	620,5	0,0023
0,02384	621,6	0,0023
0,02470	622,9	0,0023
0,02604	624,1	0,0023
0,02658	625,2	0,0023
0,02791	626,5	0,0023
0,02891	627,9	0,0022
0,02956	628,7	0,0022
0,03099	630,2	0,0022
0,03185	631,5	0,0022
0,03297	632,4	0,0022
0,03382	633,8	0,0022
0,03469	634,8	0,0022
0,03570	635,5	0,0022
0,03623	636,0	0,0022
0,03622	636,4	0,0022
0,03653	636,2	0,0022
0,03668	637,1	0,0022
0,03668	637,1	0,0022
0,03716	638,1	0,0022
0,03904	641,2	0,0022
0,03931	639,2	0,0022
0,03960	640,1	0,0022
0,04100	642,1	0,0022
0,04100	642,1	0,0022
0,04175	643,0	0,0022
0,04181	644,2	0,0022
0,04181	644,2	0,0022
0,04339	646,4	0,0022
0,04339	646,4	0,0022
0,04355	645,2	0,0022
0,04355	645,2	0,0022
0,04509	647,4	0,0022
0,04509	647,4	0,0022
0,04585	648,3	0,0022

0,04673	649,2	0,0022
0,04672	650,2	0,0022
0,04839	651,2	0,0022
0,04839	651,2	0,0022
0,04932	652,3	0,0022
0,04932	652,3	0,0022
0,04932	652,3	0,0022
0,04950	653,4	0,0022
0,05085	654,2	0,0022
0,05174	656,2	0,0022
0,05174	656,2	0,0022
0,05174	656,2	0,0022
0,05206	655,0	0,0022
0,05238	657,2	0,0022
0,05476	658,3	0,0022
0,05498	660,2	0,0022
0,05498	660,2	0,0022
0,05498	660,2	0,0022
0,05498	660,2	0,0022
0,05518	659,3	0,0022
0,05632	661,2	0,0022
0,05744	662,2	0,0022
0,05780	663,3	0,0022
0,05780	663,3	0,0022
0,05885	664,4	0,0022
0,05885	664,4	0,0022
0,06010	665,4	0,0022
0,06010	665,4	0,0022
0,06136	666,2	0,0022
0,06136	666,2	0,0022
0,06156	667,2	0,0022
0,06173	668,3	0,0022
0,06173	668,3	0,0022
0,06183	669,1	0,0022
0,06205	669,1	0,2176
0,06219	669,0	0,2175
0,06208	671,5	0,2175
0,06220	669,4	0,2175
0,06222	670,2	0,2175
0,06224	670,9	0,2175
0,06223	671,8	0,2175
0,06225	672,8	0,2175

0,06225	674,0	0,2175
0,06225	675,4	0,2175
0,06228	675,9	0,2175
0,06227	677,5	0,2175
0,06228	679,2	0,2175
0,06235	679,6	0,2175
0,06247	678,6	0,2175
0,06246	680,8	0,2175
0,06254	680,6	0,2174
0,06258	682,4	0,2174
0,06269	681,6	0,2174
0,06484	682,8	0,2169
0,06500	682,9	0,2169
0,06537	682,3	0,2168
0,06684	683,0	0,2165
0,06724	683,0	0,2164
0,06745	682,9	0,2164
0,06810	682,9	0,2162
0,06831	682,9	0,2162
0,07024	684,6	0,2158
0,07113	685,5	0,2156
0,07325	686,9	0,2151
0,07492	688,3	0,2148
0,08097	692,9	0,2135
0,08844	699,0	0,2119
0,09605	704,0	0,2103
0,09893	705,9	0,2097
0,10626	710,0	0,2081
0,11197	713,9	0,2070
0,11743	716,8	0,2058
0,12318	717,7	0,2047

(Ensayo T=-100°C y V= 50 a 500mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
0,00011	104,0	0,023
0,00092	129,2	0,023
0,00165	156,0	0,023
0,00232	183,9	0,023
0,00293	213,1	0,023

0,00350	243,3	0,023
0,00399	274,8	0,023
0,00444	307,2	0,023
0,00482	341,0	0,023
0,00517	375,4	0,023
0,00547	410,7	0,023
0,00575	446,6	0,023
0,00600	483,1	0,023
0,00622	520,0	0,023
0,00648	555,7	0,023
0,00725	582,7	0,023
0,00876	594,7	0,023
0,01056	601,0	0,023
0,01247	605,3	0,023
0,01441	608,8	0,023
0,01637	611,8	0,023
0,01834	614,7	0,023
0,02032	617,1	0,023
0,02229	619,9	0,023
0,02428	622,0	0,023
0,02647	624,6	0,023
0,02799	626,5	0,023
0,02822	627,0	0,023
0,02881	627,3	0,022
0,02985	628,2	0,022
0,03062	629,6	0,022
0,03142	630,8	0,022
0,03284	631,8	0,022
0,03315	632,9	0,022
0,03417	634,1	0,022
0,03537	635,5	0,022
0,03666	636,8	0,022
0,03740	637,6	0,022
0,03901	639,0	0,022
0,04027	639,8	0,022
0,04032	640,9	0,022
0,04116	641,7	0,022
0,04209	642,9	0,022
0,04343	643,7	0,022
0,04365	644,7	0,022
0,04477	645,9	0,022
0,04574	646,8	0,022

0,04614	647,1	0,022
0,04766	648,4	0,022
0,04803	649,8	0,022
0,04931	650,5	0,022
0,05041	651,9	0,022
0,05146	652,8	0,022
0,05188	653,8	0,022
0,05319	654,6	0,022
0,05473	656,0	0,219
0,05524	657,3	0,219
0,05567	656,8	0,219
0,05581	658,3	0,219
0,05625	658,8	0,219
0,05626	659,2	0,219
0,05631	659,2	0,219
0,05634	659,7	0,219
0,05641	659,9	0,219
0,05643	660,7	0,219
0,05651	660,8	0,219
0,05655	661,6	0,219
0,05658	662,1	0,219
0,05663	662,9	0,219
0,05672	663,1	0,219
0,05677	663,9	0,219
0,05686	664,4	0,219
0,05693	664,4	0,219
0,05703	664,7	0,219
0,05725	665,2	0,219
0,05737	665,0	0,219
0,05746	665,2	0,219
0,05757	665,8	0,219
0,05771	665,8	0,219
0,05786	665,5	0,218
0,05839	666,3	0,218
0,05951	667,2	0,218
0,06119	668,2	0,218
0,06456	670,9	0,217
0,06619	671,7	0,217
0,06787	672,8	0,216
0,06807	673,9	0,216
0,07003	674,8	0,216
0,07051	675,9	0,216

0,07179	676,6	0,215
0,07460	677,9	0,215
0,07562	679,0	0,215
0,07662	680,2	0,214
0,07898	682,0	0,214
0,08296	683,8	0,213
0,08534	684,8	0,213
0,08637	685,7	0,212
0,09064	687,0	0,211

(Ensayo T=-100°C y V= 50 a 500mm/min, No 2)

ϵ_i	σ_i (MPa)	Tasa de Deformación (1/s)
4,93E-05	109,3	0,023
0,0010	132,7	0,023
0,0018	159,0	0,023
0,0025	187,8	0,023
0,0031	218,7	0,023
0,0036	250,7	0,023
0,0041	284,3	0,023
0,0045	318,4	0,023
0,0049	354,0	0,023
0,0052	390,0	0,023
0,0055	427,0	0,023
0,0058	464,0	0,023
0,0061	501,8	0,023
0,0064	538,9	0,023
0,0069	571,2	0,023
0,0082	587,9	0,023
0,0100	595,2	0,023
0,0118	600,1	0,023
0,0138	603,8	0,023
0,0158	606,8	0,023
0,0177	609,7	0,023
0,0195	612,1	0,023
0,0217	614,6	0,023
0,0237	617,2	0,023
0,0257	619,4	0,023
0,0265	620,8	0,023
0,0268	621,1	0,023

0,0284	622,3	0,022
0,0288	623,2	0,022
0,0296	624,6	0,022
0,0309	625,8	0,022
0,0318	626,6	0,022
0,0328	627,8	0,022
0,0329	628,5	0,022
0,0342	629,5	0,022
0,0355	630,4	0,022
0,0355	631,2	0,022
0,0364	632,4	0,022
0,0374	634,3	0,022
0,0382	633,2	0,022
0,0387	635,0	0,022
0,0402	636,6	0,022
0,0409	637,3	0,022
0,0416	638,2	0,022
0,0420	640,4	0,022
0,0426	639,3	0,022
0,0444	641,5	0,022
0,0453	642,3	0,022
0,0462	643,2	0,022
0,0471	644,5	0,022
0,0485	645,5	0,022
0,0491	646,8	0,022
0,0500	647,7	0,022
0,0517	648,8	0,022
0,0519	649,5	0,022
0,0522	650,2	0,022
0,0535	651,6	0,219
0,0553	652,9	0,219
0,0557	653,9	0,219
0,0557	654,9	0,219
0,0558	655,3	0,219
0,0558	655,8	0,219
0,0558	656,2	0,219
0,0559	656,5	0,219
0,0559	656,8	0,219
0,0560	657,5	0,219
0,0560	658,2	0,219
0,0561	658,6	0,219
0,0562	659,6	0,219

0,0563	659,1	0,219
0,0563	660,4	0,219
0,0564	660,7	0,219
0,0565	660,0	0,219
0,0566	660,8	0,219
0,0567	660,9	0,219
0,0568	661,3	0,219
0,0576	662,2	0,219
0,0595	663,4	0,218
0,0613	664,5	0,218
0,0630	665,4	0,217
0,0641	666,6	0,217
0,0664	667,6	0,217
0,0666	668,9	0,217
0,0678	669,8	0,216
0,0683	670,5	0,216
0,0703	671,7	0,216
0,0718	672,9	0,215
0,0728	673,3	0,215
0,0741	674,8	0,215
0,0761	676,6	0,215
0,0770	675,9	0,214
0,0793	678,5	0,214
0,0806	679,1	0,214
0,0816	680,2	0,213
0,0819	681,0	0,213
0,0840	682,1	0,213
0,0893	684,8	0,212
0,0950	684,6	0,211
0,0952	685,7	0,210

(Ensayo T=-150°C y V= 5 a 50mm/min, No 1)

ϵ_i	σ_i (MPa)	Tasa de Deformación (1/s)
6,81E-05	75,9	0,0023
0,00049	90,3	0,0023
0,00094	104,8	0,0023
0,00129	121,1	0,0023
0,00168	137,2	0,0023
0,00203	153,4	0,0023

0,00237	170,5	0,0023
0,00268	187,8	0,0023
0,00299	205,7	0,0023
0,00325	224,0	0,0023
0,00352	243,1	0,0023
0,00374	262,5	0,0023
0,00396	282,5	0,0023
0,00415	302,7	0,0023
0,00437	322,8	0,0023
0,00457	342,7	0,0023
0,00478	363,0	0,0023
0,00496	383,3	0,0023
0,00516	403,9	0,0023
0,00535	424,3	0,0023
0,00554	445,0	0,0023
0,00572	465,5	0,0023
0,00590	486,6	0,0023
0,00608	507,1	0,0023
0,00627	527,8	0,0023
0,00643	548,8	0,0023
0,00665	568,9	0,0023
0,00688	588,3	0,0023
0,00730	603,7	0,0023
0,00789	614,5	0,0023
0,00865	622,1	0,0023
0,00937	627,1	0,0023
0,01039	630,9	0,0023
0,01130	634,1	0,0023
0,01228	636,5	0,0023
0,01323	638,5	0,0023
0,01423	640,2	0,0023
0,01497	642,1	0,0023
0,01608	643,6	0,0023
0,01717	645,1	0,0023
0,01818	646,6	0,0023
0,01904	648,0	0,0023
0,02027	649,3	0,0023
0,02128	650,6	0,0023
0,02205	651,7	0,0023
0,02313	653,0	0,0023
0,02473	654,3	0,0023
0,02526	655,5	0,0023

0,02624	656,8	0,0023
0,02710	658,1	0,0023
0,02810	659,4	0,0023
0,02898	660,3	0,0022
0,02998	661,6	0,0022
0,03106	662,9	0,0022
0,03218	664,0	0,0022
0,03328	665,3	0,0022
0,03403	666,5	0,0022
0,03490	667,6	0,0022
0,03611	668,9	0,0022
0,03685	670,3	0,0022
0,03796	671,5	0,0022
0,03894	672,5	0,0022
0,03982	673,8	0,0022
0,04103	674,9	0,0022
0,04188	676,2	0,0022
0,04284	677,6	0,0022
0,04373	678,6	0,0022
0,04459	678,9	0,0022
0,04485	679,3	0,0022
0,04490	680,1	0,0022
0,04490	680,1	0,0022
0,04490	680,1	0,0022
0,04560	681,1	0,0022
0,04670	682,1	0,0022
0,04715	683,1	0,0022
0,04715	683,1	0,0022
0,04715	683,1	0,0022
0,04790	684,1	0,0022
0,04863	685,0	0,0022
0,04940	686,0	0,0022
0,05022	687,2	0,0022
0,05022	687,2	0,0022
0,05108	688,1	0,0022
0,05185	689,2	0,0022
0,05241	690,2	0,0022
0,05386	691,2	0,0022
0,05468	693,1	0,0022
0,05490	692,3	0,0022
0,05490	692,3	0,0022
0,05668	694,2	0,0022

0,05681	695,2	0,0022
0,05752	696,2	0,0022
0,05752	696,2	0,0022
0,05880	697,2	0,0022
0,05909	698,1	0,0022
0,05909	698,1	0,0022
0,05940	699,2	0,0022
0,06135	700,2	0,0022
0,06163	701,2	0,0022
0,06163	701,2	0,0022
0,06221	702,3	0,0022
0,06221	702,3	0,0022
0,06325	703,1	0,0022
0,06369	704,2	0,0022
0,06369	704,2	0,0022
0,06369	704,2	0,0022
0,06451	705,2	0,0022
0,06549	706,1	0,0022
0,06549	706,1	0,0022
0,06614	707,2	0,0022
0,06614	707,2	0,0022
0,06722	708,2	0,0022
0,06722	708,2	0,0022
0,06722	708,2	0,0022
0,06722	708,2	0,0022
0,06807	709,1	0,0022
0,06883	710,2	0,0022
0,06908	711,2	0,0022
0,06934	712,9	0,0022
0,07031	713,3	0,0216
0,07037	713,0	0,0216
0,07037	712,9	0,0216
0,07038	713,5	0,0216
0,07039	713,2	0,0216
0,07041	713,3	0,0216
0,07039	714,0	0,0216
0,07041	714,1	0,0216
0,07040	714,4	0,0216
0,07041	714,8	0,0216
0,07044	714,7	0,0216
0,07044	714,9	0,0216
0,07047	714,8	0,0216

0,07045	715,1	0,0216
0,07047	715,4	0,0216
0,07045	716,6	0,0216
0,07046	716,4	0,0216
0,07047	716,7	0,0216
0,07047	716,9	0,0216
0,07048	717,3	0,0216
0,07049	717,7	0,0216
0,07050	717,5	0,0216
0,07050	718,2	0,0216
0,07054	717,7	0,0216
0,07052	718,2	0,0216
0,07054	718,5	0,0216
0,07055	718,9	0,0216
0,07057	719,0	0,0216
0,07060	719,0	0,0216
0,07061	719,5	0,0216
0,07067	720,0	0,0216
0,07086	721,3	0,0216
0,07126	722,1	0,0216
0,07472	723,0	0,0215
0,07694	724,5	0,0214
0,07988	725,6	0,0214
0,08115	727,5	0,0213
0,08146	726,3	0,0213
0,08221	728,1	0,0213
0,08461	729,9	0,0213
0,08665	730,6	0,0212
0,08713	731,7	0,0212
0,08854	732,5	0,0212
0,08992	733,4	0,0212
0,09248	735,3	0,0211
0,09265	734,8	0,0211
0,09501	736,9	0,0210
0,09689	738,7	0,0210
0,09776	737,7	0,0210
0,10155	739,8	0,0209
0,10307	741,3	0,0209
0,10478	742,4	0,0208
0,11035	743,2	0,0207
0,11121	745,0	0,0207

(Ensayo T=-150°C y V= 5 a 50mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
5,28E-05	82,4	0,0023
0,00051	96,0	0,0023
0,00091	110,5	0,0023
0,00131	125,5	0,0023
0,00168	140,6	0,0023
0,00205	156,3	0,0023
0,00233	173,6	0,0023
0,00268	189,7	0,0023
0,00294	207,4	0,0023
0,00321	225,5	0,0023
0,00346	243,5	0,0023
0,00371	261,8	0,0023
0,00391	280,8	0,0023
0,00413	300,1	0,0023
0,00435	318,8	0,0023
0,00456	338,2	0,0023
0,00476	357,2	0,0023
0,00496	376,9	0,0023
0,00515	396,3	0,0023
0,00535	415,9	0,0023
0,00552	435,8	0,0023
0,00571	455,7	0,0023
0,00588	475,6	0,0023
0,00607	495,6	0,0023
0,00621	515,9	0,0023
0,00639	536,1	0,0023
0,00655	556,1	0,0023
0,00676	575,9	0,0023
0,00701	593,8	0,0023
0,00743	608,6	0,0023
0,00803	618,8	0,0023
0,00879	626,0	0,0023
0,00959	631,5	0,0023
0,01051	635,0	0,0023
0,01141	638,3	0,0023
0,01227	640,6	0,0023
0,01331	643,1	0,0023

0,01430	645,1	0,0023
0,01516	646,6	0,0023
0,01628	648,0	0,0023
0,01702	649,7	0,0023
0,01825	651,1	0,0023
0,01923	652,5	0,0023
0,02023	653,9	0,0023
0,02099	655,2	0,0023
0,02211	656,2	0,0023
0,02319	657,8	0,0023
0,02420	659,0	0,0023
0,02533	660,1	0,0023
0,02597	661,3	0,0023
0,02753	662,6	0,0023
0,02805	664,0	0,0023
0,02929	664,8	0,0022
0,03049	666,0	0,0022
0,03102	667,2	0,0022
0,03259	668,7	0,0022
0,03357	669,7	0,0022
0,03411	670,6	0,0022
0,03623	673,4	0,0022
0,03648	672,1	0,0022
0,03648	672,6	0,0022
0,03663	674,3	0,0022
0,03663	674,3	0,0022
0,03728	675,2	0,0022
0,03810	676,1	0,0022
0,03871	677,2	0,0022
0,04025	679,2	0,0022
0,04062	678,1	0,0022
0,04206	679,7	0,0022
0,04223	680,4	0,0022
0,04269	681,2	0,0022
0,04377	682,1	0,0022
0,04438	683,1	0,0022
0,04438	683,1	0,0022
0,04502	684,2	0,0022
0,04667	685,2	0,0022
0,04727	687,2	0,0022
0,04756	686,1	0,0022
0,04783	688,2	0,0022

0,04901	689,2	0,0022
0,05033	690,3	0,0022
0,05143	691,3	0,0022
0,05143	691,3	0,0022
0,05204	692,3	0,0022
0,05204	692,3	0,0022
0,05204	692,3	0,0022
0,05413	693,4	0,0022
0,05472	694,3	0,0022
0,05472	694,3	0,0022
0,05502	696,1	0,0022
0,05502	696,1	0,0022
0,05522	695,3	0,0022
0,05687	697,2	0,0022
0,05687	697,2	0,0022
0,05694	698,2	0,0022
0,05694	698,2	0,0022
0,05813	699,2	0,0022
0,05813	699,2	0,0022
0,05817	700,3	0,0022
0,05937	701,3	0,0022
0,06061	703,4	0,0022
0,06061	703,4	0,0022
0,06078	702,4	0,0022
0,06078	702,4	0,0022
0,06078	702,4	0,0022
0,06179	705,3	0,0022
0,06202	704,2	0,0022
0,06202	704,2	0,0022
0,06202	704,2	0,0022
0,06225	706,1	0,0218
0,06229	709,0	0,0218
0,06237	709,7	0,0217
0,06245	710,4	0,0217
0,06265	712,1	0,0217
0,06273	714,2	0,0217
0,06328	715,1	0,0217
0,06482	713,5	0,0217
0,06695	716,5	0,0216
0,07121	717,8	0,0216
0,07147	718,6	0,0216
0,07317	720,0	0,0215

0,07459	721,1	0,0215
0,07756	722,9	0,0214
0,07829	724,6	0,0214
0,08125	726,5	0,0213
0,08235	727,9	0,0213
0,08325	729,1	0,0213
0,08657	730,8	0,0212
0,08722	732,2	0,0212
0,08900	733,7	0,0212
0,09243	735,3	0,0211
0,09327	736,4	0,0211
0,09554	739,0	0,0210
0,09563	737,9	0,0210
0,09889	740,1	0,0210
0,10117	741,4	0,0209
0,10331	742,7	0,0209
0,10468	744,0	0,0208
0,10799	746,1	0,0208
0,11057	748,2	0,0207
0,11552	749,3	0,0206
0,11643	750,2	0,0206
0,12293	751,6	0,0205
0,12293	752,4	0,0205

(Ensayo T=-150°C y V= 5 a 500mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
8,80E-05	85,9	0,0023
0,00051	98,8	0,0023
0,00093	112,2	0,0023
0,00126	126,9	0,0023
0,00162	141,7	0,0023
0,00195	156,5	0,0023
0,00233	171,0	0,0023
0,00265	186,0	0,0023
0,00294	202,2	0,0023
0,00318	218,8	0,0023
0,00345	235,7	0,0023
0,00366	253,0	0,0023
0,00389	270,4	0,0023

0,00407	288,5	0,0023
0,00428	306,6	0,0023
0,00447	324,4	0,0023
0,00471	341,8	0,0023
0,00490	359,6	0,0023
0,00511	377,5	0,0023
0,00527	396,1	0,0023
0,00543	415,1	0,0023
0,00557	434,1	0,0023
0,00572	453,4	0,0023
0,00583	472,8	0,0023
0,00596	492,5	0,0023
0,00608	511,9	0,0023
0,00622	531,3	0,0023
0,00636	550,3	0,0023
0,00654	569,1	0,0023
0,00674	586,8	0,0023
0,00705	602,7	0,0023
0,00748	615,7	0,0023
0,00808	625,7	0,0023
0,00879	632,7	0,0023
0,00963	637,7	0,0023
0,01048	641,9	0,0023
0,01140	645,0	0,0023
0,01233	647,6	0,0023
0,01330	649,8	0,0023
0,01426	651,5	0,0023
0,01524	653,4	0,0023
0,01622	654,9	0,0023
0,01708	656,2	0,0023
0,01818	657,9	0,0023
0,01919	659,2	0,0023
0,02016	660,6	0,0023
0,02104	661,7	0,0023
0,02227	662,9	0,0023
0,02316	664,3	0,0023
0,02402	665,6	0,0023
0,02513	667,0	0,0023
0,02620	668,6	0,0023
0,02698	669,3	0,0023
0,02829	671,1	0,0023
0,02930	672,1	0,0022

0,03026	673,6	0,0022
0,03104	674,6	0,0022
0,03224	675,8	0,0022
0,03402	677,4	0,0022
0,03511	679,0	0,0022
0,03608	680,3	0,0022
0,03705	681,8	0,0022
0,03837	682,7	0,0022
0,03870	683,1	0,0022
0,03879	682,5	0,0022
0,03903	684,4	0,0022
0,03990	685,2	0,0022
0,04112	686,3	0,0022
0,04136	687,1	0,0022
0,04136	687,1	0,0022
0,04136	687,1	0,0022
0,04136	687,1	0,0022
0,04246	688,2	0,0022
0,04272	689,2	0,0022
0,04272	689,2	0,0022
0,04272	689,2	0,0022
0,04383	690,2	0,0022
0,04383	690,2	0,0022
0,04558	691,4	0,0022
0,04558	691,4	0,0022
0,04693	693,7	0,0022
0,04728	692,5	0,0022
0,04823	694,4	0,0022
0,04891	695,2	0,0022
0,04963	696,2	0,0022
0,05029	697,2	0,0022
0,05172	698,1	0,0022
0,05172	698,1	0,0022
0,05210	699,3	0,0022
0,05258	700,2	0,0022
0,05317	701,1	0,0022
0,05374	702,2	0,0022
0,05500	703,2	0,0022
0,05500	703,2	0,0022
0,05644	704,2	0,0022
0,05644	704,2	0,0022
0,05644	704,2	0,0022

0,05644	704,2	0,0022
0,05670	705,2	0,0022
0,05792	706,3	0,0022
0,05876	707,5	0,0022
0,05876	707,5	0,0022
0,05962	709,4	0,0022
0,05962	709,4	0,0022
0,06037	710,3	0,0022
0,06037	710,3	0,0022
0,06037	710,3	0,0022
0,06099	708,4	0,0022
0,06233	712,2	0,0022
0,06240	711,1	0,0022
0,06362	714,1	0,0022
0,06407	713,6	0,2171
0,06411	715,2	0,2171
0,06418	715,3	0,2171
0,06423	715,0	0,2171
0,06426	714,9	0,2171
0,06426	715,5	0,2171
0,06425	716,2	0,2171
0,06426	716,8	0,2171
0,06431	716,8	0,2171
0,06437	716,6	0,2171
0,06436	718,2	0,2171
0,06437	719,1	0,2171
0,06437	720,3	0,2170
0,06439	721,2	0,2170
0,06441	722,7	0,2170
0,06442	723,7	0,2170
0,06445	724,8	0,2170
0,06447	726,1	0,2170
0,06456	726,6	0,2170
0,06460	727,6	0,2170
0,06471	727,6	0,2170
0,06475	729,0	0,2170
0,06483	729,8	0,2170
0,06493	730,0	0,2169
0,06499	730,9	0,2169
0,06514	730,6	0,2169
0,06527	730,8	0,2169
0,06535	731,4	0,2168

0,06549	731,8	0,2168
0,06564	731,4	0,2168
0,06576	731,7	0,2167
0,06589	731,8	0,2167
0,06605	732,0	0,2167
0,06620	732,2	0,2167
0,06638	731,7	0,2166
0,06651	732,4	0,2166
0,06671	731,6	0,2165
0,06685	732,0	0,2165
0,06752	732,7	0,2164
0,06809	732,5	0,2162
0,06874	731,7	0,2161
0,06904	733,4	0,2160
0,07183	734,3	0,2154
0,07416	735,2	0,2149
0,07604	737,3	0,2145
0,08050	740,7	0,2136
0,08436	743,1	0,2128
0,08615	744,4	0,2124
0,08825	745,5	0,2119
0,09035	746,8	0,2115
0,09165	747,6	0,2112
0,09269	748,8	0,2110
0,09452	750,0	0,2106
0,10241	754,3	0,2089
0,11529	758,9	0,2063
0,11869	760,4	0,2056
0,12312	761,9	0,2047

(Ensayo T=-150°C y V= 5 a 500mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
5,62E-05	79,9	0,0023
0,00056	92,2	0,0023
0,00098	105,5	0,0023
0,00134	121,1	0,0023
0,00169	136,0	0,0023
0,00205	151,6	0,0023
0,00238	167,1	0,0023

0,00270	183,4	0,0023
0,00295	200,7	0,0023
0,00323	217,9	0,0023
0,00345	235,9	0,0023
0,00370	253,9	0,0023
0,00392	272,0	0,0023
0,00411	291,2	0,0023
0,00430	309,9	0,0023
0,00453	328,3	0,0023
0,00470	347,5	0,0023
0,00490	366,5	0,0023
0,00506	385,7	0,0023
0,00526	404,9	0,0023
0,00540	424,6	0,0023
0,00559	443,9	0,0023
0,00575	463,4	0,0023
0,00592	483,1	0,0023
0,00607	502,7	0,0023
0,00624	522,5	0,0023
0,00636	542,8	0,0023
0,00654	562,4	0,0023
0,00672	581,4	0,0023
0,00697	599,4	0,0023
0,00734	614,3	0,0023
0,00783	624,0	0,0023
0,00866	631,8	0,0023
0,00960	637,4	0,0023
0,01035	641,5	0,0023
0,01140	644,4	0,0023
0,01209	647,2	0,0023
0,01317	649,5	0,0023
0,01412	651,6	0,0023
0,01512	653,3	0,0023
0,01597	655,0	0,0023
0,01799	657,0	0,0023
0,01864	658,2	0,0023
0,01986	659,8	0,0023
0,02014	661,0	0,0023
0,02089	662,2	0,0023
0,02260	663,6	0,0023
0,02324	664,8	0,0023
0,02491	666,2	0,0023

0,02569	667,4	0,0023
0,02598	668,4	0,0023
0,02768	669,7	0,0023
0,02807	670,9	0,0023
0,02965	672,2	0,0022
0,03042	673,2	0,0022
0,03059	674,3	0,0022
0,03282	675,8	0,0022
0,03303	676,7	0,0022
0,03322	677,4	0,0022
0,03423	677,2	0,0022
0,03433	678,1	0,0022
0,03511	679,3	0,0022
0,03511	679,3	0,0022
0,03617	680,1	0,0022
0,03617	680,1	0,0022
0,03728	683,3	0,0022
0,03814	682,4	0,0022
0,03814	682,4	0,0022
0,03825	681,2	0,0022
0,03968	684,2	0,0022
0,03968	684,2	0,0022
0,04033	685,3	0,0022
0,04033	685,3	0,0022
0,04033	685,3	0,0022
0,04180	686,2	0,0022
0,04178	687,2	0,0022
0,04178	687,2	0,0022
0,04242	688,2	0,0022
0,04266	689,2	0,0022
0,04406	690,2	0,0022
0,04406	690,2	0,0022
0,04416	691,1	0,0022
0,04644	692,2	0,0022
0,04730	693,2	0,0022
0,04730	693,2	0,0022
0,04859	694,2	0,0022
0,04859	694,2	0,0022
0,04863	695,1	0,0022
0,04932	696,2	0,0022
0,05023	697,2	0,0022
0,05023	697,2	0,0022

0,05103	698,3	0,0022
0,05103	698,3	0,0022
0,05278	699,2	0,0022
0,05314	700,4	0,0022
0,05416	701,3	0,0022
0,05416	701,3	0,0022
0,05566	702,2	0,0022
0,05589	703,3	0,0022
0,05593	704,2	0,0022
0,05685	706,3	0,0022
0,05685	706,3	0,0022
0,05685	706,3	0,0022
0,05719	705,2	0,0022
0,05719	705,2	0,0022
0,05719	705,2	0,0022
0,05753	707,2	0,0022
0,05938	708,2	0,0022
0,05952	710,1	0,0022
0,05955	709,9	0,0022
0,05967	710,3	0,0022
0,05971	710,0	0,0022
0,05974	710,1	0,0022
0,06009	709,3	0,2180
0,06008	710,2	0,2180
0,06011	710,2	0,2180
0,06011	710,1	0,2180
0,06014	710,1	0,2180
0,06014	710,0	0,2180
0,06020	711,1	0,2180
0,06023	711,2	0,2180
0,06025	712,1	0,2179
0,06024	712,8	0,2179
0,06026	713,7	0,2179
0,06028	714,6	0,2179
0,06026	716,2	0,2179
0,06027	717,4	0,2179
0,06035	716,6	0,2179
0,06037	718,3	0,2179
0,06042	718,9	0,2179
0,06041	721,1	0,2179
0,06051	720,6	0,2179
0,06056	721,5	0,2179

0,06062	722,7	0,2179
0,06063	724,2	0,2179
0,06072	724,7	0,2178
0,06080	725,5	0,2178
0,06086	726,6	0,2178
0,06101	726,2	0,2178
0,06124	726,5	0,2177
0,06156	725,2	0,2177
0,06161	727,4	0,2177
0,06237	727,2	0,2175
0,06263	728,6	0,2174
0,06469	728,2	0,2170
0,06609	729,4	0,2167
0,06760	730,3	0,2164
0,07014	731,5	0,2158
0,07083	732,9	0,2157
0,07304	734,3	0,2152
0,07579	735,9	0,2146
0,07728	737,6	0,2143
0,07885	738,8	0,2139
0,08091	740,1	0,2135
0,08325	742,1	0,2130
0,08614	743,5	0,2124
0,08875	745,1	0,2118
0,08981	746,1	0,2116
0,09164	747,3	0,2112
0,09294	748,7	0,2109
0,09611	750,1	0,2103
0,09797	751,0	0,2099
0,10089	751,8	0,2093
0,10246	752,5	0,2089
0,10485	753,3	0,2084

(Ensayo T=-150°C y V= 50 a 500mm/min, No 1)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
5,07E-05	83,7	0,023
0,00091	109,3	0,023
0,00161	138,3	0,023
0,00224	168,8	0,023

0,00284	199,9	0,023
0,00338	232,3	0,023
0,00387	265,8	0,023
0,00429	300,6	0,023
0,00468	336,2	0,023
0,00507	371,8	0,023
0,00539	409,0	0,023
0,00568	446,7	0,023
0,00597	484,5	0,023
0,00619	523,7	0,023
0,00644	562,4	0,023
0,00680	598,7	0,023
0,00786	620,7	0,023
0,00941	632,5	0,023
0,01125	638,5	0,023
0,01316	642,9	0,023
0,01512	646,1	0,023
0,01731	649,3	0,023
0,01909	651,5	0,023
0,02105	654,5	0,023
0,02304	656,8	0,023
0,02525	659,2	0,023
0,02702	661,2	0,023
0,02900	663,6	0,022
0,03099	665,7	0,022
0,03296	668,0	0,022
0,03515	670,3	0,022
0,03823	673,5	0,022
0,04020	675,7	0,022
0,04095	676,8	0,022
0,04164	677,3	0,022
0,04197	677,2	0,022
0,04297	679,3	0,022
0,04315	678,4	0,022
0,04477	680,2	0,022
0,04566	681,6	0,022
0,04658	682,6	0,022
0,04769	683,9	0,022
0,04915	685,4	0,022
0,05028	687,0	0,022
0,05209	688,6	0,022
0,05377	690,3	0,022

0,05559	692,1	0,022
0,05731	694,3	0,022
0,05737	693,5	0,022
0,05822	695,1	0,022
0,05950	695,9	0,022
0,06108	697,4	0,022
0,06246	699,8	0,022
0,06253	698,8	0,022
0,06404	700,6	0,022
0,06483	702,1	0,022
0,06659	703,6	0,022
0,06819	704,9	0,216
0,06867	705,7	0,216
0,06937	707,2	0,216
0,06940	707,8	0,216
0,06941	708,8	0,216
0,06948	708,4	0,216
0,06953	708,6	0,216
0,06959	709,0	0,216
0,06962	710,2	0,216
0,06973	709,5	0,216
0,06974	711,0	0,216
0,06980	711,7	0,216
0,06985	712,2	0,216
0,06994	712,7	0,216
0,07000	713,1	0,216
0,07010	713,3	0,216
0,07019	713,7	0,216
0,07030	713,7	0,216
0,07037	714,6	0,216
0,07049	714,9	0,216
0,07062	715,0	0,216
0,07075	714,9	0,216
0,07112	715,6	0,216
0,07184	716,2	0,215
0,07265	717,2	0,215
0,07392	718,1	0,215
0,07746	720,4	0,214
0,08072	722,0	0,214
0,08292	723,1	0,213
0,08337	724,3	0,213
0,08413	725,6	0,213

0,09133	727,5	0,211
---------	-------	-------

(Ensayo T=-150°C y V= 50 a 500mm/min, No 2)

ϵ_i	$\sigma_i(\text{MPa})$	Tasa de Deformación (1/s)
7,73E-05	93,8	0,023
0,00087	120,1	0,023
0,00155	148,8	0,023
0,00220	178,3	0,023
0,00283	208,1	0,023
0,00342	238,6	0,023
0,00390	271,5	0,023
0,00436	304,8	0,023
0,00494	335,7	0,023
0,00521	373,0	0,023
0,00550	409,9	0,023
0,00578	446,8	0,023
0,00606	484,0	0,023
0,00628	522,2	0,023
0,00662	558,1	0,023
0,00683	596,7	0,023
0,00734	629,1	0,023
0,00847	644,8	0,023
0,01024	656,6	0,023
0,01206	662,8	0,023
0,01399	666,7	0,023
0,01594	670,2	0,023
0,01791	673,2	0,023
0,01987	676,1	0,023
0,02186	678,7	0,023
0,02384	681,2	0,023
0,02583	683,4	0,023
0,02781	685,8	0,023
0,02979	688,2	0,022
0,03155	690,3	0,022
0,03375	692,5	0,022
0,03573	694,7	0,022
0,03770	696,8	0,022
0,03797	697,6	0,022
0,03809	697,3	0,022

0,03898	698,4	0,022
0,03971	699,2	0,022
0,04111	700,1	0,022
0,04208	701,7	0,022
0,04253	702,7	0,022
0,04343	703,4	0,022
0,04352	703,2	0,022
0,04554	705,2	0,022
0,04701	707,1	0,022
0,04857	708,8	0,022
0,05009	710,3	0,022
0,05192	712,0	0,022
0,05276	713,3	0,022
0,05553	715,0	0,022
0,05694	717,5	0,022
0,05960	719,8	0,022
0,06141	721,5	0,022
0,06206	722,6	0,022
0,06408	723,1	0,217
0,06466	724,7	0,217
0,06614	726,4	0,217
0,06718	727,8	0,216
0,06718	728,3	0,216
0,06722	728,6	0,216
0,06725	729,2	0,216
0,06721	731,2	0,216
0,06734	729,6	0,216
0,06738	730,6	0,216
0,06740	731,8	0,216
0,06746	731,7	0,216
0,06755	731,4	0,216
0,06760	732,2	0,216
0,06767	733,1	0,216
0,06776	732,8	0,216
0,06780	734,2	0,216
0,06817	735,6	0,216
0,06863	736,1	0,216
0,06959	738,0	0,216
0,07149	739,1	0,216
0,07350	740,2	0,215
0,07455	741,2	0,215
0,07704	742,5	0,214

0,07872	743,5	0,214
0,08294	745,7	0,213
0,08791	746,3	0,212