

Estudi: Treball Final de Grau

Títol:

**DETERMINACIÓ DE LES PROPIETATS
MECÀNIQUES D'UN COMPÒSIT IMPRÈS PER FDM**

Document 1: MEMÒRIA I ANNEXOS

Alumne: Ilyass Saad

Tutor: Norbert Blanco, Jordi Torrent

Departament: EMCI

Àrea: Enginyeria Mecànica

Convocatòria: Setembre 2017

ÍNDEX**MEMÒRIA**

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUCCIÓ | 3 |
| 1.1 Antecedents | 3 |
| 1.1.1 Peticionari..... | 3 |
| 1.1.2 Entorn i croquis..... | 4 |
| 1.1.3 Exposició del problema..... | 4 |
| 1.2 Objecte del problema | 4 |
| 1.3 Requeriments i límits del projecte | 5 |
| 1.3.1 Requeriments | 5 |
| 1.3.2 Límits del projecte | 5 |
| 2 INTRODUCCIÓ HISTÒRICA | 6 |
| 2.1 Rapid Prototyping (RP) | 6 |
| 2.2 Fused Deposition Modeling (FDM) | 7 |
| 3 IMPRESSORA | 9 |
| 4 PROGRAMARI | 10 |
| 4.1 Repetier-Host | 10 |
| 4.1.1 Paràmetres per defecte | 10 |
| 4.2 Slic3r | 12 |
| 4.2.1 Paràmetres per defecte | 12 |
| 5 IMPRESSIÓ DE LES PROVETES | 16 |
| 5.1 Errors d'impressió..... | 17 |
| 5.1.1 "Warping" (W) | 17 |
| 5.1.2 Excés de material (EM)..... | 17 |
| 5.1.3 Delaminació (D)..... | 18 |
| 5.1.4 Mal calibratge del llit (MCL) | 18 |
| 5.2 Provetes tipus I | 19 |
| 5.2.1 Proves i resultats de la impressió | 20 |
| 5.3 Provetes tipus II | 20 |
| 5.3.1 Proves i resultats de la impressió | 21 |
| 5.4 Provetes tipus III | 22 |
| 5.4.1 Proves i resultats de la impressió | 23 |
| 6 TRACTAMENT SUPERFICIAL AMB ACETONA | 25 |

| | |
|--|-----------|
| 6.1 Comportament de les fibres | 27 |
| 7 ASSAIG DE RESISTÈNCIA A LA TRACCIÓ | 28 |
| 7.1 Comparació de la tensió màxima | 29 |
| 7.2 Comparació del mòdul de Young | 29 |
| 7.3 Comparació del coeficient de Poisson | 30 |
| 7.4 Comparació de la deformació a la ruptura | 31 |
| 7.5 Anàlisi dels resultats..... | 31 |
| 8 RESUM DEL PRESSUPOST | 32 |
| 9 CONCLUSIONS | 32 |
| 10 RELACIÓ DE DOCUMENTS | 33 |
| 11 BIBLIOGRAFIA..... | 33 |
| | |
| ANNEX A: RESULTATS DE L'ASSAIG | |
| A.1 Informes dels resultats..... | 35 |

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

1.1.1 Peticionari

AMADE (Anàlisi i Materials Avançats pel Disseny Estructural) és un grup d'investigació i transferència de tecnologia de la Universitat de Girona dedicat a la mecànica de materials i estructures amb un enfocament específic en materials compòsits reforçats amb fibra.

AMADE té seu a l'edifici P-II del campus montilivi de la Universitat de Girona. I els laboratoris d'assaig es troben al Parc Tecnològic tal i com es veu a la figura 1.



Figura 1: Croquis de la seu d'AMADE i dels laboratoris d'assaig.

1.1.2 Entorn i croquis

Les proves s'han fet al taller de mecànica del P-II, on es trobava la impressora 3D, concretament una PRUSA i3 Single Frame.

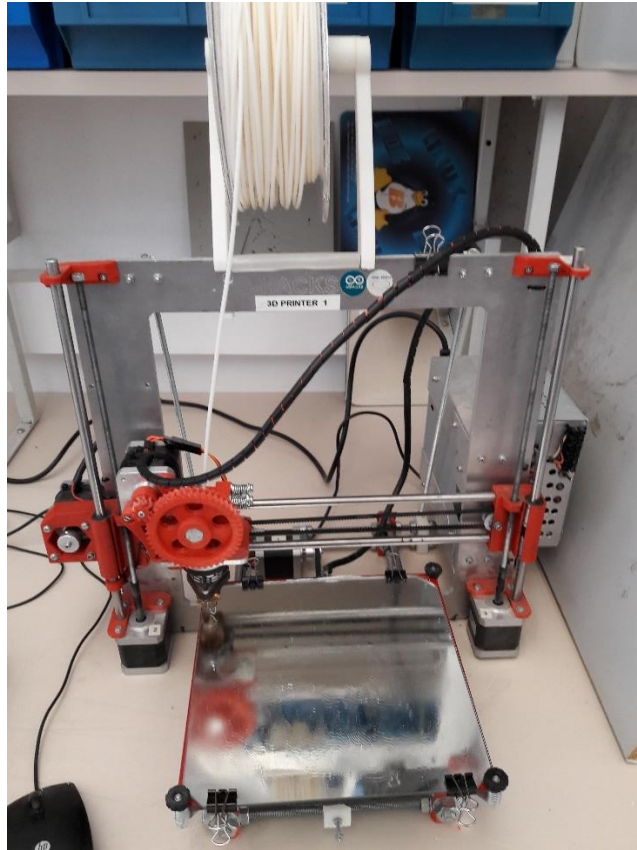


Figura 2: Prusa i3 Single Frame.

1.1.3 Exposició del problema

Es volia caracteritzar un material nou de la casa 3DXTECH (concretament el 3DXMAX™ CFR-ABS) en les tres direccions, perquè degut al procés de fabricació les propietats canvien segons la direcció d'impressió, i per això cal caracteritzar les propietats elàstiques (mòdul de Young i coeficient de Poisson) i resistència en les tres direccions. El filament és un material compòsit amb matriu d'ABS (85%) i reforçat amb fibra de carboni (15%). S'han imprès tres tipus de provetes diferents (segons la direcció d'impressió), algunes de les quals se'ls hi aplicat un tractament de vapor d'acetona per millorar l'adhesió transversal entre els fils i així millorar la resistència transversal del material.

1.2 Objecte del problema

Determinar la millor configuració per imprimir cada tipus de proveta, i caracteritzar les propietats mecàniques de les provetes en les tres direccions, i veure com afecta el tractament de vapor d'acetona a aquestes propietats.

1.3 Requeriments i límits del projecte

1.3.1 Requeriments

- Ajust dels paràmetres d'impressió per a la impressió de provetes amb material ABS pur i reforçat amb fibra de carboni curta.
- Modificacions i adaptacions necessàries d'una impressora 3D convencional per poder fabricar provetes en direcció vertical.
- Fabricació de provetes d'ABS reforçades amb fibra de carboni curta segons la norma ASTM D638-10 amb les característiques i qualitats suficients per poder ser assajades en un laboratori acreditat i poder caracteritzar el material.
- Determinació dels paràmetres adequats de tractament per a la millora de l'adhesió del cordó de material en les provetes mitjançant acetona i la millora de les seves propietats estructurals.
- Realització dels assaigs de caracterització.
- Obtenció i anàlisi dels resultats.

1.3.2 Límits del projecte

Aquest projecte ha de proporcionar tota la informació necessària sobre la millor configuració per poder imprimir en un futur amb aquest material, i a part d'això, ha de facilitar tots els resultats obtinguts en aquest projecte.

2 INTRODUCCIÓ HISTÒRICA

En els últims anys, la modelització i la impressió 3D s'han convertit en un dels camps més reconeguts de l'enginyeria, amb aquestes impressores podem donar forma fàcilment als nostres plans gairebé sense límits. Però per poder imprimir, s'ha de dominar algun programari de disseny assistit per ordinador (CAD), per poder obtenir el model.

El principal motiu pel qual es va desenvolupar aquest tipus de fabricació, va ser per crear prototips ràpids, però avui en dia, s'utilitza en diferents sectors com l'educació, projectes de recerca, equips mèdics personalitzats, etc. D'altra banda, avui en dia el baix preu de les impressores 3D, fa que aquesta tecnologia estigui a l'abast de qualsevol de nosaltres.

Actualment moltes empreses estan fabricant matèries primeres per a aquesta tecnologia, i s'han desenvolupat una gran quantitat de materials per a la impressió, com l'ABS, PLA, Nylon, PET, Ninjaflex... Alguns materials d'aquests, com l'ABS o el Nylon, es poden reforçar amb fibra de carboni per millorar les seves propietats mecàniques.

2.1 Rapid Prototyping (RP)

El prototipat ràpid és un grup de tècniques de fabricació amb les quals podem produir la versió de prototip del producte final. El major avantatge d'aquest mètode, és que el temps de producció és molt més curt i el cost de fabricació és molt menor comparat amb les tècniques tradicionals. Un altre dels avantatges d'aquest mètode, és que no es perd material en el procés de fabricació comparat amb els mètodes tradicionals..

Actualment, existeixen diferents tecnologies per fabricar un prototip. En la figura 3 es veu una classificació de totes elles.

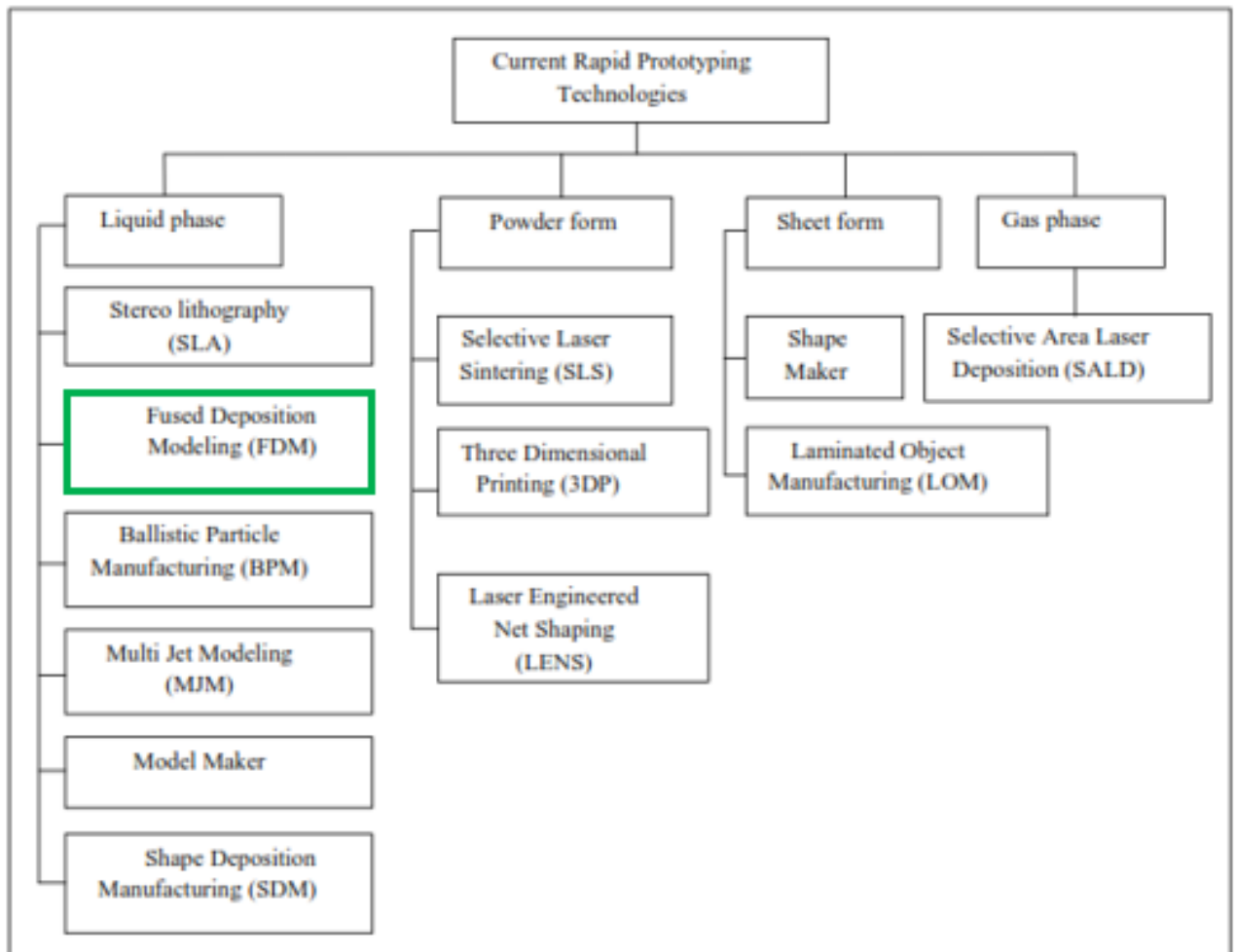


Figura 3: Classificació de les tecnologies de RP. [1]

En aquest estudi, s'ha fet servir la tècnica del modelat per deposició fosa (FDM), que és una de les tècniques d'impressió 3D més populars. El nom de prototipat ràpid ja no s'adapta a aquest procés, a causa de la qualitat dels materials i les impressores de manera que es pot imprimir directament el producte final.

2.2 Fused Deposition Modeling (FDM)

El modelat per deposició fosa és un procés de fabricació additiva (AM) utilitzat pel modelat de prototips i la producció a petita escala, on es va depositant el material per capes per conformar la peça.

El procés comença amb la creació d'un model 3D mitjançant un programari de disseny (CAD), que ens proporciona un fitxer en format estereolitogràfic (.stl). El segon pas és orientar el model per poder ser imprès; es divideix en capes i es calcula la trajectòria que el broquet haurà de seguir per depositar el material, capa a capa, per conformar la peça. Si és necessari, es poden generar estructures de suport amb un segon capçal, que els imprimirà d'un material soluble que després de crear la peça, serà retirat.

Abans d'explicar com es deposita el fil, anem a veure primer les parts d'un hotend. Agafem com a exemple el E3D V6.

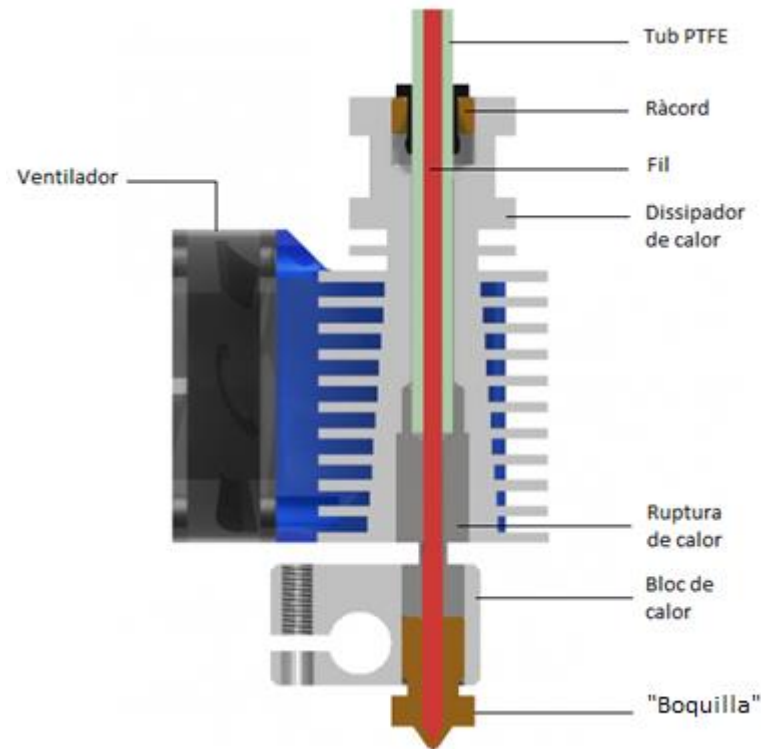


Figura 4: E3D V6 Hotend. [2]

Un filament de plàstic es desenrotlla d'una bobina i s'extrudeix a una velocitat controlada. El bloc de calor escalfa la "boquilla" per fondre el material més enllà de la seva temperatura de transició vítria per després poder ésser depositat. La peça es fabrica extruint petites cadenes aplanades de material fos per formar capes, tal i com es veu a la figura 5, ja que el material s'endureix immediatament després de sortir per la "boquilla". El capçal es pot moure tant en horitzontal com en vertical per un mecanisme controlat electrònicament.

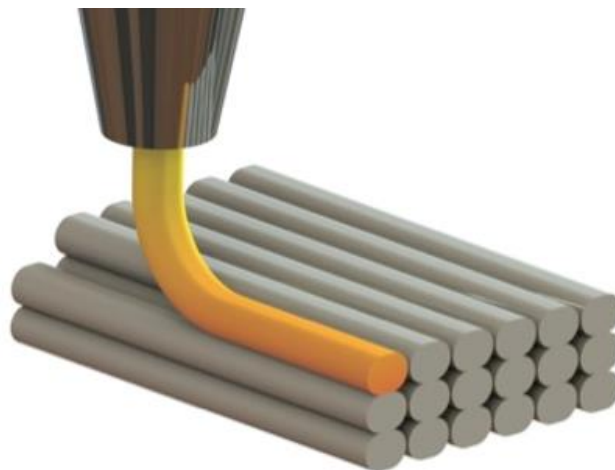


Figura 5: Deposició del filament. [3]

3 IMPRESSORA

Per realitzar aquest projecte, s'ha fet servir una Prusa i3 Single Frame que fou dissenyada al 2012 i que ha anat evolucionant durant els últims anys. És la impressora més utilitzada en el món, en part gracies a que és codi obert, fàcil de muntar i de baix cost.

A continuació, explicarem una mica les seves parts.

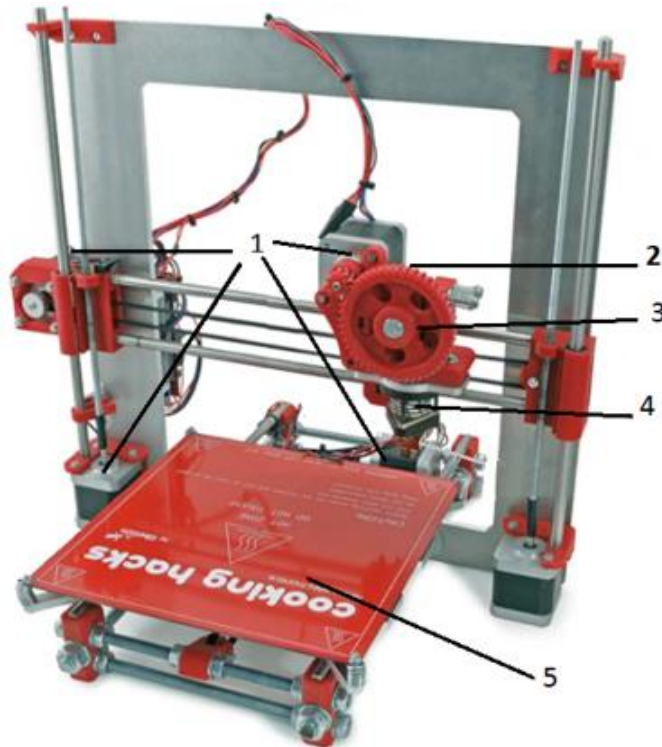


Figura 6: Parts de la Prusa i3 Single Frame.

1. Motors pas a pas: Hi ha cinc motors pas a pas, tres dels quals se'n carreguen de moure el capçal en X i Z, un altre motor mou el llit en Y a la posició correcta, i l'últim és el responsable d'extrudir el filament.
2. Filament: És la matèria primera. La bobina de fil sol estar sobre el marc (tal i com es veu a la figura 2) i que va alimentant el hotend. Actualment, hi ha filaments de diferents materials i diàmetres. (No es veu a la foto)
3. Extrusor: S'extrudeix el filament mitjançant un eix estriat solidari a l'engranatge que va arrossegant el material.
4. Hotend: És l'encarregat d'escalfar i depositar el filament. Es controla la temperatura per ordinador i pot arribar fins a 260 °C.

5. Llit calent: El llit calent ajuda a l'adhesió de la peça, i evita l'efecte "warping" (l'aixecament de la peça, més endavant ja veurem un exemple).

4 PROGRAMARI

4.1 Repetier-Host

És el programa encarregat de controlar i calibrar una impressora, i de transmetre les dades de l'arxiu GCode per a ésser fabricat, ja sigui mitjançant una connexió USB línia a línia o emmagatzemant les dades en una targeta de memòria de la impressora. S'ha desenvolupat de forma lliure i gratuïta, i ofereix opcions pel control manual de la impressora 3D, així com la visualització del GCode durant el procés de fabricació. Incorpora Slic3r i Skeinforge, dos eines que converteixen el model en instruccions d'impressió per la impressora 3D. En aquest projecte es farà servir el Slic3r.

4.1.1 Paràmetres per defecte

A continuació, veurem els paràmetres per defecte més importants del programa.

En aquesta primera imatge sobre la configuració de la impressora, apareixen els paràmetres corresponents a les velocitats de desplaçament i extrusió que són els valors que es fan servir per calibrar la impressora. Per imprimir les peces es fan servir unes altres, que veurem més endavant. També trobem les temperatures de preescalfament de l'extrusor i el llit calent.

Impresora Ajustes

Impresora: default

Conexion | Impresora | Extrusor | Dimensiones Impres | Scripts | Avanzado

Velocidad Desplazamiento sin extruir: 4800 [mm/min]

Velocidad Avance del Eje Z: 100 [mm/min]

Manual Extrusion Speed: 2 20 [mm/s]

Manual Retraction Speed: 20 [mm/s]

Temperatura precalentamiento Extrusor: 248 °C

Temperatura precalentamiento Plataforma: 105 °C

Comprobar Temperatura de Extrusor y Plataforma

Eliminar comandos M105 del Registro

Comprobar cada 3 segundos.

Posición de Reposo: X: 0 Y: 0 Z min: 0 [mm]

Send ETA to printer display Ir a posición de reposo después de Impresión

Apagar Extrusor al terminar o anular Apagar Plataforma al terminar o anular

Apagar Motores al terminar o anular Printer has SD card

Añadir tiempo de Impresión 8 [%]

Invert Direction in Controls for X-Axis Y-Axis Z-Axis Flip X and Y

Figura 7: Configuració de la impressora.

En la pantalla d'aquesta segona imatge es pot escollir el número d'extrusors i ventiladors. També es pot triar la temperatura màxima que poden aguantar l'extrusor i el llit calent, i el cabal màxim de material. A part, també s'ha de seleccionar el diàmetre de la "boquilla".

Impresora Ajustes

Impresora: default

Conexion | Impresora | Extrusor | Dimensiones Impres | Scripts | Avanzado

Numero de Extrusores: 1

Number of Fans: 1

Max. Extruder Temperature: 280

Max. Bed Temperature: 130

Max. Volume per second 20 [mm³/s]

Printer has a Mixing Extruder (one nozzle for all colors)

Extrusor 1

Name:

Diameter: 0.4 [mm] Temperature Offset: 0 [°C]

Color:

Offset X: 0 Offset Y: 0 [mm]

Figura 8: Configuració de l'extrusor.

Per últim, s'ha de seleccionar l'àrea d'impressió. Encara que el llit sigui de 200x200 mm, no sempre es pot fer servir l'àrea d'impressió completa.

Impresora Ajustes

Impresora: default

Conexión | Impresora | Extrusor | **Dimensiones Impres** | Scripts | Avanzado

Printer Type: Impresora cartesiana

Reposo X: 0 Reposo Y: 0 Reposo Z: 0

X Min: 0 X Max: 190 Coord. X Plat: 0

Y Min: 0 Y Max: 175 Coord. Y Plat: 0

Anchura area de impresión: 200 mm

Profundidad area de impr.: 200 mm

Altura area de impresión: 200 mm

Los valores mínimo y máximo definen el rango de coordenadas del extrusor. Estas coordenadas pueden ser negativas y salir de la plataforma. Coord X/Y de la plataforma define las coordenadas donde la plataforma comienza. Cambiando los valores min/max puedes mover el origen en el centro de la plataforma si el firmware lo soporta.

Figura 9: Configuració de l'àrea d'impressió.

4.2 Slic3r

És una eina que serveix per convertir un model 3D en instruccions d'impressió (GCode) per la impressora 3D. Talla el model en llesques horitzontals (capes) i genera trajectòries per omplir-les, i també calcula la quantitat de material que s'ha d'extrudir.

4.2.1 Paràmetres per defecte

A continuació, veurem els paràmetres per defecte més importants d'aquesta eina.

En aquesta primera imatge, podem escollir l'altura de capa. La primera capa és més gruixuda perquè hi ha un offset de -0,1, que és el gruix del paper que es fa servir per calibrar el llit. Els perímetres són les passades exteriors que es fan abans de fer el reompliment. També es poden seleccionar quantes capes volem que siguin completament sòlides (100% de densitat), tan al principi com al final de la peça.

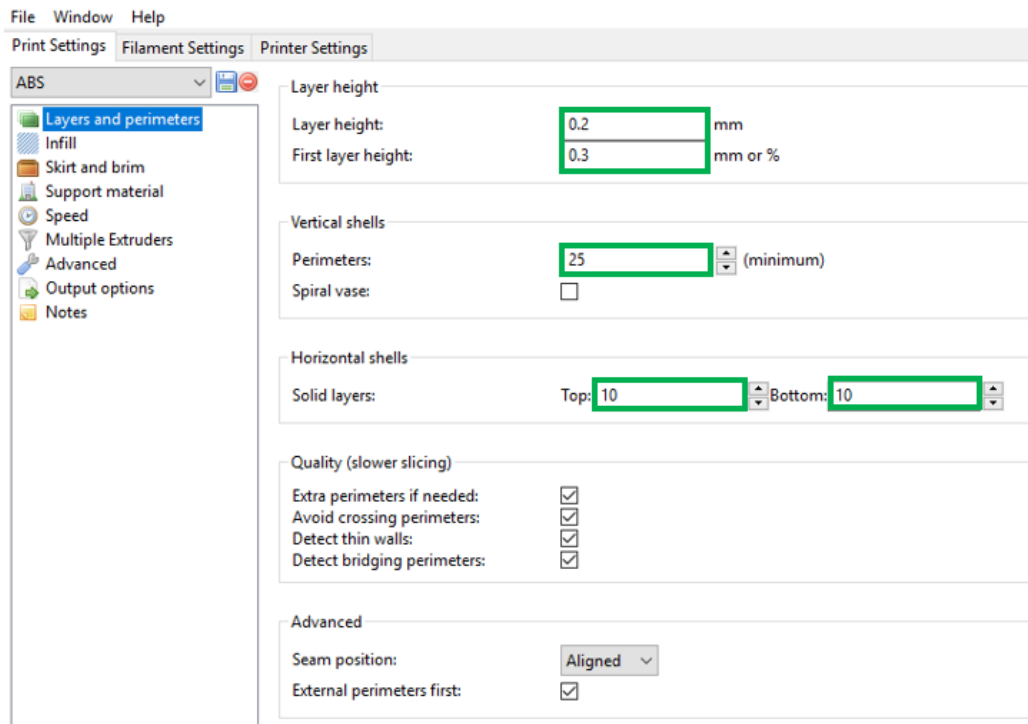


Figura 10: Configuració d'impressió - Capes i perímetres.

A la pantalla que mostra la figura 11, es pot triar la densitat de reompliment.

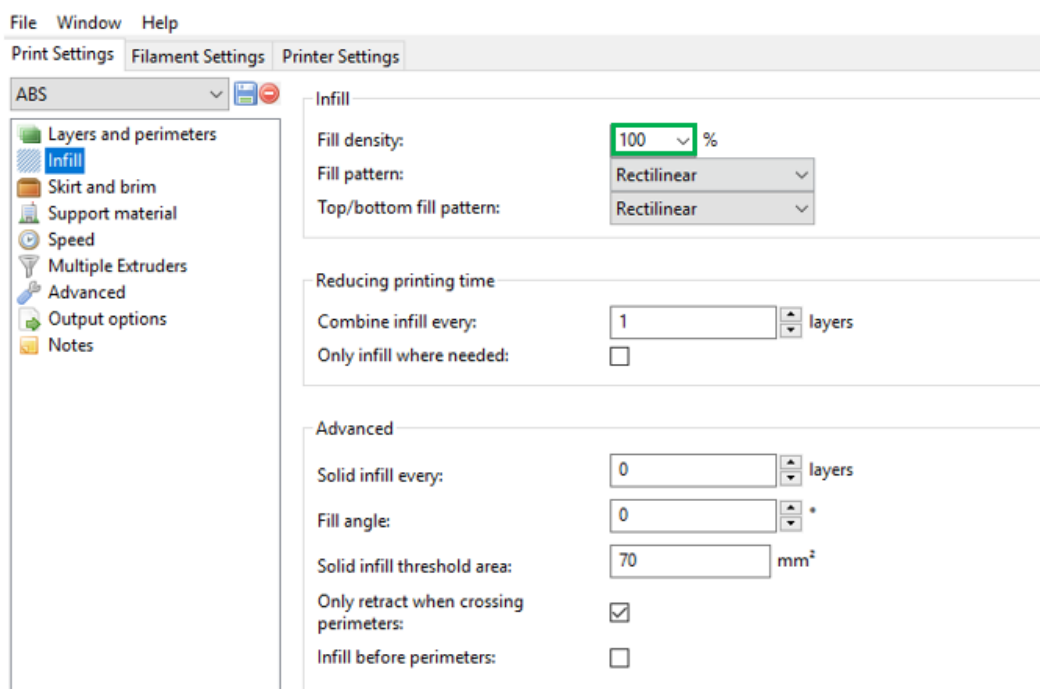


Figura 11: Configuració d'impressió – Reompliment.

La faldilla és un perímetre d'unes quantes passades que es fa al voltant de la peça abans de començar a imprimir. A la pantalla de la figura 12, es pot triar el número de voltes, la distància de l'objecte i l'altura en forma de capes.

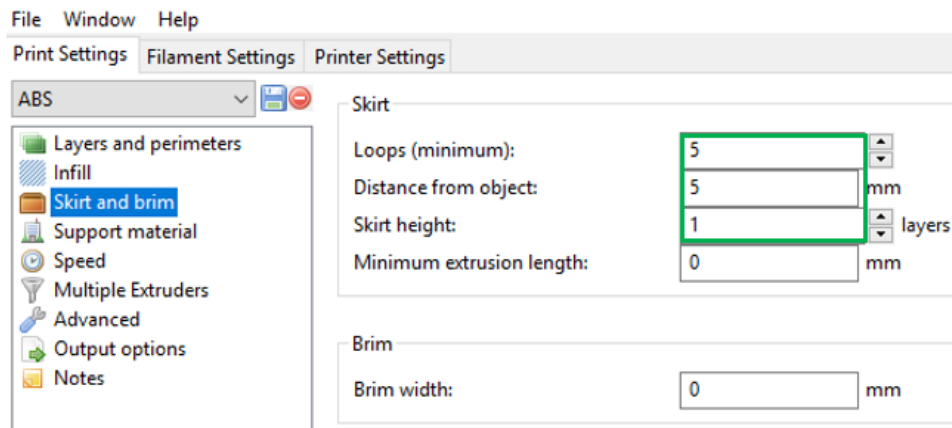


Figura 12: Configuració d'impressió – Faldilla.

En la pantalla de la següent figura, es poden les velocitats dels perímetres, perímetres petits (radi inferior a 6,5 mm), perímetres exteriors i forats. També hi ha l'opció de fer la primera capa d'una velocitat diferent o proporcional a les velocitats anteriors en forma de %.

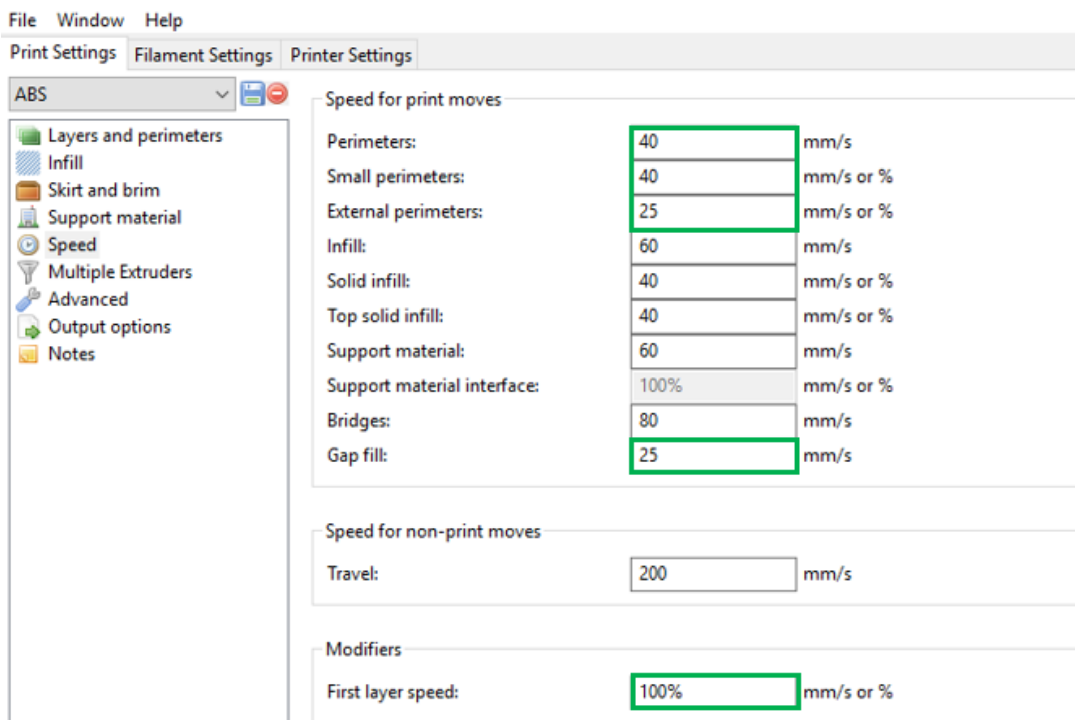


Figura 13: Configuració d'impressió – Velocitats.

A la pantalla de la figura següent, es pot triar l'amplitud d'extrusió, per la primera capa, els perímetres i els perímetres exteriors.

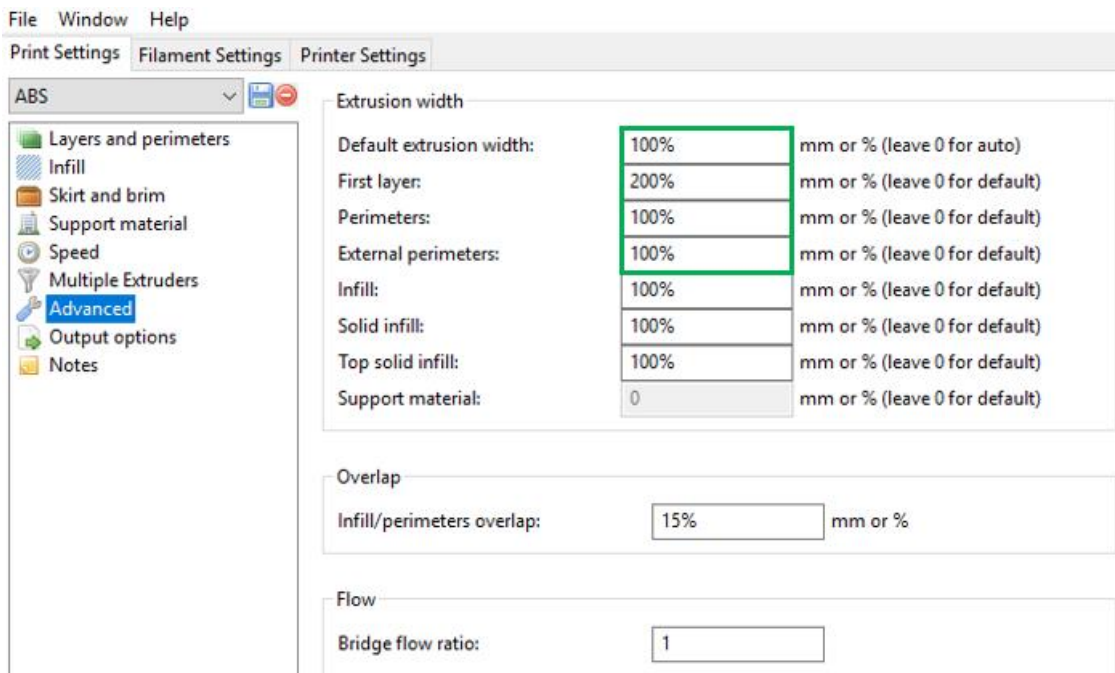


Figura 14: Configuració d'impressió – Avançat.

A la pantalla de la figura 15, es troben els paràmetres corresponents al filament. Es pot multiplicar l'extrusió, per si volem que surti més o menys material. També podem seleccionar la temperatura de l'extrusor i del llit calent per la primera capa i la resta de capes.

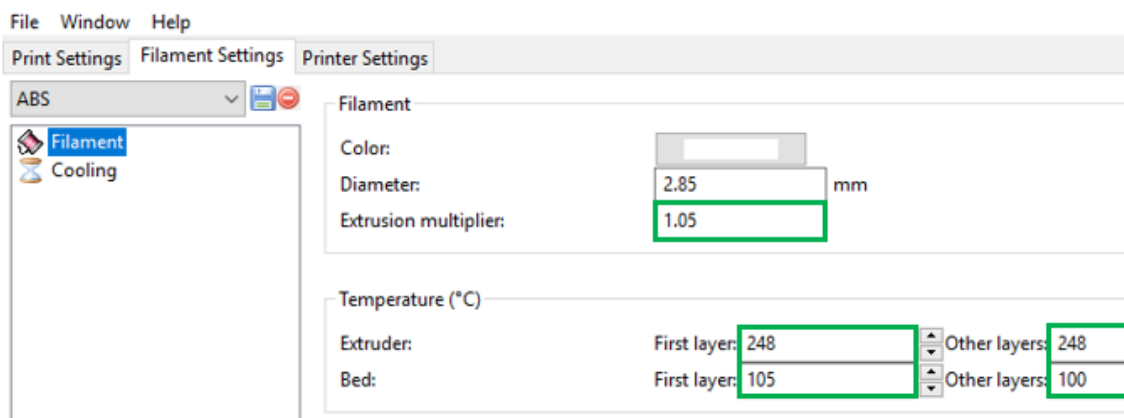


Figura 15: Configuració del filament.

A la pantalla d'aquesta darrera figura, es poden escollir els paràmetres de l'extrusor. El més important és el diàmetre de la "boquilla".

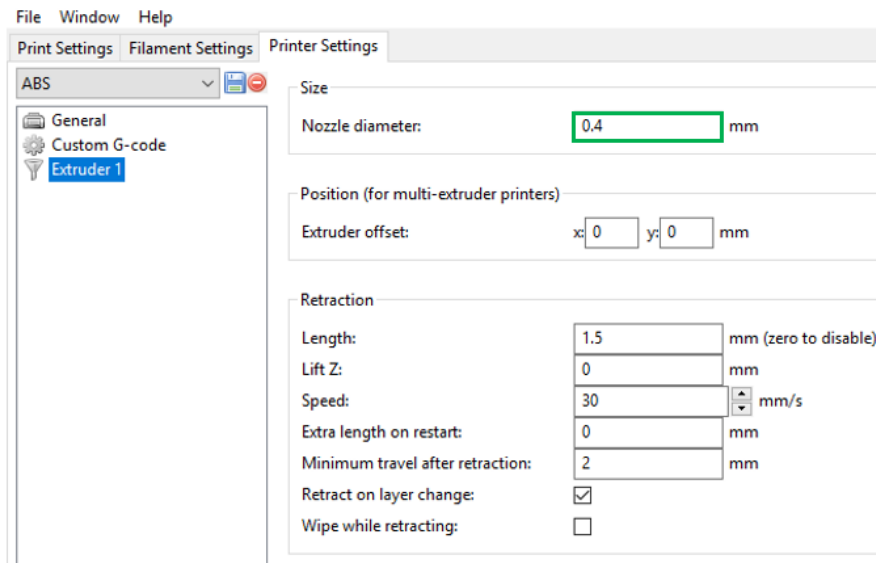


Figura 16: Configuració de la impressora – Extrusor.

5 IMPRESSIÓ DE LES PROVETES

Per realitzar aquest projecte, s'han imprès al voltant de 100 provetes entre les proves i les peces bones. Es feia servir ABS per imprimir les provetes de prova, i un cop s'obtenien els paràmetres correctes, es tornava a provar amb ABS reforçat fins a trobar els paràmetre adequats. Al final es van imprimir 60 provetes d'ABS reforçat amb fibra de carboni, 21 del tipus I, 21 del tipus II i 18 del tipus III. D'aquests últims se'n van imprimir menys, perquè no quedava més material. A continuació, es va tractar un terç de les provetes de cada tipus amb vapor d'acetona durant 15 minuts, i un altre terç durant 30 minuts. Es varen assajar 5 provetes de cada tipus de proveta i tractament, i la resta es feien servir de reserva.

Per fer les proves amb ABS, s'ha fet servir una "boquilla" d'alumini de 0,35 mm de diàmetre. En canvi per imprimir amb ABS reforçat amb fibra de carboni, s'ha fet servir una "boquilla" d'acer inoxidable, perquè la fibra de carboni és abrasiva, i d'un diàmetre de 0,40 mm, tal i com recomana el fabricant.

Per fer l'assaig de resistència a la tracció es fan servir les provetes ASTM standard D638 Type I. A la figura 17 es veuen les seves dimensions.

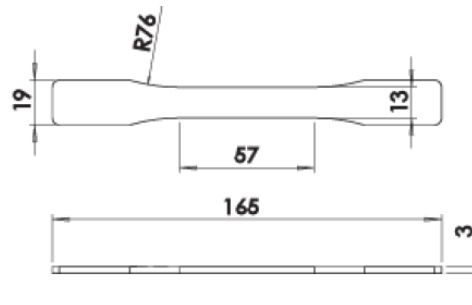


Figura 17: Dimensions de la proveta ASTM standard D638 Type I.

5.1 Errors d'impressió

5.1.1 "Warping" (W)

És molt comú que quan s'imprimeixen peces que ocupen molta superfície, les cantonades tendeixen a aixecar-se. Això és degut a la contracció del material: el material surt de l'extrusor a una temperatura molt alta, al voltant dels 250 °C, i xoca contra el llit que està a uns 90 °C, i es refreda creant una contracció. L'ABS es contrau molt més que altres materials, per això s'escalfa tant el llit. En la figura següent es veu un exemple.



Figura 18: Exemple de "warping"

Per minimitzar aquest problema, és molt important que la impressora estigui ben calibrada i utilitzar una laca pel cabell d'efecte fort, per millorar l'adhesió de la peça.

5.1.2 Excés de material (EM)

S'ha de vigilar de no imprimir amb molt d'excés de material per no deformar la peça. Aquest va esser un dels problemes que es van tenir per imprimir les provetes de tipus II. El motiu podria ser degut a l'algoritme del programa tallador (Slic3r). A la figura 19 es veu perfectament com queda com una rebava a la part central de la proveta.



Figura 19: Exemple d'excés de material

5.1.3 Delaminació (D)

Un altre dels problemes és l'aparició d'esquerdes en les peces per la separació de les capes impreses. Això sobretot passa quan s'imprimeixen peces altes, com és el cas de les provetes tipus III. A continuació, es veu un exemple:

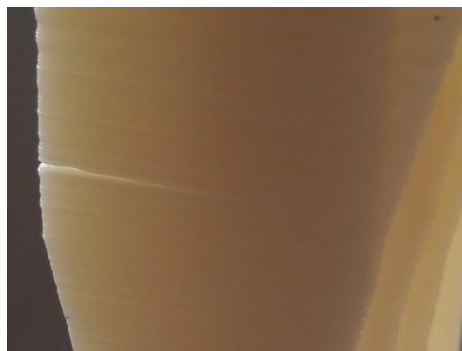


Figura 20: Exemple de delaminació.

Aquest fet es pot produir per varies causes:

- Mala adherència entre les capes.
- Tensions internes.
- Coeficients de dilatació tèrmica dels materials utilitzats.
- Corrents d'aire fred.
- Alguns paràmetres d'impressió com la temperatura i la velocitat d'extrusió poden no ser els més adequats.

5.1.4 Mal calibratge del llit (MCL)

El calibratge del llit calent és una de les tasques més importants a l'hora d'imprimir, ja que la qualitat de la peça depèn molt de que el llit estigui ben calibrat. Però al fer-ho manualment, fa que no sigui gens fàcil.

Si la distància de la "boquilla" al llit és més gran del que toca, això provoca l'efecte "warping" explicat anteriorment. En canvi, si la distància és més petita, el filament és més ample i provoca un excés de material, que deforma la peça. A la figura següent es veu un exemple.



Figura 21: Llit ben calibrat (Esquerra), Llit mal calibrat (Dreta)

5.2 Provetes tipus I

En aquest primer cas les línies són paral·leles entre si, però la direcció d'impressió és perpendicular a la direcció de càrrega, tal i com es veu a la figura següent:



Figura 22: Direcció d'impressió de les provetes tipus I.

Per imprimir aquest tipus de provetes, s'han orientat de manera que la direcció d'impressió coincideixi amb l'eix X, ja que el programa per defecte comença imprimint la primera capa en la direcció X i la següent en Y, i així successivament. Per imprimir la resta de capes bé, s'ha modificat el GCode manualment, perquè no hi ha cap opció que permeti canviar la direcció d'impressió. S'han substituït les capes parelles per una capa imparell que no sigui ni la primera ni l'última perquè són diferents.

S'han hagut de reduir els paràmetres de la faldilla, perquè sinó no hi cabia la peça. S'ha reduït el número de voltes a 2 i la distància al objecte a 1 mm.

5.2.1 Proves i resultats de la impressió

S'han fet diferents proves, primer amb ABS i després amb el filament reforçat amb fibra de carboni. A la taula següent es veuen els paràmetres utilitzats i els resultats.

| Prova | Filament | T extrusor 1 ^a capa/resta de c. | T llit 1 ^a capa/resta de c. | Multiplicador D'extrusió | Errors d'impressió |
|-------|----------|---|---|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | ABS | 248/248 | 75/70 | 1,10 | W |
| 2 | ABS | 248/248 | 85/80 | 1,10 | EM/MCL |
| 3 | 3DXMAX | 248/248 | 105/100 | 1,10 | EM |
| 4 | 3DXMAX | 248/248 | 105/100 | 1,05 | Cap error |

Taula 1: Proves per imprimir les provetes tipus I.

Per imprimir una proveta es tarda uns 30 minuts, però a més a més se l'hi ha de sumar el temps de preparació. Per reduir el temps total, s'han imprès les provetes de 5 en 5. De la primera fornada, una de les provetes es va desenganxar del llit, i s'ha hagut de tornar a imprimir una altra. En la figura següent es veuen les provetes impreses.



Figura 23: Resultats d'impressió de les provetes tipus I.

5.3 Provetes tipus II

En aquest segon cas les línies són paral·leles entre si, i la direcció d'impressió coincideix amb la direcció de càrrega, tal i com es veu a la figura 24.



Figura 24: Direcció d'impressió de les provetes tipus II.

Igual que en el cas anterior, per imprimir aquestes provetes s'han orientat de manera que la direcció d'impressió coincideixi amb l'eix X.

5.3.1 Proves i resultats de la impressió

Van haver molts problemes per imprimir aquest tipus de provetes degut a l'excés de material. S'han fet més de 15 proves per tal de donar amb la solució, però no hi hagut sort. Finalment, es va optar per modificar el Gcode i eliminar les línies de codi corresponents a la impressió de la línia central. En la taula següent es veuen les proves realitzades.

| Prova | Filament | T extrusor 1 ^a capa/resta de c. | T lit 1 ^a capa/resta de c. | Multiplicador D'extrusió | Amplitud d'extrusió 1 ^a capa | Velocitat dels perímetres | Error d'impressió |
|-------|----------|--|---|-----------------------------|---|---------------------------------|----------------------|
| 1 | ABS | 248/248 | 85/80 | 1,05 | 200 | 40 | W |
| 2 | ABS | 235/235 | 90/85 | 1,05 | 200 | 40 | MCL |
| 3 | ABS | 248/248 | 80/75 | 1,05 | 200 | 40 | Cap error |
| 4-7 | 3DXMAX | 248/248 | 105/100 | 1,05 | 200 | 40 | EM/MCL |
| 8 | 3DXMAX | 248/248 | 105/100 | 1,05 | 150 | 40 | EM/MCL/W |
| 9-11 | 3DXMAX | 248/248 | 105/100 | 1,05 | 150 | 40 | EM/W |
| 12-14 | 3DXMAX | 248/248 | 105/100 | 1,05 | 200 | 40 | EM/MCL/W |
| 15 | 3DXMAX | 248/248 | 105/100 | 1,05 | 200 | 50 | EM/W |
| 16 | 3DXMAX | 248/248 | 105/100 | 1,00 | 200 | 40 | EM/W |
| 17-19 | 3DXMAX | 248/248 | 105/100 | 1,00 | 200 | 40 | EM |

Taula 2: Proves per imprimir les provetes tipus II.

Per reduir els problemes de calibratge, s'han imprès les provetes de 2 en 2, i només s'ha calibrat la zona d'impressió de les provetes. En la figura següent es veuen les provetes impreses.



Figura 25: Resultats d'impressió de les provetes tipus II.

5.4 Provetes tipus III

En aquest darrer cas, la direcció de càrrega és perpendicular al llit, tal i com es veu a la figura següent:

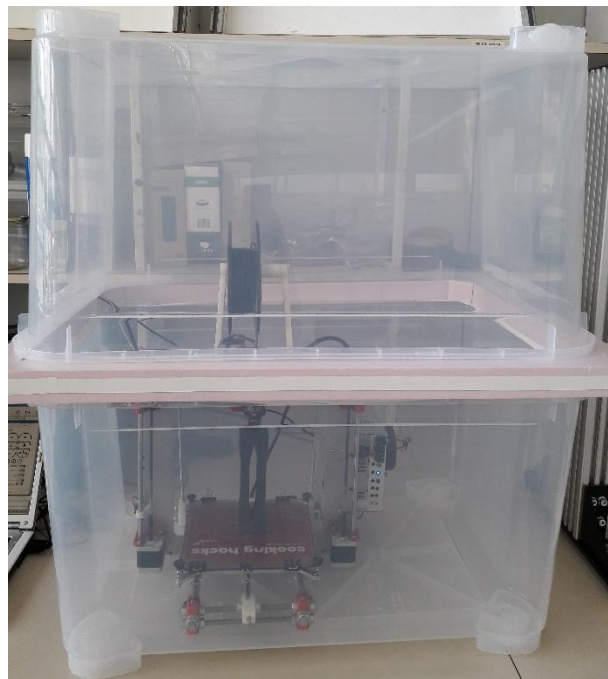


Figura 26: Muntatge i direcció per la impressió de les provetes tipus III.

Per tal d'evitar les corrents d'aire fred, i evitar el fenomen de la delaminació, s'havia de tancar la impressora. Llavors es va decidir utilitzar dues caixes, posades una sobre l'altra, i amb una capa d'espuma entremig, tal i com es veu a la figura anterior. D'aquesta manera també s'ha aconseguit augmentar la temperatura a l'interior fins als 38 °C, facilitant encara més l'adhesió

entre les capes. Però això també ha resultat un inconvenient, perquè l'electrònica no es refredava suficientment, i a mitja impressió el llit calent deixava d'escalfar, i es parava la impressora deixant la peça a mitges. Finalment, s'ha solucionat el problema instal·lant un ventilador nou per l'electrònica, i canviant la placa ramps 1.4.

5.4.1 Proves i resultats de la impressió

Per tal de donar estabilitat a les provetes, s'han imprès de 8 en 8. També se'ls hi afegit uns nervis a la part baixa i alta per donar més rigidesa al conjunt. Al fer les proves, s'ha vist que no en hi havia prou amb els nervis dels extrems, i se n'ha afegit d'altres al centre de les provetes. A la figura 27 és veu l'evolució del disseny del model. El temps d'impressió de les provetes era d'aproximadament 18 hores.

Un altre dels problemes amb el que s'ha trobat, va ser que l'amplitud d'extrusió era bastant gran, i degut a això les passades eren més poques i la peça no quedava totalment plena. A la figura 28 es pot apreciar el buit que queda al mig de la secció.

També hi hagut un problema amb la qualitat superficial de la peça, perquè quedaven com forats a la peça.

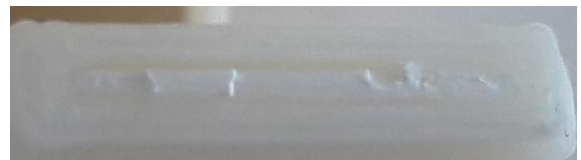


Figura 27: Evolució del model de provetes tipus III. Figura 28: Exemple de falta de material

A continuació, es veuen les proves efectuades.

| Prova | Filament | T extrusor 1ª capa/resta de c. | T llit 1ª capa/resta de c. | Amplitud d'extrusió per defecte | Velocitat dels perímetres | Velocitat dels p. externs | Errors d'impressió |
|-------|----------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | ABS | 248/248 | 95/90 | 100 | 40 | 25 | Falta Mat. M. Q. Superf. |
| 2 | ABS | 248/248 | 95/90 | 200 | 40 | 25 | M. Estabilitat M. Q. Superf. |
| 3 | ABS | 248/248 | 95/90 | 200 | 20 | 25 | Imp. Incomp. M. Q. Superf. |
| 4 | ABS | 248/248 | 95/90 | 200 | 30 | 25 | Imp. Incomp. M. Q. Superf. |
| 5 | ABS | 248/248 | 100/95 | 200 | 30 | 15 | Delaminació |
| 6 | ABS | 248/248 | 85/80 | 200 | 30 | 10 | Warping Imp. Incomp. |
| 7 | ABS | 248/248 | 105/90 | 200 | 30 | 10 | Delaminació |
| 8 | 3DXMAX | 248/248 | 105/85 | 200 | 30 | 15 | Imp. Incomp. |
| 9 | 3DXMAX | 248/248 | 105/85 | 200 | 30 | 15 | Cap Error |

Taula 3: Proves per imprimir les provetes tipus III.

Per falta de material, al final només s'han imprès 20 provetes, 8 de les quals eren de la prova 8 que no s'havien acabat d'imprimir del tot. Dos d'aquestes provetes es van trencar durant el procés de retirada dels nervis. Al final només varen quedar 18 provetes. A la figura següent es veuen els resultats de la impressió.



Figura 29: Resultats d'impressió de les provetes tipus III.

6 TRACTAMENT SUPERFICIAL AMB ACETONA

El tractament superficial de vapor d'acetona és un mètode popular per aconseguir una superfície llisa i brillant. La base de l'idea és que l'acetona fon l'ABS trencant els enllaços secundaris entre les cadenes de polímer ABS. D'aquesta manera, les cadenes són capaços de desplaçar-se entre elles i passar a posicions més estables. En aquest projecte s'ha estudiat com afecta aquest tractament a les propietats mecàniques.

Com que l'acetona en forma líquida podria destruir les provetes, s'ha fet servir vapor d'acetona, que només actua superficialment, i no penetra gaire en aquest cas. A continuació, es descriurà el procés pas a pas.

L'equipament consisteix en un parell de llaunes d'acer zincat, ja que les provetes són bastant grans i no en hi ha prou amb una llauna. Com que el vapor d'acetona és més pesat que l'aire, s'ha instal·lat un ventilador a l'interior del pot per fer circular el vapor d'acetona. S'utilitzaran unes grapes per subjectar les provetes. També es farà servir un tros de plàstic per evitar que les provetes quedin enganxades a les grapes. S'utilitzarà paper de cuina per absorbir l'acetona, i es fixarà a les parets de les llaunes mitjançant un filferro en forma d'espiral. Un cop introduïdes les provetes a dins dels pots, s'enganxen aquests amb cinta aïllant per evitar fugues. En la figura següent es veu el procés i l'equip utilitzat. Per agilitzar el procés, s'han tractat dues provetes simultàniament.

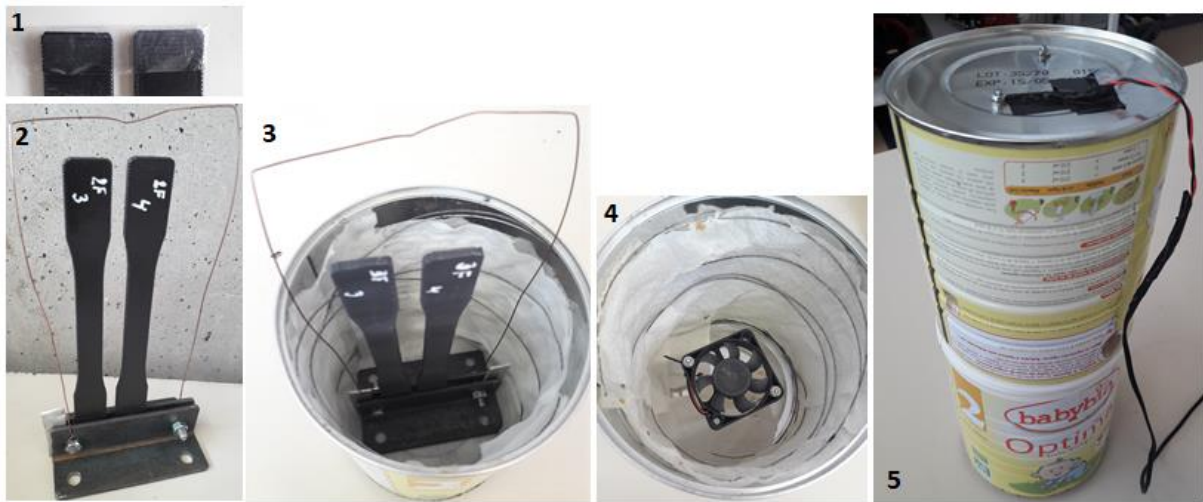


Figura 30: Procés i equip utilitzat pel tractament superficial d'acetona.

Després de fer diferents proves, i provar diferents temps de tractament, s'ha vist que si es deixa la proveta més de 30 minuts, aquesta es deforma. Per la qual cosa, s'ha decidit fer el tractament durant 15 i 30 min. A la figura següent, s'aprecia l'acabat de les provetes un cop tractades, donant-los aquest toc més brillant i llis.



Figura 31: Provetes tipus I tractades durant 30 min.

També s'ha comprovat que les provetes guanyen pes després del tractament. A la taula següent es veu un resum de la mitjana de pes guanyat en forma de percentatge segons el tipus de provetes i la durada del tractament. Es veu que les que guanyen més pes són les

provetes tipus III, i és lògic ja que són les que tenen més forats i mal acabat superficial. També es pot veure que el percentatge de pes guanyat és proporcional al temps de tractament.

| Provetes | Percentatge pes guanyat |
|---------------|-------------------------|
| Tipus I 15' | 1,85 |
| Tipus I 30' | 2,55 |
| Tipus II 15' | 2,03 |
| Tipus II 30' | 3,34 |
| Tipus III 15' | 2,89 |
| Tipus III 30' | 4,91 |

Taula 4: Percentatge de pes guanyat segons el tipus de proveta i la durada del tractament.

6.1 Comportament de les fibres

Per veure si les fibres han patit algun canvi després del tractament, s'han analitzat les provetes abans i després del tractament. Per fer-ho, s'ha fet servir un microscopi digital amb una resolució acceptable.

A la figura següent, es compara la secció d'una proveta tipus I sense tractament d'acetona i una altra tractada durant 30 minuts. A la proveta tractada es veu com s'ha fos el material deixant una superfície uniforme. També s'aprecien unes petites marques circulars de color més fosc, es creu que podrien ser aire, si fos així, això afectaria molt les propietats mecàniques de la peça. També crida l'atenció com s'han arrodonit les arestes.



Figura 32: Comparació d'una proveta tipus I sense tractar (esquerra) i una tractada (dreta).

7 ASSAIG DE RESISTÈNCIA A LA TRACCIÓ

Per fer l'assaig de resistència a la tracció, s'han seguit els principis de la norma ASTM D638-10. En primer lloc, es marquen tres seccions sobre la proveta a una certa distància, i es mesura el gruix i l'amplada amb un micròmetre. Després es lima i es neteja la zona central, on posteriorment s'enganxarà la galga. Un cop s'enganxa la galga, se l'hi solda el connector per llegir les dades. Per a la prova, s'ha utilitzat la màquina MTS Insight (Electromecànica - 100 kN Longitud estàndard). Amb la galga s'ha mesurat la deformació transversal i poder obtenir el coeficient de Poissons. I per mesurar la deformació axial s'ha utilitzat un extensòmetre biaxial. S'han realitzat les proves a una velocitat de 2 mm/min i s'han assajat en total 45 provetes (5 de cada tipus). A la figura següent es veu el muntatge.



Figura 33: Muntatge de la proveta.

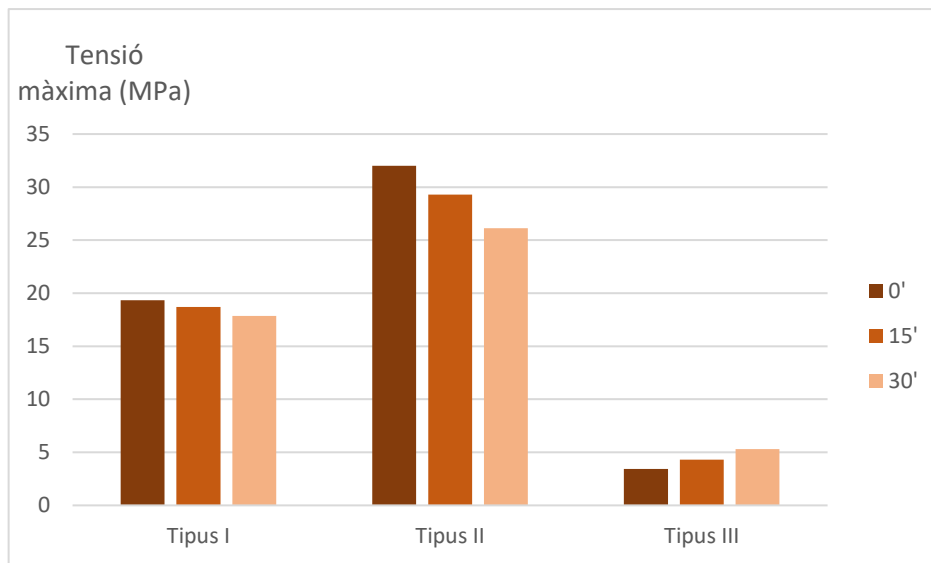
A partir de la prova de resistència a la tracció, es poden obtenir els següents paràmetres.

- Força axial final [N]
- Tensió màxima [MPa]
- Resistència a la tracció [MPa]
- Mòdul de Young [GPa]
- Coeficient de Poisson [-]
- Deformació a la ruptura [%]

Els informes dels resultats es poden trobar a l'annex A.

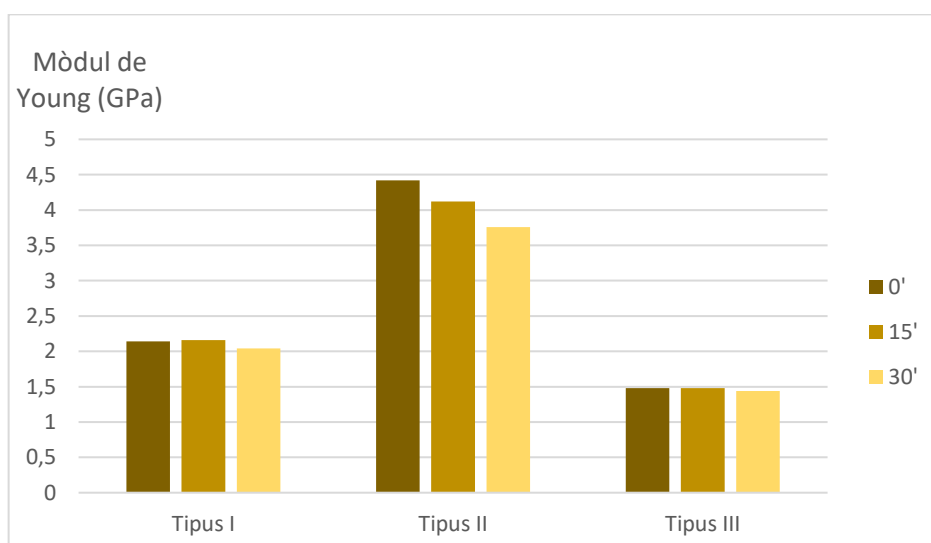
7.1 Comparació de la tensió màxima

Per comparar els resultats, s'ha creat el diagrama de barres següent.



Amb els resultats obtinguts, es veu clarament que les provetes de tipus II són les que tenen una major tensió màxima, i això és perquè la direcció d'impressió i de càrrega coincideixen. Segons el fabricant, la tensió màxima del material és de 36 MPa, molt similar a l'obtinguda amb el tipus II. En últim lloc hi ha les provetes de tipus III, ja que són les més propenses a patir una delaminació degut a la propagació d'una esquerda. Pel que fa al tractament d'acetona, veiem que en el cas de les provetes de tipus I i II, la tensió màxima tendeix a empitjorar, en canvi per les provetes de tipus III millora, perquè l'acetona provoca el tancament dels forats, deixant una superfície més homogènia, i d'aquesta manera costa bastant més que trenqui la peça.

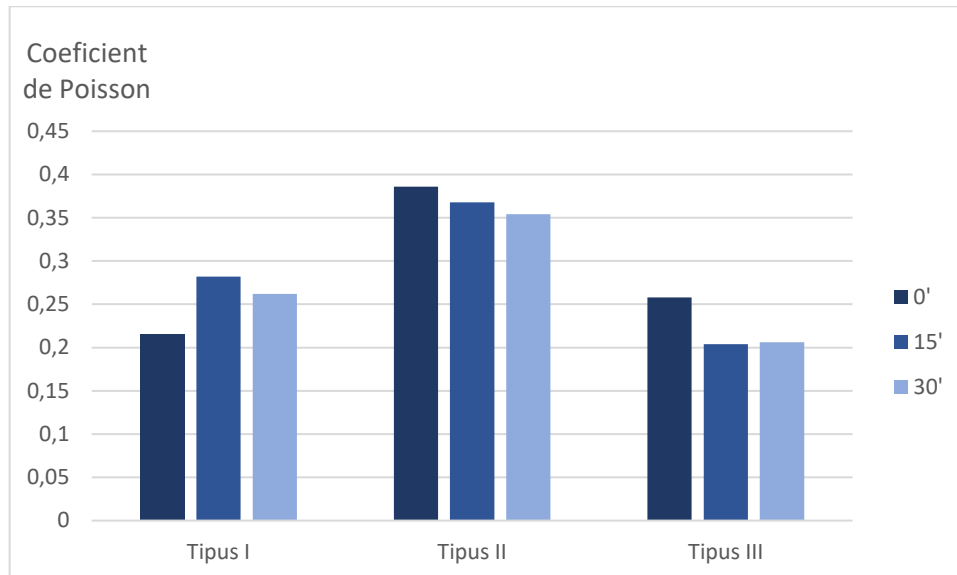
7.2 Comparació del mòdul de Young



Pel que fa al mòdul de Young, veiem que les provetes de tipus II tenen un mòdul d'elasticitat el doble de gran que la resta de provetes, i supera el valor del fabricant, que és de 3,46 GPa.

Respecte el tractament d'acetona, es veu que en el cas de les provetes tipus II, empitjora una mica el mòdul de Young, en canvi la resta es mantenen força igual.

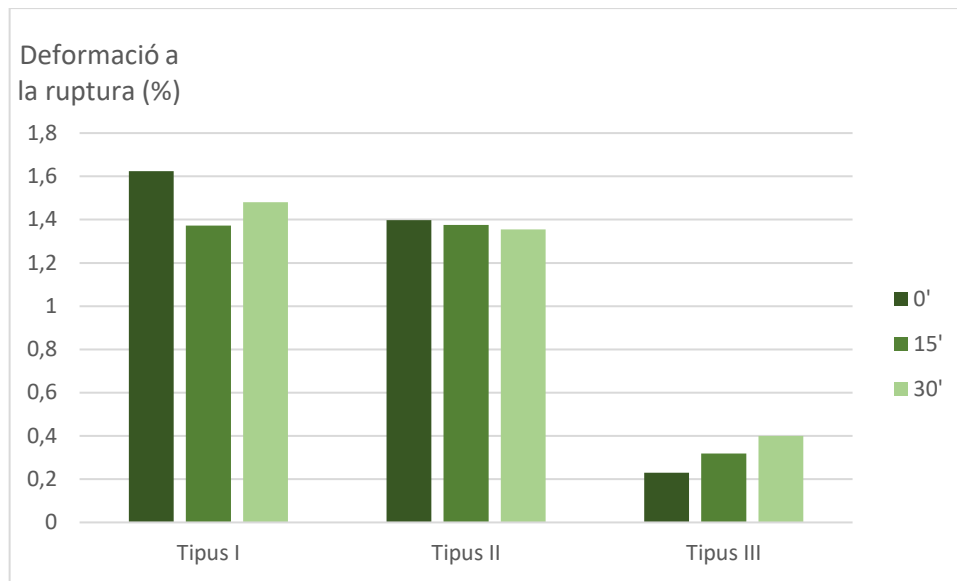
7.3 Comparació del coeficient de Poisson



En quant al coeficient de Poisson, es pot veure que el tractament d'acetona tendeix a empitjorar-lo en els tres casos. També com era d'esperar, les provetes de tipus II, són les que tenen un coeficient de Poisson més alt, ja que al coincidir la direcció de càrrega amb la d'impressió, la peça tendeix a estirar-se més longitudinalment, i s'aprima més en les direccions perpendiculars a la d'estirament.

No es poden comparar els resultats obtinguts, amb els del fabricant, perquè no té el coeficient de Poisson del material.

7.4 Comparació de la deformació a la ruptura



Per últim, la deformació a la ruptura varia per cada cas. Per les provetes de tipus I empitjora, i per les del tipus II es manté força igual, en canvi per les provetes de tipus III millora. Segons el fabricant, la deformació a la ruptura del material és de 1,75, una mica superior als resultats obtinguts.

En general, les provetes tipus II són les que tenen millors propietats mecàniques, seguides per les de tipus I, i en últim lloc les de tipus III. Cal indicar també, que el tractament de vapor d'acetona empitjora les propietats mecàniques de les provetes tipus I i II, i millora una mica les del tipus III.

En quant als resultats de les proves, es poden donar per vàlids ja que són força semblants als valors del fabricant.

7.5 Anàlisi dels resultats

Veient que els resultats obtinguts, difereixen una mica dels esperats, s'ha fet un anàlisi de les causes que els podrien haver afectat.

En el cas de les provetes tipus I s'esperava que el tractament de vapor d'acetona milloraria les propietats mecàniques, però ha sigut al revés.

En quant a les provetes de tipus II, la diferencia dels resultats respecte els valors del fabricant, podrien ser deguts al no emplenament complet de la proveta, ja que es va eliminar la línia central. A la figura següent, es pot veure el forat que queda al mig de la peça. També s'observen puntets de color negre, ocasionats pel tractament de vapor d'acetona i que podrien ésser aire, i per tant empitjoraria encara més els resultats.

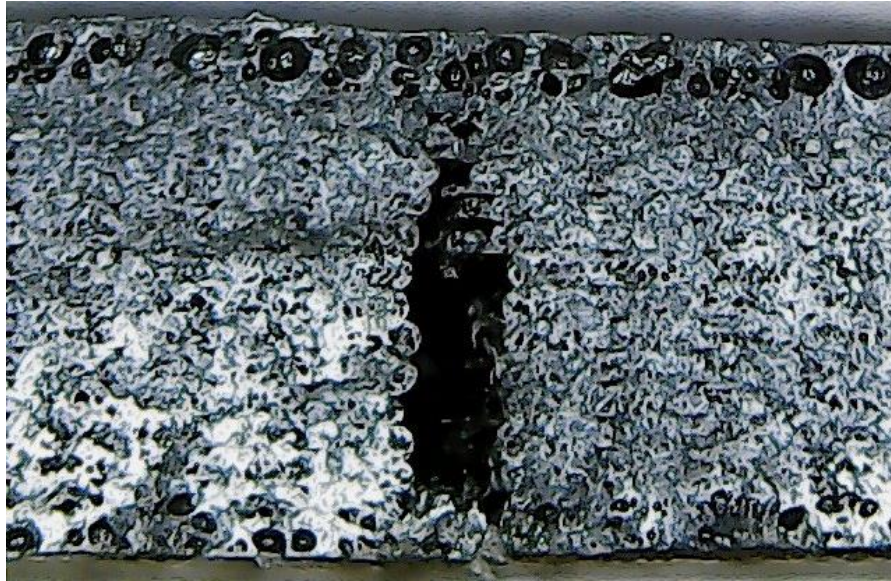


Figura 34: Imatge microscòpica d'una proveta tipus II tractada.

8 RESUM DEL PRESSUPOST

El cost total de confecció d'aquest projecte a falta d'IVA puja a l'import de 3.685,50 € (**TRES MIL SIS-CENTS VUITANTA-CINC EUROS AMB CINQUANTA CÈNTIMS**).

9 CONCLUSIONS

En aquest projecte s'han assolit tots els objectius següents:

- S'ha fet diferents proves per determinar la millor configuració per imprimir cada tipus de proveta tant amb ABS, com amb ABS reforçat amb fibra de carboni curta.
- S'ha hagut d'idear alguna forma per adaptar la impressora per imprimir les provetes de tipus III.
- S'han imprès totes les provetes.
- S'ha ideat el muntatge per tractar les provetes amb vapor d'acetona.
- S'han preparat i assajat les provetes segons la norma ASTM D638-10.
- S'ha caracteritzat el material, mitjançant l'obtenció de les propietats mecàniques d'aquest.

- I per últim, s'han analitzat els resultats obtinguts, i com afecta el tractament de vapor d'acetona a les propietats mecàniques de les peces.

En aquest document es proporciona tota la informació necessària sobre els paràmetres d'impressió per imprimir en ABS pur i reforçat amb fibra de carboni curta. També es proporcionen tots els resultats obtinguts en aquest projecte

Autor: Ilyass Saad.

10 RELACIÓ DE DOCUMENTS

DOCUMENT 1. MEMÒRIA I ANNEXOS

1. MEMÒRIA

2. ANNEXOS

A.- Resultats de l'assaig

DOCUMENT 2. PRESSUPOST

A.- Annex al pressupost

11 BIBLIOGRAFIA


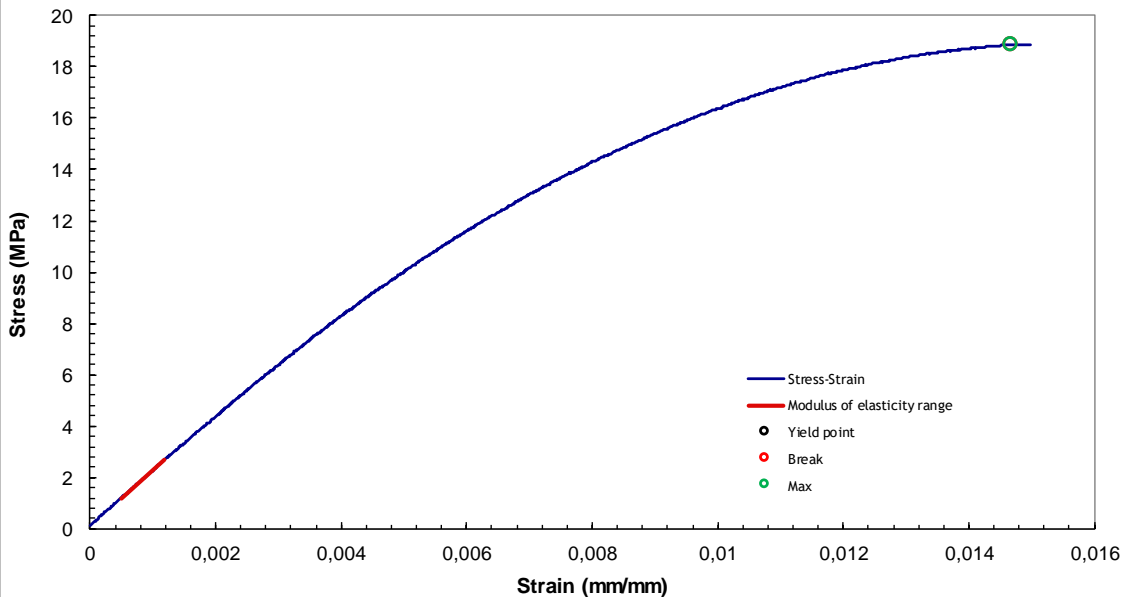
[1] https://www.researchgate.net/figure/266004240_fig1_Fig-1-Classification-of-Rapid-Prototyping-Techniques, 24 d'agost del 2017.



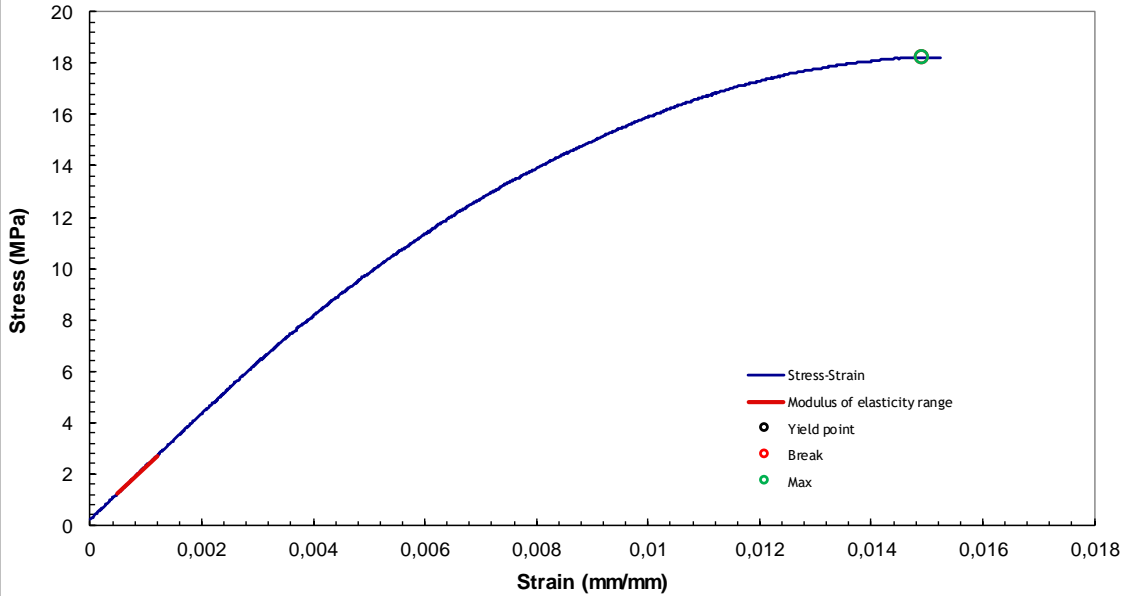
[2] <http://www.printerplayground.com/e3d-v6-hotend-full-kit-175mm-universal-direct>, 25 d'agost del 2017.



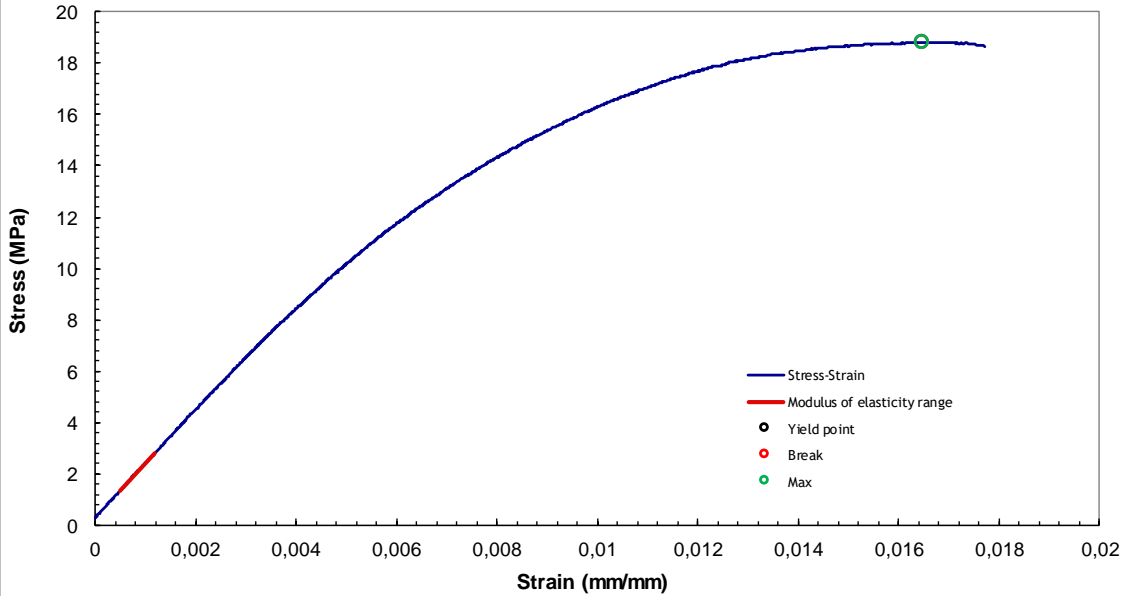
[3] <http://atlas3dstudio.com/2016/04/14/como-funciona-la-impresion-3d/>, 25 d'agost del 2017.



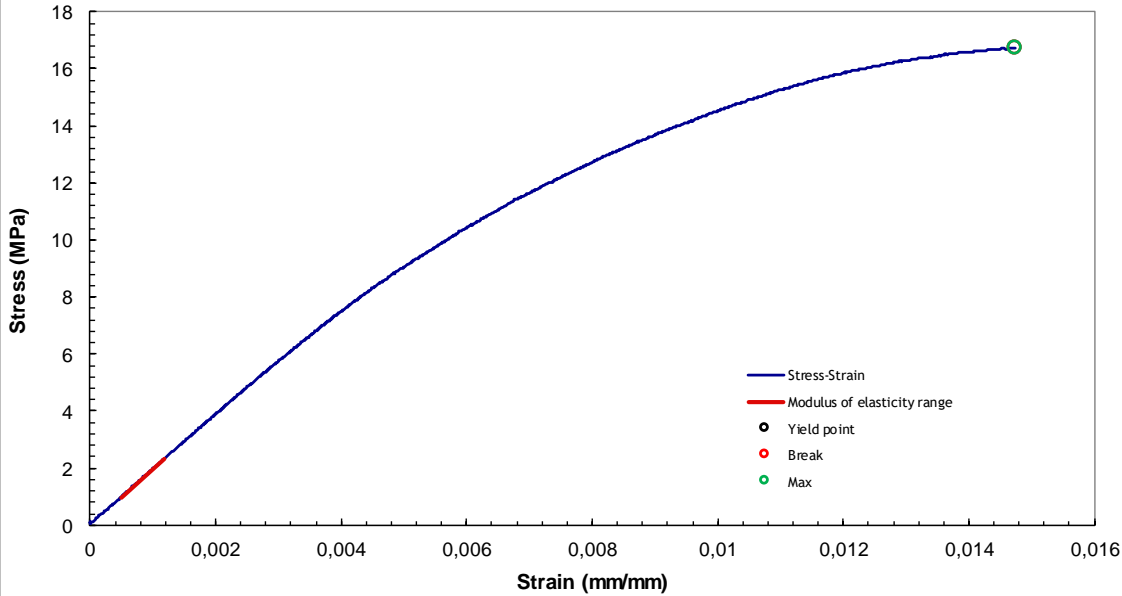
ANNEX A: RESULTATS DE L'ASSAIG



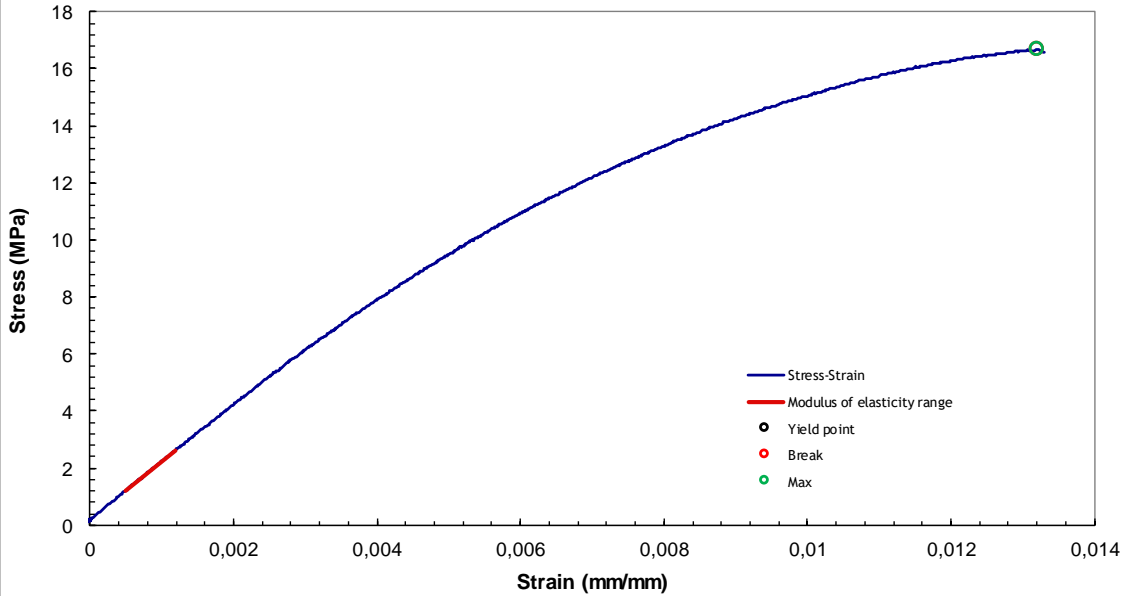
A.1 Informes dels resultats



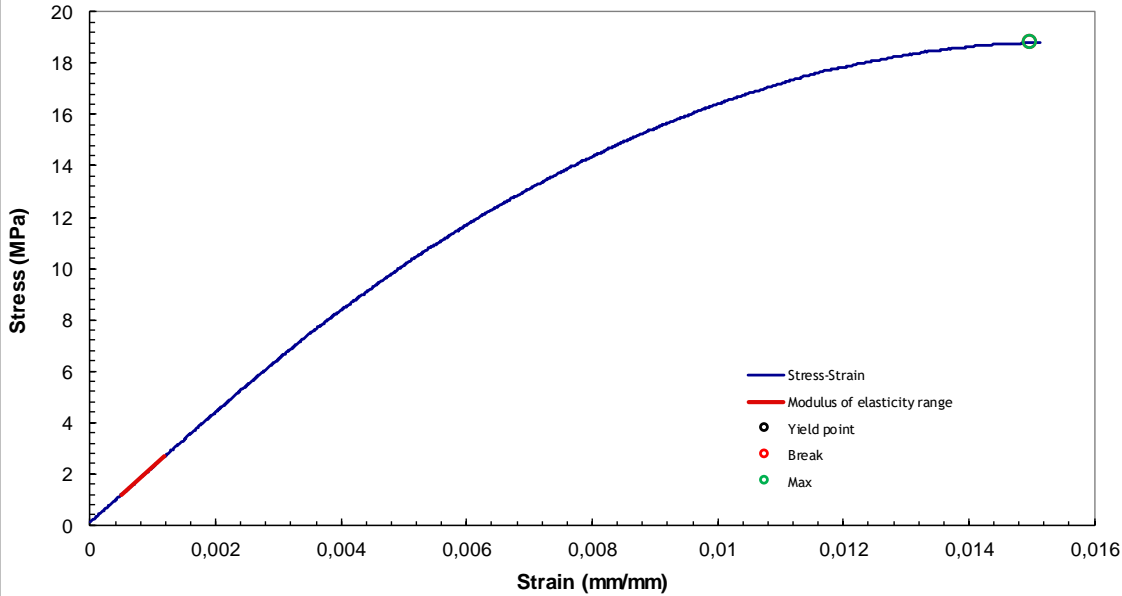
| | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|------------------|
|  | | Results Report | | External code: | IF-30-Y-1 | Page 1 of 1 | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: | | DPI | Internal code: | 17-1541 | Validation date: |
| | | | | | | | 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: | |
| | | | | | | - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | | | Date: | 28/07/2017 | Technicians: | |
| | | | | MCO | | | |
| Tool used: | | MICROMETRE/02 | MICROMETRE/02 | | | | |
| (mm) | | Width | Thickness | | | | |
| 1 | | 13,855 | 3,227 | | | | |
| 2 | | 13,770 | 3,259 | | | | |
| 3 | | 13,833 | 3,268 | | | | |
| Mean Width: | | 13,82 | Mean thickness: | 3,251 | Area: | 44,93 | mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | Specify: | | |
| | | | | - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | Dimension (mm): | | 3 | | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | | |
| | | - | | | | | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: | 17/08/2017 | Technicians: | |
| | | | | DPI | | | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 23,1 | Rel. Hum. (%): |
| | | | | | | | 51 |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | Soak time (min): |
| | | | | | | | - |
| Temperature measured by: | | - | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | | | Unit | | | |
| Tensile strength: | | 18,9 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 18,9 | | MPa | | Stress at yield: | |
| | | | | | | - | |
| Young Modulus: | | 2,1 | | GPa | | Strain range: | |
| | | | | | | 500 1200 | |
| Poisson ratio: | | 0,25 | | | | Strain range: | |
| | | | | | | 500 1200 | |
| Strain at break: | | 1,47 | | % | | Elongation at yield: | |
| | | | | | | - | |
| Date: | | 18/08/2017 | | Technician: | | DPI | |
| | | | | Data file: | | 17-1541.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |
| | | | | | | | |


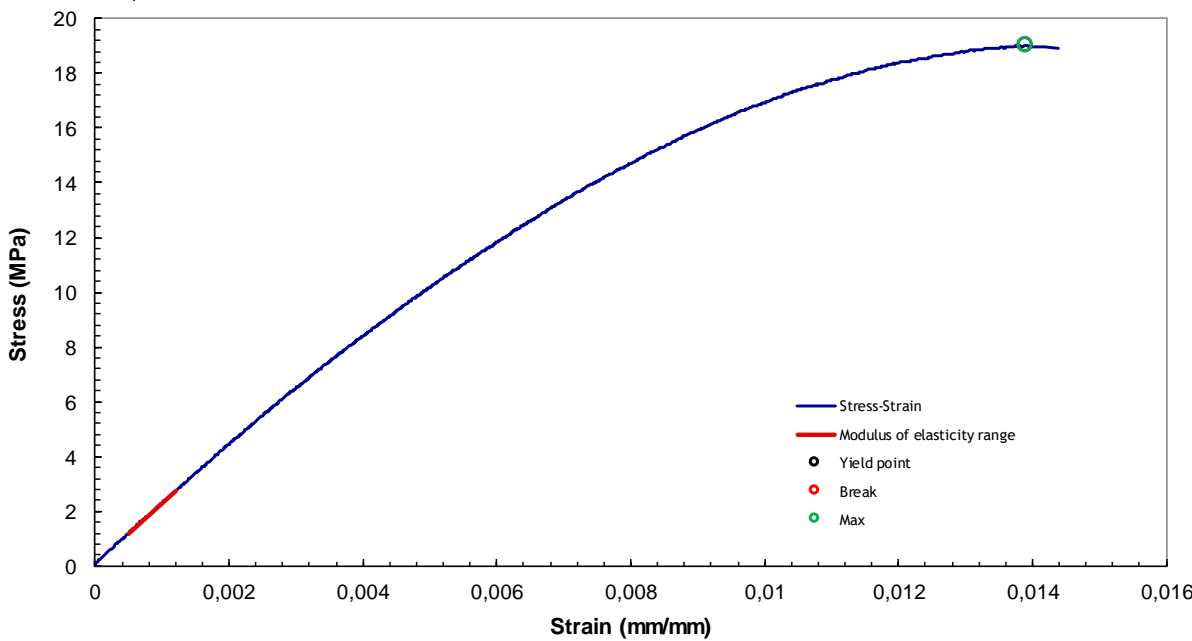
|  Results Report | | External code: | 1F-30-Y-2 |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1542 |
| Validated by: | | DPI | Validation date: 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | |
| Material Type: | - | | Batch: - |
| Manufacturer: | - | | Orientation: - |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/02 | MICROMETRE/02 | Date: 28/07/2017 |
| (mm) | Width | Thickness | Technicians: MCO |
| 1 | 13,896 | 3,263 |  |
| 2 | 13,893 | 3,261 | |
| 3 | 13,910 | 3,254 | |
| Mean Width: | 13,90 | Mean thickness: | 3,259 |
| | | Area: | 45,30 mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage |
| Gage types and number: | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - |
| TEST DATA | | | |
| | | Date: | 17/08/2017 |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 23,4 |
| Test Machine: | MTS Insight | Rel.Hum. (%): | 50 |
| Chamber: | - | Load Cell/Range: | 100 kN/100% |
| Temperature measured by: | - | Test temperature (°C): | RT |
| | | Soak time (min): | - |
| TENSILE TEST RESULTS | | | |
| | Result | Unit | |
| Tensile strength: | 18,2 | MPa | |
| Stress at break: | 18,2 | MPa | Stress at yield: - |
| Young Modulus: | 2,1 | GPa | Strain range: 500 1200 με |
| Poisson ratio: | 0,25 | | Strain range: 500 1200 με |
| Strain at break: | 1,49 | % | Elongation at yield: - |
| Date: | 18/08/2017 | Technician: | DPI |
| | | Data file: | 17-1542.txt |
| Stress - Strain plot: | | | |
|  | | | |
| COMMENTS | | | |
| | | | |



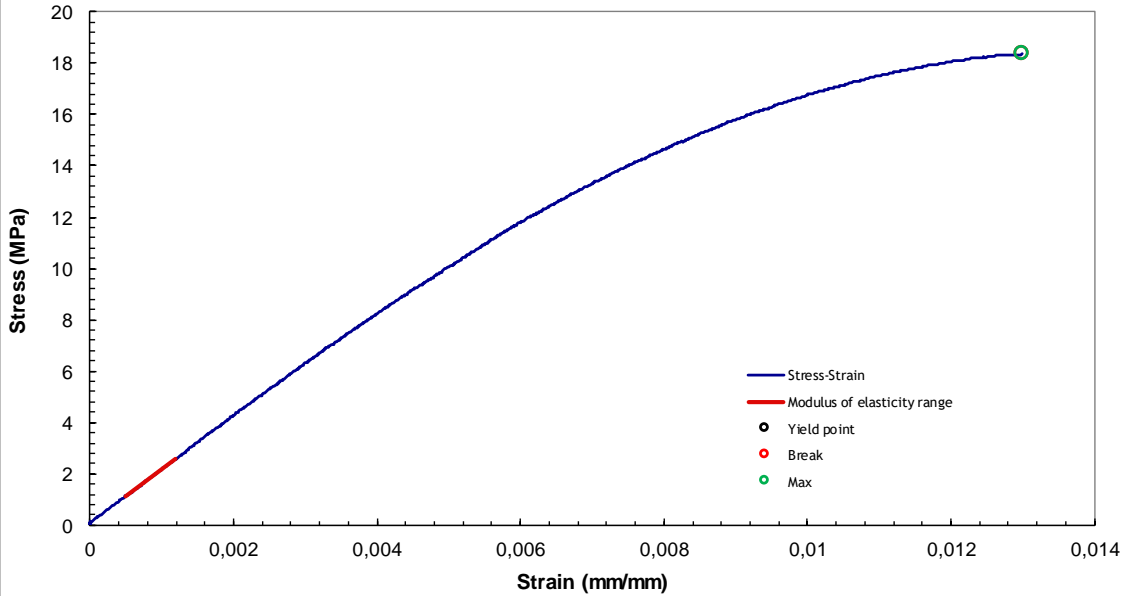
| | | | | | | | |
|---|--|---|--|-------------------------------------|--|--|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: 2F-30-Y-2 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1544 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: DPI | | Batch: - | | | |
| Manufacturer: - | | Orientation: - | | Orientation: - | | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| Tool used: MICROMETRE/02 | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | | | |
| (mm) | | Width | | Thickness | |  | |
| 1 | | 13,920 | | 3,206 | | | |
| 2 | | 13,886 | | 3,196 | | | |
| 3 | | 13,923 | | 3,178 | | | |
| Mean Width: | | 13,91 | | Mean thickness: | | 3,193 | |
| Area: | | 44,42 | | mm ² | | | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | | | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage | | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: - | | | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| Date: | | 17/08/2017 | | Technicians: | | DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 23,4 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | Soak time (min): | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 18,8 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 18,8 | | Stress at yield: | | - | |
| Young Modulus: | | 2,1 | | MPa | | MPa | |
| Poisson ratio: | | 0,26 | | Strain range: | | 500 1200 | |
| Strain at break: | | 1,65 | | GPa | | με | |
| Date: | | 19/08/2017 | | Strain range: | | 500 1200 | |
| Technician: | | DPI | | Elongation at yield: | | - | |
| Data file: | | 17-1544.txt | | | | | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |



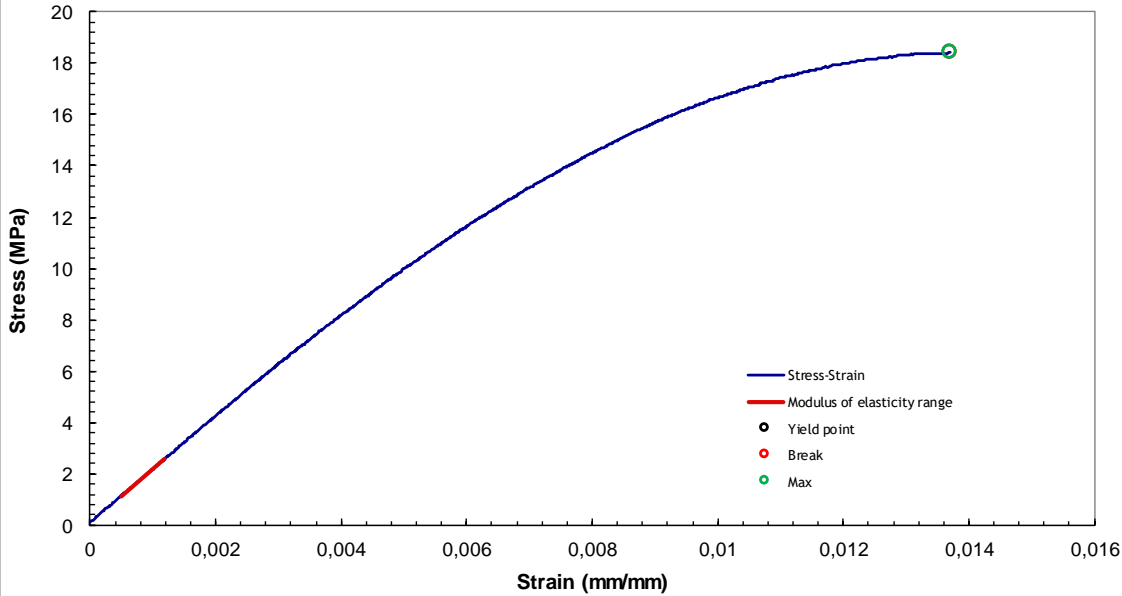
|  Results Report | | External code: | 3F-30-Y-1 |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1545 |
| Validated by: | | DPI | Validation date: 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | |
| Material Type: | - | | Batch: - |
| Manufacturer: | - | | Orientation: - |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/02 | MICROMETRE/02 | Date: 28/07/2017 |
| (mm) | Width | Thickness | Technicians: MCO |
| 1 | 13,716 | 3,276 |  |
| 2 | 13,701 | 3,324 | |
| 3 | 13,723 | 3,344 | |
| Mean Width: | 13,71 | Mean thickness: | 3,315 |
| Area: | | 45,46 mm ² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage |
| Gage types and number: | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - |
| TEST DATA | | | |
| Date: | 17/08/2017 | | Technicians: DPI |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 23,2 |
| Test Machine: | MTS Insight | Load Cell/Range: | 100 kN/100% |
| Chamber: | - | Test temperature (°C): | RT |
| Temperature measured by: | Soak time (min): - | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | |
| Result | | Unit | |
| Tensile strength: | 16,7 | MPa | |
| Stress at break: | 16,7 | MPa | |
| Young Modulus: | 1,9 | GPa | |
| Poisson ratio: | 0,28 | % | |
| Strain at break: | 1,47 | % | |
| Date: | 19/08/2017 | Technician: | DPI |
| Data file: | | 17-1545.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | |
|  | | | |
| COMMENTS | | | |



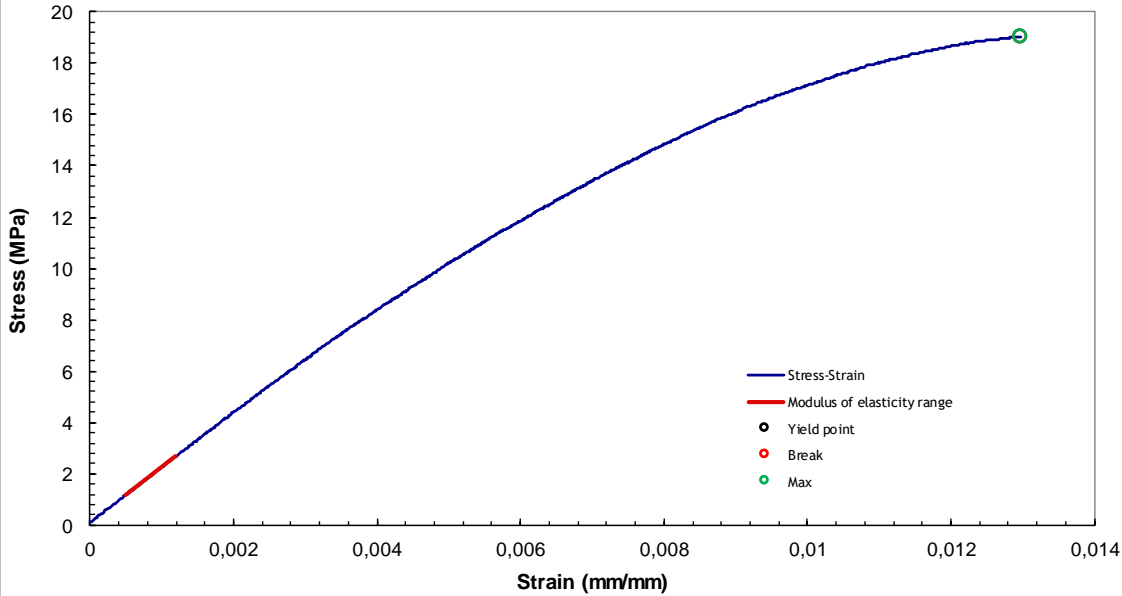
|  Results Report | | External code: | 3F-30-Y-2 |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1546 |
| Validated by: | | DPI | Validation date: 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | |
| Material Type: | - | | Batch: - |
| Manufacturer: | - | | Orientation: - |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/02 | MICROMETRE/02 | Date: 28/07/2017 |
| | | | Technicians: MCO |
| (mm) | Width | Thickness |  |
| 1 | 13,748 | 3,259 | |
| 2 | 13,763 | 3,284 | |
| 3 | 13,798 | 3,283 | |
| Mean Width: | 13,77 | Mean thickness: | 3,275 |
| | | Area: | 45,10 mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage |
| Gage types and number: | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - |
| TEST DATA | | | |
| | | Date: | 17/08/2017 |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 23,4 |
| Test Machine: | MTS Insight | Rel. Hum. (%): | 50 |
| Chamber: | - | Load Cell/Range: | 100 kN/100% |
| Temperature measured by: | - | Test temperature (°C): | RT |
| | | Soak time (min): | - |
| TENSILE TEST RESULTS | | | |
| | Result | Unit | |
| Tensile strength: | 16,7 | MPa | |
| Stress at break: | 16,7 | MPa | Stress at yield: - |
| Young Modulus: | 2,0 | GPa | MPa |
| Poisson ratio: | 0,27 | | Strain range: 500 1200 με |
| Strain at break: | 1,32 | % | Strain range: 500 1200 με |
| Date: | 19/08/2017 | Technician: | DPI |
| | | Data file: | 17-1546.txt |
| Stress - Strain plot: | | | |
|  | | | |
| COMMENTS | | | |
| | | | |



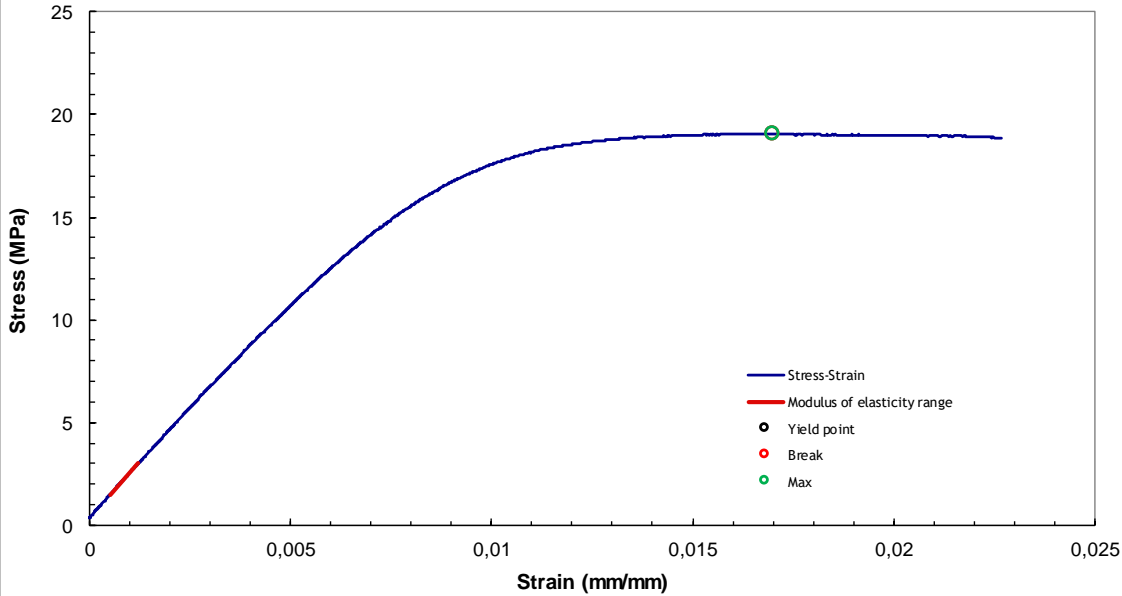
|  Results Report | | External code: | 1F-15-Y-1 |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1549 |
| Validated by: | | DPI | Validation date: 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | |
| Material Type: | - | | Batch: - |
| Manufacturer: | - | | Orientation: - |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/04 | MICROMETRE/04 | Date: 28/07/2017 |
| (mm) | Width | Thickness | Technicians: MCO |
| 1 | 13,905 | 3,218 |  |
| 2 | 13,863 | 3,244 | |
| 3 | 13,887 | 3,229 | |
| Mean Width: | 13,89 | Mean thickness: | 3,230 |
| Area: | 44,85 | | mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage |
| Gage types and number: | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - |
| TEST DATA | | | |
| Date: | 17/08/2017 | | Technicians: DPI |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 23,5 |
| Test Machine: | MTS Insight | Load Cell/Range: | 100 kN/100% |
| Chamber: | - | Test temperature (°C): | RT |
| Temperature measured by: | Soak time (min): - | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | |
| Result | | Unit | |
| Tensile strength: | 18,8 | MPa | |
| Stress at break: | 18,8 | MPa | |
| Young Modulus: | 2,2 | GPa | |
| Poisson ratio: | 0,27 | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | 1,50 | Strain range: 500 1200 με | |
| Date: | 19/08/2017 | Technician: | DPI |
| | | Data file: | 17-1549.txt |
| Stress - Strain plot: | | | |
|  | | | |
| COMMENTS | | | |



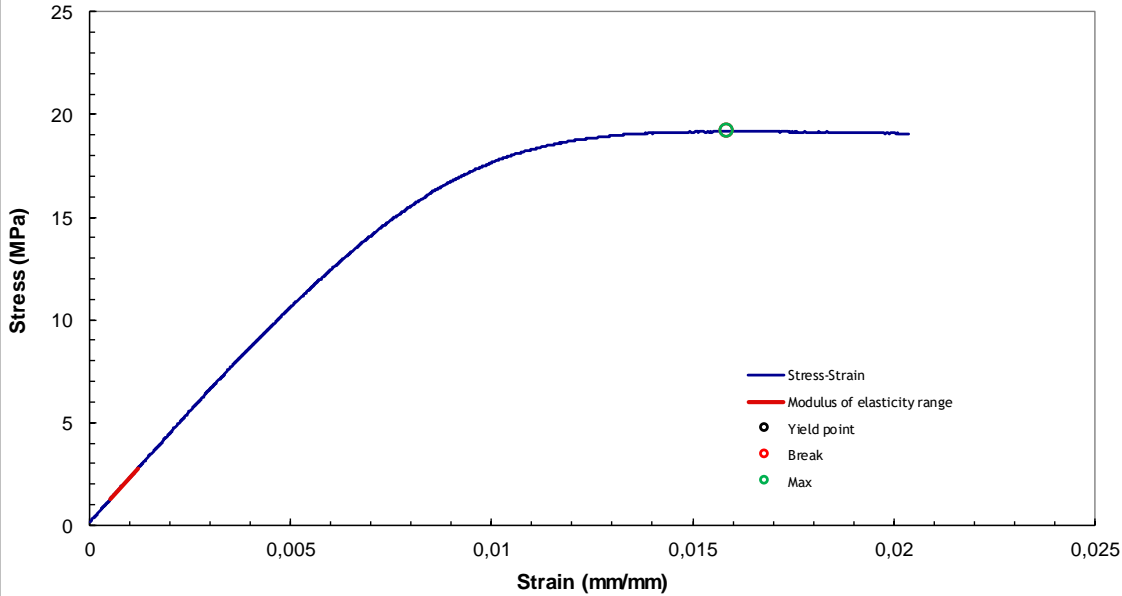
| | | | | | | | |
|--|--|---|--|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: 2F-15-Y-4 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1551 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/04 | | MICROMETRE/04 | | | |
| (mm) | | Width | | Thickness | | | |
| 1 | | 13,997 | | 3,145 | | | |
| 2 | | 13,919 | | 3,122 | | | |
| 3 | | 13,974 | | 3,135 | | | |
| Mean Width: | | 13,96 | | Mean thickness: | | 3,134 | |
| | | | | Area: | | 43,76 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: - | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | | | | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 23,4 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | Soak time (min): | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 19,0 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 19,0 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | |
| Young Modulus: | | 2,2 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,27 | | | | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | | 1,39 | | % | | Elongation at yield: - % | |
| Date: 19/08/2017 | | Technician: DPI | | Data file: 17-1551.txt | | | |
| Stress - Strain plot:  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |



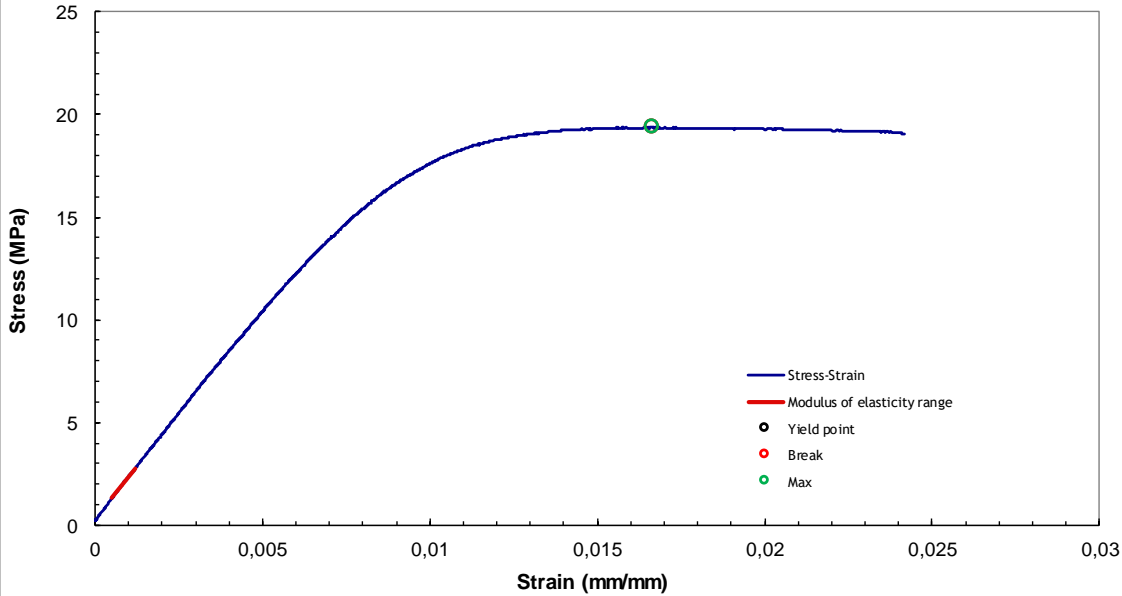
|  Results Report | | External code: | 3F-15-Y-3 | | | | |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|------------------|--------------|-----------------|---|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1552 | | | | |
| Validated by: | | DPI | Validation date: | 02/06/2017 | | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | - | | | Batch: | - | | |
| Manufacturer: | - | | | Orientation: | - | | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/04 | MICROMETRE/04 | Date: | 28/07/2017 | Technicians: | MCO | |
| (mm) | Width | Thickness |  | | | | |
| 1 | 13,740 | 3,168 | | | | | |
| 2 | 13,719 | 3,192 | | | | | |
| 3 | 13,784 | 3,187 | | | | | |
| Mean Width: | 13,75 | Mean thickness: | 3,182 | Area: | 43,75 | mm ² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | | YES | Specify: | - |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage | | | | |
| Gage types and number: | SG02 | | | | | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 | | | | |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - | | | | |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - | | | | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 23,3 | Technicians: | DPI | | |
| Test Machine: | MTS Insight | Load Cell/Range: | 100 kN/100% | | | | |
| Chamber: | - | Test temperature (°C): | RT | Soak time (min): | - | | |
| Temperature measured by: | - | | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| | Result | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | 18,3 | MPa | | | | | |
| Stress at break: | 18,3 | MPa | Stress at yield: | - | MPa | | |
| Young Modulus: | 2,1 | GPa | Strain range: | 500 | 1200 | µε | |
| Poisson ratio: | 0,29 | | Strain range: | 500 | 1200 | µε | |
| Strain at break: | 1,30 | % | Elongation at yield: | - | | | |
| Date: | 20/08/2017 | Technician: | DPI | Data file: | 17-1552.txt | | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |
| | | | | | | | |



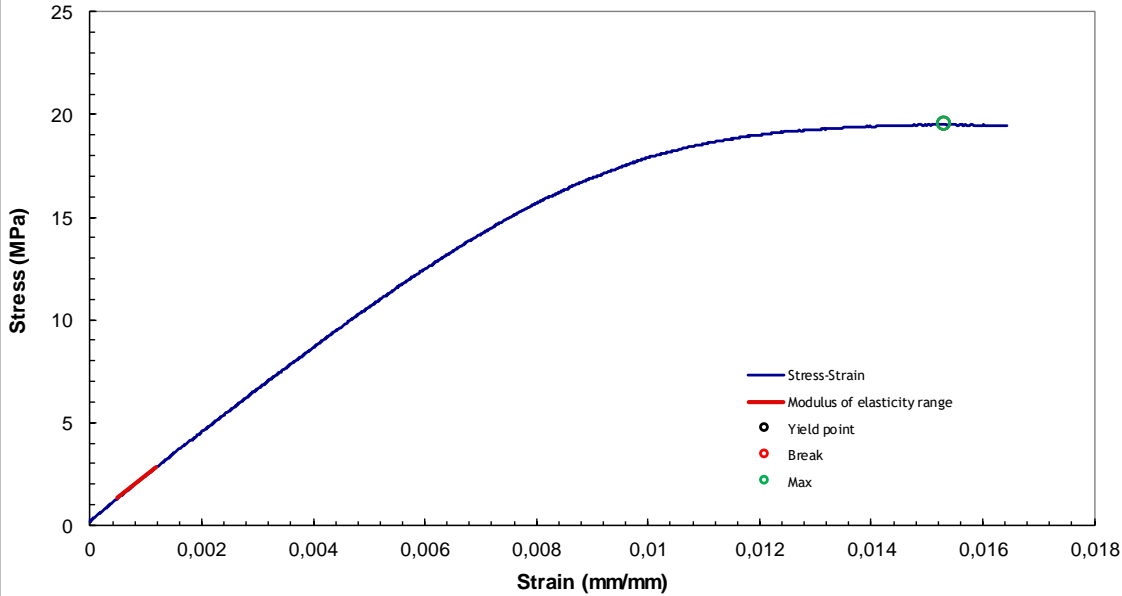
|  Results Report | | External code: | 3F-15-Y-4 | | | |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|------------------|--------------|-----------------|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1553 | | | |
| Validated by: | | DPI | Validation date: | 02/06/2017 | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | |
| Material Type: | - | | | Batch: | - | |
| Manufacturer: | - | | | Orientation: | - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/04 | MICROMETRE/04 | Date: | 28/07/2017 | Technicians: | MCO |
| (mm) | Width | Thickness |  | | | |
| 1 | 13,881 | 3,139 | | | | |
| 2 | 13,851 | 3,162 | | | | |
| 3 | 13,840 | 3,161 | | | | |
| Mean Width: | 13,86 | Mean thickness: | 3,154 | Area: | 43,71 | mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | YES | Specify: | - | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage | | | |
| Gage types and number: | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 | | | |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - | | | |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - | | | |
| TEST DATA | | | | | | |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 25,5 | Rel. Hum. (%): | 50 | |
| Test Machine: | MTS Insight | Load Cell/Range: | 100 kN/100% | | | |
| Chamber: | - | Test temperature (°C): | RT | Soak time (min): | - | |
| Temperature measured by: | - | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | |
| | Result | Unit | | | | |
| Tensile strength: | 18,4 | MPa | | | | |
| Stress at break: | 18,4 | MPa | Stress at yield: | - | MPa | |
| Young Modulus: | 2,1 | GPa | Strain range: | 500 | 1200 | µε |
| Poisson ratio: | 0,29 | | Strain range: | 500 | 1200 | µε |
| Strain at break: | 1,37 | % | Elongation at yield: | - | % | |
| Date: | 20/08/2017 | Technician: | DPI | Data file: | 17-1553.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | |
|  | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | |
| | | | | | | |



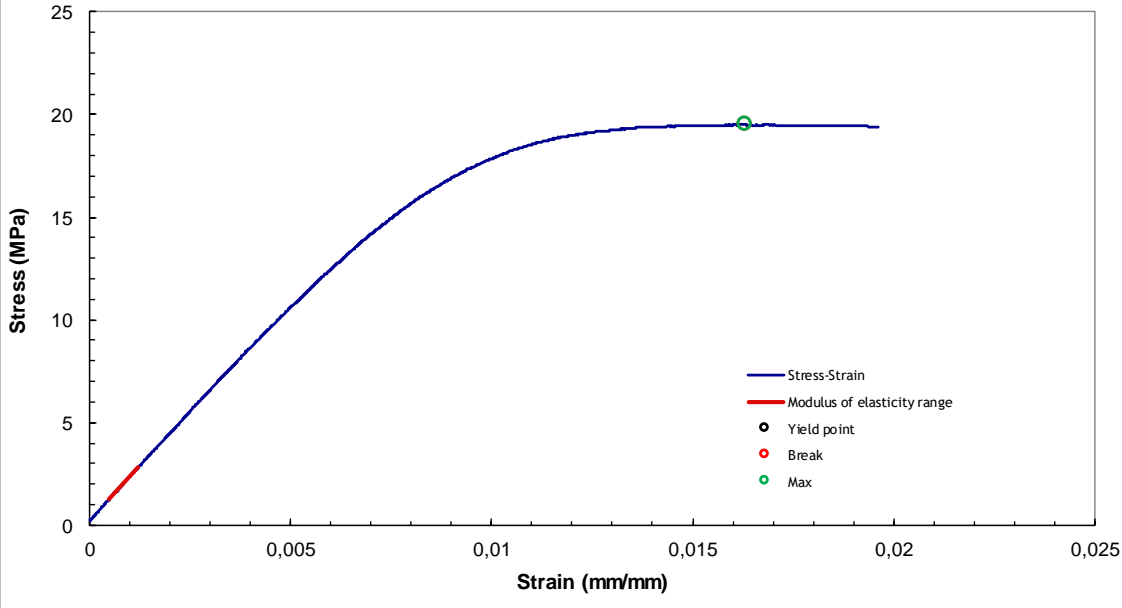
|  Results Report | | External code: | 5F-15-Y-3 |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1554 |
| Validated by: | | DPI | Validation date: 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | |
| Material Type: | - | | Batch: - |
| Manufacturer: | - | | Orientation: - |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/04 | MICROMETRE/04 | Date: 28/07/2017 |
| (mm) | Width | Thickness | Technicians: MCO |
| 1 | 13,774 | 3,146 |  |
| 2 | 13,789 | 3,140 | |
| 3 | 13,803 | 3,121 | |
| Mean Width: | 13,79 | Mean thickness: | 3,136 |
| | | Area: | 43,24 mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage |
| Gage types and number: | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - |
| TEST DATA | | | |
| | | Date: | 17/08/2017 |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 25,7 |
| Test Machine: | MTS Insight | Load Cell/Range: | 100 kN/100% |
| Chamber: | - | Test temperature (°C): | RT |
| Temperature measured by: | - | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | |
| | Result | Unit | |
| Tensile strength: | 19,0 | MPa | |
| Stress at break: | 19,0 | MPa | Stress at yield: - |
| Young Modulus: | 2,2 | GPa | Strain range: 500 1200 με |
| Poisson ratio: | 0,29 | | Strain range: 500 1200 με |
| Strain at break: | 1,30 | % | Elongation at yield: - |
| Date: | 20/08/2017 | Technician: | DPI |
| | | Data file: | 17-1554.txt |
| Stress - Strain plot: | | | |
|  | | | |
| COMMENTS | | | |
| | | | |



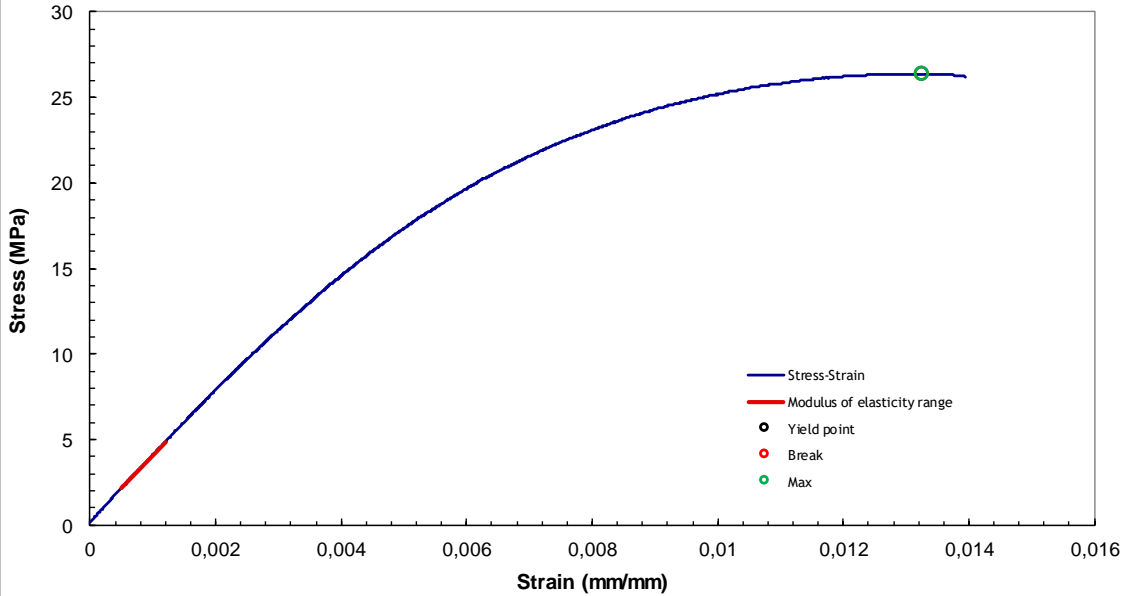
|  Results Report | | External code: | 2F-Y-5 |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1556 |
| Validated by: | | DPI | Validation date: 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | |
| Material Type: | - | | Batch: - |
| Manufacturer: | - | | Orientation: - |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/02 | MICROMETRE/02 | Date: 28/07/2017 |
| (mm) | Width | Thickness | Technicians: MCO |
| 1 | 14,084 | 3,195 |  |
| 2 | 14,037 | 3,195 | |
| 3 | 14,063 | 3,186 | |
| Mean Width: | 14,06 | Mean thickness: | 3,192 |
| Area: | 44,88 | | mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage |
| Gage types and number: | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - |
| TEST DATA | | | |
| Date: | 17/08/2017 | | Technicians: DPI |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 22,7 |
| Test Machine: | MTS Insight | Load Cell/Range: | 100 kN/100% |
| Chamber: | - | Test temperature (°C): | RT |
| Temperature measured by: | - | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | |
| Result | | Unit | |
| Tensile strength: | 19,1 | MPa | |
| Stress at break: | 19,1 | MPa | |
| Young Modulus: | 2,1 | GPa | |
| Poisson ratio: | 0,16 | % | |
| Strain at break: | 1,70 | % | |
| Date: | 20/08/2017 | Technician: | DPI |
| Data file: | 17-1556.txt | | |
| Stress - Strain plot: | | | |
|  | | | |
| COMMENTS | | | |



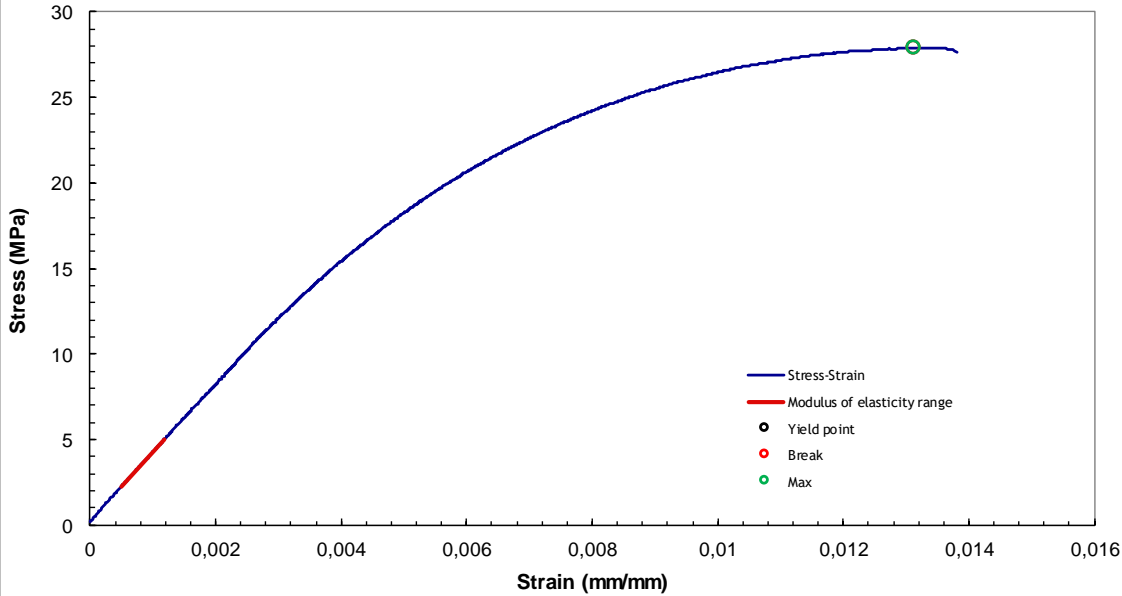
|  Results Report | | External code: | 3F-Y-5 | | |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|------------------|-----------------------|
| | | Internal code: | 17-1557 | | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: | DPI | | |
| | | Validation date: | 02/06/2017 | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | |
| Material Type: | - | | Batch: | - | |
| Manufacturer: | - | | Orientation: | - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/02 | MICROMETRE/02 | Date: | 28/07/2017 | |
| | | | Technicians: | MCO | |
| (mm) | Width | Thickness |  | | |
| 1 | 14,091 | 3,162 | | | |
| 2 | 14,024 | 3,160 | | | |
| 3 | 13,988 | 3,174 | | | |
| Mean Width: | 14,03 | Mean thickness: | 3,165 | Area: | 44,42 mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | YES | Specify: | - | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | SG02 | | | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 | | |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - | | |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - | | |
| TEST DATA | | | | | |
| | | Date: | 17/08/2017 | Technicians: | DPI |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 22,9 | Rel.Hum. (%): | 56 |
| Test Machine: | MTS Insight | Load Cell/Range: | 100 kN/100% | | |
| Chamber: | - | Test temperature (°C): | RT | Soak time (min): | - |
| Temperature measured by: | - | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | |
| | Result | Unit | | | |
| Tensile strength: | 19,2 | MPa | | | |
| Stress at break: | 19,2 | MPa | | | |
| Young Modulus: | 2,2 | GPa | | | |
| Poisson ratio: | 0,17 | | | | |
| Strain at break: | 1,59 | % | | | |
| Date: | 20/08/2017 | Technician: | DPI | Data file: | 17-1557.txt |
| Stress - Strain plot: | | | | | |
|  | | | | | |
| COMMENTS | | | | | |
| | | | | | |



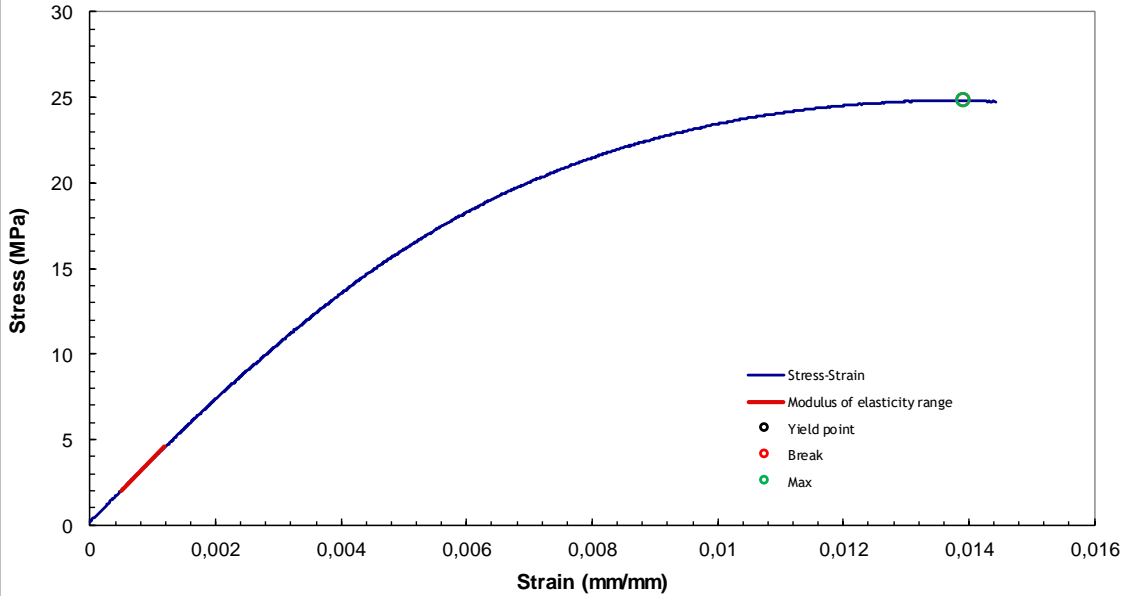
| | | | | | | | |
|---|--|---|--|-------------------------------------|--|--|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: 5F-Y-2 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1559 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: DPI | | | | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: - | | | | Batch: - | | | |
| Manufacturer: - | | | | Orientation: - | | | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| Tool used: MICROMETRE/02 | | MICROMETRE/02 | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | |
| (mm) | | Width | | Thickness | |  | |
| 1 | | 14,126 | | 3,139 | | | |
| 2 | | 14,098 | | 3,138 | | | |
| 3 | | 14,168 | | 3,150 | | | |
| Mean Width: | | 14,13 | | Mean thickness: | | 3,142 | |
| | | | | Area: | | 44,40 mm ² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES | | | | Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage | | | |
| Gage types and number: | | | | SG02 | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | | | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 23,1 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | | | Soak time (min): | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | | | Unit | | | |
| Tensile strength: | | 19,4 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 19,4 | | MPa | | Stress at yield: - | |
| Young Modulus: | | 2,1 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,22 | | | | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | | 1,67 | | % | | Elongation at yield: - | |
| Date: 20/08/2017 | | Technician: DPI | | Data file: 17-1559.txt | | | |
| <p>Stress - Strain plot:</p>  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |
| | | | | | | | |



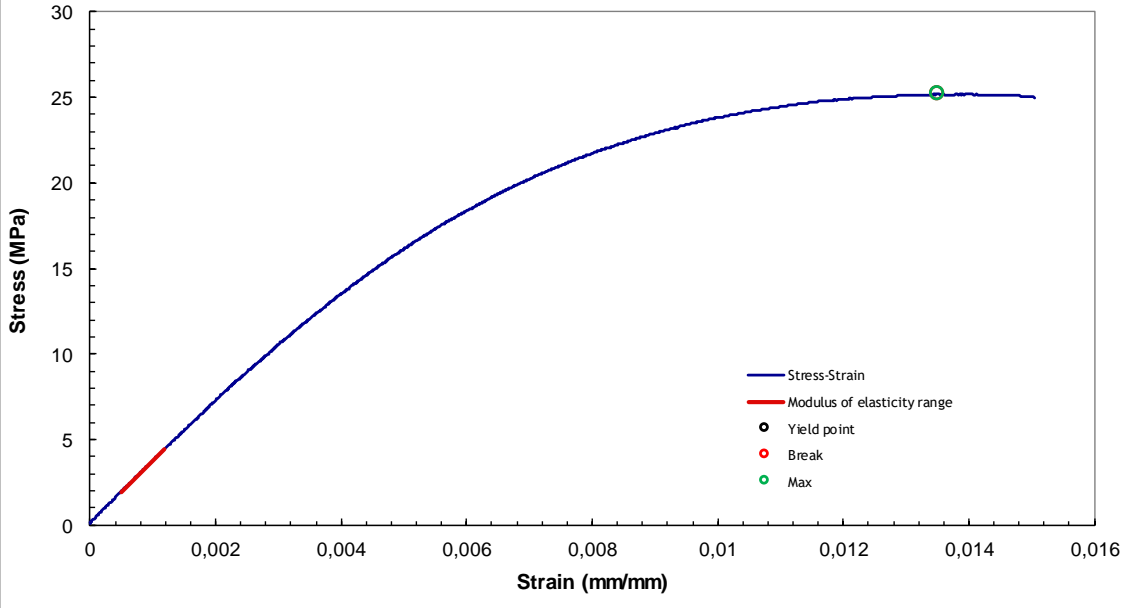
| | | | | | | | |
|--|--|---|--|-------------------------------------|-------------------------|--|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: 5F-Y-4 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1560 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| Tool used: | | MICROMETRE/02 | | Date: | | 28/07/2017 | |
| | | MICROMETRE/02 | | Technicians: | | MCO | |
| (mm) | | Width | | Thickness | |  | |
| 1 | | 14,261 | | 3,154 | | | |
| 2 | | 14,135 | | 3,118 | | | |
| 3 | | 14,232 | | 3,107 | | | |
| Mean Width: | | 14,21 | | Mean thickness: | | 3,126 | |
| | | | | Area: | | 44,42 mm ² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: - | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: | | 17/08/2017 | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 22,9 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | | | Soak time (min): | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | | | Unit | | | |
| Tensile strength: | | 19,5 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 19,5 | | MPa | | Stress at yield: - | |
| Young Modulus: | | 2,2 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,26 | | | | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | | 1,53 | | % | | Elongation at yield: - | |
| Date: | | 20/08/2017 | | Technician: | | DPI | |
| | | | | Data file: | | 17-1560.txt | |
| Stress - Strain plot:  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |
| | | | | | | | |


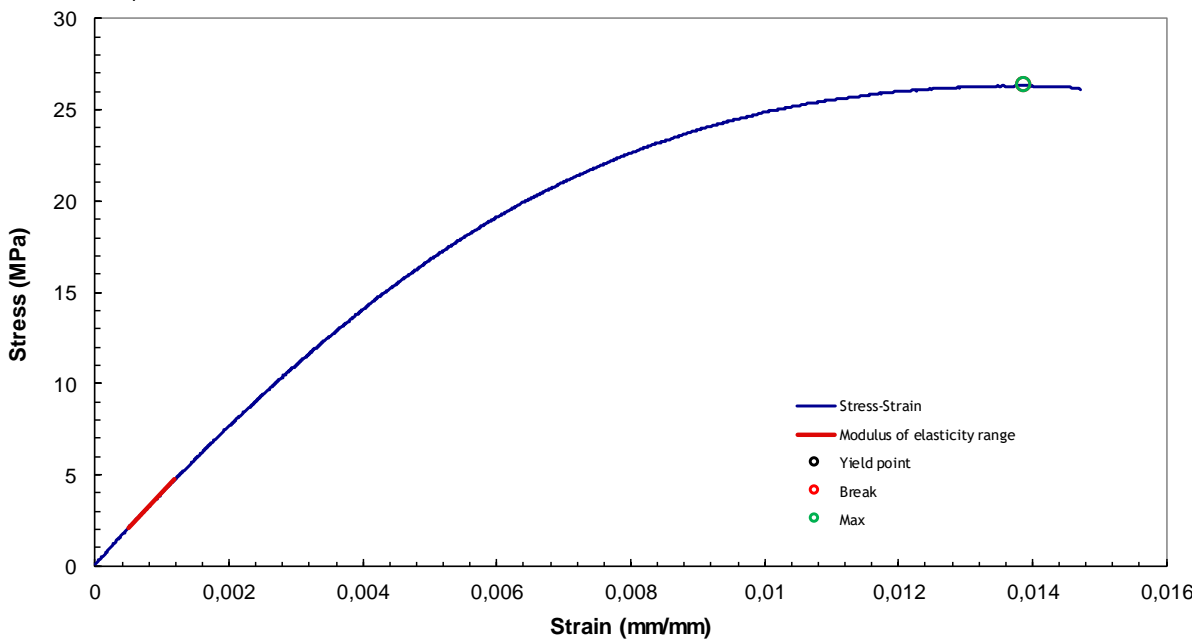
| | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--|--|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: 5F-Y-5 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1561 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: DPI | | SPECIMEN MATERIAL | | | |
| Material Type: - | | Batch: - | | | | | |
| Manufacturer: - | | Orientation: - | | | | | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| Tool used: MICROMETRE/02 | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | | | |
| (mm) | | Width | | Thickness | |  | |
| 1 | | 14,058 | | 3,181 | | | |
| 2 | | 14,053 | | 3,171 | | | |
| 3 | | 14,077 | | 3,143 | | | |
| Mean Width: 14,06 | | Mean thickness: 3,165 | | Area: 44,51 | | mm ² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES | | | | Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | SG02 | | Transversal strain gage | | | |
| Gage types and number: | | 350,00 | | Dimension (mm): 3 | | | |
| Resistance (Ω): | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): - | | | |
| Strain gauge Factor: | | - | | Other information: - | | | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | | | | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | | | | | |
| Speed (mm/min): 2 | | Lab Temperature (°C): 22,8 | | Rel.Hum. (%): 53 | | | |
| Test Machine: MTS Insight | | Load Cell/Range: 100 kN/100% | | | | | |
| Chamber: - | | Test temperature (°C): RT | | Soak time (min): - | | | |
| Temperature measured by: | | - | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: 19,5 | | MPa | | | | | |
| Stress at break: 19,5 | | MPa | | Stress at yield: - | | MPa | |
| Young Modulus: 2,1 | | GPa | | Strain range: 500 | | 1200 | |
| Poisson ratio: 0,27 | | | | Strain range: 500 | | 1200 | |
| Strain at break: 1,63 | | % | | Elongation at yield: - | | % | |
| Date: 20/08/2017 | | Technician: DPI | | Data file: 17-1561.txt | | | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |
| | | | | | | | |


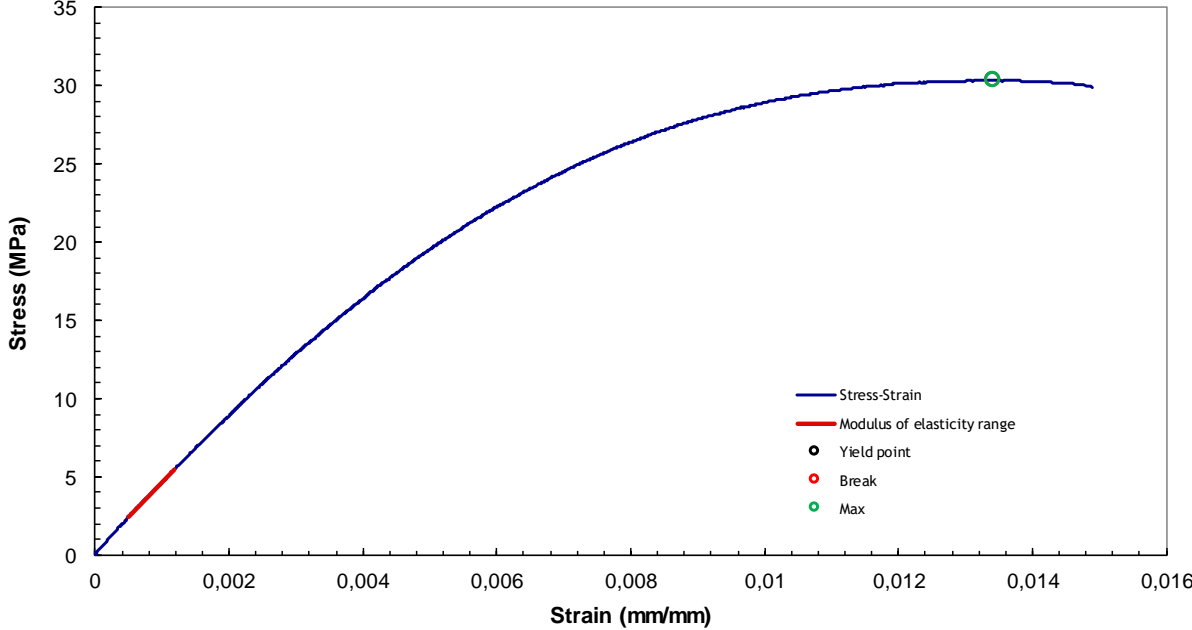
|  Results Report | | External code: | 6F-30-X-2 |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1563 |
| Validated by: | | DPI | Validation date: 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | |
| Material Type: | - | | Batch: - |
| Manufacturer: | - | | Orientation: - |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/02 | MICROMETRE/02 | Date: 28/07/2017 |
| (mm) | Width | Thickness | Technicians: MCO |
| 1 | 13,126 | 3,307 |  |
| 2 | 13,088 | 3,304 | |
| 3 | 13,216 | 3,360 | |
| Mean Width: | 13,14 | Mean thickness: | 3,324 |
| Area: | 43,68 | | mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage |
| Gage types and number: | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - |
| TEST DATA | | | |
| Speed (mm/min): | 2 | Date: | 17/08/2017 |
| Test Machine: | MTS Insight | Lab Temperature (°C): | 23,4 |
| Chamber: | - | Load Cell/Range: | 100 kN/100% |
| Temperature measured by: | - | Test temperature (°C): | RT |
| Soak time (min): | - | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | |
| Result | | Unit | |
| Tensile strength: | 26,4 | MPa | |
| Stress at break: | 26,4 | MPa | |
| Young Modulus: | 3,8 | GPa | |
| Poisson ratio: | 0,34 | % | |
| Strain at break: | 1,33 | % | |
| Date: | 20/08/2017 | Technician: | DPI |
| Data file: | 17-1563.txt | | |
| Stress - Strain plot: | | | |
|  | | | |
| COMMENTS | | | |



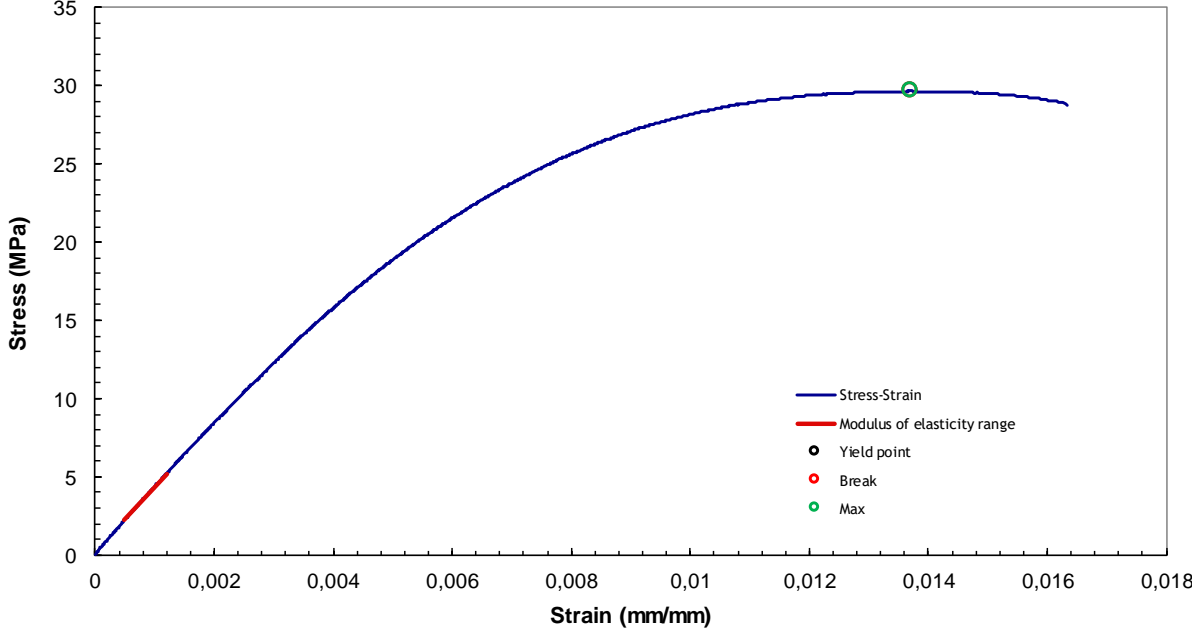
|  Results Report | | External code: | 7F-30-X-2 |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1564 |
| Validated by: | | DPI | Validation date: 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | |
| Material Type: | - | | Batch: - |
| Manufacturer: | - | | Orientation: - |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/02 | MICROMETRE/02 | Date: 28/07/2017 |
| (mm) | Width | Thickness | Technicians: MCO |
| 1 | 13,196 | 3,244 |  |
| 2 | 13,129 | 3,192 | |
| 3 | 13,297 | 3,253 | |
| Mean Width: | 13,21 | Mean thickness: | 3,230 |
| | | Area: | 42,66 mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage |
| Gage types and number: | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - |
| TEST DATA | | | |
| | | Date: | 17/08/2017 |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 23,6 |
| Test Machine: | MTS Insight | Load Cell/Range: | 100 kN/100% |
| Chamber: | - | Test temperature (°C): | RT |
| Temperature measured by: | Soak time (min): - | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | |
| | Result | Unit | |
| Tensile strength: | 27,9 | MPa | |
| Stress at break: | 27,9 | MPa | Stress at yield: - |
| Young Modulus: | 4,0 | GPa | Strain range: 500 1200 με |
| Poisson ratio: | 0,38 | | Strain range: 500 1200 με |
| Strain at break: | 1,31 | % | Elongation at yield: - |
| Date: | 20/08/2017 | Technician: | DPI |
| | | Data file: | 17-1564.txt |
| Stress - Strain plot: | | | |
|  | | | |
| COMMENTS | | | |
| | | | |


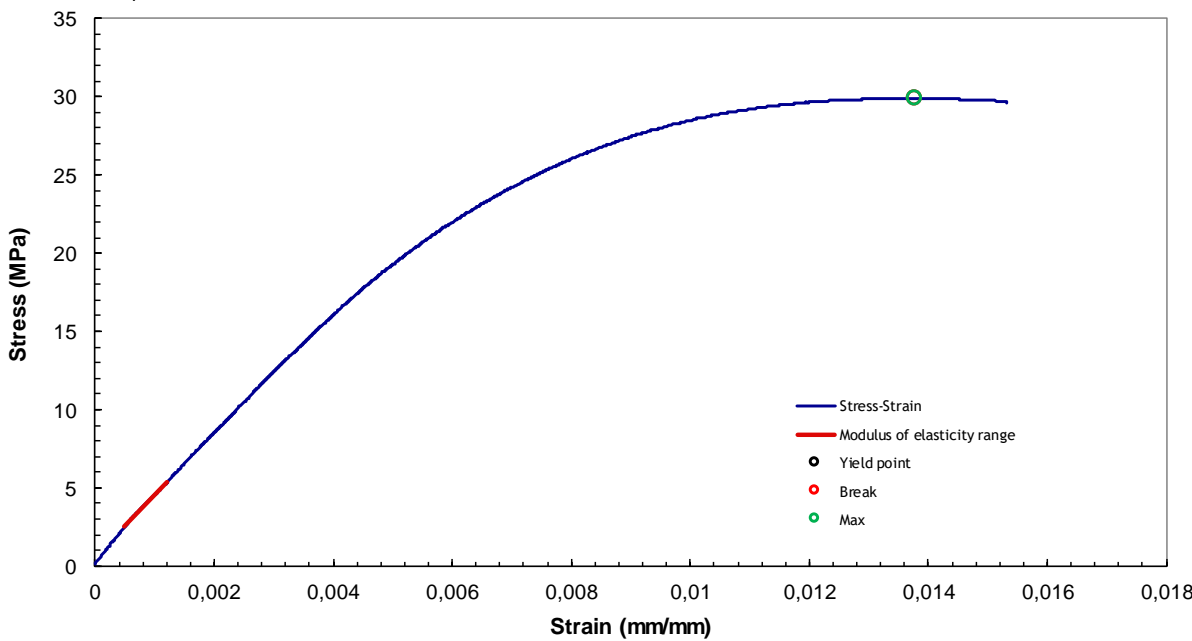
|  Results Report | | External code: | 8F-30-X-2 | | | |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|------------------|--------------|-----------------|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1565 | | | |
| Validated by: | | DPI | Validation date: | 02/06/2017 | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | |
| Material Type: | - | | | Batch: | - | |
| Manufacturer: | - | | | Orientation: | - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/02 | MICROMETRE/02 | Date: | 28/07/2017 | Technicians: | MCO |
| (mm) | Width | Thickness |  | | | |
| 1 | 13,149 | 3,362 | | | | |
| 2 | 13,162 | 3,315 | | | | |
| 3 | 13,295 | 3,397 | | | | |
| Mean Width: | 13,20 | Mean thickness: | 3,358 | Area: | 44,33 | mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | YES | Specify: | - | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage | | | |
| Gage types and number: | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 | | | |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - | | | |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - | | | |
| TEST DATA | | | | | | |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 23,7 | Rel. Hum. (%): | 49 | |
| Test Machine: | MTS Insight | Load Cell/Range: | 100 kN/100% | | | |
| Chamber: | - | Test temperature (°C): | RT | Soak time (min): | - | |
| Temperature measured by: | - | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | |
| | Result | Unit | | | | |
| Tensile strength: | 24,8 | MPa | | | | |
| Stress at break: | 24,8 | MPa | Stress at yield: | - | MPa | |
| Young Modulus: | 3,6 | GPa | Strain range: | 500 | 1200 | µε |
| Poisson ratio: | 0,36 | | Strain range: | 500 | 1200 | µε |
| Strain at break: | 1,39 | % | Elongation at yield: | - | % | |
| Date: | 20/08/2017 | Technician: | DPI | Data file: | 17-1565.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | |
|  | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | |
| | | | | | | |



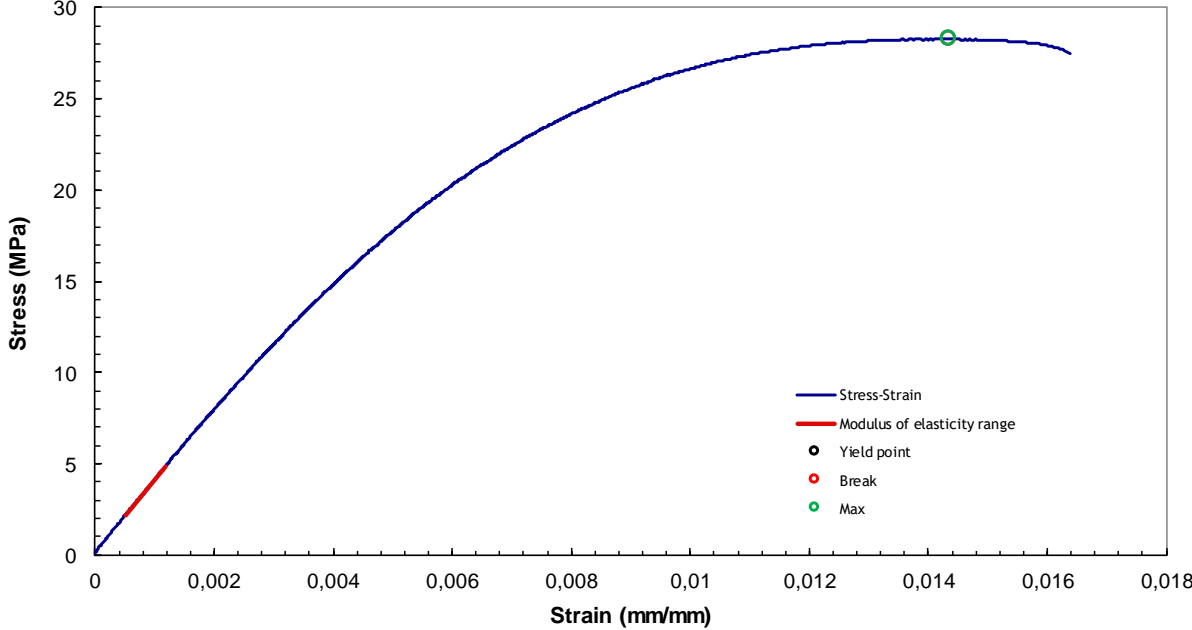
|  Results Report | | External code: | 10F-30-X2 | | | |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|------------------|--------------|-----------------|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1567 | | | |
| Validated by: | | DPI | Validation date: | 02/06/2017 | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | |
| Material Type: | - | | | Batch: | - | |
| Manufacturer: | - | | | Orientation: | - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | |
| Tool used: | MICROMETRE/02 | MICROMETRE/02 | Date: | 28/07/2017 | Technicians: | MCO |
| (mm) | Width | Thickness |  | | | |
| 1 | 13,234 | 3,338 | | | | |
| 2 | 13,085 | 3,301 | | | | |
| 3 | 13,197 | 3,350 | | | | |
| Mean Width: | 13,17 | Mean thickness: | 3,330 | Area: | 43,86 | mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | YES | Specify: | - | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage | | | |
| Gage types and number: | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 | | | |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - | | | |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - | | | |
| TEST DATA | | | | | | |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 23,5 | Rel. Hum. (%): | 50 | |
| Test Machine: | MTS Insight | Load Cell/Range: | 100 kN/100% | | | |
| Chamber: | - | Test temperature (°C): | RT | Soak time (min): | - | |
| Temperature measured by: | - | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | |
| | Result | Unit | | | | |
| Tensile strength: | 25,2 | MPa | | | | |
| Stress at break: | 25,2 | MPa | Stress at yield: | - | MPa | |
| Young Modulus: | 3,6 | GPa | Strain range: | 500 | 1200 | µε |
| Poisson ratio: | 0,34 | | Strain range: | 500 | 1200 | µε |
| Strain at break: | 1,35 | % | Elongation at yield: | - | % | |
| Date: | 20/08/2017 | Technician: | DPI | Data file: | 17-1567.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | |
|  | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | |
| | | | | | | |


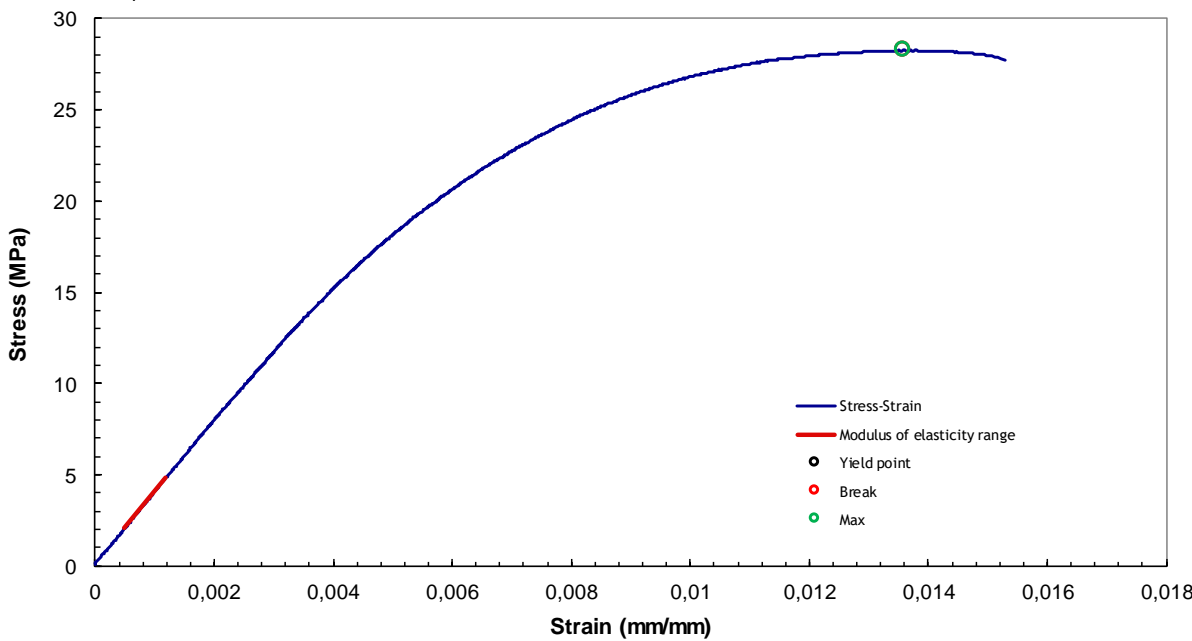
| | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
|  | | Results Report | | External code: | 11F-30-X-2 | Page 1 of 1 | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: | | DPI | Internal code: | 17-1568 | Validation date: |
| | | | | | | | 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: | |
| | | | | | | | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | Date: | | 28/07/2017 | | Technicians: | |
| | | | | | | MCO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/02 | | MICROMETRE/02 | | | |
| (mm) | | Width | | Thickness | | | |
| 1 | | 13,154 | | 3,337 | | | |
| 2 | | 13,041 | | 3,293 | | | |
| 3 | | 13,216 | | 3,323 | | | |
| Mean Width: | | 13,14 | | Mean thickness: | | 3,318 | |
| | | | | Area: | | 43,58 mm ² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: | |
| | | | | | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | | | | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | Date: | | 17/08/2017 | | Technicians: | |
| | | | | | | DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 23,5 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | | | Soak time (min): | | - | |
| | | | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 26,3 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 26,3 | | MPa | | Stress at yield: | |
| Young Modulus: | | 3,8 | | GPa | | - | |
| Poisson ratio: | | 0,35 | | Strain range: | | 500 1200 | |
| Strain at break: | | 1,39 | | Strain range: | | 500 1200 | |
| Date: | | 20/08/2017 | | Elongation at yield: | | - | |
| | | Technician: | | DPI | | Data file: | |
| | | | | | | 17-1568.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |
| | | | | | | | |



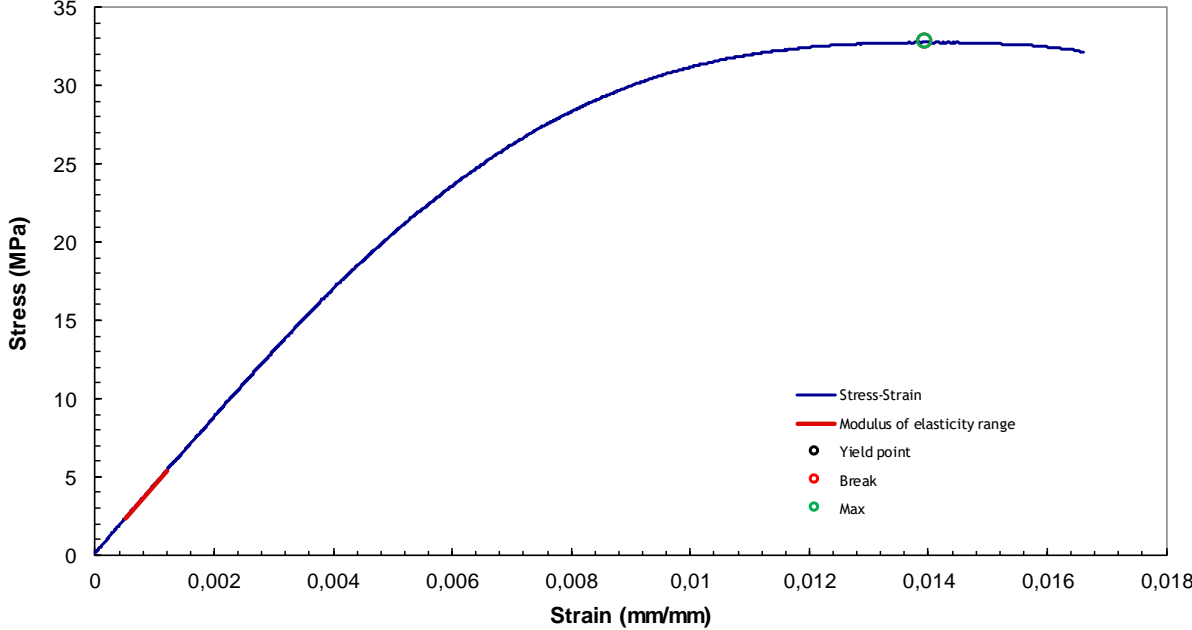
| | | | | | | | |
|--|--|---|--|-------------------------------------|--------------------------------|--|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: 5F-15-X-1 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1569 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: LRO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/04 | | MICROMETRE/04 | | | |
| (mm) | | Width | | Thickness | | | |
| 1 | | 13,093 | | 3,148 | | | |
| 2 | | 13,026 | | 3,125 | | | |
| 3 | | 13,101 | | 3,189 | | | |
| Mean Width: | | 13,07 | | Mean thickness: | | 3,154 | |
| | | | | Area: | | 41,23 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | | | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,8 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | Soak time (min): | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 30,3 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 30,3 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | |
| Young Modulus: | | 4,4 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,38 | | | | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | | 1,34 | | % | | Elongation at yield: - % | |
| Date: | | 20/08/2017 | | Technician: | | DPI | |
| | | | | Data file: | | 17-1569.txt | |
| Stress - Strain plot:  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |


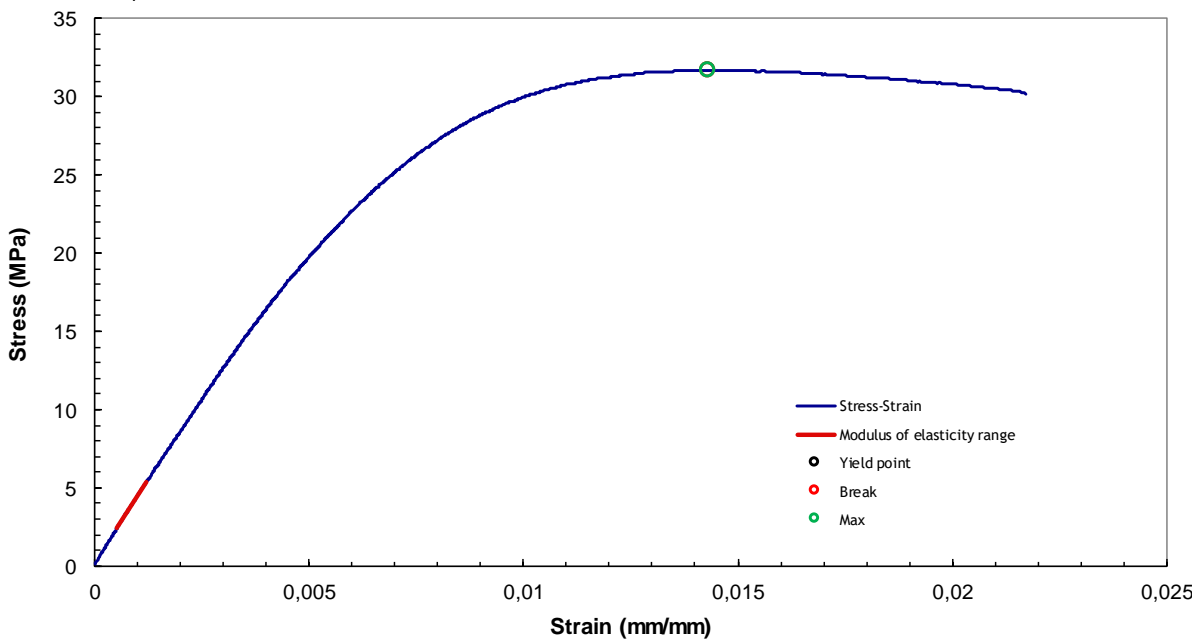
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|------------------------------------|--|--------------|--|
|  | | Results Report | | External code: 6F-15-X-1 | | Page 1 of 1 | | | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: DPI | | Internal code: 17-1570 | | Validation date: 02/06/2017 | | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | | | |
| Material Type: | | - | | Batch: | | - | | | |
| Manufacturer: | | - | | Orientation: | | - | | | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | | | |
| | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: | | LRO | | | |
| Tool used: | | MICROMETRE/04 | |  | | | | | |
| (mm) | | Width | | | | | | Thickness | |
| 1 | | 13,083 | | | | | | 3,169 | |
| 2 | | 13,060 | | | | | | 3,128 | |
| 3 | | 13,144 | | 3,164 | | | | | |
| Mean Width: | | 13,10 | | Mean thickness: | | 3,154 | | | |
| | | | | Area: | | 41,30 mm² | | | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage | | | | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | | | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | | | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | | | |
| TEST DATA | | | | | | | | | |
| | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: | | DPI | | | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 25,0 | | | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | | | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | | | |
| Temperature measured by: | | - | | | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | | | |
| Tensile strength: | | 29,7 | | MPa | | | | | |
| Stress at break: | | 29,7 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | | | |
| Young Modulus: | | 4,2 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | | | |
| Poisson ratio: | | 0,38 | | | | Strain range: 500 1200 με | | | |
| Strain at break: | | 1,37 | | % | | Elongation at yield: - % | | | |
| Date: 20/08/2017 | | Technician: DPI | | Data file: 17-1570.txt | | | | | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | | | |



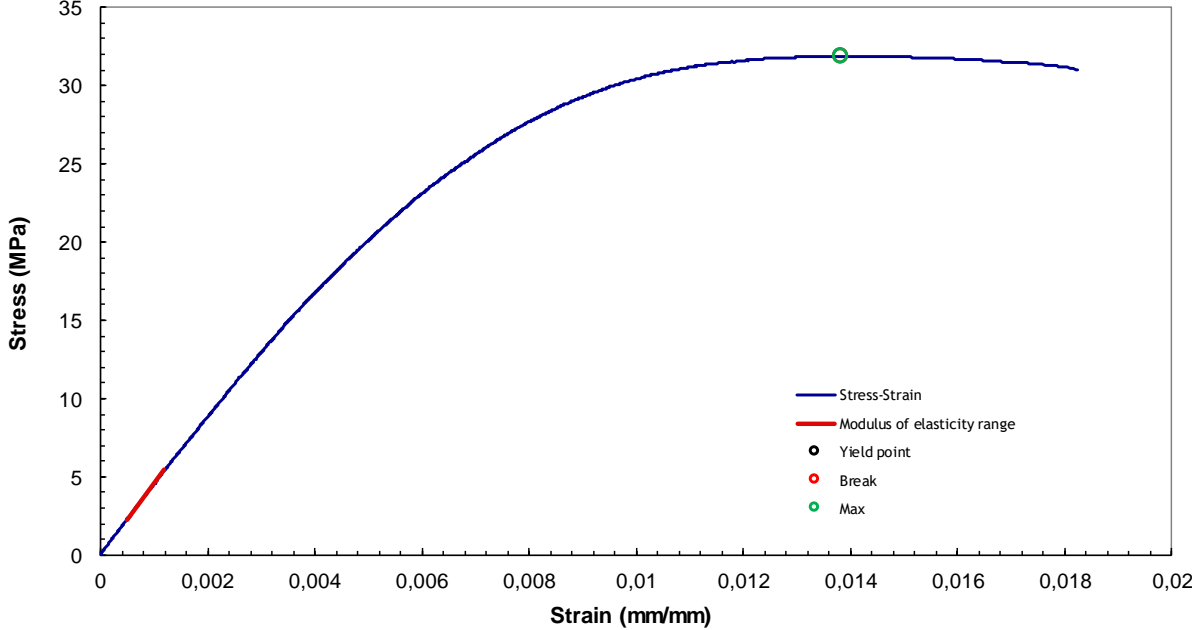
| | | | | | | | |
|--|--|---|--|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: 7F-15-X-1 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1571 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: LRO | | | |
| Tool used: | | MICROMETRE/04 | | MICROMETRE/04 | | | |
| (mm) | | Width | | Thickness | | | |
| 1 | | 13,042 | | 3,102 | | | |
| 2 | | 13,991 | | 3,084 | | | |
| 3 | | 13,139 | | 3,147 | | | |
| Mean Width: | | 13,39 | | Mean thickness: | | 3,111 | |
| | | | | Area: | | 41,66 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: - | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | | | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,1 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | Soak time (min): | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 29,9 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 29,9 | | MPa | | Stress at yield: - | |
| Young Modulus: | | 4,0 | | GPa | | Strain range: 500 1200 | |
| Poisson ratio: | | 0,34 | | | | Strain range: 500 1200 | |
| Strain at break: | | 1,38 | | % | | Elongation at yield: - | |
| Date: | | 20/08/2017 | | Technician: | | DPI | |
| | | | | Data file: | | 17-1571.txt | |
| Stress - Strain plot:  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |



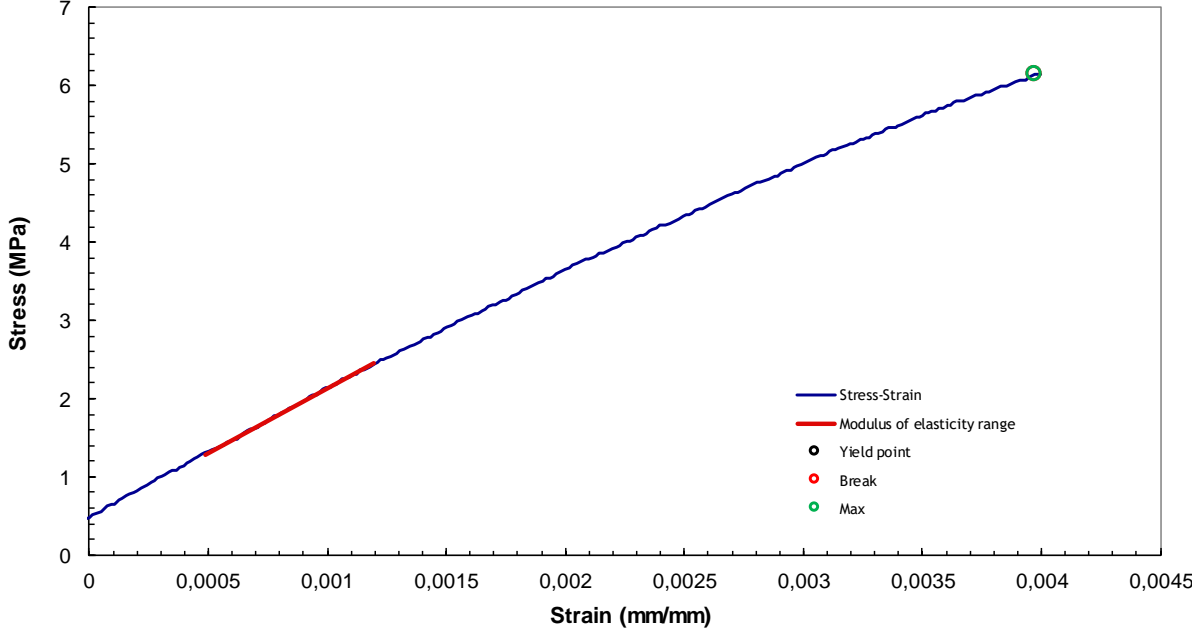
| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|------------------------------------|--|
|  | | Results Report | | External code: 8F-15-X-1 | | Page 1 of 1 | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: DPI | | Internal code: 17-1572 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | - | | Batch: | | - | |
| Manufacturer: | | - | | Orientation: | | - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: | | LRO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/04 | |  | | | |
| (mm) | | Width | | | | | |
| | | Thickness | | | | | |
| | | | | | | | |
| 1 | | 13,136 | | 3,175 | | | |
| 2 | | 13,105 | | 3,167 | | | |
| 3 | | 13,228 | | 3,185 | | | |
| Mean Width: | | 13,16 | | Mean thickness: | | 3,176 | |
| | | | | Area: | | 41,78 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: - | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage | | | |
| Gage types and number: | | | | SG02 | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: | | DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 23,8 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | Soak time (min): | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 28,3 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 28,3 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | |
| Young Modulus: | | 4,0 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,39 | | | | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | | 1,43 | | % | | Elongation at yield: - % | |
| Date: 20/08/2017 | | Technician: DPI | | Data file: 17-1572.txt | | | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |



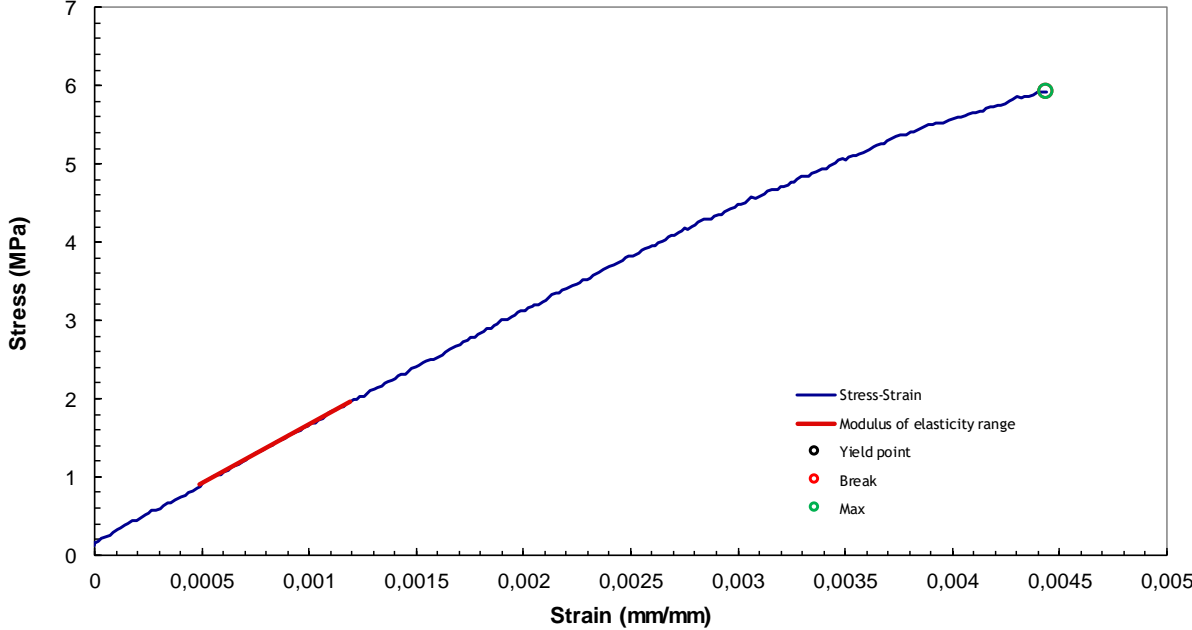
| | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
|  | | Results Report | | External code: | 9F-15-X-1 | Page 1 of 1 | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: | | DPI | Internal code: | 17-1575 | Validation date: |
| | | | | | | | 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | Date: | | 28/07/2017 | | Technicians: | |
| | | | | | | LRO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/04 | | MICROMETRE/04 | | | |
| (mm) | | Width | | Thickness | | | |
| 1 | | 13,152 | | 3,175 | | | |
| 2 | | 13,092 | | 3,176 | | | |
| 3 | | 13,199 | | 3,193 | | | |
| Mean Width: | | 13,15 | | Mean thickness: | | 3,181 | |
| | | | | Area: | | 41,83 mm ² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: | |
| | | | | | | - | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | | | | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | Date: | | 17/08/2017 | | Technicians: | |
| | | | | | | DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,6 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | | | | | Soak time (min): | |
| | | | | | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 28,3 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 28,3 | | MPa | | Stress at yield: | |
| Young Modulus: | | 4,0 | | GPa | | - | |
| Poisson ratio: | | 0,35 | | Strain range: | | 500 1200 | |
| Strain at break: | | 1,36 | | Strain range: | | 500 1200 | |
| Date: | | 20/08/2017 | | Elongation at yield: | | - | |
| | | Technician: | | DPI | | Data file: | |
| | | | | | | 17-1575.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |
| | | | | | | | |



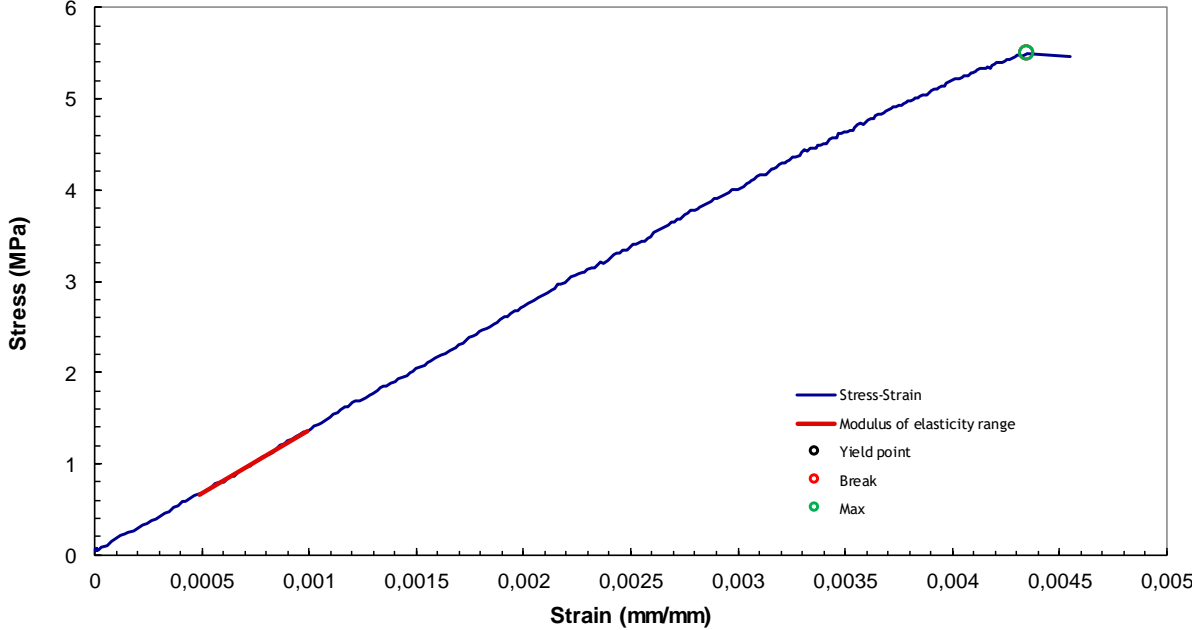
| | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--------------------------------|------------------------------------|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: 2F-X2 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1578 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/02 | |  | | | |
| (mm) | | Width | | | | | |
| 1 | | 13,321 | | | | | |
| 2 | | 13,293 | | | | | |
| 3 | | 13,353 | | | | | |
| Mean Width: | | 13,32 | | Mean thickness: | | 3,055 | |
| | | | | Area: | | 40,70 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | | | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,7 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 32,8 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 32,8 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | |
| Young Modulus: | | 4,4 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,36 | | | | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | | 1,39 | | % | | Elongation at yield: - % | |
| Date: | | 20/08/2017 | | Technician: | | DPI | |
| | | | | Data file: | | 17-1578.txt | |
| Stress - Strain plot:  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |


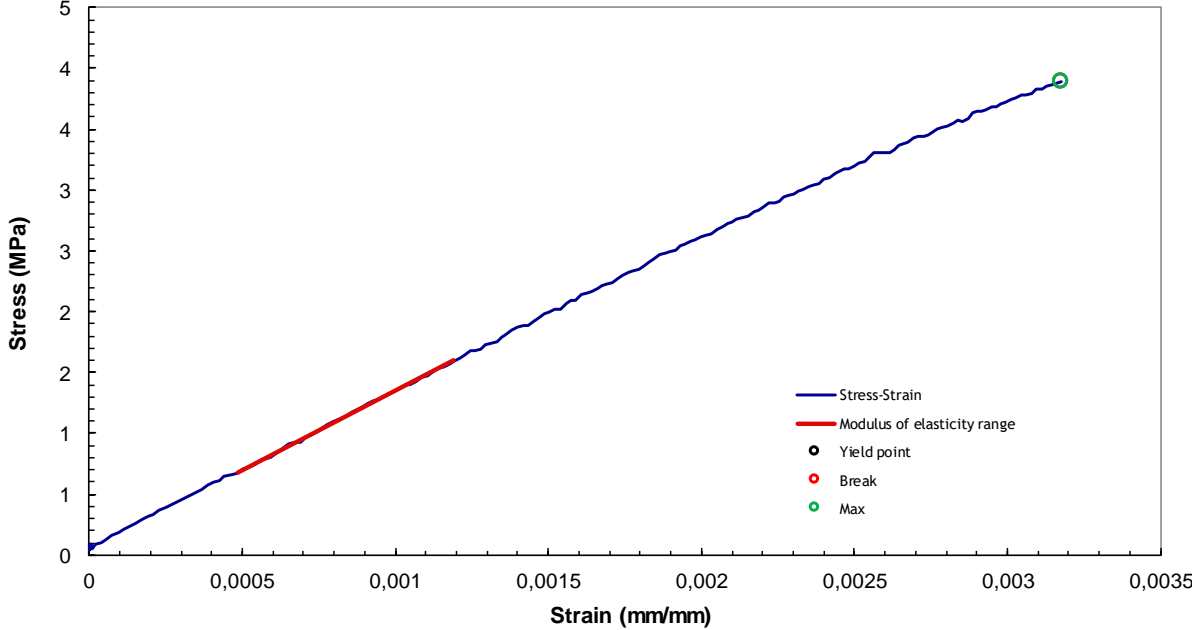
| | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
|  | | Results Report | | External code: | 3F-X2 | Page 1 of 1 | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: | | DPI | Internal code: | 17-1576 | Validation date: |
| | | | | | | | 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | Date: | | 28/07/2017 | | Technicians: | |
| | | | | | | MCO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/02 | | MICROMETRE/02 | | | |
| (mm) | | Width | | Thickness | | | |
| 1 | | 13,270 | | 3,090 | | | |
| 2 | | 13,281 | | 3,096 | | | |
| 3 | | 13,335 | | 3,144 | | | |
| Mean Width: | | 13,30 | | Mean thickness: | | 3,110 | |
| | | | | Area: | | 41,35 mm ² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: | |
| | | | | | | - | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | | | | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | Date: | | 17/08/2017 | | Technicians: | |
| | | | | | | DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,5 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | | | | | Soak time (min): | |
| | | | | | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 31,7 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 31,7 | | MPa | | Stress at yield: | |
| Young Modulus: | | 4,3 | | GPa | | - | |
| Poisson ratio: | | 0,39 | | Strain range: | | 500 1200 | |
| Strain at break: | | 1,43 | | Strain range: | | 500 1200 | |
| Date: | | 20/08/2017 | | Elongation at yield: | | - | |
| | | Technician: | | DPI | | Data file: | |
| | | | | | | 17-1580.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  <p>Stress (MPa)</p> <p>Strain (mm/mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> — Stress-Strain — Modulus of elasticity range ● Yield point ● Break ● Max | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |
| | | | | | | | |



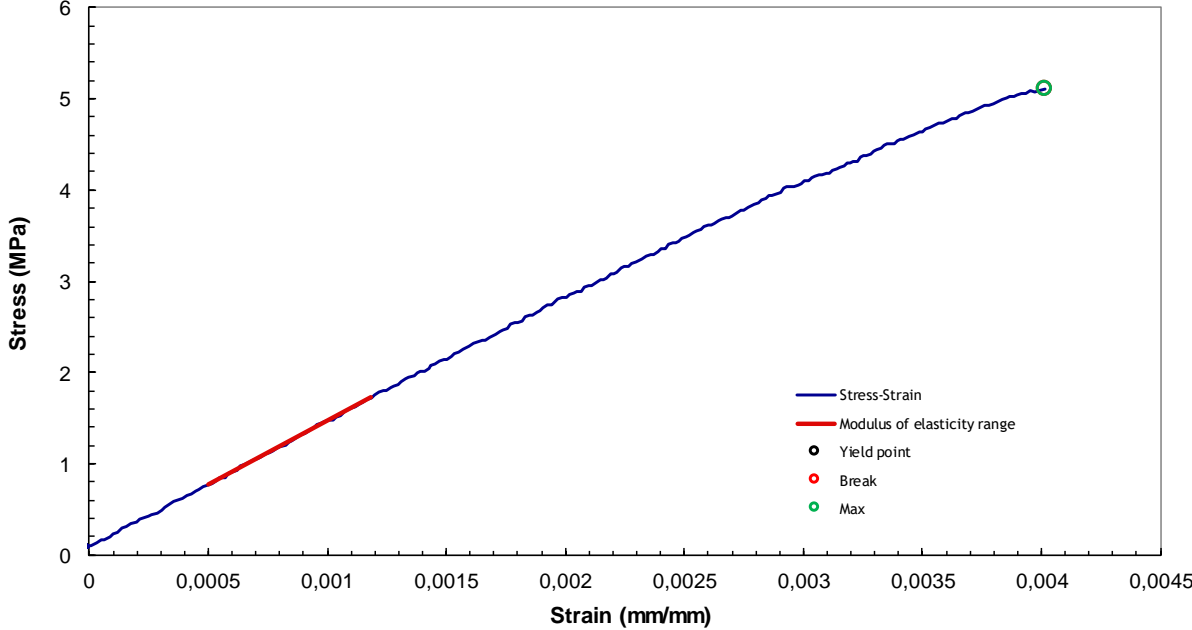
| | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--------------------------------|------------------------------------|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: 4F-X-1 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1581 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/02 | |  | | | |
| (mm) | | Width | | | | | |
| 1 | | 13,354 | | | | | |
| 2 | | 13,339 | | | | | |
| 3 | | 13,402 | | | | | |
| Mean Width: | | 13,37 | | Mean thickness: | | 3,103 | |
| | | | | Area: | | 41,47 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: - | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,6 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 31,9 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 31,9 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | |
| Young Modulus: | | 4,5 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,39 | | | | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | | 1,38 | | % | | Elongation at yield: - % | |
| Date: | | 21/08/2017 | | Technician: | | DPI | |
| | | | | Data file: | | 17-1581.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |


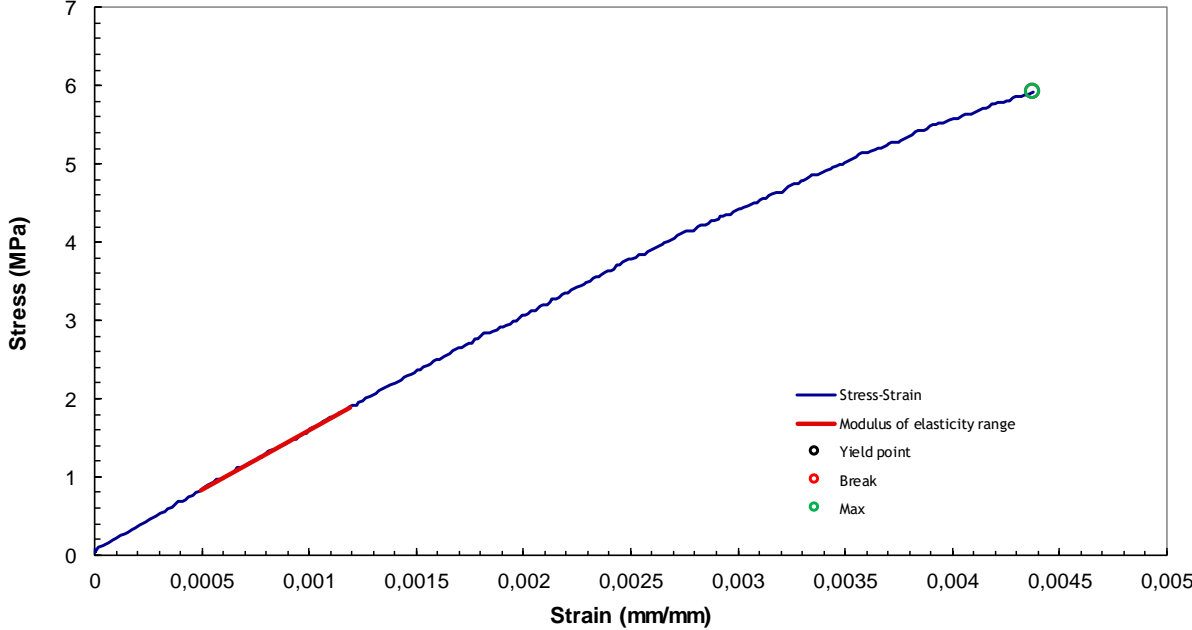
| | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--------------------------------|--|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: Z-30-2 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1584 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/02 | |  | | | |
| (mm) | | Width | | | | | |
| 1 | | 13,565 | | | | | |
| 2 | | 13,668 | | | | | |
| 3 | | 13,612 | | | | | |
| Mean Width: | | 13,62 | | Mean thickness: | | 3,347 | |
| | | | | Area: | | 45,57 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | | | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,0 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| | | Result | | Unit | | | |
| Tensile strength: | | 6,1 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 6,1 | | MPa | | Stress at yield: - | |
| Young Modulus: | | 1,6 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,13 | | | | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | | 0,40 | | % | | Elongation at yield: - % | |
| Date: | | 20/08/2017 | | Technician: | | DPI | |
| | | | | Data file: | | 17-1584.txt | |
| Stress - Strain plot:  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |



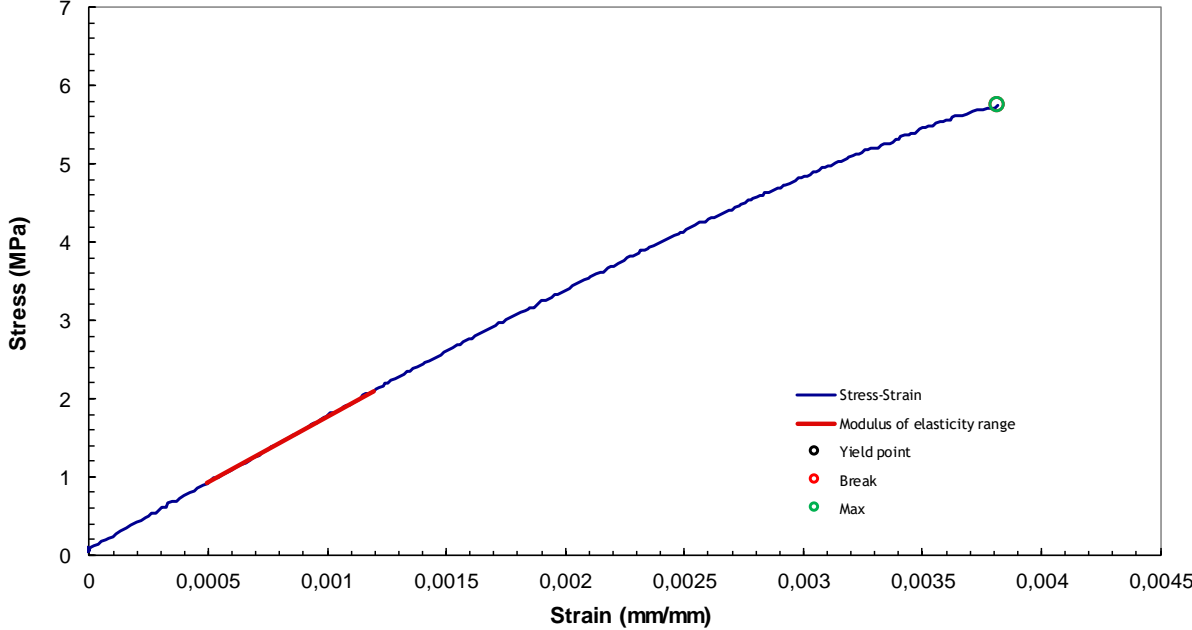
| | | | | | | | | | |
|--|--|---|-------------------|--|-------------------------|-----------------------------|--|-----------|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: Z-30-3 | | Page 1 of 1 | | | |
| | | | | Internal code: 17-1585 | | Validation date: 02/06/2017 | | | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | | Validated by: DPI | | | | | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | | | |
| Material Type: - | | | | Batch: - | | | | | |
| Manufacturer: - | | | | Orientation: - | | | | | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | | | |
| | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | | | | | |
| Tool used: MICROMETRE/02 | | MICROMETRE/02 | |  | | | | | |
| (mm) | | Width | | | | | | Thickness | |
| 1 | | 13,545 | | | | | | 3,366 | |
| 2 | | 13,452 | | | | | | 3,366 | |
| 3 | | 13,548 | | 3,392 | | | | | |
| Mean Width: | | 13,52 | | Mean thickness: | | 3,375 | | | |
| Area: | | 45,61 | | mm ² | | | | | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | | | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | | | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | | | |
| TEST DATA | | | | | | | | | |
| | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | | | | | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,4 | | | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | | | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | | | |
| Temperature measured by: | | - | | Soak time (min): | | - | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | | | |
| Tensile strength: | | 5,9 | | MPa | | | | | |
| Stress at break: | | 5,9 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | | | |
| Young Modulus: | | 1,5 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | | | |
| Poisson ratio: | | 0,27 | | | | Strain range: 500 1200 με | | | |
| Strain at break: | | 0,44 | | % | | Elongation at yield: - % | | | |
| Date: 20/08/2017 | | Technician: DPI | | Data file: 17-158.txt | | | | | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | | | |


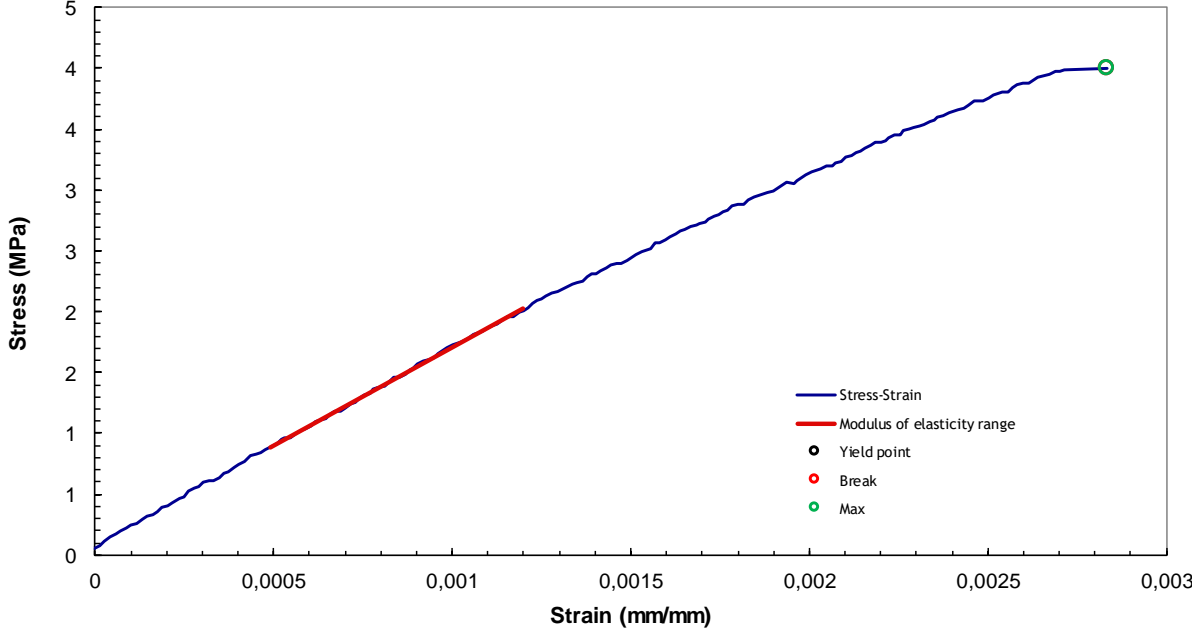
| | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--------------------------------|------------------------------------|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: Z-30-4 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1586 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/02 | |  | | | |
| (mm) | | Width | | | | | |
| 1 | | 13,436 | | | | | |
| 2 | | 13,526 | | | | | |
| 3 | | 13,439 | | | | | |
| Mean Width: | | 13,47 | | Mean thickness: | | 3,379 | |
| | | | | Area: | | 45,51 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | | | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,4 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 5,5 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 5,5 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | |
| Young Modulus: | | 1,4 | | GPa | | Strain range: 500 1000 με | |
| Poisson ratio: | | 0,23 | | | | Strain range: 1200 2000 με | |
| Strain at break: | | 0,44 | | % | | Elongation at yield: - % | |
| Date: 20/08/2017 | | Technician: DPI | | Data file: 17-1586.txt | | | |
| Stress - Strain plot:  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |


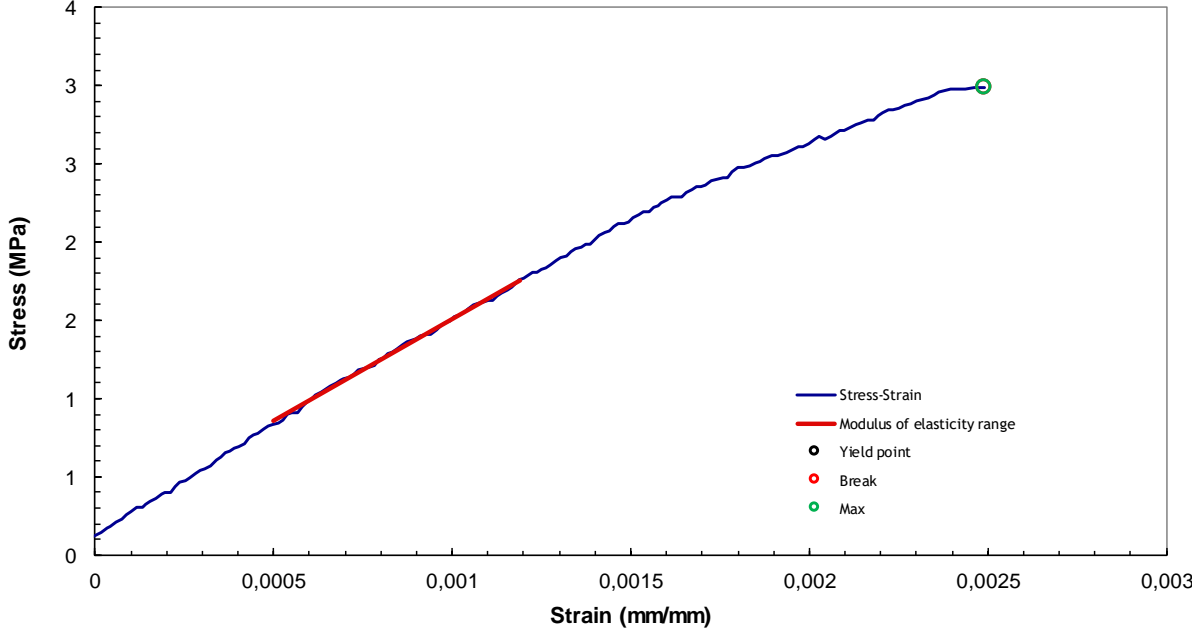
| | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
|  | | Results Report | | External code: | Z-30-5 | Page 1 of 1 | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: | | DPI | Internal code: | 17-1587 | Validation date: |
| | | | | | | | 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | Date: | | 28/07/2017 | | Technicians: | |
| | | | | | | MCO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/02 | | MICROMETRE/02 | | | |
| (mm) | | Width | | Thickness | | | |
| 1 | | 13,519 | | 3,364 | | | |
| 2 | | 13,608 | | 3,395 | | | |
| 3 | | 13,623 | | 3,390 | | | |
| Mean Width: | | 13,58 | | Mean thickness: | | 3,383 | |
| | | | | Area: | | 45,95 mm ² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: | |
| | | | | | | - | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | | | | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | Date: | | 17/08/2017 | | Technicians: | |
| | | | | | | DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,3 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | | | | | Soak time (min): | |
| | | | | | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| | | Result | | Unit | | | |
| Tensile strength: | | 3,9 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 3,9 | | MPa | | Stress at yield: | |
| Young Modulus: | | 1,3 | | GPa | | - | |
| Poisson ratio: | | 0,18 | | Strain range: | | 500 | |
| Strain at break: | | 0,32 | | Strain range: | | 1200 | |
| Date: | | 20/08/2017 | | Elongation at yield: | | - | |
| | | Technician: | | DPI | | Data file: | |
| | | | | | | 17-1587.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |
| | | | | | | | |



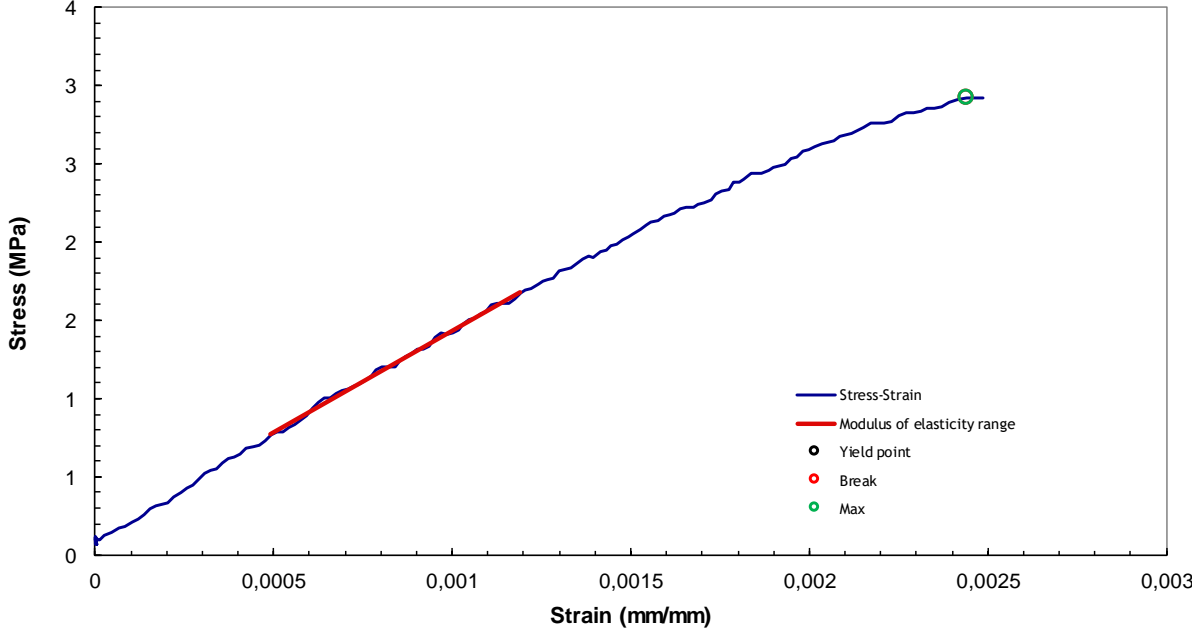
| | | | | | |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|--|------------------------|-----------------------------|
|  | | Results Report | | External code: Z-30-6 | Page 1 of 1 |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: DPI | | Internal code: 17-1588 | Validation date: 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | |
| Material Type: | | - | | Batch: | - |
| Manufacturer: | | - | | Orientation: | - |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | |
| | | Date: | 28/07/2017 | Technicians: | MCO |
| Tool used: | MICROMETRE/02 | MICROMETRE/02 |  | | |
| (mm) | Width | Thickness | | | |
| 1 | 13,426 | 3,414 | | | |
| 2 | 13,597 | 3,470 | | | |
| 3 | 13,432 | 3,389 | | | |
| Mean Width: | 13,49 | Mean thickness: | 3,424 | Area: | 46,18 mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | SG02 | | | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 | | |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - | | |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - | | |
| TEST DATA | | | | | |
| | | Date: | 17/08/2017 | Technicians: | DPI |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 24,6 | Rel.Hum. (%): | 46 |
| Test Machine: | MTS Insight | Load Cell/Range: | 100 kN/100% | | |
| Chamber: | - | Test temperature (°C): | RT | Soak time (min): | - |
| Temperature measured by: | - | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | |
| Result | | Unit | | | |
| Tensile strength: | 5,1 | MPa | | | |
| Stress at break: | 5,1 | MPa | Stress at yield: | - | MPa |
| Young Modulus: | 1,4 | GPa | Strain range: | 500 | 1200 |
| Poisson ratio: | 0,22 | | Strain range: | 1200 | 2000 |
| Strain at break: | 0,40 | % | Elongation at yield: | - | % |
| Date: | 20/08/2017 | Technician: | DPI | Data file: | 17-1588.txt |
| Stress - Strain plot: | | | | | |
|  | | | | | |
| COMMENTS | | | | | |



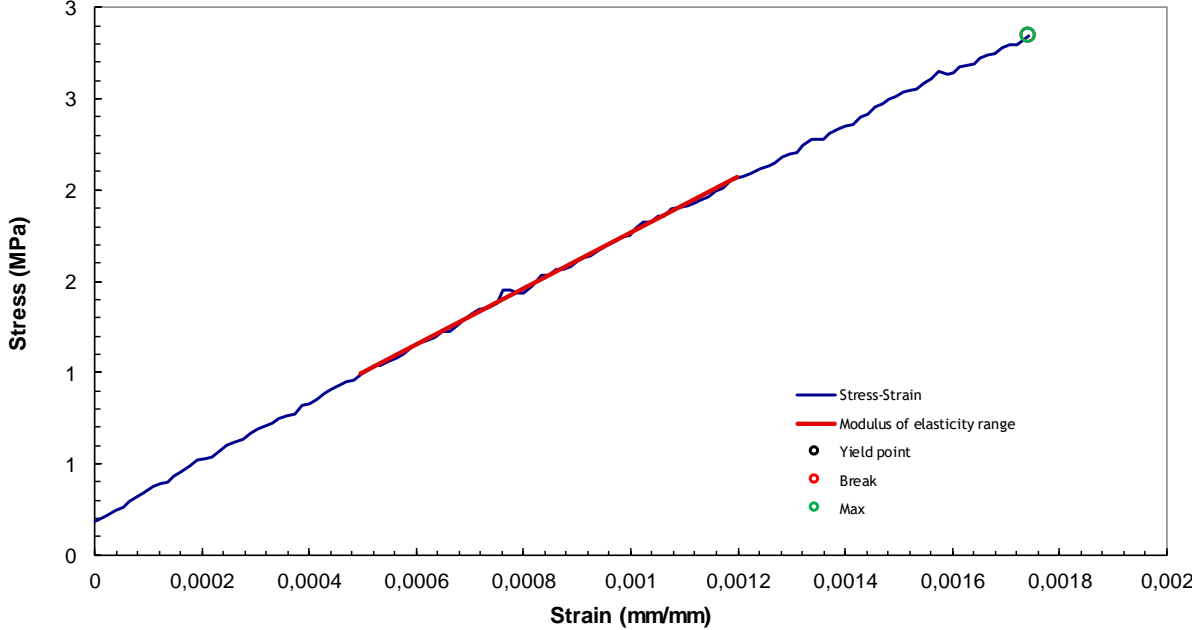
| | | | | | | | |
|--|--|---|--|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: Z-15-8 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1590 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/04 | | MICROMETRE/04 | | | |
| (mm) | | Width | | Thickness | | | |
| 1 | | 13,405 | | 3,275 | | | |
| 2 | | 13,298 | | 3,237 | | | |
| 3 | | 13,343 | | 3,270 | | | |
| Mean Width: | | 13,35 | | Mean thickness: | | 3,261 | |
| | | | | Area: | | 43,53 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: - | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,4 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | Soak time (min): | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 5,9 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 5,9 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | |
| Young Modulus: | | 1,5 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,10 | | | | Strain range: 1200 2000 με | |
| Strain at break: | | 0,44 | | % | | Elongation at yield: - % | |
| Date: | | 21/08/2017 | | Technician: | | DPI | |
| | | | | Data file: | | 17-1590.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |



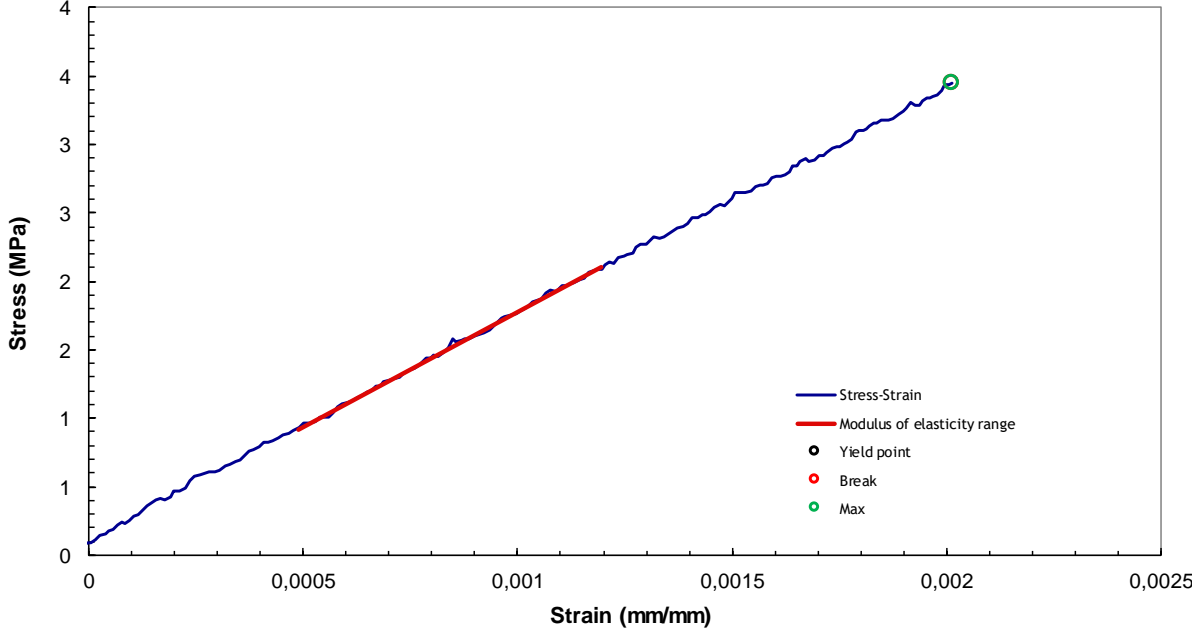
| | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|-------------------------|-----------------------------|--|-----------|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: Z-15-9 | | Page 1 of 1 | | | |
| | | | | Internal code: 17-1591 | | Validation date: 02/06/2017 | | | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: DPI | | | | | | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | | | |
| Material Type: | | - | | | | Batch: - | | | |
| Manufacturer: | | - | | | | Orientation: - | | | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | | | |
| | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: LRO | | | | | |
| Tool used: MICROMETRE/04 | | MICROMETRE/04 | |  | | | | | |
| (mm) | | Width | | | | | | Thickness | |
| 1 | | 13,326 | | | | | | 3,271 | |
| 2 | | 13,418 | | | | | | 3,257 | |
| 3 | | 13,332 | | 3,294 | | | | | |
| Mean Width: | | 13,36 | | Mean thickness: | | 3,274 | | | |
| | | | | Area: | | 43,74 mm ² | | | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | | | | | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | | | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | | | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | | | |
| TEST DATA | | | | | | | | | |
| | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | | | | | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,3 | | | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | | | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | | | |
| Temperature measured by: | | - | | Soak time (min): | | - | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | | | |
| Tensile strength: | | 5,7 | | MPa | | | | | |
| Stress at break: | | 5,7 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | | | |
| Young Modulus: | | 1,7 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | | | |
| Poisson ratio: | | 0,27 | | | | Strain range: 500 1200 με | | | |
| Strain at break: | | 0,38 | | % | | Elongation at yield: - % | | | |
| Date: 21/08/2017 | | Technician: DPI | | Data file: 17-1591.txt | | | | | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | | | |



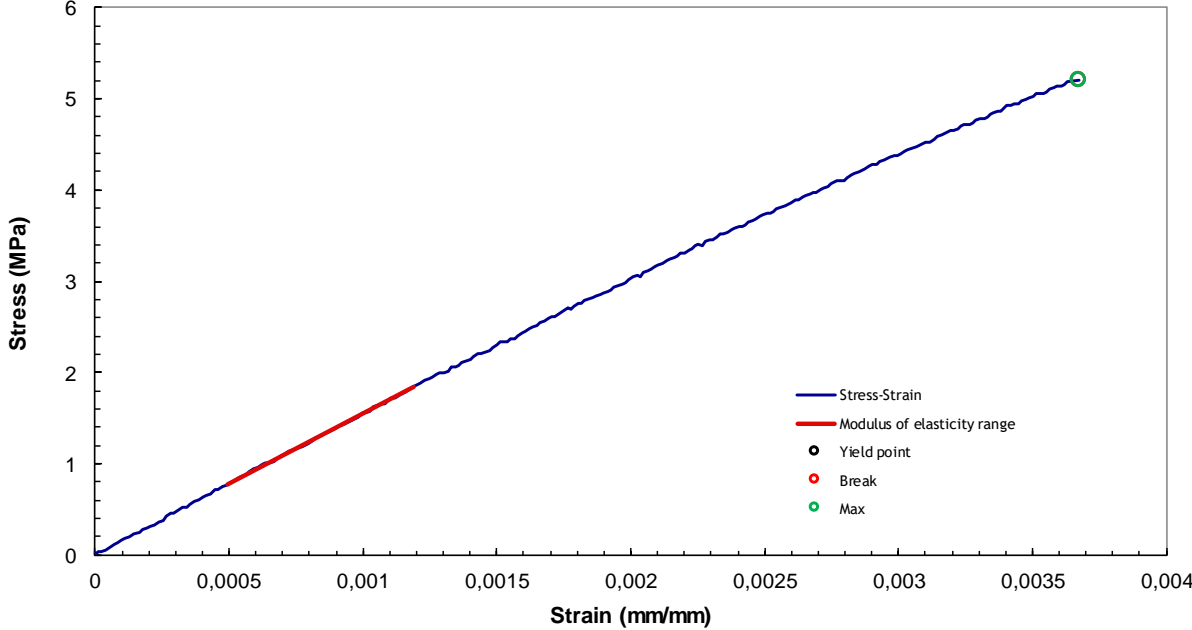
| | | | | | | | |
|--|--|---|--|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: Z-15-10 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1592 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: LRO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/04 | | MICROMETRE/04 | | | |
| (mm) | | Width | | Thickness | | | |
| 1 | | 13,495 | | 3,217 | | | |
| 2 | | 13,493 | | 3,284 | | | |
| 3 | | 13,550 | | 3,268 | | | |
| Mean Width: | | 13,51 | | Mean thickness: | | 3,256 | |
| | | | | Area: | | 44,00 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: - | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,4 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | Soak time (min): | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 4,0 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 4,0 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | |
| Young Modulus: | | 1,6 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,28 | | | | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | | 0,28 | | % | | Elongation at yield: - % | |
| Date: | | 21/08/2017 | | Technician: | | DPI | |
| | | | | Data file: | | 17-1592.txt | |
| Stress - Strain plot:  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |


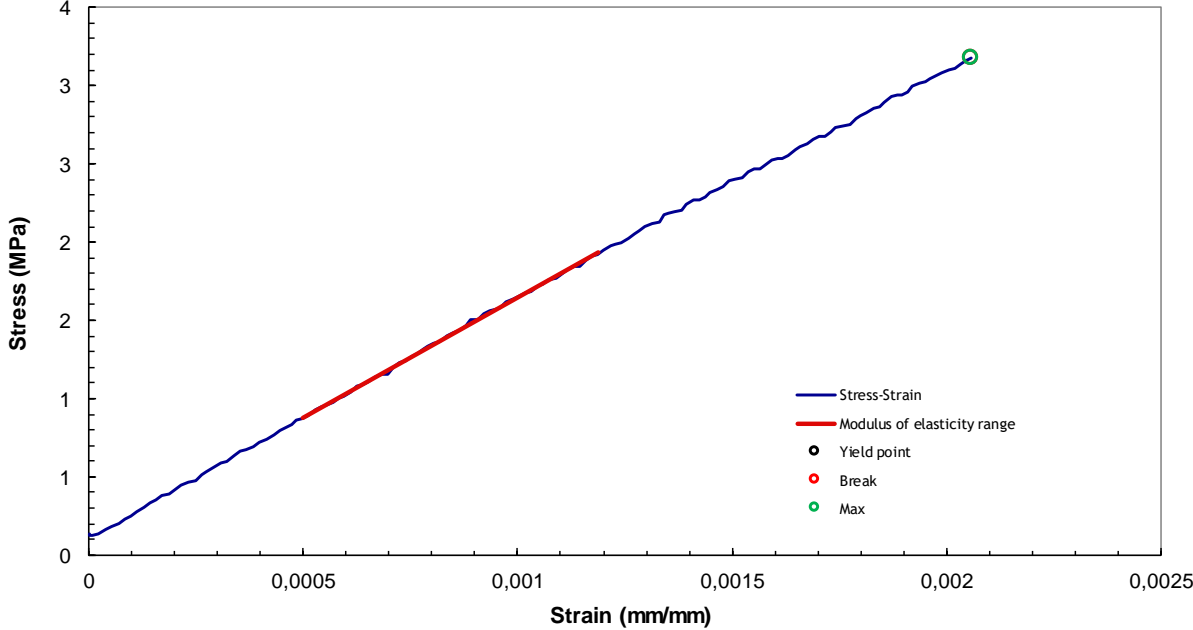
| | | | | | | | |
|--|--|---|--|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: Z-15-11 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1593 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: LRO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/04 | | MICROMETRE/04 | | | |
| (mm) | | Width | | Thickness | | | |
| 1 | | 13,477 | | 3,216 | | | |
| 2 | | 13,495 | | 3,294 | | | |
| 3 | | 13,478 | | 3,196 | | | |
| Mean Width: | | 13,48 | | Mean thickness: | | 3,235 | |
| | | | | Area: | | 43,62 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: - | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,4 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | Soak time (min): | | - | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 3,0 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 3,0 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | |
| Young Modulus: | | 1,3 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,24 | | | | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | | 0,25 | | % | | Elongation at yield: - % | |
| Date: | | 21/08/2017 | | Technician: | | DPI | |
| | | | | Data file: | | 17-1593.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |



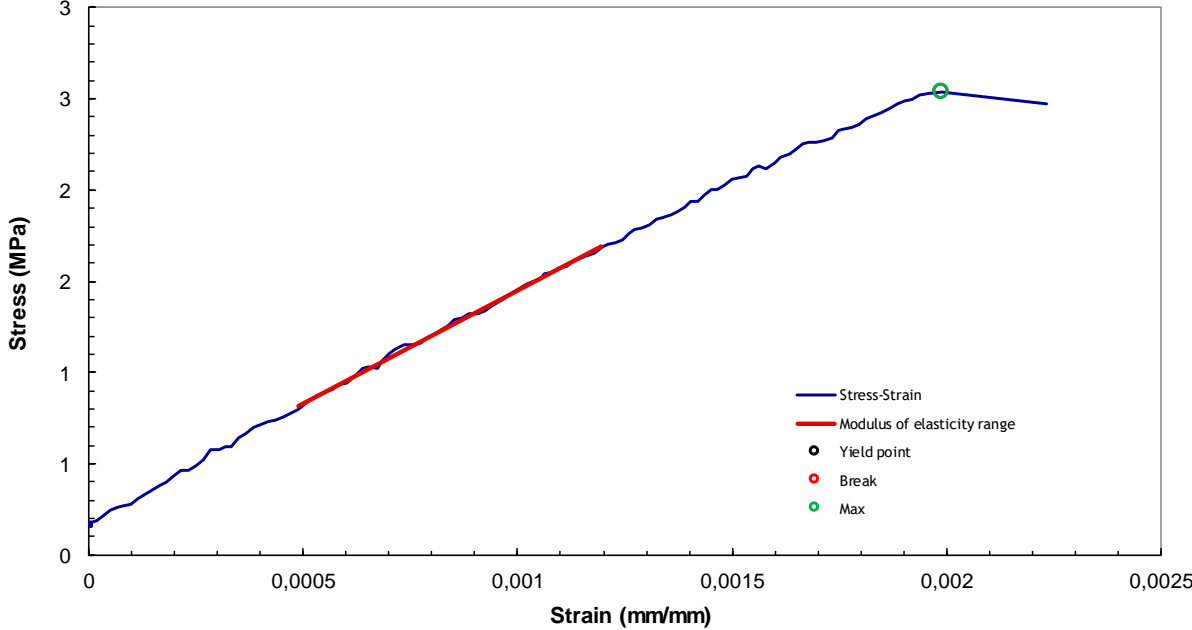
| | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--|-----------------------------|--|-----------|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: Z-15-12 | | Page 1 of 1 | | | |
| | | | | Internal code: 17-1594 | | Validation date: 02/06/2017 | | | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: DPI | | | | | | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | | | |
| Material Type: - | | | | Batch: - | | | | | |
| Manufacturer: - | | | | Orientation: - | | | | | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | | | |
| | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: LRO | | | | | |
| Tool used: MICROMETRE/04 | | MICROMETRE/04 | |  | | | | | |
| (mm) | | Width | | | | | | Thickness | |
| 1 | | 13,315 | | | | | | 3,252 | |
| 2 | | 13,394 | | | | | | 3,312 | |
| 3 | | 13,334 | | 3,249 | | | | | |
| Mean Width: 13,35 | | Mean thickness: 3,271 | | Area: 43,66 mm ² | | | | | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES | | | | Specify: - | | | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | | | |
| Type: Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage | | | | | | | |
| Gage types and number: SG02 | | | | | | | | | |
| Resistance (Ω): 350,00 | | Dimension (mm): 3 | | | | | | | |
| Strain gauge Factor: 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): - | | | | | | | |
| Transverse Sensitivity: - | | Other information: - | | | | | | | |
| TEST DATA | | | | | | | | | |
| | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | | | | | |
| Speed (mm/min): 2 | | Lab Temperature (°C): 24,4 | | Rel.Hum. (%): 46 | | | | | |
| Test Machine: MTS Insight | | Load Cell/Range: 100 kN/100% | | | | | | | |
| Chamber: - | | Test temperature (°C): RT | | Soak time (min): - | | | | | |
| Temperature measured by: - | | | | | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | | | |
| Tensile strength: 2,9 | | MPa | | | | | | | |
| Stress at break: 2,9 | | MPa | | Stress at yield: - | | MPa | | | |
| Young Modulus: 1,3 | | GPa | | Strain range: 500 | | 1200 με | | | |
| Poisson ratio: 0,13 | | | | Strain range: 500 | | 1200 με | | | |
| Strain at break: 0,24 | | % | | Elongation at yield: - | | % | | | |
| Date: 21/08/2017 | | Technician: DPI | | Data file: 17-1594.txt | | | | | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|--|--|--------------------------|--|------------------------------------|--|--|--------------|--|
|  | | <h2>Results Report</h2> | | External code: Z-13 | | Page 1 of 1 | | | |
| | | | | Internal code: 17-1595 | | Validation date: 02/06/2017 | | | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | | | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | | | |
| Material Type: - | | | Batch: - | | | Orientation: - | | | |
| Manufacturer: - | | | | | | | | | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | | | |
| | | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | | | | |
| Tool used: MICROMETRE/02 | | MICROMETRE/02 | |  | | | | | |
| (mm) | | Width | | | | | | Thickness | |
| 1 | | 13,613 | | | | | | 3,313 | |
| 2 | | 13,634 | | | | | | 3,250 | |
| 3 | | 13,668 | | 3,323 | | | | | |
| Mean Width: 13,64 | | Mean thickness: 3,295 | | Area: 44,94 | | mm² | | | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | | | | | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | | | |
| Type: Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage | | | | | | | |
| Gage types and number: SG02 | | | | | | | | | |
| Resistance (Ω): 350,00 | | Dimension (mm): 3 | | | | | | | |
| Strain gauge Factor: 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): - | | | | | | | |
| Transverse Sensitivity: - | | Other information: - | | | | | | | |
| TEST DATA | | | | | | | | | |
| | | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | | | | |
| Speed (mm/min): 2 | | Lab Temperature (°C): 24,3 | | Rel.Hum. (%): 46 | | | | | |
| Test Machine: MTS Insight | | Load Cell/Range: 100 kN/100% | | | | | | | |
| Chamber: - | | Test temperature (°C): RT | | Soak time (min): - | | | | | |
| Temperature measured by: - | | | | | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | | | |
| | | Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: 2,8 | | | | MPa | | | | | |
| Stress at break: 2,8 | | | | MPa | | Stress at yield: - MPa | | | |
| Young Modulus: 1,5 | | | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | | | |
| Poisson ratio: 0,13 | | | | | | Strain range: 500 1200 με | | | |
| Strain at break: 0,17 | | | | % | | Elongation at yield: - % | | | |
| Date: 21/08/2017 | | Technician: DPI | | Data file: 17-1595.txt | | | | | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--------------------------------|------------------------------------|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: Z-14 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1596 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/02 | |  | | | |
| (mm) | | Width | | | | | |
| 1 | | 13,452 | | | | | |
| 2 | | 13,417 | | | | | |
| 3 | | 13,288 | | | | | |
| Mean Width: | | 13,39 | | Mean thickness: | | 3,340 | |
| | | | | Area: | | 44,71 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | | | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,4 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | |
| Tensile strength: | | 3,5 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 3,5 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | |
| Young Modulus: | | 1,7 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,28 | | | | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | | 0,20 | | % | | Elongation at yield: - % | |
| Date: | | 21/08/2017 | | Technician: | | DPI | |
| | | | | Data file: | | 17-1596.txt | |
| Stress - Strain plot:  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|--|--|-------------------------|-----------------------------|--|-----------|--|
|  | | Results Report | | External code: Z-16 | | Page 1 of 1 | | | |
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Validated by: DPI | | Internal code: 17-1598 | | Validation date: 02/06/2017 | | | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | | | |
| Material Type: | | - | | | | Batch: - | | | |
| Manufacturer: | | - | | | | Orientation: - | | | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | | | |
| | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | | | | | |
| Tool used: MICROMETRE/02 | | MICROMETRE/02 | |  | | | | | |
| (mm) | | Width | | | | | | Thickness | |
| 1 | | 13,492 | | | | | | 3,316 | |
| 2 | | 13,507 | | | | | | 3,312 | |
| 3 | | 13,512 | | 3,317 | | | | | |
| Mean Width: | | 13,50 | | Mean thickness: | | 3,315 | | | |
| | | | | Area: | | 44,76 mm ² | | | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: | | | | YES | | Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | | | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | | | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | | | |
| TEST DATA | | | | | | | | | |
| | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | | | | | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,5 | | | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | | | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | | | |
| Temperature measured by: | | - | | Soak time (min): | | - | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | | | |
| Result | | Unit | | | | | | | |
| Tensile strength: | | 5,2 | | MPa | | | | | |
| Stress at break: | | 5,2 | | MPa | | Stress at yield: - MPa | | | |
| Young Modulus: | | 1,5 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | | | |
| Poisson ratio: | | 0,29 | | | | Strain range: 500 1200 με | | | |
| Strain at break: | | 0,37 | | % | | Elongation at yield: - % | | | |
| Date: 21/08/2017 | | Technician: DPI | | Data file: 17-1598.txt | | | | | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | | | |

|  Results Report | | External code: | Z-17 |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Tensile test- ASTM D638-14 | | Internal code: | 17-1599 |
| Validated by: | | DPI | Validation date: 02/06/2017 |
| SPECIMEN MATERIAL | | | |
| Material Type: | | | Batch: - |
| Manufacturer: | | | Orientation: - |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | |
| | | Date: | 28/07/2017 |
| | | Technicians: MCO | |
| Tool used: | MICROMETRE/02 | MICROMETRE/02 | |
| (mm) | Width | Thickness | |
| 1 | 13,721 | 3,312 | |
| 2 | 13,642 | 3,293 | |
| 3 | 13,559 | 3,323 | |
| Mean Width: | 13,64 | Mean thickness: | 3,309 |
| | | Area: | 45,14 mm ² |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | |
| Type: | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | Transversal strain gage |
| Gage types and number: | SG02 | | |
| Resistance (Ω): | 350,00 | Dimension (mm): | 3 |
| Strain gauge Factor: | 1,98 | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | - |
| Transverse Sensitivity: | - | Other information: | - |
| TEST DATA | | | |
| | | Date: | 17/08/2017 |
| | | Technicians: DPI | |
| Speed (mm/min): | 2 | Lab Temperature (°C): | 24,6 |
| Test Machine: | MTS Insight | Load Cell/Range: | 100 kN/100% |
| Chamber: | - | Test temperature (°C): | RT |
| Temperature measured by: | - | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | |
| Result | | Unit | |
| Tensile strength: | 3,2 | MPa | |
| Stress at break: | 3,2 | Stress at yield: | - MPa |
| Young Modulus: | 1,5 | Strain range: | 500 1200 με |
| Poisson ratio: | 0,29 | Strain range: | 500 1200 με |
| Strain at break: | 0,21 | Elongation at yield: | - % |
| Date: | 21/08/2017 | Technician: | DPI |
| | | Data file: | 17-1599.txt |
| Stress - Strain plot: | | | |
|  | | | |
| COMMENTS | | | |

| | | | | | | | |
|---|--|---|--|--|--------------------------------|--|--|
|  | | <h2 style="text-align: center;">Results Report</h2> | | External code: Z-18 | | Page 1 of 1 | |
| | | | | Internal code: 17-1600 | | Validation date: 02/06/2017 | |
| Tensile test- ASTMD638-14 | | | | Validated by: DPI | | Validation date: 02/06/2017 | |
| SPECIMEN MATERIAL | | | | | | | |
| Material Type: | | | | - | | Batch: - | |
| Manufacturer: | | | | - | | Orientation: - | |
| SPECIMEN DIMENSIONS | | | | | | | |
| | | | | Date: 28/07/2017 | | Technicians: MCO | |
| Tool used: | | MICROMETRE/02 | |  | | | |
| (mm) | | Width | | | | | |
| 1 | | 13,575 | | | | | |
| 2 | | 13,469 | | | | | |
| 3 | | 13,657 | | | | | |
| Mean Width: | | 13,57 | | Mean thickness: | | 3,311 | |
| | | | | Area: | | 44,92 mm² | |
| Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: - | | | | | | | |
| STRAIN GAUGE/EXTENSOMETER | | | | | | | |
| Type: | | Axial extensometer EXT/AXIAL/01 | | | Transversal strain gage | | |
| Gage types and number: | | SG02 | | | | | |
| Resistance (Ω): | | 350,00 | | Dimension (mm): | | 3 | |
| Strain gauge Factor: | | 1,98 | | Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): | | - | |
| Transverse Sensitivity: | | - | | Other information: | | - | |
| TEST DATA | | | | | | | |
| | | | | Date: 17/08/2017 | | Technicians: DPI | |
| Speed (mm/min): | | 2 | | Lab Temperature (°C): | | 24,6 | |
| Test Machine: | | MTS Insight | | Load Cell/Range: | | 100 kN/100% | |
| Chamber: | | - | | Test temperature (°C): | | RT | |
| Temperature measured by: | | - | | | | | |
| TENSILE TEST RESULTS | | | | | | | |
| | | Result | | Unit | | | |
| Tensile strength: | | 2,5 | | MPa | | | |
| Stress at break: | | 2,5 | | MPa | | Stress at yield: - | |
| Young Modulus: | | 1,2 | | GPa | | Strain range: 500 1200 με | |
| Poisson ratio: | | 0,30 | | | | Strain range: 500 1200 με | |
| Strain at break: | | 0,20 | | % | | Elongation at yield: - % | |
| Date: | | 21/08/2017 | | Technician: | | DPI | |
| | | | | Data file: | | 17-1600.txt | |
| Stress - Strain plot: | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| COMMENTS | | | | | | | |