UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico

PROYECTO TÉCNICO:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO DE BIPEDESTACIÓN PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ”

AUTORES:

ALBERTO SEBASTIÁN ESPINOZA PESÁNTEZ

CHRISTIAN PATRICIO VELE SIGCHA

TUTOR:

ING. JOHN IGNACIO CALLE SIGÜENCIA, Ph.D.

CUENCA - ECUADOR

2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Alberto Sebastián Espinoza Pesántez con documento de identificación N° 0104989231 y Christian Patricio Vele Sigcha con documento de identificación N° 0105267835, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación**: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO DE BIPEDESTACIÓN PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ"**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre de 2021.

Alberto Sebastián Espinoza Pesántez
C.I. 0104989231

Christian Patricio Vele Sigcha
C.I. 0105267835

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO DE BIPEDESTACIÓN PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ"**, realizado por Alberto Sebastián Espinoza Pesántez y Christian Patricio Vele Sigcha, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre de 2021.

Firmado electrónicamente por:
JOHN IGNACIO CALLE SIGUENCIA

Ing. John Ignacio Calle Sigüencia, Ph.D.
C.I. 0102118213

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Alberto Sebastián Espinoza Pesántez con documento de identificación N° 0104989231 y Christian Patricio Vele Sigcha con documento de identificación N° 0105267835, autores del trabajo de titulación: **"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO DE BIPEDESTACIÓN PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ"**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico,* es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, noviembre de 2021.

Alberto Sebastián Espinoza Pesántez
C.I. 0104989231

Christian Patricio Vele Sigcha
C.I. 0105267835

DEDICATORIA

A mi esposa Katiuska, por el apoyo incondicional.

A mis amados hijos Aaron y Amelia, la alegría y fuerza de mi corazón.

A mis queridos padres Leonardo y Monserrath, por su amor y sacrificio hacia mí.

Alberto.

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y brindarme salud para así cumplir mis metas y objetivos.

A mis padres Manuel y Lucrecia, por guiarme en el buen camino y por el apoyo incondicional en el trayecto de mi formación estudiantil

A mis hermanos y sobrinos, quienes me han apoyado y compartido gratos momentos.

A mis familiares y amigos, en especial a Madeline, quienes fueron parte importante de este proceso.

Christian.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por todo el apoyo brindado en todo mi proceso educativo y personal, al igual que sus enseñanzas y consejos, que me han permitido alcanzar una de mis metas más anheladas.

A la Universidad Politécnica Salesiana, por la oportunidad de recibir las enseñanzas académicas de parte de los docentes de la carrera de Ingeniería Mecánica.

A Christian Patricio Vele, compañero y amigo, por su ayuda constante en el desarrollo del proyecto técnico.

Al Ing. John Calle, por su confianza para el desarrollo del proyecto, por las observaciones acertadas, por el seguimiento y por las enseñanzas de inicio a fin.

A todos los que conforman talleres LQ Construcciones y a su propietario Santiago Quinde por abrir las puertas de su establecimiento y permitir desarrollar el proyecto técnico.

Alberto.

Agradezco a mis padres y familiares por apoyo brindado en todo mi proceso educativo y personal, que me han permitido alcanzar este logro.

A la Universidad Politécnica Salesiana y a todo el personal docente por brindarme todo el conocimiento para mi formación como profesional.

A Beto amigo y compañero de tesis, por el apoyo durante la realización de este proyecto.

Al Ing. John Calle, por su confianza para el desarrollo del proyecto, por las observaciones acertadas, por el seguimiento y por las enseñanzas de inicio a fin.

A Santiago Quinde, por permitirnos realizar el proyecto en las instalaciones de LQ Construcciones.

Christian.

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el diseño y construcción de un dispositivo de bipedestación para personas con discapacidad motriz, teniendo como finalidad la obtención de un producto eficaz y eficiente semejante a otros que existen en el mercado. Para la obtención del producto se inicia realizando un estudio del arte centrado en la discapacidad, los dispositivos de bipedestación que aplican diferentes tecnologías y mecanismos, analizando la situación médica a beneficiarios de este tipo de producto y a la consulta de psicoterapeutas que intervienen en la rehabilitación de personas con discapacidad motriz.

Una vez identificados los problemas se procede al diseño del dispositivo el mismo que debe cumplir con ciertas características técnicas y mecánicas, tiene que ser ergonómica, funcional, y de fácil mantenimiento; el diseño de los mecanismos y particulares que conforman el producto se basa en las medidas antropométricas generales y de datos básicos de pacientes que conforman la fundación HOPE[1].

Para el diseño, simulación, y análisis cinemático se utilizan software de ingeniería, entre ellos AutoCAD, Inventor profesional, Adams View y Ansys Mechanical, mismos estudios que intervendrán para una selección adecuada sobre el tipo de material y sus dimensiones.

Se presenta diagramas de procesos para cada subconjunto que conforma el dispositivo, con su respectiva fase de construcción y ensamblaje, basados en procesos de manufactura convencional y cumpliendo las características técnicas y mecánicas que garantiza una usabilidad segura, los mismos que se ejecutan en las instalaciones del taller LQ CONSTRUCCIONES.

Para finalizar se presenta un análisis de costos unitarios, que permite observar que el costo del dispositivo es bajo con respecto a las que se encuentran disponibles en el mercado local e internacional, similares en sus características físicas y funcionales.

Palabras Clave: Silla para Bipedestación, sillas de ruedas, verticalizador.

[1] HOPE: Fundación *"Hijos Originales - Padres Especiales"* entidad sin fines de lucro que funciona en la ciudad de Cuenca, con el objetivo de atención especializada e integral a personas con múltiples discapacidades y a sus familias.

ABSTRACT

This work shows the design and construction of a standing device for people with motor disabilities, with the aim of obtaining an effective and efficient product similar to others on the market. In order to obtain the product, a study of the art focused on disability, the standing devices that apply different technologies and mechanisms, analyzing the medical situation of beneficiaries of this type of product and consulting psychotherapists who intervene in the rehabilitation of people with motor disabilities.

Once the problems have been identified, the device is designed, which must comply with certain technical and mechanical characteristics, it must be ergonomic, functional, and easy to maintain; the design of the mechanisms and particulars that make up the product is based on general anthropometric measurements and basic patient data that make up the HOPE[2]. foundation.

For the design, simulation, and kinematic analysis, engineering software is used, among them AutoCAD, Professional Inventor, Adams View and Ansys Mechanical, same studies that will intervene for a suitable selection on the type of material and its dimensions.

Process diagrams are presented for each subset that makes up the device, with its respective construction and assembly phase, based on conventional manufacturing processes and complying with the technical and mechanical characteristics that guarantee safe usability, the same that are executed in the facilities of the LQ CONSTRUCCIONES workshop.

Finally, an analysis of unit costs is presented, which allows us to observe that the cost of the device is low compared to those that are available in the local and international market, similar in their physical and functional characteristics.

Keywords: Standing chair, wheelchair, verticalizer.

[2] HOPE: Foundation *"Hijos Originales - Padres Especiales"* nonprofit entity that operates in Cuenca city with objective of specialized and comprehensive care for people with multiple disabilities and their families.

ÍNDICE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR **2**
CERTIFICACIÓN **3**
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD **4**
DEDICATORIA **5**
AGRADECIMIENTOS **6**
RESUMEN **7**
ABSTRACT **8**
ÍNDICE **9**
ÍNDICE DE FIGURAS **11**
ÍNDICE DE TABLAS **14**
ÍNDICE DE ANEXOS **15**
1 INTRODUCCIÓN **16**
2 PROBLEMA **17**
2.1 ANTECEDENTES 17
2.2 IMPORTANCIA Y ALCANCE 18
2.3 DELIMITACIONES 18
3 OBJETIVOS **19**
3.1 OBJETIVO GENERAL 19
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS 19
4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS **19**
4.1 DISCAPACIDAD 19
4.2 TIPO DE DISCAPACIDADES ACORDE AL CONADIS 20
4.2.1 Discapacidad Física 20
4.2.2 Discapacidad psicosocial 21
4.2.3 Discapacidad intelectual 21
4.2.4 Discapacidad sensorial 21
4.3 SALUD Y CALIDAD DE VIDA 21
4.4 ECONOMÍA 22
4.5 SISTEMAS DE BIPEDESTACIÓN 22
4.6 BENEFICIOS QUE APORTA LA BIPEDESTACIÓN 23
4.7 DISPOSITIVOS DE BIPEDESTACIÓN EXISTENTES EN EL MERCADO 23
4.8 COMPONENTES Y ESPECIFICACIONES DE UNA SILLA DE RUEDAS 23
4.9 DIMENSIONES 25
4.10 NORMATIVA DE MATERIAL 26
5 MARCO METODOLÓGICO **27**
5.1 LEVANTAMIENTO DE LA NECESIDAD 27
5.1.1 Encuesta para la obtención de datos 27
5.1.2 Tabulación de datos de las encuestas 29
5.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL DISPOSITIVO DE BIPEDESTACIÓN 31
5.2.1 Síntesis de mecanismos 31

ÍNDICE

5.2.2 Análisis cinemático 36
5.2.3 Diseño estructural 40
5.3 CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO DE BIPEDESTACIÓN 69
5.3.1 Proceso de construcción 70
5.3.2 Análisis de precios unitarios 84
5.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO 96
6 ANÁLISIS DE RESULTADOS 97
7 CONCLUSIONES 101
8 RECOMENDACIONES 102
9 REFERENCIAS 103
10 ANEXOS 107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grupos Etarios de personas con discapacidad en el cantón Cuenca. [5] 17
Figura 2. Silla de ruedas verticalizadora marca KARMA. [16] 22
Figura 3. Dimensiones máximas para una silla de ruedas según UNE 111915. [27] 25
Figura 4. Proceso para la elaboración del dispositivo de bipedestación. 27
Figura 5: Problemas que se presentan en personas con discapacidad por permanecer sentados en exceso de tiempo. 29
Figura 6: Personal profesional que dispone de un producto de bipedestación. 30
Figura 7: Problemas principales en la adquisición de un dispositivo de bipedestación. 30
Figura 8. Transición requerida para el cambio de posición sedentario a bípedo, Software AutoCAD 31
Figura 9. Síntesis de mecanismo requerido para transición Sedentario - Recostado, Software AutoCAD 32
Figura 10. Localización del centro de gravedad para cada segmento del cuerpo. [32] 32
Figura 11. Distancia de los centros de gravedad para cada segmento. 33
Figura 12. Ubicación del centro de gravedad partiendo de un punto de referencia “0” 34
Figura 13. Desarrollo de la síntesis de tres posiciones con pivotes fijos específicos, Software AutoCAD 35
Figura 14. Dimensiones de los eslabones para el sistema de mecanismos 35
Figura 15. Representación de sistema de eslabones para transición sedentario – bípedo 36
Figura 16. Representación de sistema de eslabones para transición sedentario – recostado. 37
Figura 17. Análisis gráfico de la posición inicial y final del mecanismo Sentado – Bípedo. 38
Figura 18. Sistema de eslabones para bipedestación importado en el software Adams View. 38
Figura 19. Curvas resultantes de velocidad y aceleración para el sistema de bipedestación. 39
Figura 20. Análisis gráfico de la posición inicial y final del mecanismo Sentado – Recostado 39
Figura 21. Sistema de eslabones para reclinación importado en el software Adams View 40
Figura 22. Curvas resultantes de velocidad y aceleración para el sistema de reclinación. 40
Figura 23. Diseño previo del dispositivo con posibles perfiles a usar. 41
Figura 24. Diseño de la estructura para el asiento de la silla 46
Figura 25: Diagrama de cuerpo libre de la estructura para el asiento de la silla 46
Figura 26: Diagrama de corte y momento flector de la estructura del asiento. 47
Figura 27. Diseño de eslabones para transición de posición sedentaria a bípeda 49
Figura 28. D.C.L. del sistema de eslabón superior que permite la bipedestación. 49
Figura 29. D.C.L de la sección O2-A. 50
Figura 30. Diagrama de fuerza cortante y momento flector de la sección O2-A. 51
Figura 31. Diseño del espaldar, representado en posición recostado. 53
Figura 32. Distancia de los centros de gravedad para cada segmento en posición recostado. 54
Figura 33. D.C.L. del espaldar en posición recostado. 54
Figura 34. Representación del espaldar con las fuerzas y reacciones necesarias 55
Figura 35. Diagrama de corte y momento del eslabón que conforma el espaldar. 56
Figura 36. Diseño de Reposabrazos - Accionador para bipedestación. 57
Figura 37. D.C.L del Reposabrazos - Accionador para bipedestación. 58
Figura 38. D.C.L. para la sección horizontal del reposabrazos 58
Figura 39. D.C.L. para la sección vertical del reposabrazos 59
Figura 40. Diagrama de fuerza cortante y momento flector de los componentes horizontal y vertical del reposabrazos 60

Figura 41. Representación del pasador ubicado entre el eslabón de accionamiento superior y el soporte 61
Figura 42. D.C.L. del pasador en la articulación O2. 61
Figura 43. Representación de junta entre la palanca de giro y el accionador - reposabrazos 62
Figura 44. Diagrama de cuerpo libre para la junta G 62
Figura 45. Resultado de las tensiones de Von Mises sobre el elemento lateral del asiento, software Ansys 63
Figura 46. Resultado de la deformación total sobre el elemento lateral del asiento, software Ansys 64
Figura 47. Resultado de las tensiones de Von Mises sobre los eslabones de accionamiento, software Ansys 64
Figura 48. Resultado de la deformación total sobre los eslabones de accionamiento, software Ansys 65
Figura 49. Resultado de las tensiones de Von Mises sobre el espaldar derecho, software Ansys. 66
Figura 50.Resultado de las tensiones de Von Mises sobre el elemento derecho del reposabrazos, software Ansys 66
Figura 51. Resultado de la deformación total sobre el espaldar derecho, software Ansys 67
Figura 52. Resultado de la deformación total sobre el elemento derecho del reposabrazos, software Ansys 67
Figura 53. Dispositivo de bipedestación representado en el software Adams View 68
Figura 54. Simulación del dispositivo efectuada con sus respectivas cargas aplicadas, software Adams 68
Figura 55. Fuerzas aplicadas para la simulación, software Adams 69
Figura 56. Ángulo de giro del engranaje conducido, software Adams 69
Figura 57. Construcción del dispositivo de bipedestación. 70
Figura 58. Diagrama de proceso de construcción identificando los subconjuntos que conforman el dispositivo de bipedestación. 71
Figura 59. Diagrama de proceso de construcción del chasis 72
Figura 60. Diagrama de proceso de construcción del asiento y el sistema de eslabones 73
Figura 61. Diagrama de proceso de construcción del espaldar 74
Figura 62. Diagrama de proceso de construcción del reposabrazos y el accionador 75
Figura 63. Diagrama de proceso de construcción del reposapiés 76
Figura 64. Diagrama de proceso de construcción del trinquete 76
Figura 65. Diagrama de proceso de construcción del seguro de espaldar 77
Figura 66. Diagrama de proceso de construcción de la rueda conductora 78
Figura 67. Diagrama de proceso de construcción del pasador guía de bipedestación 78
Figura 68. Representación de rueda trasera 79
Figura 69. Representación de rueda delantera 79
Figura 70. Cinturón de seguridad, con chaleco removible 80
Figura 71. Representación de seguro para rodillas 80
Figura 72. Representación del espaldar removible 81
Figura 73. Representación de un freno simple tipo tijera 81
Figura 74. Cable de freno para bicicleta 82
Figura 75. Palanca de cambio con sus respectivos cables 82
Figura 76. Representación del resorte de apoyo para bipedestación. 83
Figura 77. Representación del inclinador de asiento. 83
Figura 78. Diagrama de proceso de construcción y ensamble del dispositivo de bipedestación. 84
Figura 79. Prueba de funcionamiento en la posición de bipedestación. 96

Figura 80. Prueba de funcionamiento en posición basculante 97
Figura 81. Análisis de los resultados del estudio de campo 97
Figura 82. Sistema de cuatro barras, software AutoCAD 98
Figura 83. Sistema de eslabonamiento. 98
Figura 84. Prueba de funcionamiento para bipedestación. 100
Figura 85. Prueba de funcionamiento para basculación. 101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Dispositivos de bipedestación existentes en el mercado. [19] –[24] 24
Tabla 2. Masa y dimensión para cada segmento del cuerpo. [33] 33
Tabla 3. Principales aspectos por considerar para el diseño del dispositivo. 41
Tabla 4. Propiedades de figuras geométricas: Área (A) y Módulo seccional (S). [37] 45
Tabla 5: Dimensión del tubo para la estructura del asiento según módulo de sección calculado. [39]. 48
Tabla 6: Dimensión de la pletina para el sistema de eslabonamiento según sección y espesor calculado. [39]. 53
Tabla 7: Dimensión del tubo estructural redondo para el espaldar según sección calculada. [39]. 57
Tabla 8: Dimensión del tubo estructural redondo para el reposabrazos según sección calculada. [39]. 60
Tabla 9. Análisis de precios unitarios al elemento “Chasis”. 84
Tabla 10. Análisis de precios unitarios al elemento “Asiento - Sistema de eslabones”. 85
Tabla 11. Análisis de precios unitarios al elemento “Espaldar”. 88
Tabla 12. Análisis de precios unitarios al elemento “Reposabrazos - Accionador”. 89
Tabla 13. Análisis de precios unitarios al elemento “Reposapiés”. 90
Tabla 14. Análisis de precios unitarios al elemento “Trinquete”. 91
Tabla 15. Análisis de precios unitarios al elemento “Seguro de espaldar”. 92
Tabla 16. Análisis de precios unitarios al elemento “Rueda conductora”. 93
Tabla 17. Análisis de precios unitarios al elemento “Pasador guía de bipedestación”. 94
Tabla 18. Análisis de precios unitarios al elemento “Accesorios”. 95
Tabla 19. Costo total de la silla de bipedestación 96

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Catálogo IPAC de acero estructural cuadrado. 107
Anexo 2: Catálogo IPAC de producto laminado pletina 108
Anexo 3: Catálogo IPAC de tubo estructural redondo para el espaldar. 109
Anexo 4: Resorte de extensión. 110
Anexo 5. Conjunto, subconjuntos y particulares del dispositivo de bipedestación. 111

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Ecuador posee gran porcentaje de personas con discapacidad motriz, de ellas existen varias personas que dependen de dispositivos o productos que le ayuden a su movilidad segura. En la provincia del Azuay existe un último registro donde constan 34 instituciones que brindan asistencia médica y rehabilitación a personas que padecen discapacidades [1]; HOPE es una de las fundaciones establecidas en el cantón Cuenca, en las cuales los psicoterapeutas recalcan que el excesivo tiempo en que personas con discapacidad móvil inferior se mantienen sentadas o acostadas les provoca lesiones físicas y enfermedades internas en sus organismos, además de lesiones que sufre el personal por realizar cargas desmedidas para asistir en la rehabilitación y transporte del paciente.

La rehabilitación para personas discapacitadas que permanecen en posición sedentaria siempre han sido de vital importancia con el fin de evitar múltiples afecciones, es por ello que la fundación brinda este servicio terapéutico entre una a tres veces diarias con un dispositivo de bipedestación artesanal que no satisface las necesidades de los usuarios. La adquisición de un producto que cumpla con las características técnicas y mecánicas es dificultosa, debido a sin número de factores en los cuales predomina el excesivo costo que se mantiene en el mercado. [2]

Para solucionar todos los inconvenientes descritos anteriormente es necesario implementar un mecanismo con los accionamientos necesarios para cumplir las necesidades del paciente, para ello se requiere analizar las dimensiones antropométricas, datos generales de posibles usuarios, y las necesidades exactas que debería poseer un dispositivo de bipedestación interviniendo con psicoterapeutas experimentados en estos casos.

En el presente proyecto se desarrolla el diseño y construcción de un dispositivo de bipedestación, con la finalidad de mejorar la facilidad en la realización de terapia, mejorando la salud del paciente y evitando la intervención de fuerzas externas por parte del psicoterapeuta, además de cumplir con las características técnicas y mecánicas, garantizando ergonomía, estética, funcionalidad y de fácil acceso por costos bajos con respecto al mercado nacional e internacional.

2 PROBLEMA

2.1 Antecedentes.

Las personas con discapacidad forman parte de uno de los grupos más vulnerables del mundo, que tienen peores resultados sanitarios, académicos, una menor participación económica y unas tasas de pobreza más altas que las personas sin discapacidad.

La OMS en noviembre del 2017 presentó cifras que indican que alrededor del 15% de la población mundial (110 y 190 millones de personas) sufren de algún tipo de minusvalía. Además, notifica que los niños con discapacidad son aquellos que tienen menos probabilidades de ser escolarizados que los niños sin afecciones, obteniendo una tendencia a no conseguir empleo, y siendo vulnerables a la pobreza [3].

Un informe, elaborado en septiembre del 2011 por el Fondo de la Población de la ONU (UNEPA) y por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), informa que alrededor de 50 millones de habitantes de América Latina sufren de discapacidad [4]. En la actualidad nuestro país presenta 485.325 personas registradas en el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacitados (CONADIS) de las cuales 20.609 están en el cantón Cuenca de la provincia del Azuay, en la Figura 1 se presenta los grupos etarios del cantón que poseen discapacidad [5].

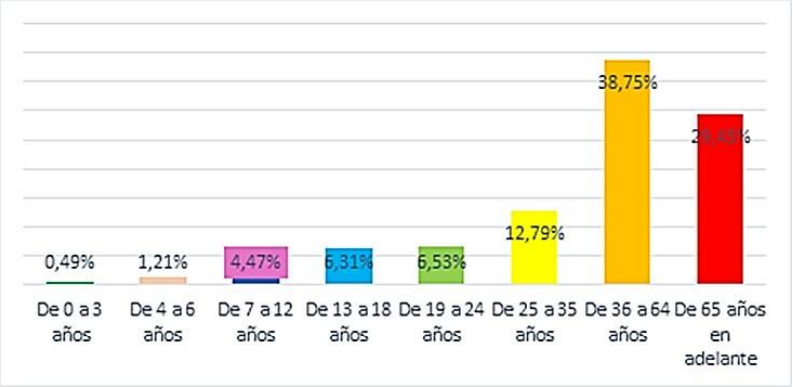


Figura 1. Grupos Etarios de personas con discapacidad en el cantón Cuenca. [5]

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) realizado a diciembre del 2019, en el Ecuador existe un índice de pobreza nacional de un 25% y lo que respecta a Cuenca posee un índice del 4.1%, por lo que los costos elevados es uno de los motivos de la ausencia de equipos apropiados para el correcto desenvolvimiento de las personas que sufren de discapacidad [6].

Los dispositivos de bipedestación convenientes para las personas con discapacidades otorgan múltiples beneficios terapéuticos y también psicológicos, generando impactos sociales y en la salud [7]. Debido a este dispositivo podemos recalcar que la calidad de vida de estas personas mejora significativamente, aunque la accesibilidad es dificultosa, ya que el sistema de accionamiento puede ser manual o eléctrico, es por este factor que la variación del precio aumenta o disminuye [8].

2.2 Importancia y Alcance

El proyecto beneficia a las personas con discapacidad en sus extremidades inferiores y al personal de rehabilitación, que siempre padecen de complicaciones en su salud para cumplir sus actividades médicas diarias, además el dispositivo entregará dependencia al usuario mejorando su condición física y psicológica, debido al accionamiento manual que evita la intervención de una segunda persona en la bipedestación y reclinación.

Actualmente en nuestro país no existe la fabricación de este tipo de producto con una certificación técnica y garantizada para uso ortopédico, simplemente existe dispositivos artesanales que no cumplan con las necesidades de las personas discapacitadas, sin embargo, el estudio y diseño que se presenta en este proyecto permitirá que personas con recursos económicos bajos puedan accederlas, ya que la materia prima y procesos de manufactura son locales y de calidad.

2.3 Delimitaciones

El proyecto se desarrollará en la provincia del Azuay, cantón Cuenca en el taller LQ CONSTRUCCIONES, que cuenta con máquinas y herramientas necesarias para la fabricación como: Soldadoras, torno, taladros, herramientas menores, etc. Para el desarrollo del diseño se cuenta con la colaboración del docente tutor y los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica con los conocimientos necesarios para la ejecución del proyecto técnico.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Diseñar y construir un dispositivo de bipedestación que sea funcional, estético, ergonómico de bajo costo, con materia prima local, para favorecer la movilidad y confort de personas con discapacidad.

3.2 Objetivo Específicos

- Definir las variables requeridas para el diseño de un equipo de bipedestación para personas con discapacidad a través de un análisis de la situación de los pacientes discapacitados de la ciudad de Cuenca y de equipos existentes a nivel internacional.

- Diseñar un dispositivo funcional para bipedestación de pacientes con discapacidad garantizando estética, ergonomía y funcionalidad en el sistema, utilizando software de ingeniería para el diseño y modelado.

- Construir un dispositivo de bipedestación mecánico de bajo costo, con materia prima local, garantizando estética, ergonomía, y funcionalidad, para que pueda ser utilizado por personas con discapacidad.

4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.1 Discapacidad

El concepto para definir a la discapacidad ha sido sujeta a varios cambios, con el fin de ajustar los procedimientos de diagnóstico a la realidad actual, considerando además que la discapacidad y su percepción por parte de la sociedad varían tanto entre épocas y cultura.

De acuerdo con la Organización mundial de la Salud (OMS) la discapacidad es un término generalizado que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las

restricciones de participación. Considerando a las deficiencias como problemas que afectan a una estructura o función corporal, mientras que las limitaciones de la actividad son las dificultades que se presentan para ejecutar acciones o tareas, y las restricciones de participación son problemas para participar en situaciones vitales. Como resultante, considera que la discapacidad es un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive [3].

Por otra parte, de acuerdo con la Ley Orgánica de Discapacidades con sus siglas LOD emitido como Registro oficial en Ecuador, en el Artículo 6 considera como persona discapacitada a aquella que, "Como consecuencia de una o más deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales, con independencia de la causa que la hubiera originado, ve restringida permanentemente su capacidad biológica, psicológica y asociativa para ejercer una o más actividades de la vida cotidiana" [9].

De acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se calcula que un 15% de la población mundial, es decir más de mil millones de personas están aquejadas por algún tipo de minusvalía, además, las tasas de personas con discapacidad van en aumento debido en parte al envejecimiento de la población y al aumento de la prevalencia de enfermedades crónicas [3].

4.2 Tipo de discapacidades acorde al CONADIS

Con el fin de promover, proteger y asegurar en condiciones de igualdad los derechos humanos, se presenta el Manual de Atención en Derechos de las personas con Discapacidad en la función judicial, el mismo que clasifica a la discapacidad en cuatro grupos, y se presentan a continuación.

4.2.1 Discapacidad Física

Este tipo de discapacidad hace referencia a deficiencias corporales, las mismas que son evidentes, como por ejemplo amputaciones de un miembro superior o inferior, paraplejia o la inmovilidad de la mitad del cuerpo (hemiparesia), por otra parte, las deficiencias viscerales son imperceptibles ya que pueden implicar un daño interno como por ejemplo insuficiencia renal, afección a los pulmones o corazón. Todas estas deficiencias producen dificultades tanto como para la movilidad, equilibrio, esfínteres, entre otras. [10].

4.2.2 Discapacidad psicosocial

El término de discapacidad psicosocial se utiliza para hacer referencia a la discapacidad mental, generalmente es ocasionada por alguna enfermedad la cual puede ser la esquizofrenia, psicosis, trastornos bipolares, entre otras, la cual se manifiesta mediante deficiencias que varían de leves o moderadas a grave o muy grave, algunos ejemplos son el trastorno de la conciencia, estado de ánimo, comportamiento ante la sociedad, comprensión de la realidad etc. [10].

4.2.3 Discapacidad intelectual

La discapacidad intelectual hoy en día debe considerarse desde un enfoque que resalte en primer lugar a la persona como cualquier otro individuo dentro de nuestra sociedad [11]. La discapacidad intelectual se caracteriza por significativas limitaciones tanto en el comportamiento adaptativo como en el funcionamiento intelectual, las cuales son las habilidades conceptuales, sociales y de adaptación práctica [12].

4.2.4 Discapacidad sensorial

Esta se divide en dos grupos la discapacidad visual que hace referencia a deficiencias oculares, con sus distintos factores de afección tales como la tensión ocular, acceso a información escrita, dificultades para la orientación y movilidad, etc. El segundo grupo es la discapacidad auditiva correspondiente a personas con sordera bilateral o total, sordera severa de ambos oídos, indiferente de su causa [10].

4.3 Salud y calidad de vida

Problemas de salud vinculados con la discapacidad repercuten en una mala vitalidad y grandes necesidades de asistencia sanitaria, las personas con discapacidad tienen el mismo nivel de necesidad en cuanto a la salud, esto con respecto a las demás personas [13]. Al proporcionar una silla de rueda a más de facilitar a la movilidad, esto trae beneficios relacionados directamente a la salud física y en cuanto a la calidad de vida del usuario, además reduce significativamente afecciones como las escaras debidas a la presión, el progreso de las deformidades o contracturas, esto y otros cuadros secundarios [14].

4.4 Economía

Una silla de ruedas puede hacer el cambio entre ser un receptor pasivo, para pasar a ser un colaborador activo, esto tanto dentro de la familia como dentro de la sociedad, esto debido a las oportunidades y accesibilidad que proporciona el uso de este producto, en cuanto al ámbito social también existen beneficios debido a la reducción en gastos de salud, tales como tratamientos para las ulceras de presión, correcciones de deformidades etc. [14]

4.5 Sistemas de bipedestación

Los bipedestadores o sillas de ruedas verticalizadoras (Figura 2) son equipos cuya función principal es ayudar a erguir a una persona que no puede hacerlo por si misma, debido al no uso de las extremidades inferiores, con el fin de evitar complicaciones en la salud, esta acción genera beneficio tanto físico como psicológico [15].

Figura 2. Silla de ruedas verticalizadora marca KARMA. [16]

Estos equipos permiten una verticalización progresiva en pacientes que han pasado exceso de tiempos encamados, pacientes vegetativos o en estado de mínima conciencia, permitiendo al paciente ponerse directamente en la posición bípeda con el uso de anclajes y sistemas de sujeción que le mantiene al paciente en la posición, sin riesgos de caída.

Existen variedad de sistemas sofisticados o simples que se diferencia por su accionamiento, calidad, seguridad, eficiencia o implementos extras que ayudan para realizar más actividades a estas personas [17].

4.6 Beneficios que aporta la bipedestación

A más de que la bipedestación es una posición muy buena para fortalecer el desarrollo óculo-manual y las actividades pedagógicas en general, tiene muchos beneficios los cuales se detallan a continuación [18].

- Un correcto desarrollo acetabular, previniendo o evitando la displasia de cadera;
- Un aumento en la densidad ósea minimizando así el riesgo de fractura;
- Provoca un estiramiento de los músculos y las extremidades;
- Mejora la circulación y la presión arterial;
- Mayor control de la respiración y la voz;
- Ayuda al sistema digestivo, función intestinal y drenaje vesical;
- Ayuda a la integridad de la piel producida por la sedestación;
- Mejora el bienestar, el estado de alerta y los patrones de sueño;
- Permite una interactuación cara a cara al momento del diálogo;

4.7 Dispositivos de bipedestación existentes en el mercado

Existen diferentes tipos de dispositivos, con diferentes fines, acorde a las necesidades del paciente ayudando a recuperar no solamente la independencia y la confianza en sí mismo, sino también ayuda a mejorar su salud y calidad de vida, y con el apoyo de las tiendas en línea podemos encontrar un producto fuera del país que se adapte a nuestras necesidades, en la Tabla 1 se detallan algunos dispositivos con su país de origen, precio sin contar con la entrega ni importación, además algunas características de los productos.

4.8 Componentes y especificaciones de una silla de ruedas.

Existen diferentes tipos de silla de ruedas tales como: estándar, eléctrica, neumática, etc. En las cuales tienen componentes en común que otorgan importantes funciones, detalladas a continuación: [25] [26]

Tabla 1: Dispositivos de bipedestación existentes en el mercado. [19] –[24]

Producto	Imagen	Características	Peo de la silla	Peso máx. usuario	Precio	País de origen
Dragon Vertic - INVACARE		-Silla de bipedestación. -Tracción trasera. -Asiento ajustable en anchura y profundidad. -Motores 6km/h. -Baterías de 60 Ah	131 Kg	100Kg	5.200€	España
Jive UP - Quickie		-Silla de bipedestación, acostado, programable, electrónica. -Sistema Spider Track. -Asiento ajustable en anchura y profundidad. -Motores 6, 10, 13 Km/h. -Baterías de 70 Ah. -Suspensión de obstáculos hasta 10cm.	160 Kg	120Kg	17.900€	España
Healthcare vip-515 - KARMAN		-Silla inclinable de aluminio de grado aeronáutico T-6. -Asiento ajustable en anchura y profundidad. -Plegable. -Un rango de inclinación de 0-35°.	17 Kg	100 Kg	$1.619	EE.UU
Leo II – HIELINE MOVILITE		-Silla bipedestadora. -Accionamiento manual. -Rueda delanteras y traseras con liberación rápida para almacenamiento plegado.	27 Kg	120 Kg	$3.853	EE.UU
Draco – WHEELCHAIR8		-Silla bipedestadora, acostado, inclinado. -Equipado con controlador de pantalla gráfica LED dinámica. -Ruedas motorizadas. -Viaja 30 Km con carga completa.	135 Kg	120 Kg	$ 9.900	EE.UU

- **Manillas de agarre/empuje:** Facilita el traslado del usuario.
- **Apoyabrazos y apoya pies:** son un soporte para las extremidades respectivas, pueden ser removibles, abatibles o fijos.
- **Ruedas delanteras:** permiten mayor radio de giro y movilidad, existen de 22, 24 y 26 pulgadas.
- **Ruedas traseras:** Dan estabilidad y seguridad en la silla, existen desde 2 hasta 8 pulgadas y pueden ser neumáticas o rígidas.
- **Frenos:** Proporcionan estabilidad y seguridad estática.
- **Sistema antivuelco:** Reduce la posibilidad de volcamiento, ubicando un tope en el suelo.
- **Cinturón pélvico:** Sujeción de seguridad y contención al usuario.

4.9 Dimensiones

La normativa UNE 111915 de accesibilidad (idéntica a la ISO 7193) denominan dimensiones máximas de una silla de ruedas estándar (Figura 3), garantizando a los usuarios que su uso de movilización sea sin ningún problema en espacios públicos y privados, las dimensiones generales son: [27]

- Ancho máximo (l): 700mm
- Largo máximo (b): 1200mm
- Altura máxima (h): 1090mm

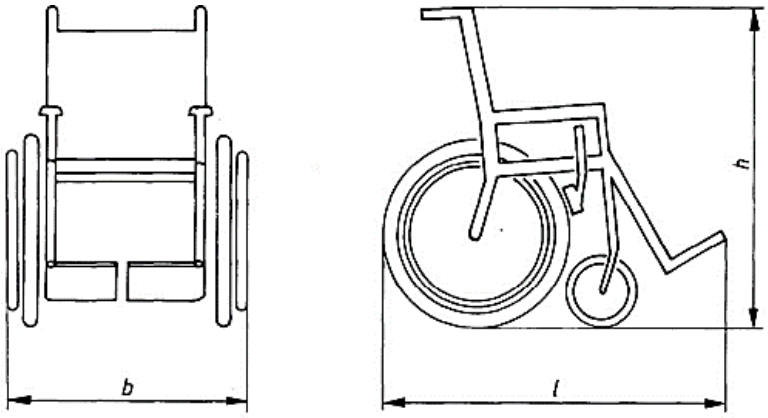


Figura 3. Dimensiones máximas para una silla de ruedas según UNE 111915. [27]

En cuanto las dimensiones de sus componentes son basadas en recomendaciones que establece CEAPAT, CCEMFE y COCEMFE (Centros estatales centrados en la discapacidad física de España), y resumidas a continuación: [27]

- Ancho interno del asiento: 460mm
- Profundidad del asiento: 430mm
- Altura del respaldo: 320mm
- Ancho del respaldo: 460mm
- Altura del reposabrazos: 200mm
- Altura del reposapiés al asiento: 400mm
- Altura del asiento: 550-600mm
- Altura del reposapiés desde el piso: 10-15cm (5cm mínimo)

4.10 Normativa de Material

- **ASTM A36**

La normativa descrita a continuación se aplica a productos como platinas, canales U, ángulos y entre otros; los cuales son perfiles laminados en caliente de acero al carbono estructural conocido como hierro negro, disponibles en nuestra localidad. Sus principales propiedades mecánicas son: [28], [29].

- Esfuerzo a la fluencia mínimo: 2 530 kg/cm2 (250 Mpa, 36 ksi)
- Esfuerzo a la tensión: De 4 080 kg/cm2 a 5 620 kg/cm2 (400-550 MPa, 58-79.8 ksi)
- Elongación mínima en 50 mm (2”): 23%
- Módulo de elasticidad 200 GPa (29 ksi)

- **ASTM 500**

Este tipo de acero está disponible en tubos HSS (Hollow Structural Section) de sección circular, cuadradas y rectangulares, están formados en frío en tres grados y tiene uso en diversas estructuras livianas y pesadas, además sus propiedades mecánicas difieren según la sección, pero en el grado más común podemos encontrar: [30]

- Esfuerzo de fluencia: 46 ksi (320 MPa, 3 200 kg/cm2)

- Esfuerzo a la tensión: 58 ksi (405 MPa, 4 100 kg/cm2)

5 MARCO METODOLÓGICO

Para que los resultados del diseño de un dispositivo de bipedestación sean exitosos, es necesario cumplir a cabalidad los objetivos propuestos, para ello se establece una metodología basada en 4 fases como se muestra en la Figura 4.

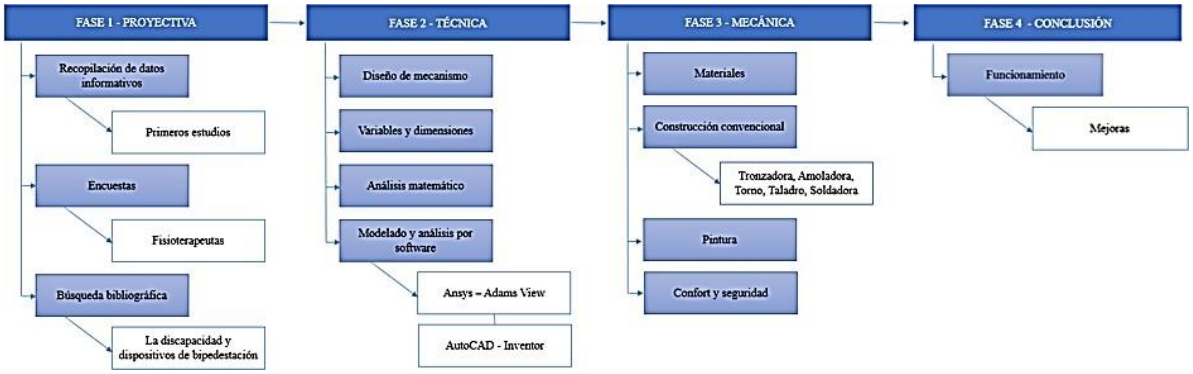


Figura 4. Proceso para la elaboración del dispositivo de bipedestación.

5.1 Levantamiento de la necesidad

Para el diseño y construcción de una silla de bipedestación se realiza un estudio a detalle del entorno de las personas con discapacidad física, personal que brinda la asistencia y profesionales en el tema. Este análisis conlleva a la obtención y utilización de datos médicos y datos personales de usuarios, con el propósito de que este producto satisfaga las necesidades.

Existe la necesidad de adquirir sillas de bipedestación a bajo costo, que mejoren la salud y calidad de vida, con la seguridad, usabilidad y durabilidad requerida para una persona con discapacidad.

5.1.1 Encuesta para la obtención de datos

Para concretar las necesidades detalladas y establecer nuestros objetivos se desarrolló una encuesta dirigida hacia personal fisioterapeuta y psicoterapeuta en instituciones u organizaciones ligadas con la discapacidad y especializadas en el tratamiento de discapacitados.

La encuesta está conformada mediante la siguiente estructura:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

La presente encuesta sirve para obtener datos para el proyecto de titulación de los estudiantes que forman parte de la carrera de Ingeniería Mecánica. Esta encuesta tienepropósito académico y por ello le pedimos de la manera más comedida posible que nos ayudecontestando las siguientes preguntas.

1. **Personas con discapacidad presentan problemas de salud al permanecer sentadas tiempo excesivo en sillas de rueda convencional. Enumere los problemas en orden de importancia. (Siendo 1 el problema más importante).**

	Problemas cardiovasculares.
	Problemas digestivos e intestinales.
	Problemas respiratorios.
	Fatiga.
	Sobrepeso y obesidad.
	Salud mental y depresión
	Ulceras por presión

2. **Dispone de algún tipo de silla de bipedestación verticalizadora que le permita la movilización propia y mejore la salud del usuario**.

SI		NO	

En caso de ser si, considera que el producto es:

	Costoso.
	Ergonómico
	Eficiente.

3. **En caso de que su respuesta es no en la pregunta 2, marque los problemas que se generan para la obtención, en orden de importancia. (Siendo 1 el problema más importante):**

	Costo elevado.
	No existe en el país.
	No satisfacen mi necesidad.
	Problema de importación.

Gracias por su tiempo.

5.1.2 Tabulación de datos de las encuestas.

- ***Personas con discapacidad presentan problemas de salud al permanecer sentadas tiempo excesivo en sillas de rueda convencional. Enumere los problemas en orden de importancia. (Siendo 1 el problema más importante)***.

  Los resultados obtenidos dan a conocer el problema de mayor gravedad que padecen las personas con discapacidad móvil inferior debido al excesivo tiempo que permanecen sentados o acostados.

  El contenido de la Figura 5 demuestra que los pacientes tienden a sufrir más por ulceras de presión, con una probabilidad del 50%, seguida de problemas cardiovasculares con 28%, la salud mental y depresión con un 11%, y el 11% restante distribuido para otras enfermedades.

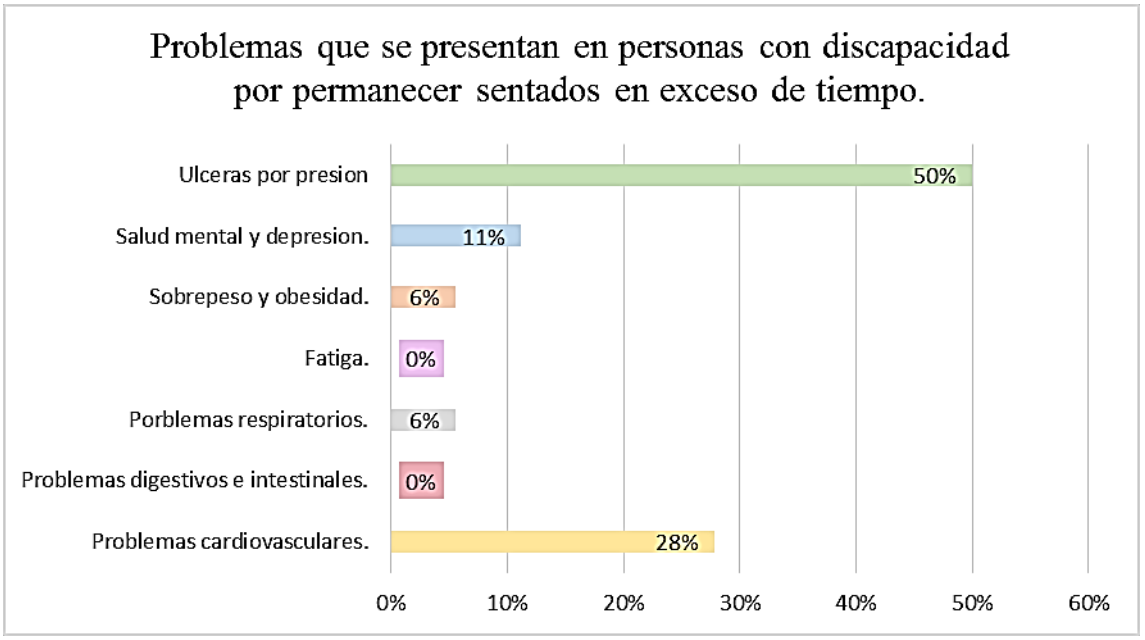


Figura 5: Problemas que se presentan en personas con discapacidad por permanecer sentados en exceso de tiempo.

- ***Dispone de algún tipo de silla de bipedestación verticalizadora que le permita la movilización propia y mejore la salud del usuario.***

  En el Figura 6, el diagrama propuesto argumenta que todo el personal profesional encuestadas (100%) que trabaja con la rehabilitación de personas discapacitadas, no dispone de un dispositivo de bipedestación.

Figura 6: Personal profesional que dispone de un producto de bipedestación.

- ***En caso de que su respuesta es no en la pregunta 2, marque los problemas que se generan para la obtención, en orden de importancia. (Siendo 1 el problema más importante):***

  El no poseer un dispositivo de bipedestación está relacionado a una serie de problemas de adquisición, en la Figura 7 se demuestra que el 72 % está ligado al costo elevado, el 17% que no existe estos dispositivos en el país, un 6% por inconvenientes en el proceso de importación, y el 6% restante porque no satisfacen la necesitad de los usuarios.

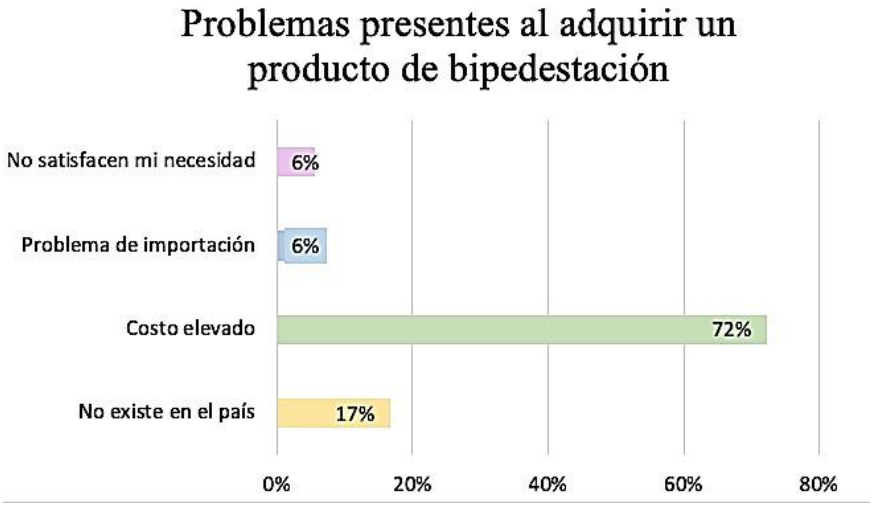


Figura 7: Problemas principales en la adquisición de un dispositivo de bipedestación.

5.2 Diseño estructural del dispositivo de bipedestación

Para el diseño del dispositivo de bipedestación se considerarán en primera instancia obtener un dispositivo a bajo costo, por lo que se plantea hacer un dispositivo mecánico en su totalidad, utilizando sistemas eslabonados, como segundo punto es indispensable considerar las fuerzas a la que será sometido el dispositivo, así como las relaciones de equilibrio, teniendo en cuenta los esfuerzos que actúan sobre el mismo, y las relaciones tensión/deformación las cuales dependen de la constitución del material a utilizar (Relaciones constitutivas).

5.2.1 Síntesis de mecanismos

Al mencionar síntesis de mecanismos hace referencia a encontrar un tipo apropiado de mecanismo para lograr trazar una trayectoria particular en el espacio, para cumplir con un determinado movimiento ya sea de un punto o un plano. [31]

En la Figura 8 se representa las posiciones del dispositivo requeridas para llegar a la bipedestación del paciente partiendo de un estado sedentario, la representación para cada transición de posición consta con un punto de referencia para mantener el mecanismo dentro de la zona correspondiente a las ruedas de la silla, evitando que se voltee el dispositivo.

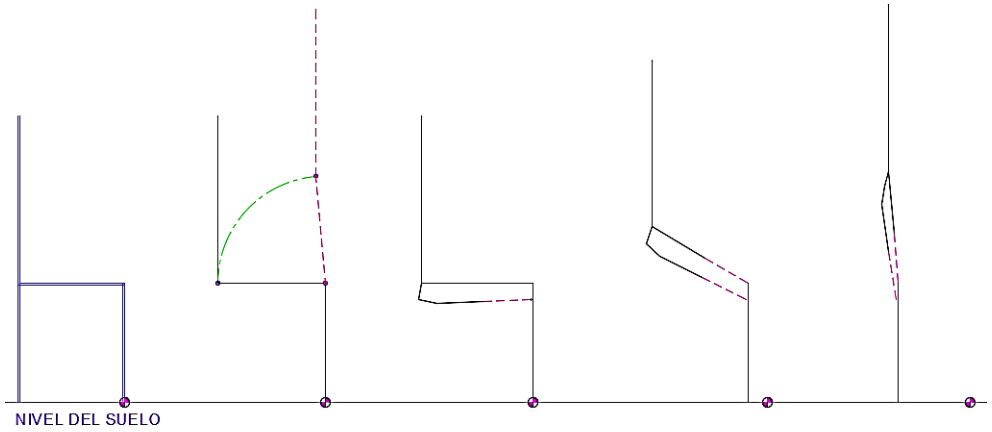


Figura 8. Transición requerida para el cambio de posición sedentario a bípedo, Software AutoCAD.

En cuanto a la síntesis requerida para la transición Sedentario – Recostado que permite al usuario recostarse y al mismo tiempo que las piernas se levanten, asemejando ser una camilla, se plantea el mecanismo expuesto en la Figura 9, el mismo que es compatible con el dispositivo de bipedestación, es decir la síntesis de mecanismo sirve tanto como para bipedestación como para recostarse.

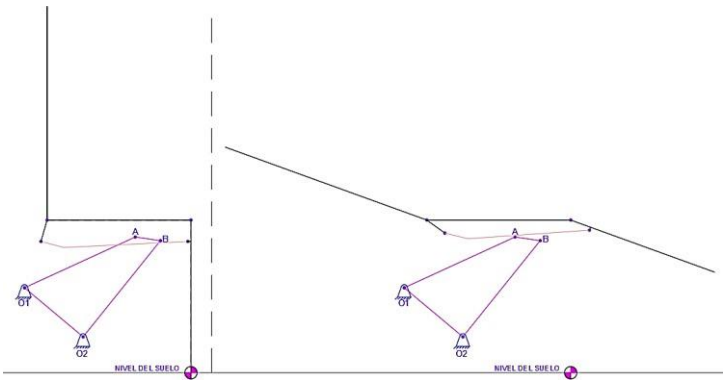


Figura 9. Síntesis de mecanismo requerido para transición Sedentario - Recostado, Software AutoCAD.

El centro de gravedad de una persona es de gran importancia en el diseño del dispositivo porque a más de garantizar estabilidad en cuanto a la silla de ruedas también se aprovecha para reducir el esfuerzo que realizará el usuario en el accionamiento del mecanismo para verticalizarse, es por esto que se procede a encontrar su ubicación.

En el cálculo del centro de gravedad se considera la ubicación del centro de masa para cada parte del cuerpo humano, en la Figura 10 se observa los porcentajes que hacen referencia a la distancia en donde se encuentran cada uno de estos.

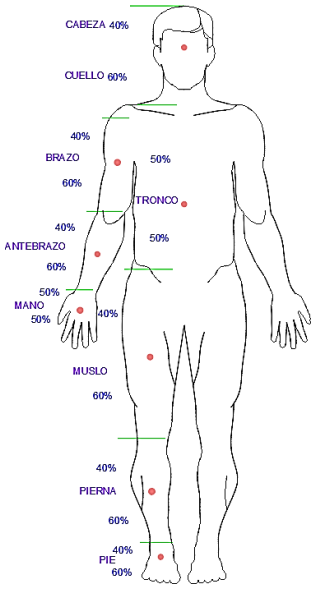


Figura 10. Localización del centro de gravedad para cada segmento del cuerpo. [32]

Además, es necesario conocer el porcentaje de masa para cada segmento del cuerpo humano, en la Tabla 2 se representa dichos valores, considerando que se tomará como referencia al paciente con los datos más elevados.

Tabla 2. Masa y dimensión para cada segmento del cuerpo. [33]

	Dimensión (m)	% de masa Total	Masa (Kg)
Cabeza y cuello	0,3	6,94%	4,51
Tronco	0,52	43,46%	28,25
Brazo	0,34	2,71%	1,76
Antebrazo	0,33	1,62%	1,05
Mano	0,18	0,61%	0,40
Muslo	0,44	14,17%	9,21
Pierna	0,41	4,32%	2,81
Pie	0,08	1,37%	0,89
Total	1,75	100%	65

Para el cálculo del centro de gravedad (CDG) se debe dibujar un sistema de coordenadas como se indica en la Figura 11, con un eje horizontal y un eje vertical, colocando el origen de coordenadas en un punto arbitrario.

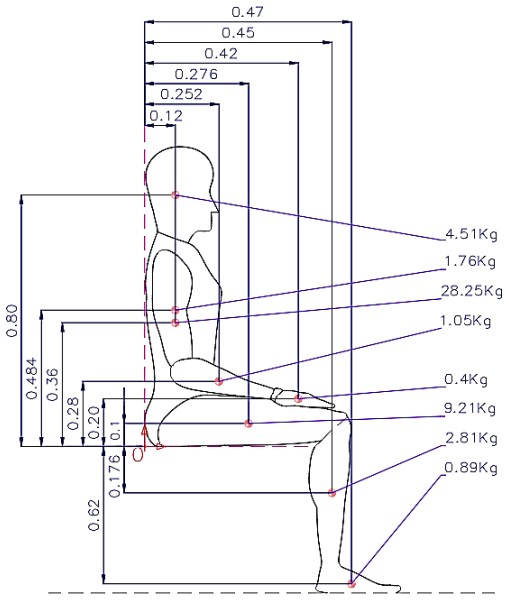


Figura 11. Distancia de los centros de gravedad para cada segmento.

La posición del centro de gravedad de un sistema de partículas viene dada por la expresión: [34]

$$x_{C.M.} = \frac{\sum mi \cdot xi}{M} \quad (1)$$

Donde; $x_{C.M.}$: representa la coordenada en x del centro de masa.

xi: coordenadas del punto de referencia hasta el segmento.

mi: masa del segmento.

M: es la masa total del sistema de partículas.

$$y_{C.M.} = \frac{\sum mi \cdot yi}{M} \qquad (2)$$

Donde; $y_{C.M}$: representa la coordenada en y del centro de masa.

yi: coordenadas del punto de referencia hasta el segmento.

mi: masa del segmento.

M: es la masa total del sistema de partículas.

Entonces remplazando en (1) y (2) respectivamente y considerando que la masa de las secciones corporales a excepción de la Cabeza – cuello y tronco son el doble, se tiene que:

$$x_{C.M.} = \frac{(4.51 \cdot 0.12) + (28.25 \cdot 0.12) + (3.52 \cdot 0.12) + (2.1 \cdot 0.252) + (0.8 \cdot 0.42) + (18.42 \cdot 0.276) + (5.62 \cdot 0.45) + (1.78 \cdot 0.47)}{65}$$

$$x_{C.M.} = 0.2103m$$

$$y_{C.M.} = \frac{(4.51 \cdot 0.80) + (28.25 \cdot 0.36) + (3.52 \cdot 0.484) + (2.1 \cdot 0.28) + (0.8 \cdot 0.2) + (18.42 \cdot 0.1) - (5.62 \cdot 0.176) - (1.78 \cdot 0.62)}{65}$$

$$y_{C.M.} = 0.2458m$$

En la Figura 12 se representa la ubicación del centro de masa, la misma que al actuar una gravedad constante sobre este, llega a ser el mismo valor para el centro de gravedad del cuerpo humano en posición sentado, referido al peso y talla antes mencionadas.

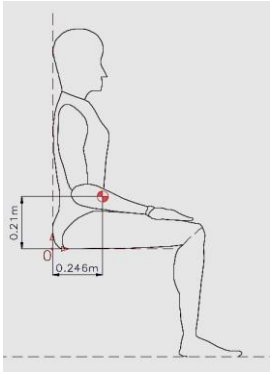


Figura 12. Ubicación del centro de gravedad partiendo de un punto de referencia “0”.

Conociendo el centro de gravedad de una persona que se encuentra en posición sedentaria juntamente con la síntesis de mecanismo que cumple con la trayectoria necesaria para poner al paciente en posición bípeda, el método idóneo es el de síntesis de tres posiciones con pivotes fijos específicos, el cual nos permite especificar pivotes fijos acorde al espacio o distribución disponible en el espacio y así determinar las juntas móviles requeridas [31]. La Figura 13 indica el desarrollo de la síntesis antes mencionada considerando ubicar los apoyos fijos cerca del centro de masa del cuerpo humano, esto con la finalidad de reducir esfuerzos del usuario en la transición de estado sedentario a bípedo.

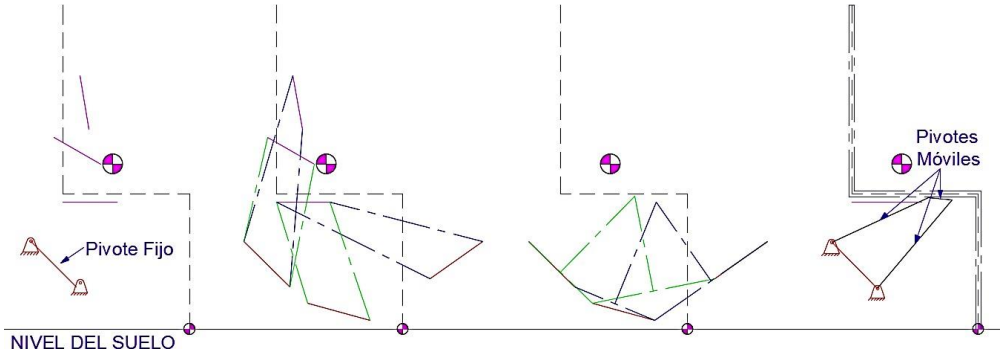


Figura 13. Desarrollo de la síntesis de tres posiciones con pivotes fijos específicos, Software AutoCAD.

La representación de las dimensiones que conforman la síntesis de mecanismos requerida para cumplir con la bipedestación se representa en la Figura 14.

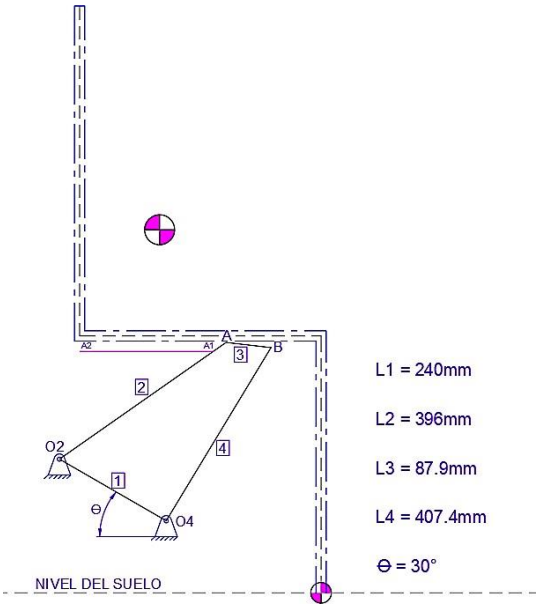


Figura 14. Dimensiones de los eslabones para el sistema de mecanismos.

En la figura anterior se presenta el sistema de mecanismo donde A, B, A1 y A2 conforman un solo eslabón, pero por motivos de construcción y aprovechando la estructura del dispositivo se omite este elemento, remplazándolo por el perfil que conforma el asiento de la silla, conservando solamente las articulaciones A y B.

5.2.2 Análisis cinemático

Es de gran importancia considerar un análisis cinemático a un sistema mecánico, una vez que se ha determinado los movimientos deseados, para ello se clasifica en dos sistemas, el uno que permite la bipedestación (Figura 15) y el otro que reclina al paciente (Figura 16)

- Grados de libertad.

La movilidad de un sistema de eslabones se puede clasificar mediante el número de grados de libertad que posee, definido con respecto a un marco de referencia seleccionado. [31]. En la Figura 15 se identifica los eslabones y las juntas que corresponden al mecanismo para efectuar la bipedestación.

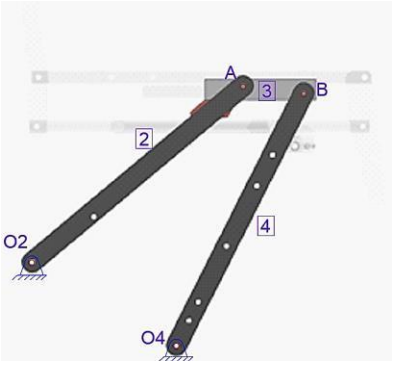


Figura 15. Representación de sistema de eslabones para transición sedentario – bípedo.

Para determinar los GDL de un mecanismo se considera el número de eslabones, las juntas y las correlaciones que existe entre ellos, se utiliza la modificación de Kutzbach de la ecuación de Gruebler, tenemos: [31]

$$M = 3(L - 1) - 2J_1 - J_2 \quad (3)$$

Donde; M: representa el grado de libertad o movilidad.

L: número de eslabones.

J_1: número de juntas de 1GDL (completas).

J_2: número de juntas de 2GDL (semi).

Se considera que el mecanismo posee 4 eslabones y 4 juntas simples, y se procede a reemplazar los valores en la Ecuación (3):

$$M = 3(4-1) - 2(4)$$
$$M = 1\ GDL$$

Para conocer los grados de libertad que posee el mecanismo que permite al paciente recostarse se aplica el mismo método que para el mecanismo anterior, identificando los eslabones existentes, así como el número de juntas como se indica en la Figura 16.

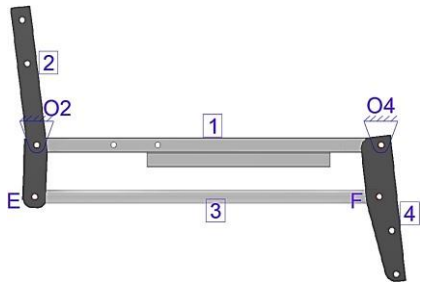


Figura 16. Representación de sistema de eslabones para transición sedentario – recostado.

Entonces, se identifica que el mecanismo posee 4 eslabones y 4 juntas simples, se reemplaza valores y se tiene:

$$M = 3(4-1) - 2(4)$$

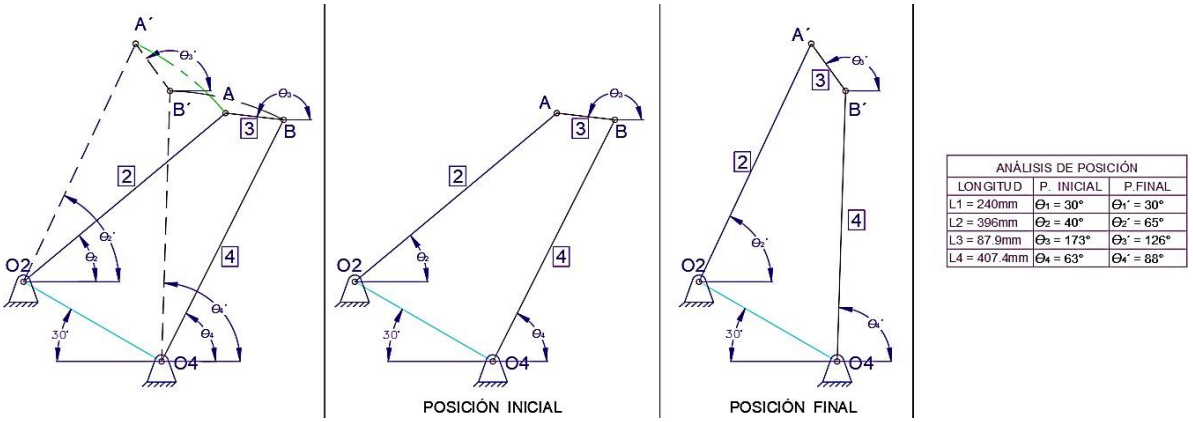
$$M = 1\ G.D.L.$$

- **Análisis de posición, velocidad y aceleración.**

El siguiente proceso de este análisis cinemático se realiza mediante el uso de los softwares AutoCAD y Adams View, donde involucra la determinación de las posiciones por método gráfico, las velocidades y aceleraciones.

a) Mecanismo para transición sedentario / bípedo

Se realiza un análisis gráfico al sistema, para conocer la posición de las articulaciones y de sus eslabones, esto considerando que el eslabón *O₄-B* gira 25° en sentido antihorario con respecto a *O4*, entonces se obtiene las nuevas posiciones como se indica en la Figura 17.



ANÁLISIS DE POSICIÓN		
LONGITUD	P. INICIAL	P.FINAL
L1 = 240mm	Θ_1 = 30°	Θ_1' = 30°
L2 = 396mm	Θ_2 = 40°	Θ_2' = 65°
L3 = 87.9mm	Θ_3 = 173°	Θ_3' = 126°
L4 = 407.4mm	Θ_4 = 63°	Θ_4' = 88°

Figura 17. Análisis gráfico de la posición inicial y final del mecanismo Sentado – Bípedo.

Para el análisis de la velocidad y aceleración traslacional, en primera instancia se inserta el sistema de eslabones con las respectivas longitudes y tipos de juntas dentro del software (Figura 18), para luego, que mediante el post procesador obtengamos las curvas correspondientes a la velocidad y aceleración en las ubicaciones requeridas.

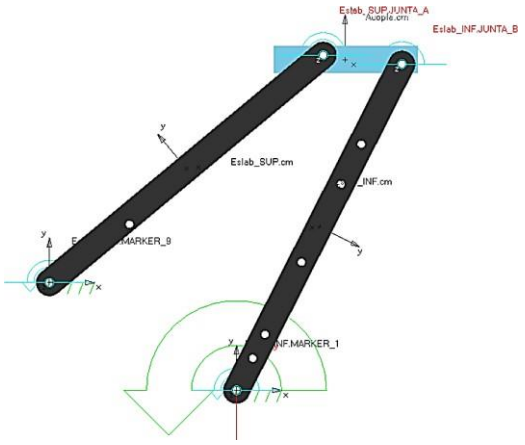


Figura 18. Sistema de eslabones para bipedestación importado en el software Adams View.

En la Figura 19 se representan los valores que corresponden a la velocidad y aceleración para la Junta A y Junta B, teniendo como dato inicial un valor de velocidad angular en O4 de 0,2181 rad/s, siendo equivalente a que el paciente se demore dos segundos para que cambie de posición.

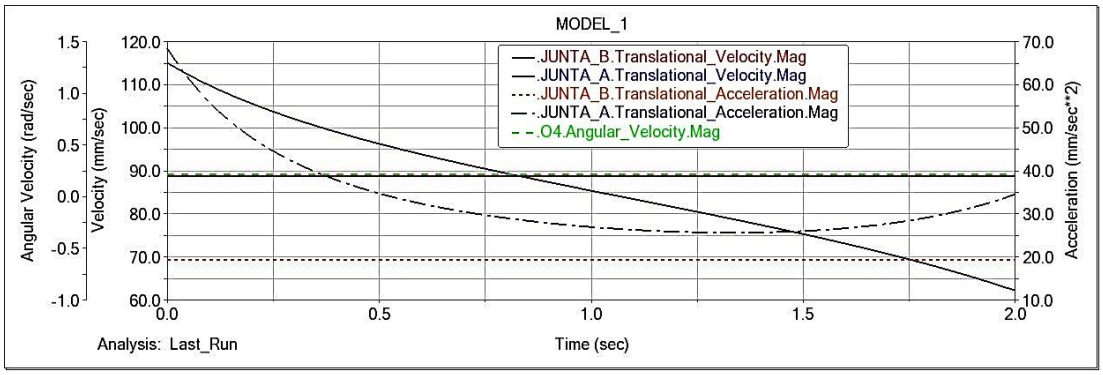
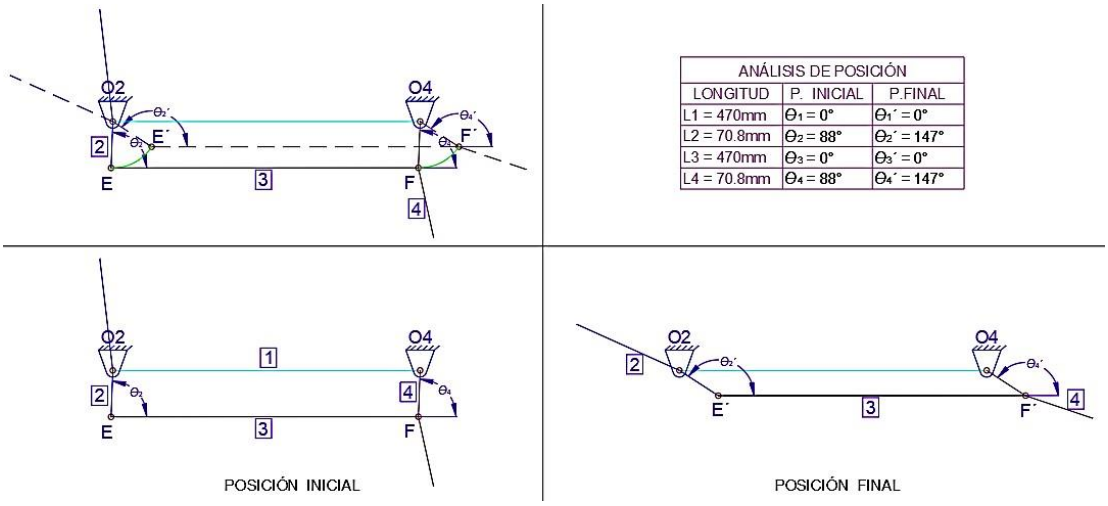


Figura 19. Curvas resultantes de velocidad y aceleración para el sistema de bipedestación.

b) Mecanismo para transición sedentario / reclinado.

La Figura 20 representa el análisis de posición para el mecanismo que permite al paciente recostarse, considerando el ángulo recomendable para la reclinación del paciente.



ANÁLISIS DE POSICIÓN		
LONGITUD	P. INICIAL	P.FINAL
L1 = 470mm	$\theta_1 = 0°$	$\theta_1' = 0°$
L2 = 70.8mm	$\theta_2 = 88°$	$\theta_2' = 147°$
L3 = 470mm	$\theta_3 = 0°$	$\theta_3' = 0°$
L4 = 70.8mm	$\theta_4 = 88°$	$\theta_4' = 147°$

Figura 20. Análisis gráfico de la posición inicial y final del mecanismo Sentado – Recostado

Manteniendo la misma metodología aplicada en el sistema de bipedestación, se inserta el sistema de eslabones en el software, como se indica en la Figura 21.

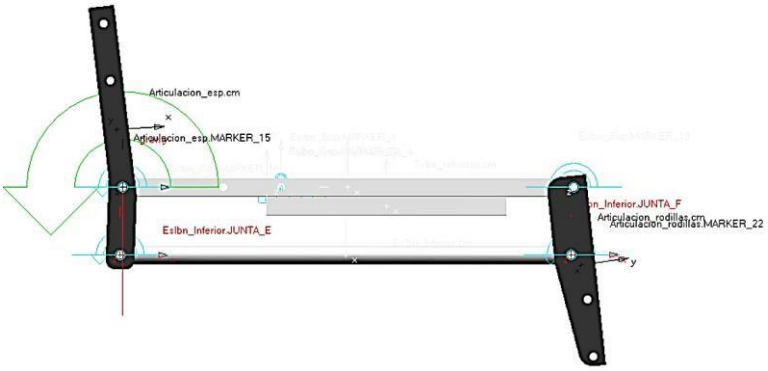


Figura 21. Sistema de eslabones para reclinación importado en el software Adams View.

Para el sistema de reclinación se considera como velocidad angular de entrada sobre el punto O2 un valor de 0,349 rad/s, equivalente a que el paciente le tome 3 segundos el cambio de posición, obteniendo como resultado de velocidad y aceleración los valores que se indican en la Figura 22.

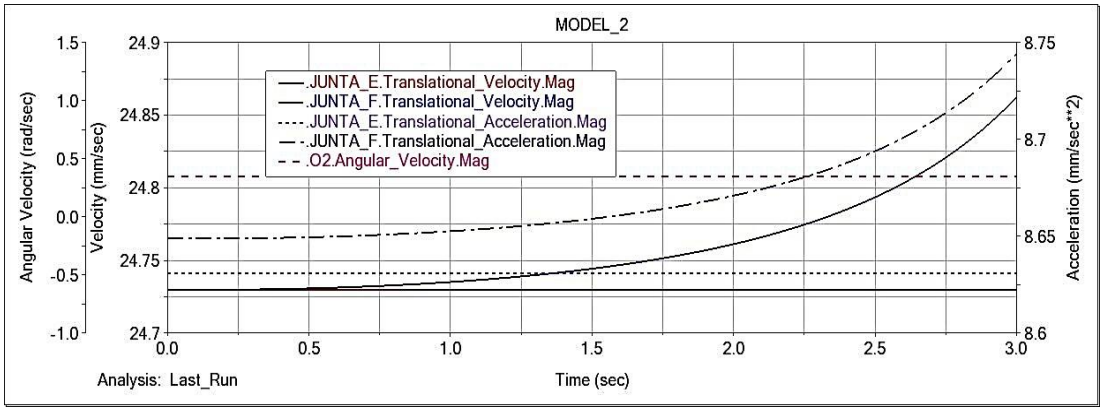


Figura 22. Curvas resultantes de velocidad y aceleración para el sistema de reclinación.

5.2.3 Diseño estructural

Los parámetros principales por considerar para el diseño del dispositivo son los datos antropométricos y la síntesis de eslabonamiento abordados previamente en la sección 5.2.1, además el esfuerzo que debe realizar el usuario para pasar de un estado sedentario a bípedo.

Con la finalidad de obtener un dispositivo de bipedestación que garantice la ausencia de posibles fallas estructurales y a su vez este sea funcional y brinde seguridad, se toma a consideración los datos con un valor máximo, en la Tabla 3 se presenta los datos mínimos y máximos pertenecientes a valores de peso y dimensión.

El factor de seguridad es indispensable dentro del diseño mecánico ya que este coeficiente será el que garantice que, bajo ciertas desviaciones de los requerimientos previstos, exista un margen superior a las necesarias, según los principios mecánicos del diseño de sillas de ruedas, el valor correspondiente al factor de seguridad de 2 pertenece a un valor de uso general. [35]

Tabla 3. Principales aspectos por considerar para el diseño del dispositivo.

	Mínimos		**Máximos**	
	Dimensión [m]	Peso [Kg]	Dimensión [m]	Peso [Kg]
Cabeza y cuello	0,21	3,12	0,3	4,51
Tronco	0,48	19,56	0,52	28,25
Brazo	0,24	2,44	0,34	3,52
Antebrazo	0,23	1,46	0,33	2,10
Mano	0,12	0,55	0,18	0,80
Muslo	0,38	12,75	0,44	18,42
Pierna	0,32	3,89	0,41	5,62
Pie	0,05	1,23	0,08	1,78
TOTAL	1,44	45	1,75	65
Factor de Seguridad = 2				

Después de los aspectos mencionados y una vez identificadas las variantes, se realiza un análisis estático y de esfuerzos a los cuales va a estar sometido los componentes que conforman el dispositivo, considerando para cada caso la situación más desfavorable la que estará sujeto cada elemento, como se observa el diseño en software en la Figura 23, el diseño realizado indica el tipo de perfil que conforma la estructura y los eslabones respectivamente.

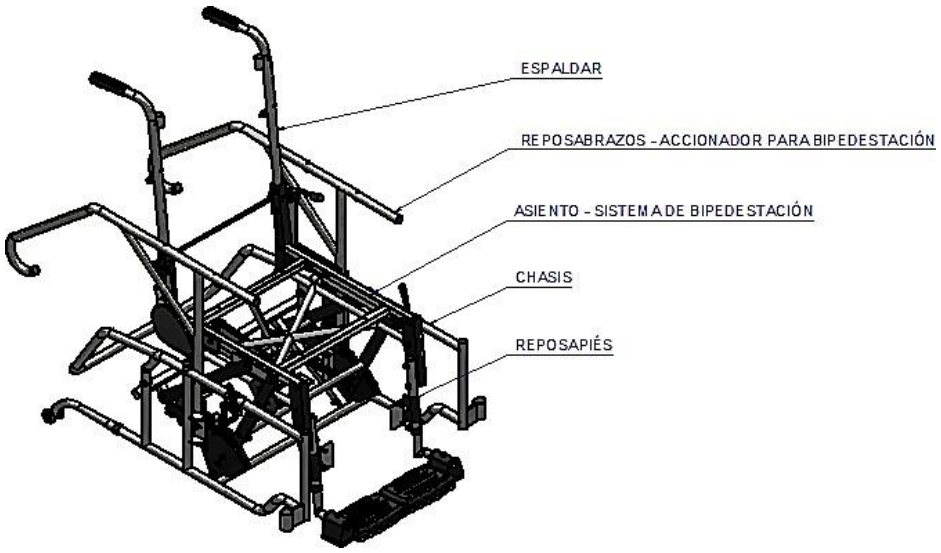


Figura 23. Diseño previo del dispositivo con posibles perfiles a usar.

Las relaciones que se utiliza para el análisis estático de los componentes y las cuales garantizan que un cuerpo este en equilibrio son:

$$+\mathrm{t}\sum F_y = 0 \tag{4}$$

$$+\rightarrow \sum F_x = 0 \tag{5}$$

$$+\circlearrowleft \sum M = 0 \tag{6}$$

Para el diseño de elementos donde actúa una fuerza cortante, el mismo que está representado por la letra del alfabeto griego Tau (τ), se utiliza:

$$r = \frac{F}{A} \tag{7}$$

Donde; F: representa la carga que actúa transversal al elemento.

A: el área de la sección trasversal.

Para la obtención del valor de los esfuerzos de tracción o compresión, el mismo que está representado por la letra del alfabeto griego Sigma (σ), se utiliza:

$$\sigma = \frac{P}{A} \tag{8}$$

Donde; P: representa la carga axial

A: el área transversal

Algunos elementos que conforman el dispositivo de bipedestación se consideran como vigas, para así determinar sus fuerzas internas, estamos hablando tanto de esfuerzos cortantes (V) y momento flector (M).

$$\frac{dv}{dx} = -w \tag{9}$$

Integrando estos valores se obtiene:

$$V_1 - V_2 = -\int_{x1}^{x2} w dx \tag{10}$$

Para el momento flector también se tiene que:

$$\frac{dM}{dx} = V \tag{11}$$

$$M_1 - M_2 = \int_{x1}^{x2} V dx \tag{12}$$

En el diseño de una viga ordinariamente se controla mediante el máximo valor absoluto del momento flector $|M_{máx}|$. El esfuerzo normal máximo $\sigma_{máx}$,se encuentra en la superficie del elemento en la sección crítica donde ocurre $|M_{máx}|$, donde se obtiene la ecuación (13) [36].

$$\sigma_{max} = \frac{|M_{máx}|}{S} \tag{13}$$

Donde; S: representa el módulo elástico de la sección.

Siendo *S* es dependiente de la sección transversal, equivalente a:

$$S = \frac{I}{C} \tag{14}$$

Donde; I: representa el momento de inercia de la sección transversal.

C: es la distancia máxima.

Además, para un diseño seguro se requiere que $\sigma_{max} \leq \sigma_{perm}$ donde el σ_{perm} se representa así:

$$\sigma_{perm} = \frac{\sigma_y}{F.S.} \tag{15}$$

Donde; σ_y: es el esfuerzo del material.

F.S.: es el factor de seguridad.

Es por ello que para que el diseño de un elemento sea correcto se debe cumplir la siguiente relación:

$$S_{min} = \frac{|M_{máx}|}{\sigma_{perm}} \tag{16}$$

Es necesario graficar V y M para determinar valores máximos de cortante y de momento flector.

Además, se tiene en cuenta que para el dimensionamiento de los pasadores el esfuerzo normal permisible será igual al esfuerzo cortante permisible.

$$\sigma_{perm} = r_{perm} \tag{17}$$

Lo cual nos permite aplicar la siguiente ecuación para determinar el espesor t necesario para las pletinas:

$$r_{perm} = \frac{P/2}{t \cdot d_{req}} \tag{18}$$

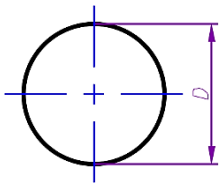
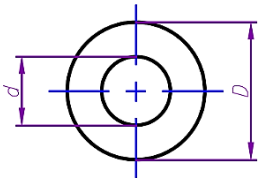
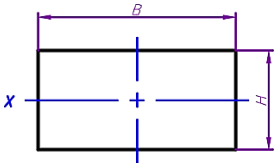
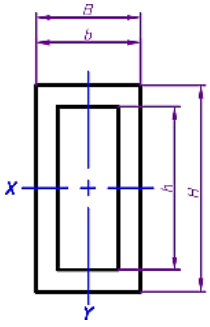
Donde; *P*: fuerza aplicada al pasador,

t: Espesor de las pletinas

dreq: Diámetro requerido del pasador

A continuación, se presenta el módulo seccional de figuras geométricas necesarias para el estudio:

Tabla 4. Propiedades de figuras geométricas: Área (A) y Módulo seccional (S). [37]

Denominación	**Figura**	**Área**	**Módulo seccional**
Círculo		$A = \frac{\pi D^2}{4} = \pi R^2$	$S = \frac{\pi D^3}{32}$
Círculo hueco		$A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$	$S = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}$
Rectángulo		$A = \frac{bh}{2}$	$S_x = \frac{bh^2}{24}$
Rectángulo hueco		$A = (B * H) - (b * h)$	$S_x = \frac{BH^3 - bh^3}{18H}$

5.2.3.1 Asiento

La Figura 24 representa el diseño para la estructura del asiento con las respectivas medidas antropométricas definidas anteriormente, así como la forma del perfil disponible comercialmente, para el valor perteneciente al de la masa se considera toda la masa de la persona, ya que en caso de ausencia de un reposapiés, todo el peso del paciente será soportado por el asiento, entonces la masa de la persona m = 65 Kg, por consiguiente el peso de la persona P = 637.65 N. Debido a la simetría existente la fuerza que va a actuar sobre cada perfil es:

$$W = \frac{P}{2} = 318.825\ N$$

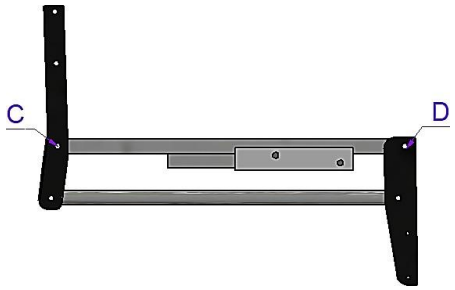


Figura 24. Diseño de la estructura para el asiento de la silla.

Para hacer una representación gráfica con el fin de realizar el análisis estático, en la Figura 25 se presenta el diagrama de cuerpo libre del eslabón C-D.

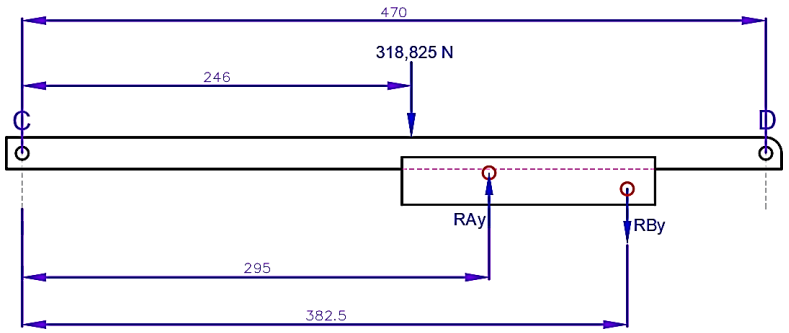


Figura 25: Diagrama de cuerpo libre de la estructura para el asiento de la silla.

Se utiliza la relación de equilibrio especificada en la ecuación (6), para la determinación de la reacción en A.

$$+\circlearrowleft \sum MB = 0$$

$$-RA_y(87{,}5mm) + 318{,}825\ N(136{,}5mm) = 0$$

$$RA_y = \frac{(43{,}519\ Nm)}{(0{,}0875\ m)}$$

$$RA_y = 497.37\ N$$

Al conocer la reacción RA, se reliza una sumatoria de fuerzas con respecto al eje y, con la finalidad de determinar la reacción RB.

$$+\mathrm{t}\sum F_y = 0$$

$$+RA_y - RB_y - 318{,}825N = 0$$

$$+RB_y = RA_y - 318{,}825N$$

$$RB_y = 178{,}545\ N$$

Para que el diseño sea seguro se utiliza la ecuación (15) descrita anteriormente, y con el valor de esfuerzo de fluencia del Acero ASTM 500, así también utilizando un factor de seguridad de 2 según lo recomendado para el diseño de sillas de ruedas, se obtiene lo siguiente:

$$\sigma_{perm} = \frac{\sigma_y}{F.S}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{320MPa}{2}$$

$$\sigma_{perm} = 160MPa$$

Para hallar el valor máximo del momento flector será necesario aplicar el diagrama de cortante y momento, como se observa en la Figura 26.

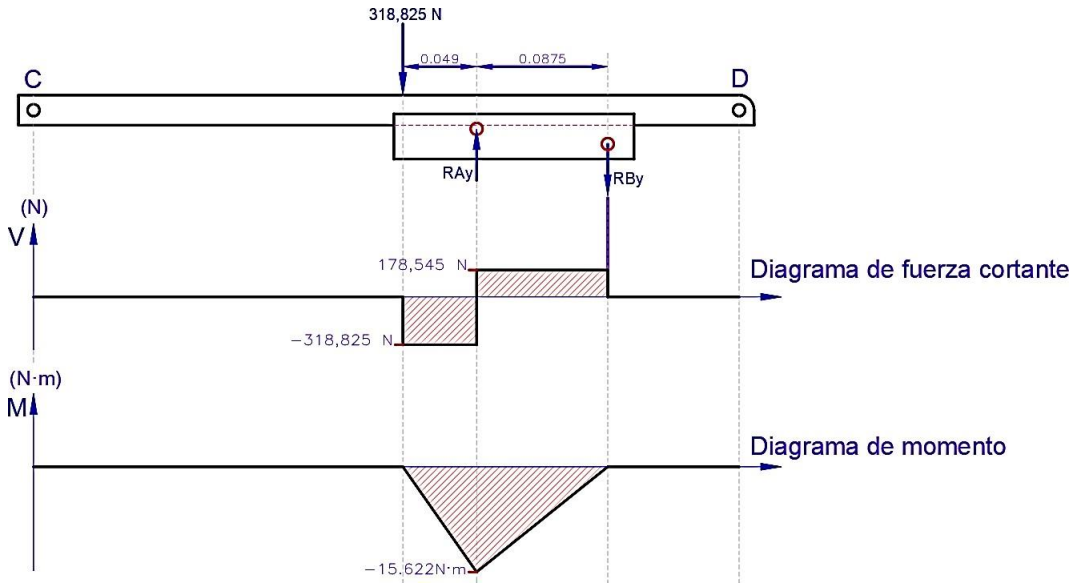


Figura 26: Diagrama de corte y momento flector de la estructura del asiento.

Según el diagrama de momento se define que:

$$M_{max} = 15{,}622\ N \cdot m$$

Se basa en la ecuación (16) para la determinación del módulo de sección permitiendo seleccionar las dimensiones del tubo.

$$S_{min} = \frac{|M_{max}|}{\sigma_{perm}}$$

$$S_{min} = \frac{15{,}622\ Nm}{160MPa}$$

$$S_{min} = 9.764x10^{-8}m^3$$

$$S_{min} = 0{,}0976\ cm^3$$

Según el módulo de sección obtenido y el observado en la siguiente Tabla 5 basado en el Anexo 1, se determina el módulo requerido para la estructura del asiento.

Tabla 5: Dimensión del tubo para la estructura del asiento según módulo de sección calculado. [39].

Designaciones (mm) Ancho x Alto x e	**Momento de inercia I (cm^4)**	**Módulo de sección S (cm^3)**	**Módulo de sección requerido S (cm^3)**
20x20x1,40	0,56	0,56	0,0976

Cumpliendo la condición que determina que el diseño sea correcto, se aplica la ecuación (13):

$$\sigma_{max} = \frac{|M_{max}|}{S} \rightarrow 160\ MPa$$

Concluyendo que el diseño es apropiado:

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{perm}$$

$$160MPa \leq 160MPa$$

5.2.3.2 Eslabón de accionamiento

Con la finalidad de determinar los esfuerzos de reacción que actúan sobre el mecanismo de eslabones para la transición a posición bípeda, el cual está representado en la Figura 27, se

considera como un solo cuerpo al eslabón superior y el eslabón A-B, debido a que el soporte P

se encuentra fijo en el eslabón O2-A y a su vez el elemento que conforma A-B reposa sobre este elemento, procediendo de esta forma a encontrar los esfuerzos a los que está sometido.

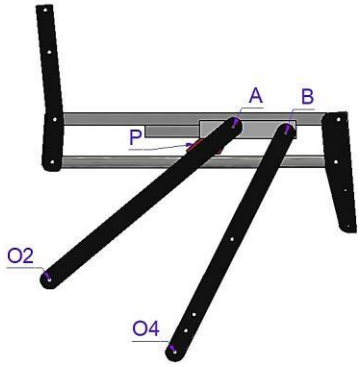


Figura 27. Diseño de eslabones para transición de posición sedentaria a bípeda.

En la Figura 28 se representa el diagrama de cuerpo libre (DCL), identificando como un solo eslabón los elementos anteriormente mencionados, así como los esfuerzos y distancias.

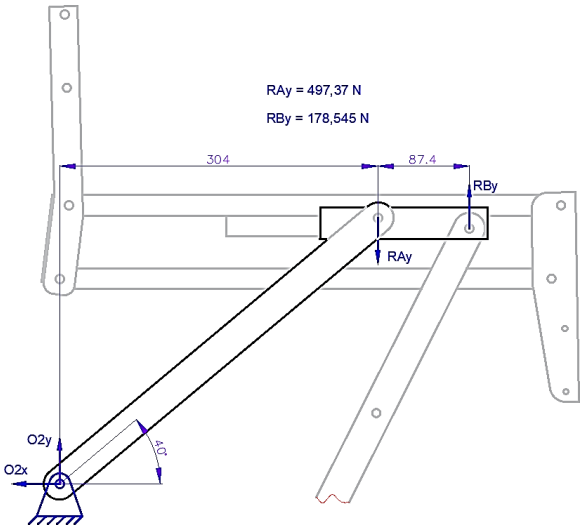


Figura 28. D.C.L. del sistema de eslabón superior que permite la bipedestación.

Para encontrar la gráfica de corte y momento flector se le considera al eslabón O2, A, B como un marco, debido que este se compone de varios elementos que están conectados fijamente. Es por esto que el diseño de este tipo de estructuras requiere elaborar diagramas de fuerza cortante y de momento para cada uno de sus elementos, para ello es necesario determinar la reacción en sus soportes, y después aplicar el método de secciones, donde se encuentra la fuerza cortante y el momento que actúan en cada componente [38].

$$+\mathrm{t}\sum F_y = 0$$

$$O2y - RAy + RBy = 0$$

$$O2y - 497{,}37 + 178{,}545 = 0$$

$$O2y = 318{,}825N$$

$$+\rightarrow \sum F_x = 0$$

$$O2x = 0$$

Conociendo las reacciones del marco, seleccionamos la sección O2-A para analizarlo con el método de secciones, en la Figura 29 se representa los datos conocidos y por obtener.

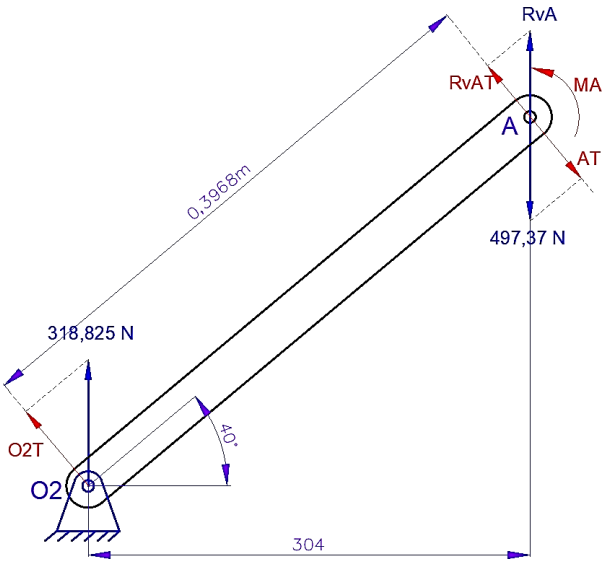


Figura 29. D.C.L de la sección O2-A.

Realizando una sumatoria de momentos en el punto O2 y una suma de fuerzas respecto al eje Y, obtenemos RvA y MA, entonces:

$$+\mathrm{t}\sum F_y = 0$$

$$318{,}825 - 497{,}37 + RvA = 0$$

$$RvA = 178{,}545N$$

$$+\circlearrowleft \sum MO2 = 0$$

$$178{,}545N(0{,}304m) - 497{,}37N(0{,}304m) + MA = 0$$

$$MA = 96{,}92\ N \cdot m$$

Teniendo el valor de estas reacciones, hace falta conocer los componentes transversales que son las perpendiculares al eslabón, entonces, al conocer su magnitud, su ángulo y aplicando Pitágoras se obtiene:

$$O2T = 244{,}23\ N$$

$$RvAT = 136{,}77\ N$$

$$AT = 381\ N$$

Con estos datos se obtiene el diagrama de corte y momento, mismo que está representado en la Figura 30.

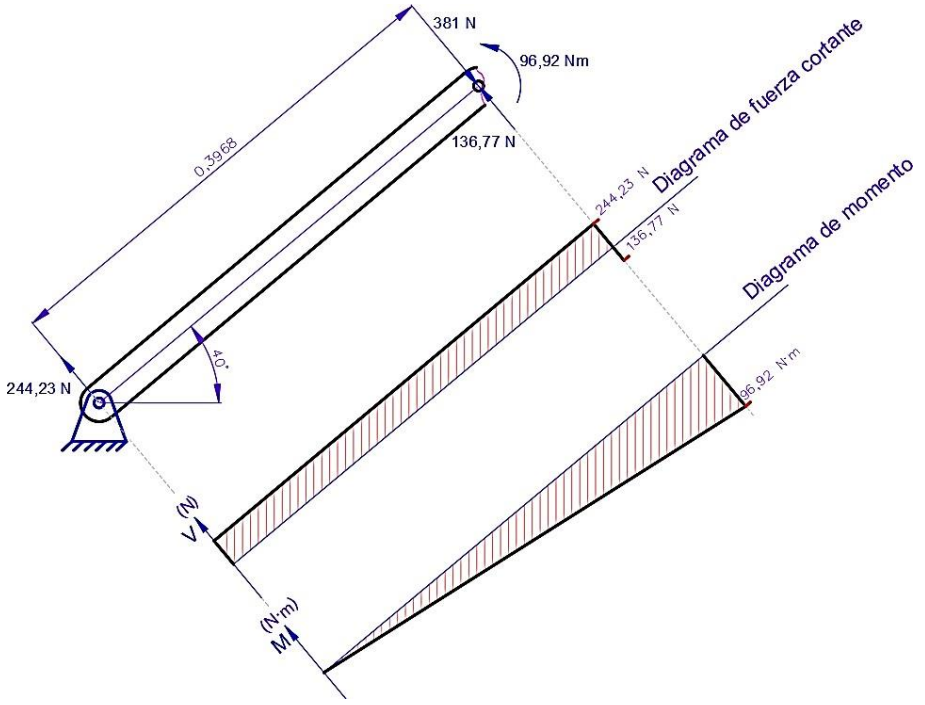


Figura 30. Diagrama de fuerza cortante y momento flector de la sección O2-A.

Según el diagrama de momento se define que:

$$M_{max} = 96{,}92\ N \cdot m$$

Reemplazando la ecuación (15) para hallar el esfuerzo permisible, basados en el material según la norma ASTM A36 que se aplica a pletinas, y el factor de seguridad de 2, se obtiene:

$$\sigma_{perm} = \frac{250\ MPa}{2}$$

$$\sigma_{perm} = 125\ MPa$$

Conociendo el momento máximo y el esfuerzo permisible, se utiliza la ecuación (16) para la determinación del módulo de sección y seleccionar las dimensiones de la pletina.

$$S_{min} = \frac{|M_{max}|}{\sigma_{perm}}$$

$$S_{min} = \frac{96{,}92\ Nm}{125MPa}$$

$$S_{min} = 7{,}7536x10^{-7}m^3$$

$$S_{min} = 0{,}77536\ cm^3$$

Según el módulo de sección obtenido, se comienza proponiendo una dimensión ($h = 31{,}4mm$) de perfil común en nuestra localidad y que no aumente el peso de nuestro dispositivo, es decir que aplicando y despejando b de la fórmula del módulo de sección de unasección rectangular de altura h y espesor b, obtendremos el espesor adecuado:

$$b = \frac{6S}{h^2}$$

$$b = \frac{6 \cdot 7{,}7536x10^{-7}m^3}{(31{,}4mm)^2}$$

$$b = 0{,}004431m$$

$$b = e = 4{,}431mm$$

Según el espesor encontrado, identificamos las dimensiones requeridas de la pletina en la siguiente Tabla 6 basada en el Anexo 2.

Tabla 6: Dimensión de la pletina para el sistema de eslabonamiento según sección y espesor calculado. [39].

Designaciones (mm) Altura x e	Peso (kg/6m)	Dimensión requerida (mm) Altura x e
31,4x3	4,24	31,4x4,431
31,4x4	5,65	

Se concluye este cálculo identificando que el diseño sea correcto, utilizando la ecuación (13):

$$\sigma_{max} = \frac{|M_{max}|}{S} \rightarrow 125\ MPa$$

Determinando que el diseño es válido:

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{perm}$$

$$125MPa \leq 125MPa$$

5.2.3.3 Espaldar

Para determinar el perfil que conforma el espaldar (Figura 31) se realiza un análisis estático, obteniendo los diagramas de esfuerzo y momento flector en donde se determina su valor máximo, para establecer el perfil con su respectivo módulo seccional más conveniente.

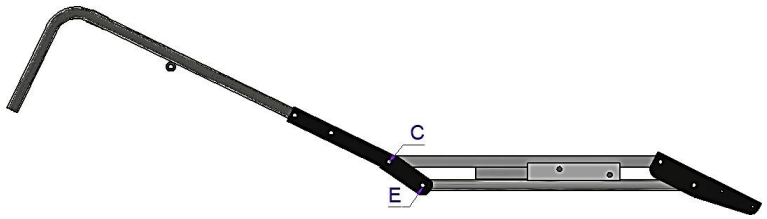


Figura 31. Diseño del espaldar, representado en posición recostado.

Se considera al dispositivo en posición recostado debido que esta posición es la más desfavorable por estar sujeto solamente en C y E, además se considera que la carga aplicada será la del torso, cabeza y brazos obteniendo una puntual. Para conocer la distancia a la que actúa, se plantea un sistema de coordenadas como se indica en la Figura 32, con un eje horizontal y un eje vertical, colocando el origen de coordenadas sobre el punto C.

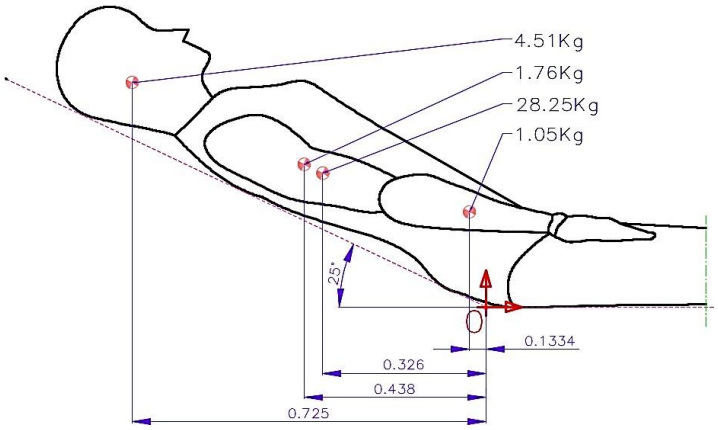


Figura 32. Distancia de los centros de gravedad para cada segmento en posición recostado.

Remplazando en la ecuación (1) y considerando que la masa de las secciones pertenecientes al brazo y antebrazo son el doble, entonces tenemos:

$$x_{C.M.} = \frac{-(4{,}51 \cdot 0{,}725) - (1{,}76 \cdot 0{,}438) - (28{,}25 \cdot 0{,}326) - (1{,}05 \cdot 0{,}1334)}{38{,}38}$$

$$x_{C.M.} = -0{,}372m$$

Identificada la distancia donde la carga se aplicará cómo se puede observar en la Figura 33, misma que representa el D.C.L del espaldar con una fuerza aplicada de 188,25 N, siendo la fuerza total dividida en 2, debido a la simetría del dispositivo.

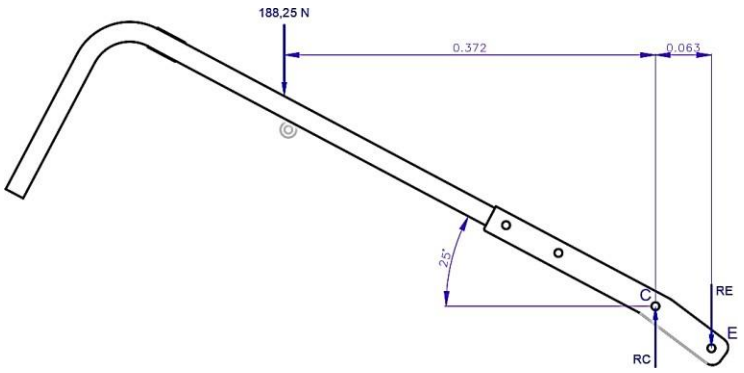


Figura 33. D.C.L. del espaldar en posición recostado.

Para conocer las reacciones en sus componentes x, y en los puntos C-E se hace uso de las ecuaciones de equilibrio, entonces se tiene:

$$+\circlearrowleft \sum MC = 0$$

$$188{,}25(0{,}372m) - RE(0{,}063m) = 0$$

$$RE = 1111{,}57\ N$$

$$+\mathrm{t}\sum F_y = 0$$

$$-188{,}25N - RE + RC = 0$$

$$RC = 1299{,}82N$$

Para obtener el diagrama de corte y momento es necesario conocer la carga que actúa perpendicular al eslabón, la Figura 34 se representa las cargas y reacciones necesarias para obtener los diagramas requeridos.

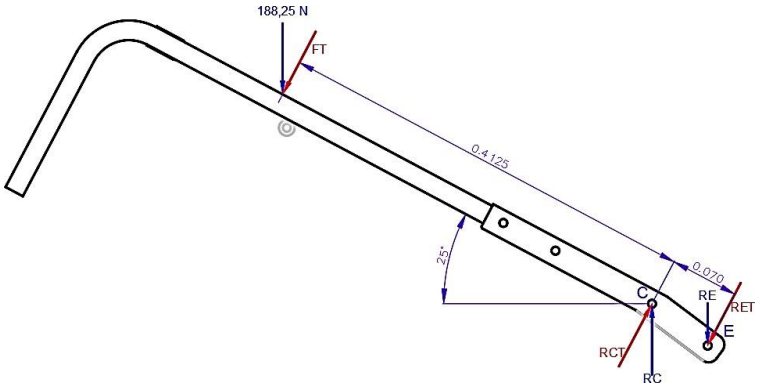


Figura 34. Representación del espaldar con las fuerzas y reacciones necesarias.

Conociendo la magnitud de la carga y reacciones y el ángulo de inclinación del eslabón, aplicando Pitágoras se tiene:

$$FT = 170{,}61\ N$$

$$RCT = 1178{,}03\ N$$

$$RET = 1007{,}42\ N$$

Encontradas las reacciones que actúan de forma perpendicular se determina los diagramas de esfuerzo cortante y momento flector (Figura 35).

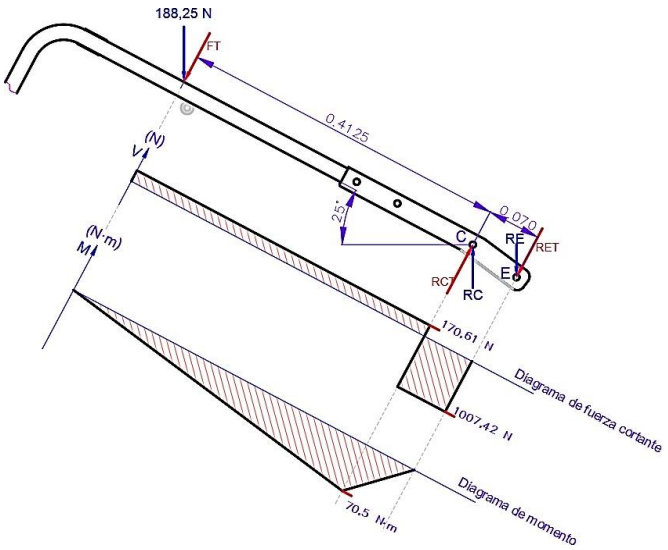


Figura 35. Diagrama de corte y momento del eslabón que conforma el espaldar.

Según el diagrama de momento podemos definir que:

$$M_{max} = 70{,}5\ N \cdot m$$

El tipo de perfil que conformara el espaldar es un tubo de sección circular, por lo tanto, se considera un esfuerzo de fluencia anteriormente indicada para el Acero ASTM 500, y con un factor de seguridad de 2, se obtiene:

$$\sigma_{perm} = 160MPa$$

Aplicando la ecuación (16) para la determinación del módulo de sección y seleccionar las dimensiones del tubo, se tiene:

$$S_{min} = \frac{|M_{max}|}{\sigma_{perm}}$$

$$S_{min} = \frac{70{,}5\ Nm}{160MPa}$$

$$S_{min} = 4{,}4062x10^{-7}m^3$$

$$S_{min} = 0{,}44062\ cm^3$$

Hallado el módulo de sección, se identifica las dimensiones del tubo redondo en la Tabla 7, basados en el Anexo 3.

Tabla 7: Dimensión del tubo estructural redondo para el espaldar según sección calculada. [39].

Designaciones (mm) Diámetro x e	Momento de inercia I (cm^4)	Módulo de sección S (cm^3)	Módulo de sección requerido S (cm^3)
19,10x2,00	0,39	0,41	0,44062
22,20x1,40	0,50	0,45	

Se concluye el cálculo verificando que el diseño sea correcto, aplicando la ecuación (13):

$$\sigma_{max} = \frac{|M_{max}|}{S} \rightarrow 160MPa$$

Determinando que el diseño es válido:

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{perm}$$

$$160MPa \leq 160MPa$$

5.2.3.4 Reposabrazos – Accionador para bipedestación

El elemento de la Figura 36 a más de permitir la bipedestación, también su perfil superior será utilizado como reposabrazos, esto según las medidas antropométricas y altura acorde a lo indicado anteriormente.

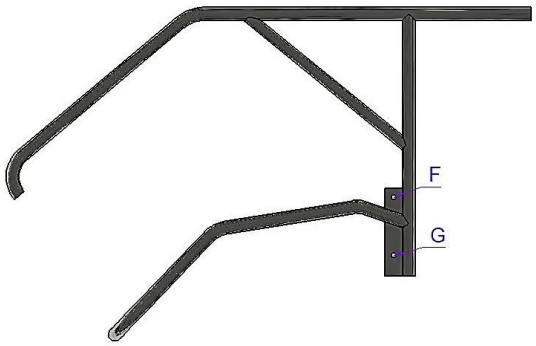


Figura 36. Diseño de Reposabrazos - Accionador para bipedestación.

Se realiza un análisis estático considerando puntos de fijación en F y G, este elemento cumple la función de efectuar la bipedestación o apoyar el torso al momento de sentarse o simplemente reposar los brazos, entonces se considera una fuerza efectuada por la masa de las secciones: Cabeza – Cuello, Torso, Brazo, Antebrazo y mano, siendo así la sumatoria de masa

igual a 39,18Kg. La fuerza que resulta al multiplicar este valor por la gravedad es aplicada en el extremo P como se indica en el D.C.L. de la Figura 37.

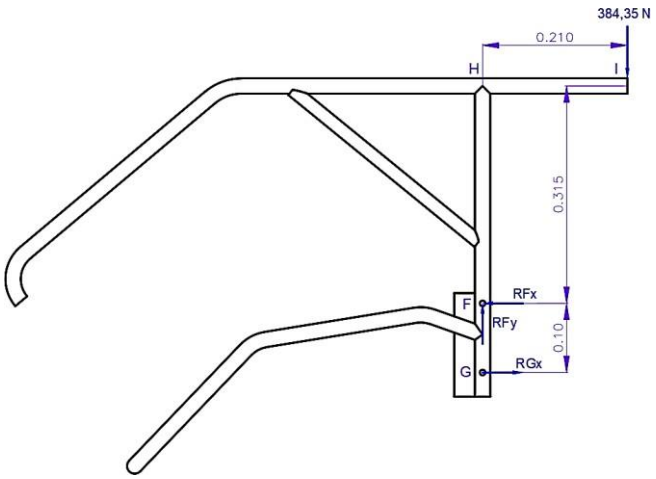


Figura 37. D.C.L del Reposabrazos - Accionador para bipedestación.

Como se observa en la figura anterior el elemento está compuesto por un tramo vertical empotrado y uno horizontal H-I donde se aplica la fuerza. En estas condiciones lo más conveniente es analizar cada cuerpo por separado (Figura 38 y 31), donde cada una de estas ejerce fuerzas y momentos en la otra.

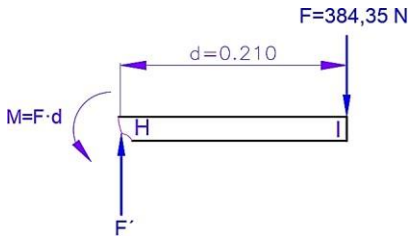


Figura 38. D.C.L. para la sección horizontal del reposabrazos.

$$M = F.d$$

$$M = 384{,}35N \cdot 0{,}210m$$

$$M = 80{,}71N \cdot m$$

$$+\mathrm{t} \sum Fy = 0$$

$$+F' - 384{,}35\ N = 0$$

$$F' = 384{,}35\ N$$

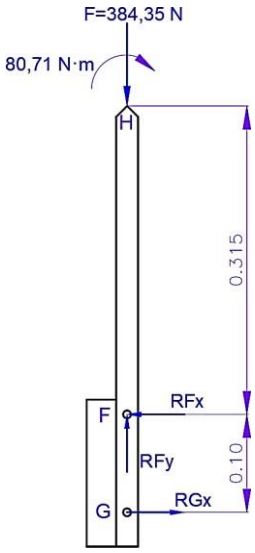


Figura 39. D.C.L. para la sección vertical del reposabrazos.

$$+\mathrm{t}\sum Fy = 0$$

$$-384{,}35N + RFy = 0$$

$$RFy = 384{,}35\ N$$

$$+\circlearrowleft \sum MF = 0$$

$$RGx(0{,}10m) - 80{,}71N \cdot m = 0$$

$$RGx = 807{,}1\ N$$

Con los datos obtenidos podemos representar el diagrama de esfuerzo cortante y momento flector, esto tanto para la sección horizontal como para la vertical, así como se representa en la Figura 40.

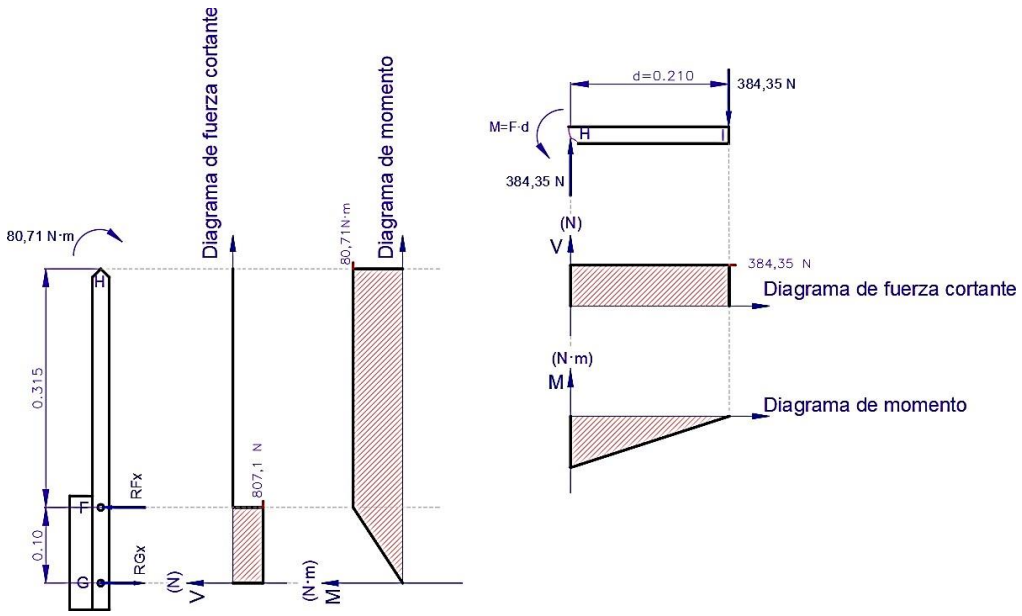


Figura 40. Diagrama de fuerza cortante y momento flector de los componentes horizontal y vertical del reposabrazos.

Se identifica en la figura el valor del momento máximo como:

$$M_{max} = 80{,}71\ N \cdot m$$

Una vez obtenido este dato, se aplica el mismo proceso de cálculo estático del espaldar, se tiene como resultado:

$$S_{min} = 0{,}504 cm^3$$

Identificando en el Anexo 3 el tubo redondo que concuerde con el resultado de la sección, como se observa en la Tabla 8.

Tabla 8: Dimensión del tubo estructural redondo para el reposabrazos según sección calculada. [39].

Designaciones (mm) Diámetro x e	**Momento de inercia I (cm^4)**	**Módulo de sección S (cm^3)**	**Módulo de sección requerido S (cm^3)**
22,20x1,50	0,53	0,47	0,504
22,20x1,80	0,61	0,55	

5.2.3.5 Pasadores

Uno de los pasadores sometido a mayor esfuerzo es el que se encuentra en la articulación O2, el mismo que sirve como junta entre el eslabón de accionamiento superior con el soporte que se encuentra fijo en el chasis del dispositivo, esto se representa en la Figura 41.

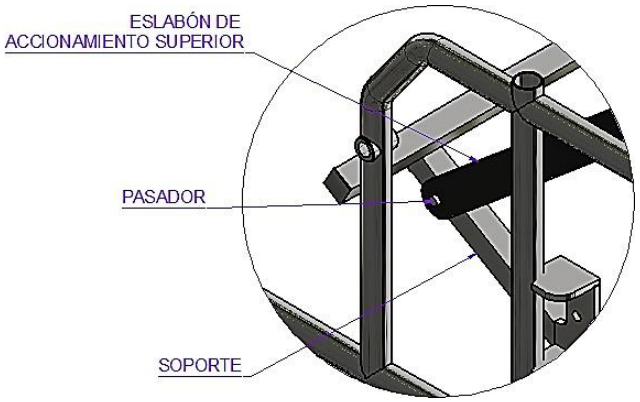


Figura 41. Representación del pasador ubicado entre el eslabón de accionamiento superior y el soporte.

Para determinar el diámetro del pasador se tiene en consideración el esfuerzo cortante permisible, un factor de seguridad, y la fuerza resultante que actúa sobre la junta O2, la cual tiene un valor de 496N, como se observa en la Figura 42, esta fuerza se representa con la letra F, que se trata de un esfuerzo cortante simple.

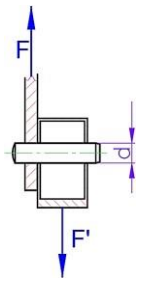


Figura 42. D.C.L. del pasador en la articulación O2.

Basados en la ecuación (7) se reemplaza el área para determinar el diámetro necesario:

$$r = \frac{F}{A}$$

$$r_{perm} = \frac{F}{A_{req}}$$

$$r_{perm} = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(d^2)}$$

Se halla el esfuerzo permisible, utilizando el esfuerzo de fluencia de acuerdo con la normativa ASTM A307 ($\sigma_y = 411MPa$) y un factor de seguridad general para los pernos ($F.S = 8{,}5$). [40]

$$\sigma_{perm} = \frac{411MPa}{8,5}$$

$$\sigma_{perm} = 48,35MPa$$

$$\sigma_{perm} = r_{perm}$$

Concluyendo con el cálculo, se despeja el diámetro de la fórmula del esfuerzo cortante permisible y se obtiene:

$$d = 3,61mm$$

Otro pasador sometido a un esfuerzo considerable para el estudio se ubica en la junta G, específicamente en la unión entre el reposabrazos y la palanca de giro que se encuentra fija a la rueda conductora, esta junta se representa en la Figura 43.

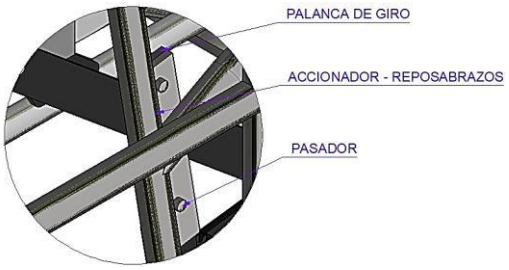


Figura 43. Representación de junta entre la palanca de giro y el accionador - reposabrazos.

Esta junta se encuentra sometido a un esfuerzo cortante simple y a una fuerza igual a 807.1N, en la Figura 44 se representa el diagrama de cuerpo libre.

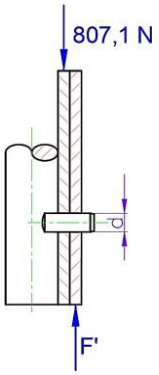


Figura 44. Diagrama de cuerpo libre para la junta G.

Además, se recalca que las ecuaciones y los valores se basan de acuerdo con la misma normativa y el factor de seguridad involucrados en el cálculo del pasador de la articulación O2, entonces al desarrollar se obtiene:

$$48{,}35MPa = \frac{807{,}1N}{\frac{\pi}{4}(d^2)}$$

Despejando la incógnita *d*, se encuentra el diámetro de pasador para la junta G:

$$d = 4{,}61mm$$

5.2.3.6 Simulaciones

Se realizó en el software ANSYS un "Static Structural" de tipo "Equivalent (Von Mises) Stress" y de tipo "Total deformation", para verificar los análisis analíticos que se realizó en cada elemento seleccionado.

En el análisis que se observa en la Figura 45, se identifica una regleta de colores, que es el elemento donde se proporciona la información de que el diseño sufre o no deformaciones, en este caso la estructura mantiene una inexistencia de la tonalidad roja en todo su cuerpo, es decir no tiene ningún tipo de fallo al aplicar el análisis de tensiones de Von Mises en el simulador ANSYS. Además, para definir que el diseño no presenta fallas se debe cumplir la condición de que las tensiones de "*Von Mises Max"* sea menor al "*Esfuerzo resistencia del material".*

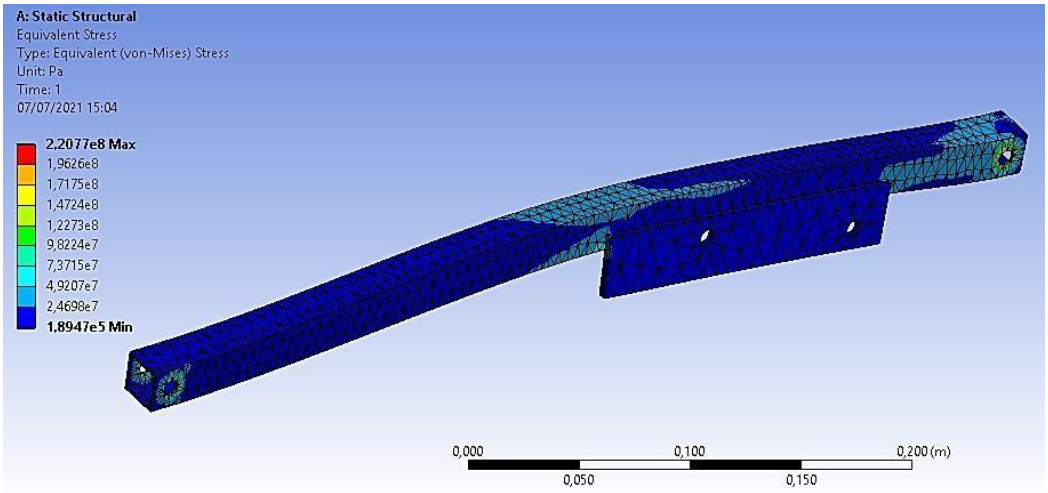


Figura 45. Resultado de las tensiones de Von Mises sobre el elemento lateral del asiento, software Ansys.

Al aplicar la condición para que el diseño sea correcto, con el esfuerzo de fluencia del material ASTM 500, correspondiente al material aplicado al asiento, se determina:

$$Von\ Mises\ Max < Esfuerzo\ resistencia\ del\ material$$

$$2{,}208\ x\ 10^8 Pa < 3{,}20\ x\ 10^8 Pa$$

En la Figura 46 se puede observar la deformación total que se produce por lasreacciones presentes a lo largo del tubo estructural cuadrado, apreciando una máxima deformación de 0,2 mm en el centro del elemento.

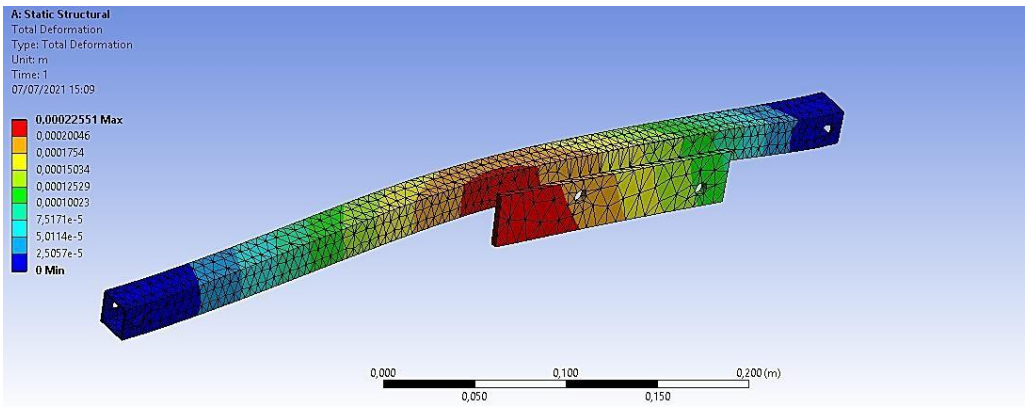


Figura 46. Resultado de la deformación total sobre el elemento lateral del asiento, software Ansys.

Para el análisis del eslabón de accionamiento se aplica la misma metodología, en este caso con el material A36 que es el utilizado para las pletinas de accionamiento como se observa la Figura 47, y donde se interpreta que no posee ningún tipo de fallo.

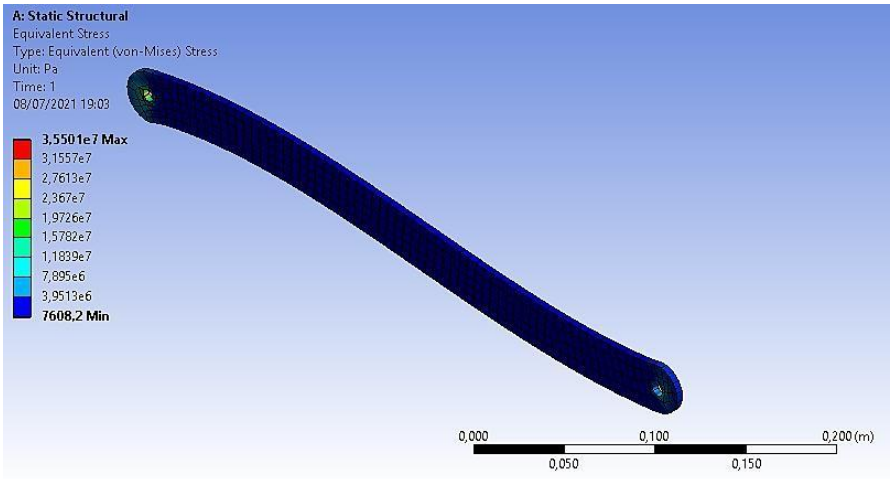


Figura 47. Resultado de las tensiones de Von Mises sobre los eslabones de accionamiento, software Ansys.

Según el valor máximo que se observa en la regleta, se determina que:

$$Von\ Mises\ Max < Esfuerzo\ resistencia\ del\ material$$

$$3{,}55\ x\ 10^{7}Pa < 2{,}50\ x\ 10^{8}Pa$$

En la Figura 48 el resultado es una deformación total de 1,74 e^{-6} m en la sección roja que se observa en la pletina, según las reacciones ubicadas en sus extremos como se planteó en la sección analítica.

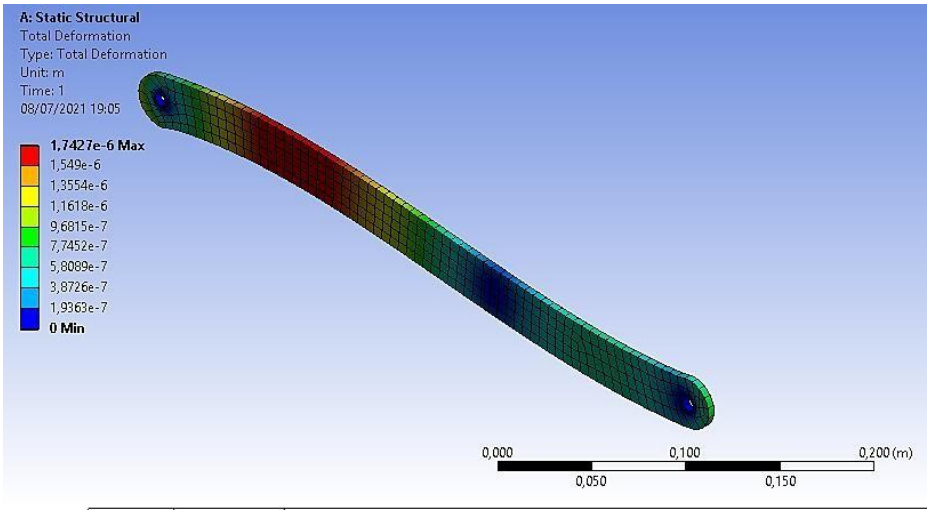


Figura 48. Resultado de la deformación total sobre los eslabones de accionamiento, software Ansys.

En las Figura 49 y Figura 50 aplicamos el análisis similar, pero en los elementos del espaldar y en los reposabrazos, donde se determina el correcto diseño por el hecho de que su estructura posee las tonalidades bajas y medias de la regleta.

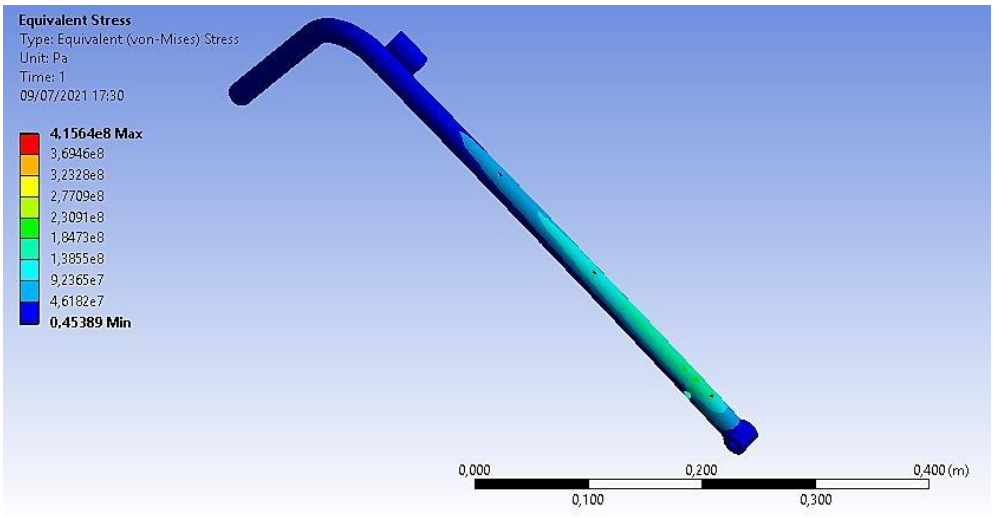


Figura 49. Resultado de las tensiones de Von Mises sobre el espaldar derecho, software Ansys.

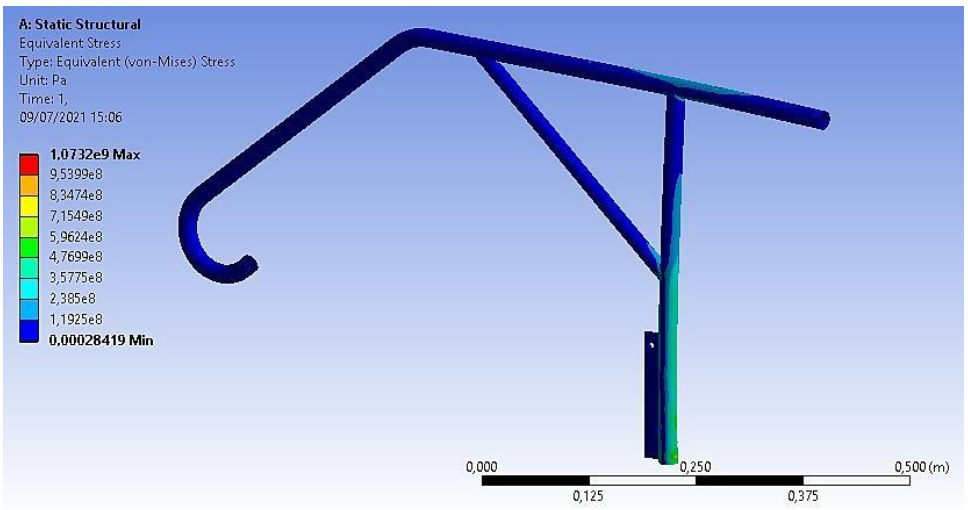


Figura 50.Resultado de las tensiones de Von Mises sobre el elemento derecho del reposabrazos, software Ansys.

En las Figura 51 y Figura 52, se observa la deformación total que posee cada elemento, en el cual el reposabrazos derecho posee un desplazamiento hasta 8,431 mm en la parte superior, y el elemento derecho del reposabrazos tiene una deformación máxima de 14,449 mm en el radio de la parte posterior.

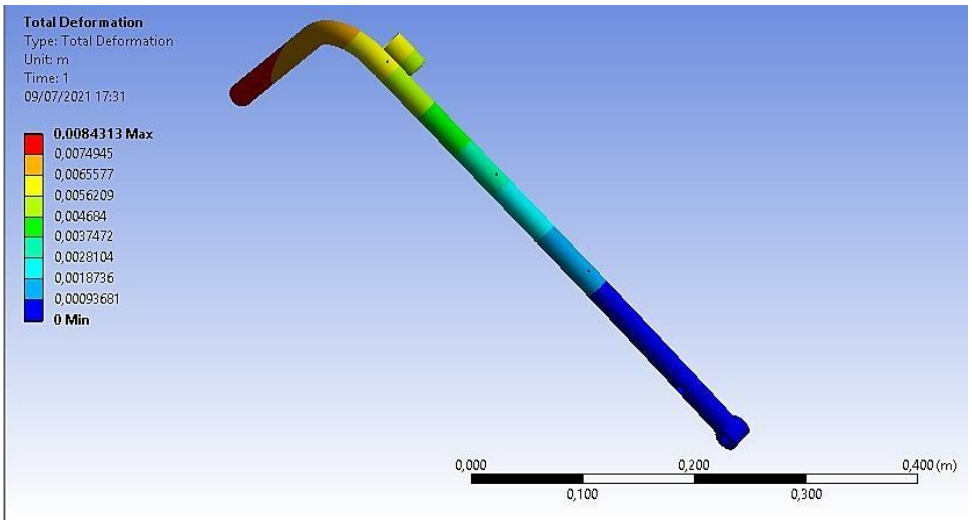


Figura 51. Resultado de la deformación total sobre el espaldar derecho, software Ansys.

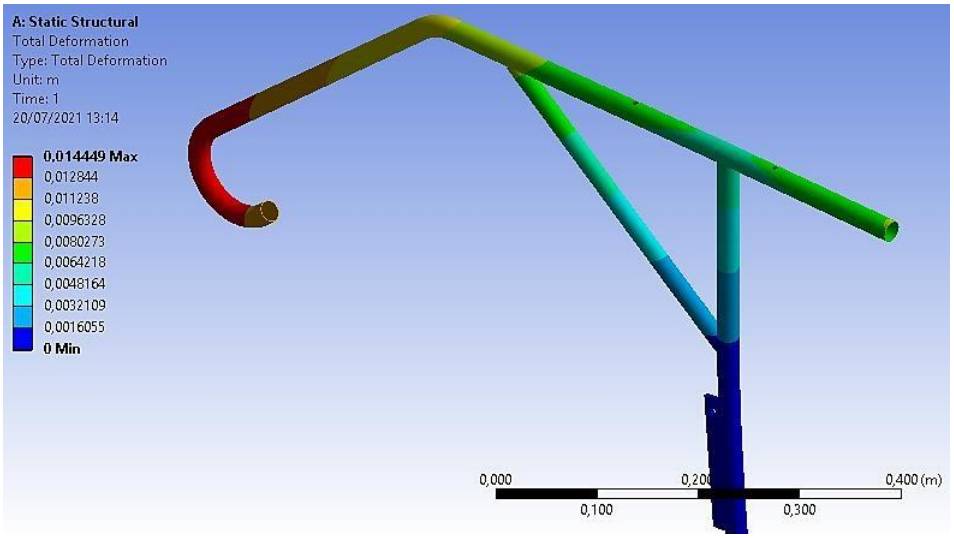


Figura 52. Resultado de la deformación total sobre el elemento derecho del reposabrazos, software Ansys.

También es necesario conocer la fuerza que debe emplear el usuario del dispositivo para pasar a posición bípeda, para conocer este dato se procede a exportar nuestro diseño de Autodesk Inventor en un formato .stp, para que seguidamente con el Software Adams View podamos realizar la simulación del movimiento, insertando como datos de entrada los conectores existentes entre los elementos y las fuerzas que actúan sobre el dispositivo. En la Figura 53 se representa el modelo de la silla con el mecanismo de bipedestación insertada en el software, sin considerar elementos que no intervienen directamente con la transferencia de posición sedentaria a posición bípeda.

Figura 53. Dispositivo de bipedestación representado en el software Adams View.

Una vez el modelo este restringido correctamente con juntas revoluta, juntas fijas, así como la masa que depende directamente del tipo de material por el cual está conformado cada elemento, también la fuerza ejercida por el paciente y los datos correspondientes al resorte que son una K=0,5540 Kg/mm, se procede a correr la simulación y efectivamente el dispositivo pasará a una posición que permita al paciente ponerse en posición bípeda como se indica en la Figura 54.

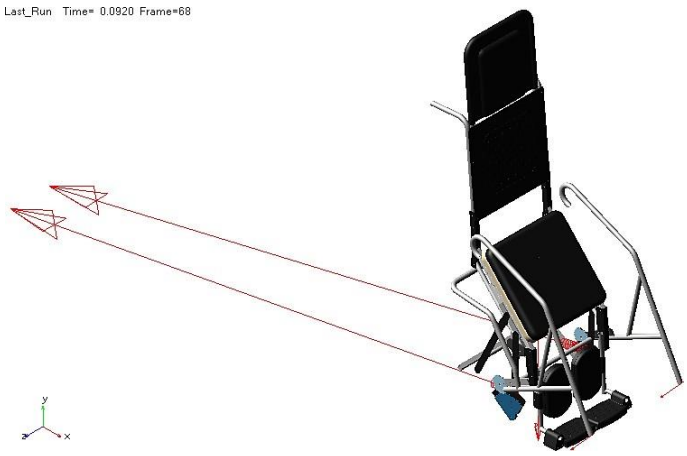


Figura 54. Simulación del dispositivo efectuada con sus respectivas cargas aplicadas, software Adams.

En la Figura 55 se observa que para una persona que efectúa una fuerza de 640N que es lo correspondiente a una persona con una masa equivalente a 65Kg aproximadamente, es necesario proporcionar una fuerza de 120N en cada reposabrazos para llegar a un estado bípedo.

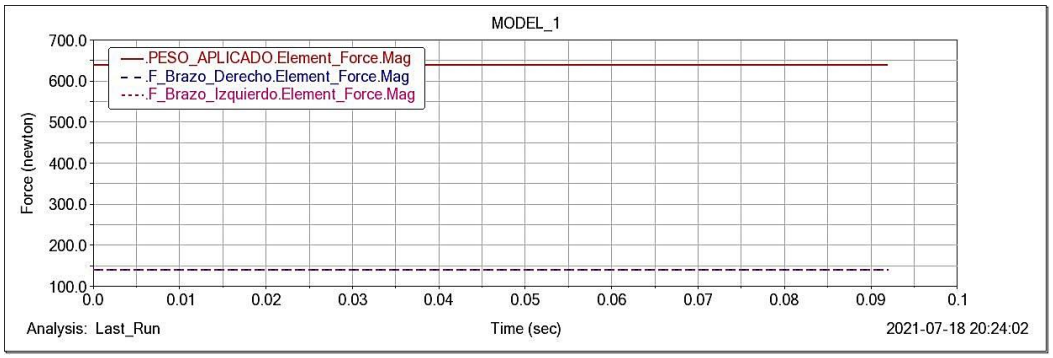


Figura 55. Fuerzas aplicadas para la simulación, software Adams.

Al accionar los reposabrazos con tal fuerza, el engranaje conducido gira 25° en sentido contrario a las manecillas del reloj (Figura 56), el mismo al estar conectado fijamente al eslabón de accionamiento inferior, este acciona el sistema de eslabones pasando al dispositivo a una posición que permite al paciente mantenerse en posición bípeda.

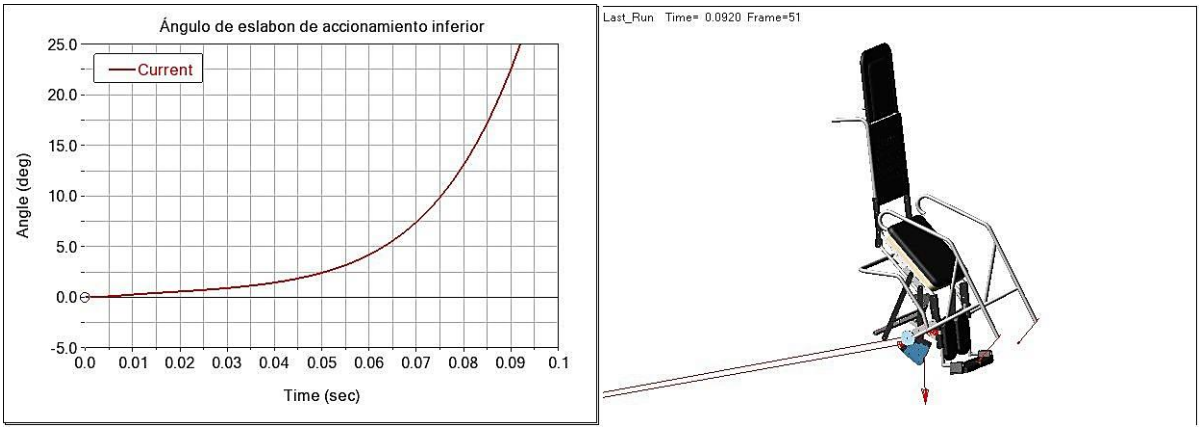


Figura 56. Ángulo de giro del engranaje conducido, software Adams.

5.3 Construcción del dispositivo de bipedestación

El proceso de construcción del dispositivo de bipedestación para personas con discapacidad motriz se realiza en el taller LQ Construcciones, ubicado en la ciudad de Cuenca, para ello, en primera instancia se realizan los planos respetando las condiciones y requerimientos anteriormente obtenidas, con el fin de hallar un ensamble correcto entre cada componente, estos planos cuentan con especificaciones de dimensiones, tolerancias y acabados superficiales, mismos que se encuentran disponibles en el Anexo 5.

Para la construcción del dispositivo (Figura 57) se utiliza máquinas tales como: Torno, Taladro de pedestal, Soldadora, herramientas menores, etc. En cuanto a las juntas por soldadura se especificará en cada plano del subconjunto.

Para facilitar el proceso de construcción al conjunto general que vendría a ser el dispositivo de bipedestación, se lo ha dividido en subconjuntos y a su vez estos estarán compuestos por elementos particulares con sus respectivas dimensiones, tolerancias y acabados.

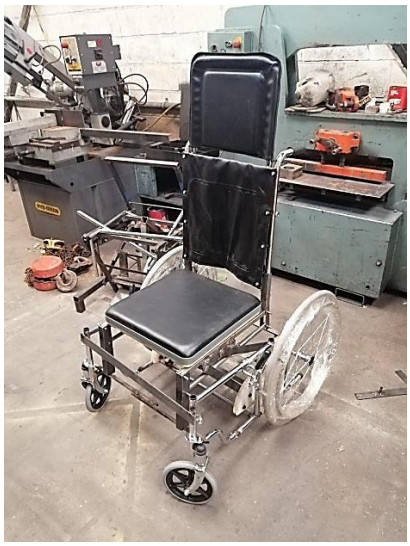


Figura 57. Construcción del dispositivo de bipedestación.

5.3.1 Proceso de construcción

Se realiza un diagrama de procesos identificando los subconjuntos que componen el dispositivo de bipedestación, el mismo se indica en la Figura 58.

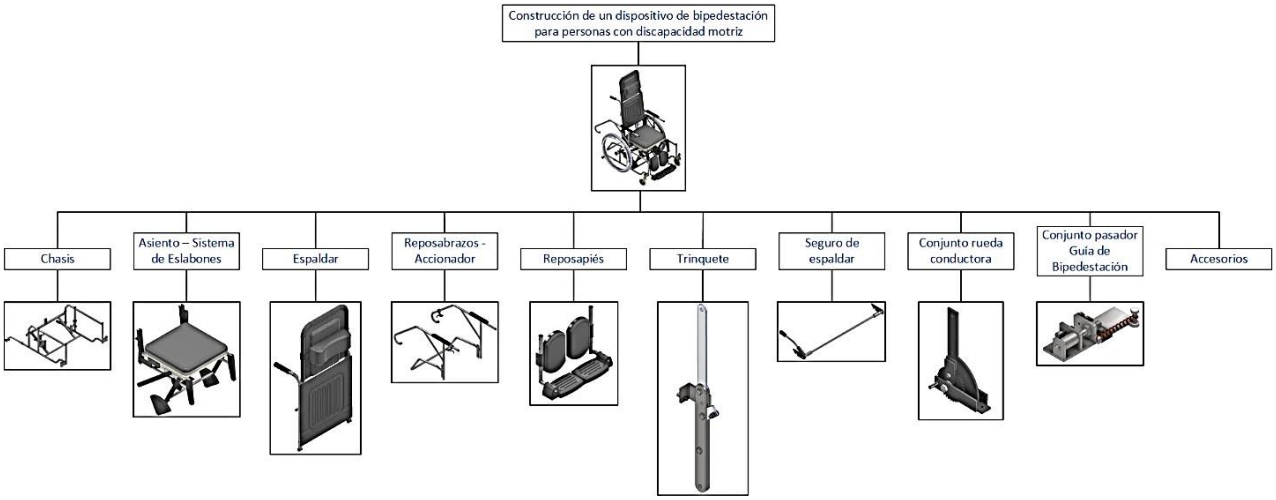


Figura 58. Diagrama de proceso de construcción identificando los subconjuntos que conforman el dispositivo de bipedestación.

Cada subconjunto se subdivide a su vez en particulares, por lo que se realiza un diagrama de proceso para cada uno.

5.3.1.1 Chasis

El chasis es el subconjunto en el cual se ensambla el sistema de eslabones, y por ende la estructura de la silla, además en el mismo estarán sujetadas las ruedas delanteras y ruedas traseras, las especificaciones de soldadura se indicarán en los planos que se encuentran en el Anexo 5. En la Figura 59 se representa el diagrama de proceso para la construcción y ensamble utilizando la misma nomenclatura de los planos de los particulares y subconjuntos respectivamente, esto para simplificar en cuanto a dimensiones y demás especificaciones para cada elemento.

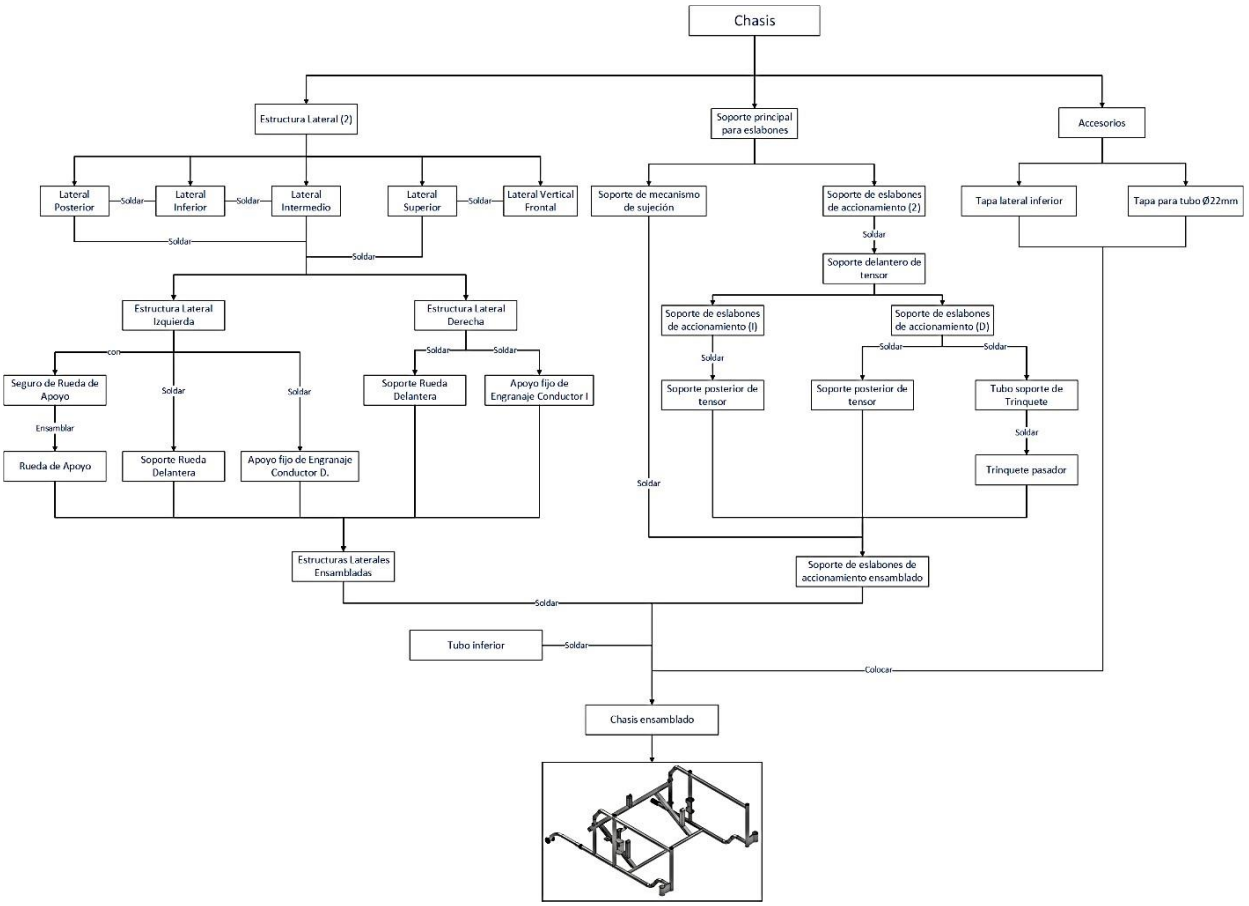


Figura 59. Diagrama de proceso de construcción del chasis.

5.3.1.2 Asiento – Sistema de eslabones

El asiento está conformado por tubo estructural redondo y cuadrado, con medidas basado en el asiento fijo y móvil que se obtiene de la silla de ruedas estándar adquirida, a este se le incorpora el sistema de eslabones en la parte inferior, que permite la bipedestación con ayuda de los elementos dentados y sus articulaciones que se encuentran unidas entre pasadores, en la Figura 60 se representa el diagrama de proceso de construcción para este subconjunto:

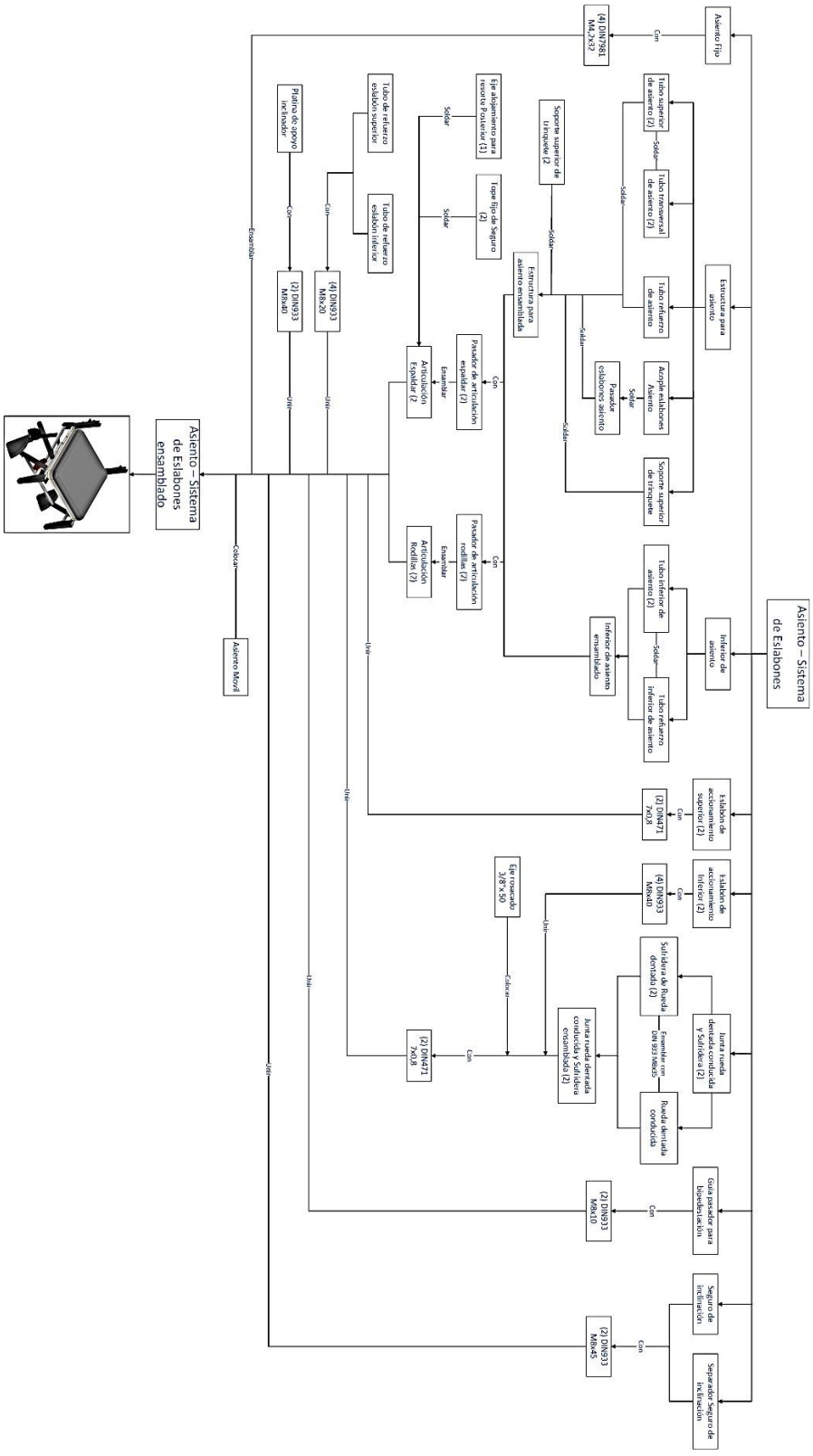


Figura 60. Diagrama de proceso de construcción del asiento y el sistema de eslabones.

5.3.1.3 Espaldar

El espaldar es un subconjunto abatible de las articulaciones del espaldar, que contiene el tapizado para el apoyo del usuario, además contiene incorporados elementos para la seguridad del usuario. Cabe recalcar que está compuesto por dos cuerpos de los cuales en el superior se encuentra la almohadilla para el descanso o apoyo de la cabeza, con la ventaja de ubicarlo en una posición conveniente para el usuario, (Figura 61).

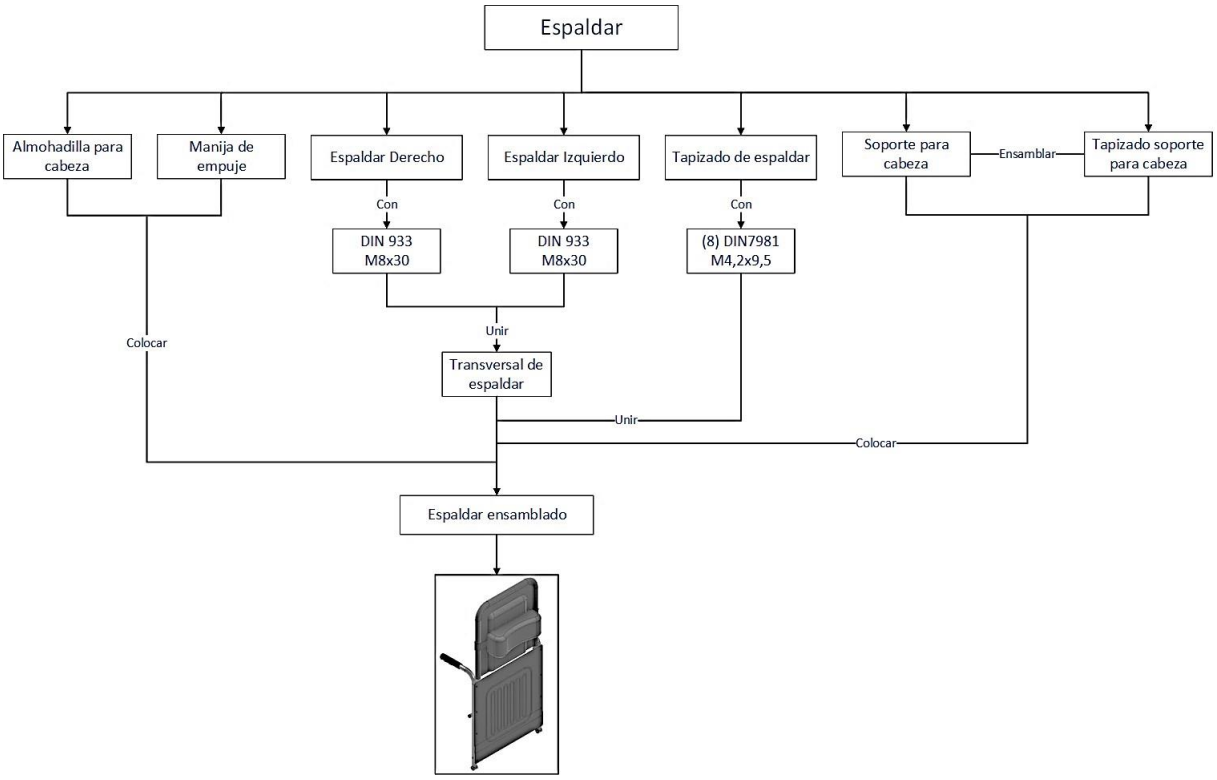


Figura 61. Diagrama de proceso de construcción del espaldar.

5.3.1.4 Reposabrazos – Accionador

El reposabrazos se compone de un tubo estructural redondo doblado en diferentes fragmentos que facilitan cumplir el accionamiento de bipedestación y a la vez para el descanso de las extremidades superiores cuando el usuario se mantenga sentado. En este elemento se encuentran las palancas de accionamiento para el desbloqueo de sus estados o posiciones, (Figura 62).

5.3.1.5 Reposapiés

El reposapiés es el elemento que permite la regulación de la altura dependiendo de las medidas antropométricas del usuario, contiene reposa pantorrillas y se encuentra empernado en las articulaciones de rodilla, (Figura 63).

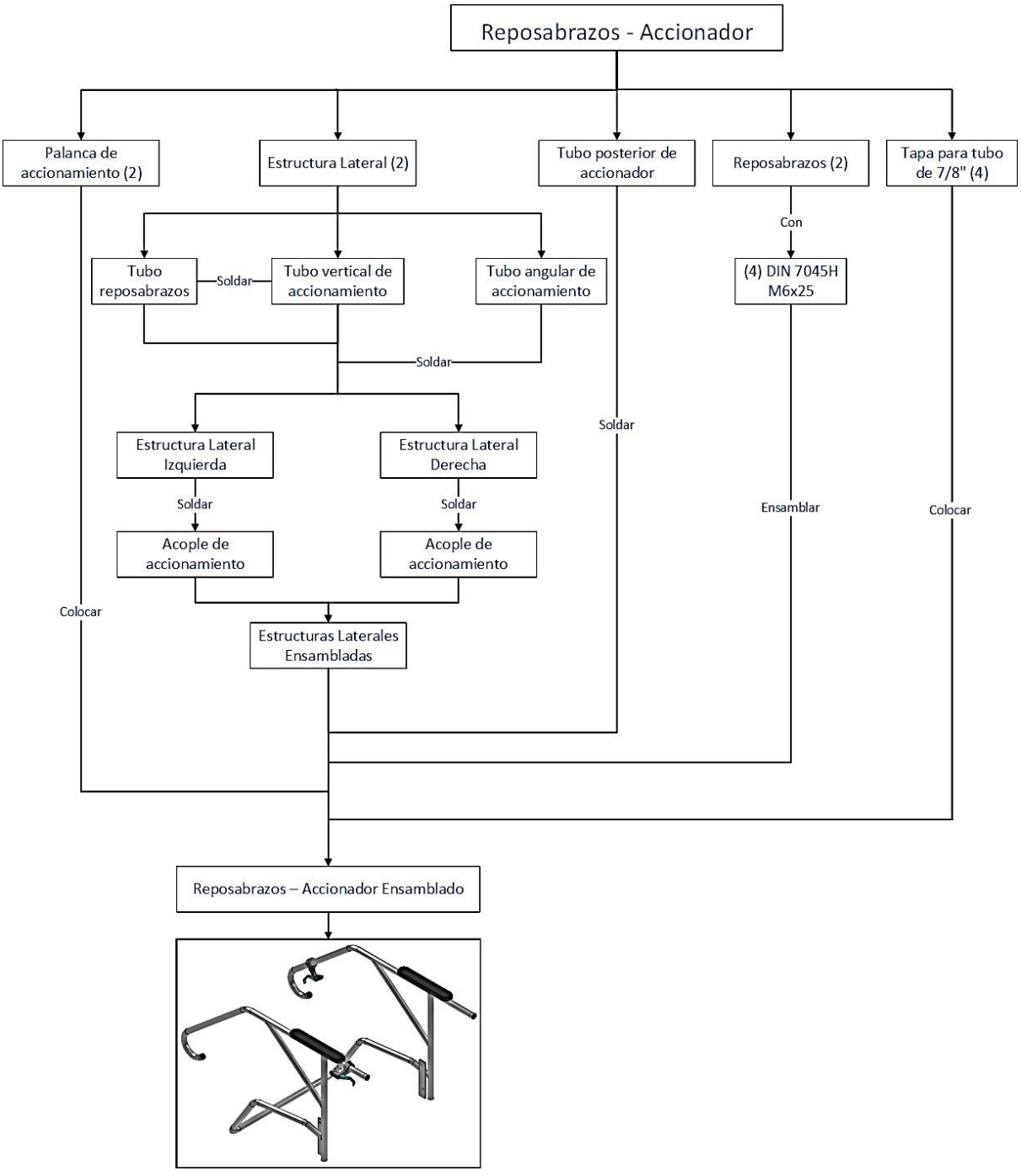


Figura 62. Diagrama de proceso de construcción del reposabrazos y el accionador.

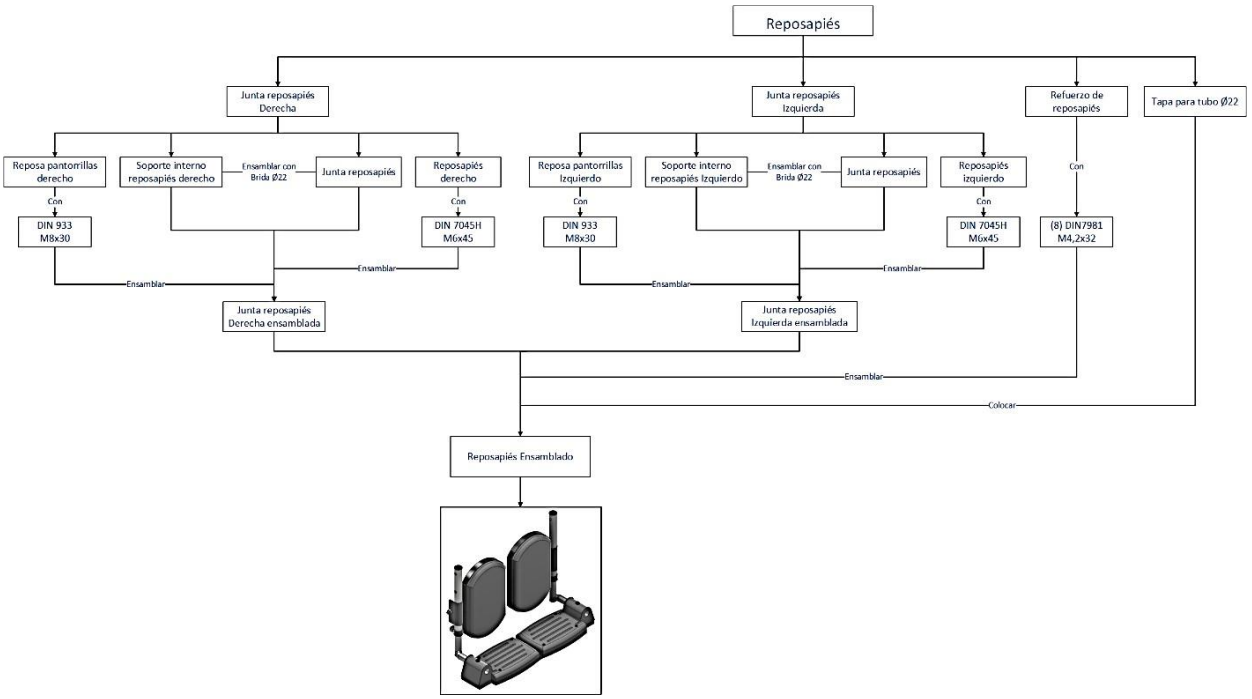


Figura 63. Diagrama de proceso de construcción del reposapiés.

5.3.1.6 Trinquete

Está compuesto por un resorte de torsión que bloquea a la posición bípeda el desplazarse o caer libremente por el peso de la persona, para ello está incorporada un accionamiento de palanca ubicado en el reposabrazos para que sea maniobrado y permitir el cambio al usuario a una posición sedentaria, (Figura 64).

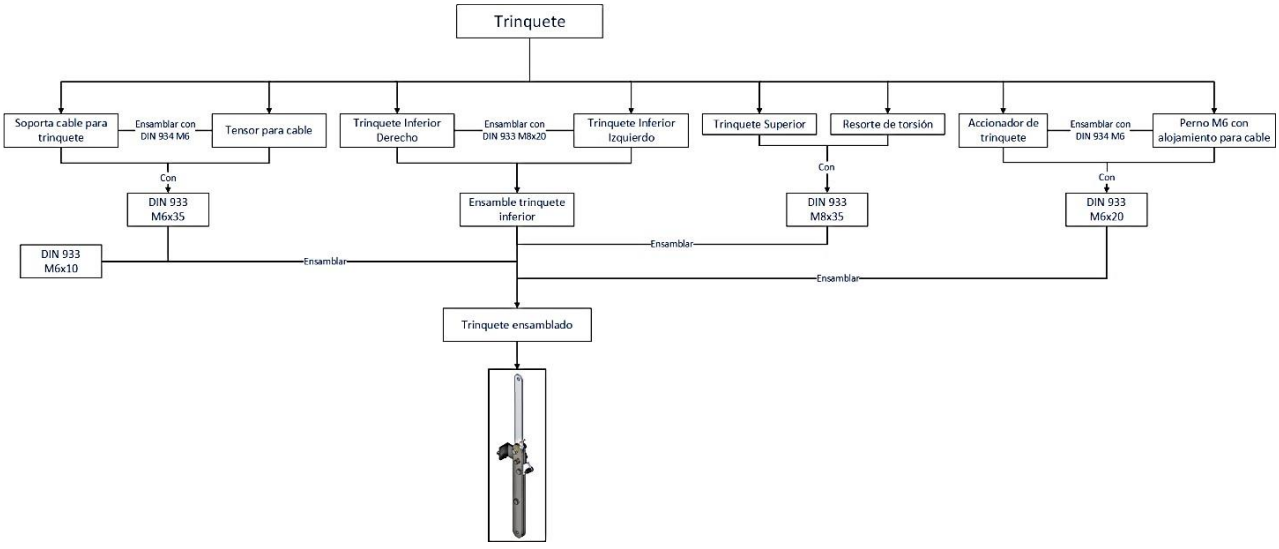


Figura 64. Diagrama de proceso de construcción del trinquete.

5.3.1.7 Seguro de espaldar

El seguro de espaldar es un subconjunto ubicado en la parte posterior del espaldar, que se mantiene en función para evitar desplazamientos sin el accionar por parte del usuario, (Figura 65).

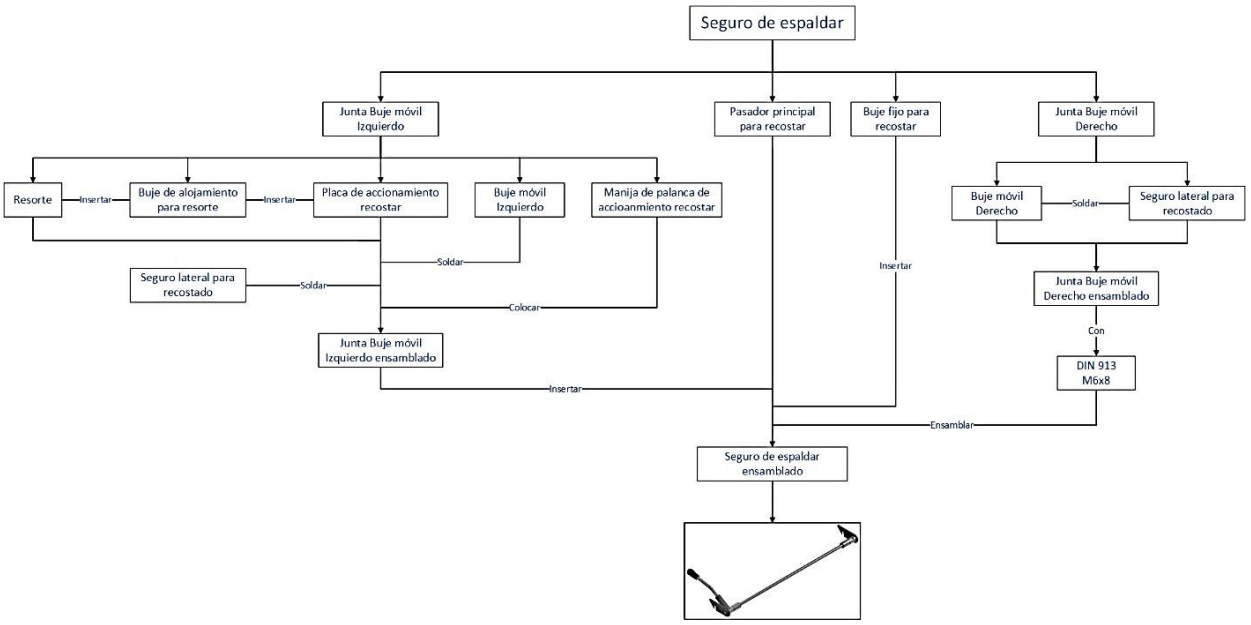


Figura 65. Diagrama de proceso de construcción del seguro de espaldar.

5.3.1.8 Rueda conductora

Este subconjunto se encuentra en las partes laterales del dispositivo, este conecta al "reposabrazos – accionador" con el "asiento – sistema de eslabones", transmitiendo la fuerza ejercida en el reposabrazos hacia el sistema de eslabones, permitiendo la bipedestación, (Figura 66)

5.3.1.9 Pasador guía de bipedestación

Este elemento ubicado en la parte inferior del asiento tiene la función de guiar el traslado de la posición sentada a una posición bípeda y viceversa. Este compuesto por un resorte de extensión, buje, perno y un cable dirigido hacia una palanca de accionamiento ubicado en el reposabrazos, (Figura 67).

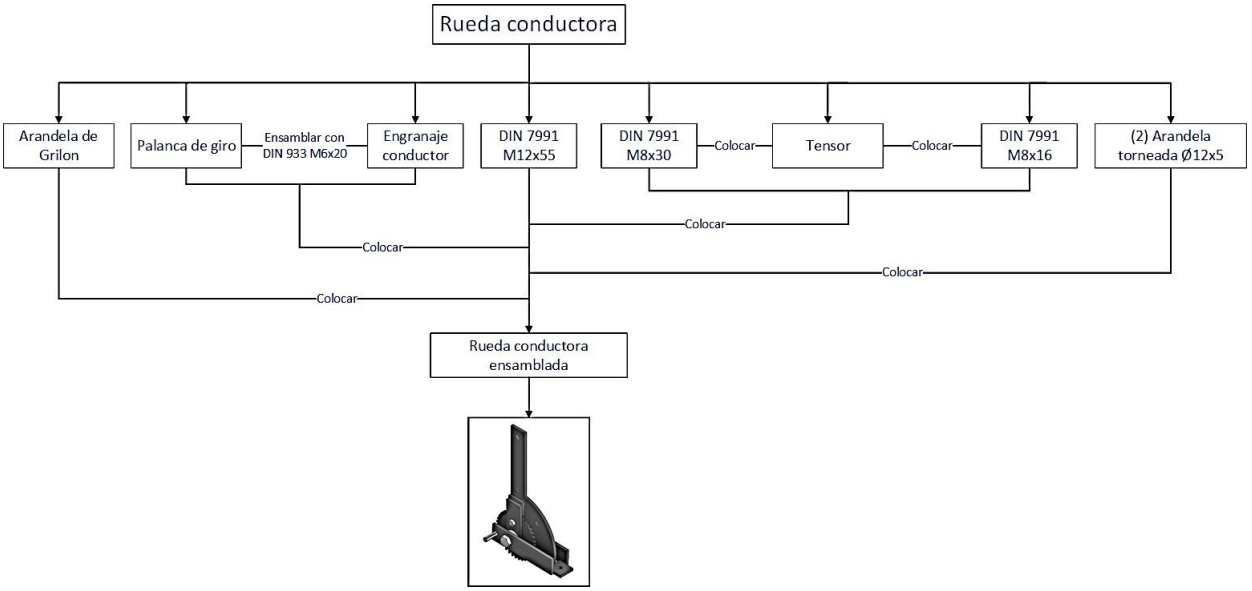


Figura 66. Diagrama de proceso de construcción de la rueda conductora.

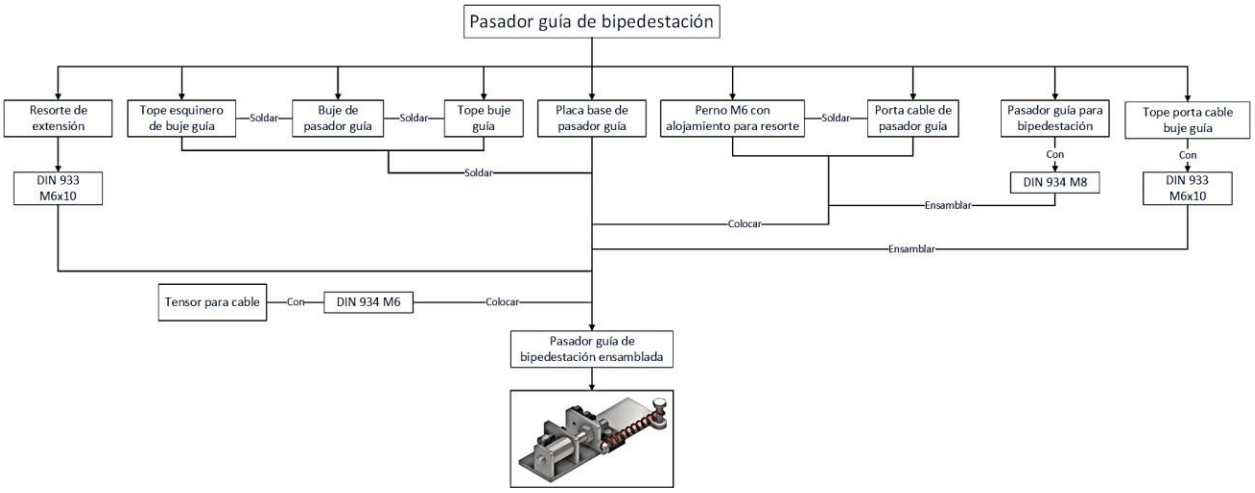


Figura 67. Diagrama de proceso de construcción del pasador guía de bipedestación.

5.3.1.10 Accesorios

Dentro de los elementos que conforman el diseño final también se encuentran distintos accesorios, los mismos que se detallan a continuación:

a) Rueda Trasera

Este elemento es indispensable para que el dispositivo pueda ser desplazado ya sea por el mismo usuario o por una persona de asistencia, son dos elementos, rueda trasera derecha y

rueda trasera izquierda, que van fijados al chasis mediante una tuerca hexagonal de seguridad M12. En la Figura 68 se representa este elemento, la medida utilizada en el dispositivo es de un diámetro igual a 22”, posee llantas y aros cromados con un recubrimiento macizo.

Figura 68. Representación de rueda trasera.

b) Rueda delantera

Al igual que el caso de las ruedas traseras, son dos los conjuntos de ruedas delanteras, mismas que serán ensambladas en la parte frontal del chasis mediante una tuerca hexagonal de seguridad M12, este elemento tiene un diámetro de 7,8” con llanta de plástico y recubrimiento macizo, su principal función a más de soportar parte del peso del paciente es de dar dirección a la silla de ruedas, la Figura 69 representa la rueda delantera.

Figura 69. Representación de rueda delantera.

c) Accesorios de seguridad

Para garantizar la seguridad del usuario se hace uso de un cinturón tipo chaleco (Figura 70), el mismo que se podrá usar ya sea solamente el cinturón o el elemento completo para mayor seguridad dependiendo del grado de discapacidad del usuario, la fijación del cinturón se realiza mediante los acoples, los mismos que serán situados en las articulaciones del espaldar, utilizando remaches DIN 7337 Ø4x6. Para colocarse el cinturón se utiliza un seguro plástico de liberación rápida.

Figura 70. Cinturón de seguridad, con chaleco removible.

En la Figura 71 se representa el seguro para rodillas, mismo que sujeta los miembros inferiores al momento de la bipedestación, este se encuentra fijo en las articulaciones de rodillas mediante remaches DIN 7337 Ø4x6, poseen regulación dependiendo el tamaño de pantorrillas del usuario, la colocación de los mismos se realiza mediante seguros plásticos de liberación rápida, y el apoyo en si está compuesto en su interior por esponja cubierto por cuero, las medidas se encuentran disponibles en los planos Anexo 5.

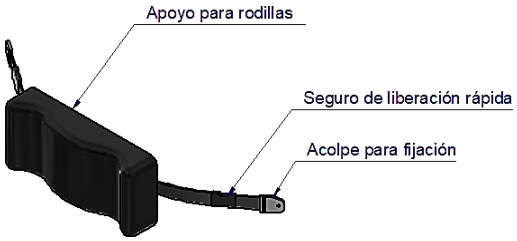


Figura 71. Representación de seguro para rodillas.

d) Espaldar removible

Considerando que los pacientes poseen diferentes medidas antropométricas se plantea el uso de un espaldar removible (Figura 72), con la finalidad de reducir la dimensión existente entre la espalda y la rodilla, el material con el que está elaborado en su interior es con esponja y con un forro de cuero, consta con un cierre a un costado para colocar o retirar una plancha de esponja dependiendo la medida requerida, la fijación se realiza en el espaldar mediante dos elásticos.

Figura 72. Representación del espaldar removible.

e) Freno para ruedas traseras

Ya sea para permanecer en un lugar o al momento de ejecutar la bipedestación el usuario tiene la necesidad de detener la silla de ruedas, para ello se utiliza un freno simple tipo tijera (Figura 65), tanto para la rueda trasera izquierda como para la derecha, estará fijado en el chasis y su distancia será regulada hasta obtener un enclavamiento en el mismo.

Figura 73. Representación de un freno simple tipo tijera.

f) Cables de freno y palanca de cambio

Para transmitir el movimiento desde las palancas de accionamiento tipo freno hasta los seguros del trinquete y palanca de accionamiento se hace uso de cables de freno para bicicleta, mismos que están representados en la Figura 74, y estarán sujetados con bridas plásticas.

Figura 74. Cable de freno para bicicleta.

Para accionar el pasador que permite mantener al espaldar y reposapiés verticalmente al momento de ejecutar la bipedestación se hace uso de una palanca de cambio con sus respectivos cables, Figura 75, para realizar el desplazamiento del buje para bipedestación y mantenerlo posicionado dentro de la ranura.

Figura 75. Palanca de cambio con sus respectivos cables.

g) Resorte de apoyo para bipedestación

Con la finalidad de evitar el uso de un pistón de aire o el uso de un motor, se plantea el uso de un resorte de tracción para la adición de fuerza extra que ayude al usuario ejercer una fuerza menor, este resorte estará ubicado en el chasis y el eslabón de accionamiento inferior, en el lado izquierdo y derecho, este se representa en la Figura 76, los detalles de este elemento se encuentran disponibles en el Anexo 4.

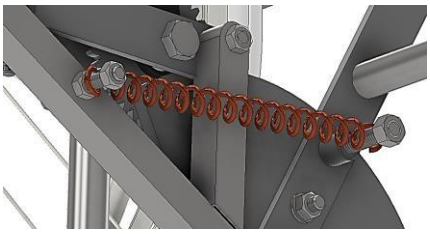


Figura 76. Representación del resorte de apoyo para bipedestación.

h) Inclinador de Asiento

Este elemento permite la reclinación del espaldar (Figura 77) y al mismo tiempo elevar el reposapiés, se encuentra empotrado en el asiento, pero su fijación en el espaldar es fácilmente abatible mediante el seguro del espaldar, debido que para la acción de bipedestación debe ser liberada rápidamente.

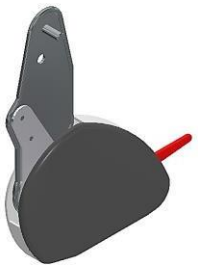


Figura 77. Representación del inclinador de asiento.

5.3.1.11 Ensamble del conjunto

Los diagramas presentados anteriormente corresponden a los subconjuntos que conforman el dispositivo, en la Figura 78 se representa el diagrama de proceso correspondiente al ensamble del dispositivo de bipedestación.

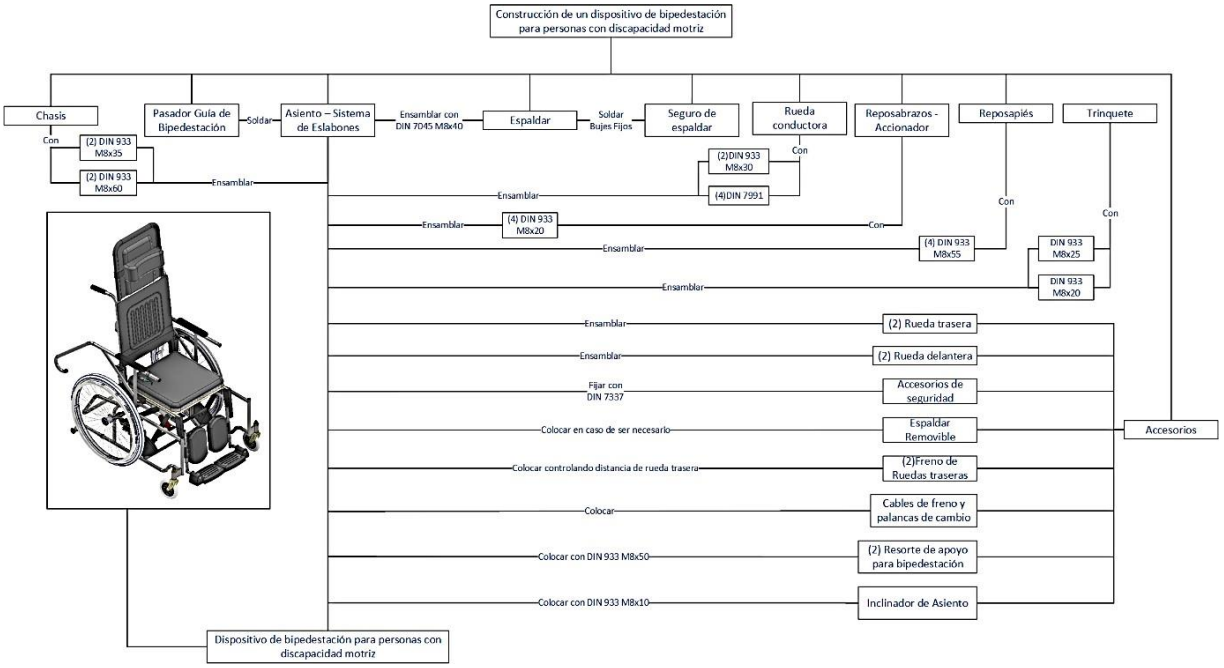


Figura 78. Diagrama de proceso de construcción y ensamble del dispositivo de bipedestación.

5.3.2 Análisis de precios unitarios

En las Tablas 9 – 19 se presenta un análisis de precios unitarios del dispositivo de bipedestación, donde se emplea un 15% de utilidad de sus componentes, basados en la tabla salarial del 2021 de la contraloría General del Estado.

Esta tabla implementada se basa principalmente en la descripción, cantidad, horas, y costo total de los siguientes factores:

- Equipos y herramientas,
- Materiales,
- Transporte,
- y mano de obra.

Siendo la sumatoria de todas estas con la utilidad, el que representa el valor total necesario para que el elemento se efectúe.

Tabla 9. Análisis de precios unitarios al elemento “Chasis”.

PROYECTO: DISPOSITIVO DE BIPEDESTACIÓN PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:	Universidad Politécnica Salesiana				
PROYECTO:	Dispositivo de bipedestación				
ÍTEM:	1				
DESCRIPCIÓN:	Chasis				
UNIDAD:	u				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**TARIFA HORA B**	**RENDIMIENTO HORAS/U C**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Herramienta menor (Taladro de mano, brocas, llaves de boca, dados, etc.)	3%MO				0,73
Soldadora MIG	1	5,00	1		5,00
Cortadora	1	2,00	0,5		1,00
			PARCIAL M		**6,73**
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECI/U**		**COSTO TOTAL C=A*B**
Silla de ruedas p/minusválido (FS609GC) - Laterales con doblados	u	0,20	168,33		33,67
Tubo estructural redondo (Ø3/4 in; e=1,1mm)	m	2,00	0,74		1,48
Tubo estructural cuadrado (2x2cm; e=1,1mm)	m	2,00	1,17		2,33
Retazo de plancha laminada en frío (12x12cm; e=5mm)	u	1,00	4,00		4,00
Retazo de plancha laminada en frío (5x10cm; e=8mm)	u	1,00	2,50		2,50
Tapa de goma para tubo (Ø22mm)	u	4,00	0,25		1,00
			PARCIAL N		**44,98**
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA/U B**	**DISTANCIA C**	**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Traslado interno de los materiales	u	1	3,50	1	3,50
			PARCIAL O		**3,50**
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**S.R.H. B**	**RENDIMIENTO HORAS/U**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Soldador	1	2,59	1		2,59
Ayudante mecánico	2	2,71	4		21,68
			PARCIAL P		24,27
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					**79,48**
INDIRECTOS Y UTILIDAD			15,00%		11,92
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					**91,40**

Tabla 10. Análisis de precios unitarios al elemento “Asiento - Sistema de eslabones”.

PROYECTO:	Dispositivo de bipedestación			
ÍTEM:	2			
DESCRIPCIÓN:	Asiento - Sistema de eslabones			
UNIDAD:	u			
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**TARIFA HORA B**	**RENDIMIENTO HORAS/U C**	**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc.)	3%MO			0,73
Soldadora MIG	1	5,00	1,00	5,00
Taladro de pedestal	1	2,00	0,50	1,00
Cortadora	1	2,00	1,00	2,00
Torno	1	5,00	1,00	5,00
Corte laser	1	18,00	0,85	15,30
			PARCIAL M	**29,03**
MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECI/U**	**COSTO TOTAL C=A*B**
Silla de ruedas p/minusválido (FS609GC) - Asiento fijo	u	0,20	168,33	33,67
Tubo estructural redondo (Ø7/8 in; e=1,8mm)	m	4	0,741	2,96
Tubo estructural cuadrado (2x2cm; e=1,1mm)	m	2	12,00	24,00
Retazo de grilon (32x32cm; e=8mm)	u	1	40,00	33,00
Plancha laminada en frío (32x32cm; e=5mm)	u	0,50	14,00	7,00
Plancha laminada en frío (40x60cm; e=2mm)	u	0,50	10,00	5,00
Plancha laminada en frío (32x32cm; e=4mm)	u	1,00	12,50	12,50
Plancha laminada en frío (10x16cm; e=6mm)	u	1,00	4,00	4,00
Pletina (30x5mm)	m	2	1,34	2,68
Pasadores (Ø5mm; l=3cm)	u	8	0,25	2,00
Anillos seller DIN471x0,8	u	8	0,02	0,16
Perno DIN 933 M8x10 + arandela + tuerca	u	4	0,08	0,32
Perno DIN 933 M8x20 + arandela + tuerca	u	4	0,10	0,40
Perno DIN 933 M8x35 + arandela + tuerca	u	2	0,12	0,24
Perno DIN 933 M8x40	u	4	0,13	0,52
Eje roscado (Ø3/8in x50mm)	u	2	0,50	1,00
Tornillo 1/2in	u	4	0,03	0,12
			PARCIAL N	**129,57**
TRANSPORTE				

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA/U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D=A*B*C
Traslado interno de los materiales	u	1	3,50	1	3,50
			PARCIAL O		**3,50**
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**S.R.H. B**	**RENDIMIENTO HORAS/U**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Soldador	1	2,59	1		2,59
Ayudante mecánico	2	2,71	4		21,68
			PARCIAL P		24,27
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					**186,37**
INDIRECTOS Y UTILIDAD			15,00%		27,96
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					**214,33**

Tabla 11. Análisis de precios unitarios al elemento “Espaldar”.

PROYECTO:	Dispositivo de bipedestación				
ÍTEM:	3				
DESCRIPCIÓN:	Espaldar				
UNIDAD:	u				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**TARIFA HORA B**	**RENDIMIENTO HORAS/U C**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc.)	3%MO				0,08
			PARCIAL M		**0,08**
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECI/U**		**COSTO TOTAL C=A*B**
Silla de ruedas p/minusválido (FS609GC) - Transversal del espaldar - Tapizado soporte para cabeza - Almohadilla para cabeza	u	0,20	168,33		33,67
Perno DIN 933 M8X30	u	2	0,09		0,18
Tornillos DIN 7981 M4,2x9,5	u	8	0,03		0,24
			PARCIAL N		**34,09**
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA/U B**	**DISTANCIA C**	**COSTO TOTAL D=A*B*C**
					0
			PARCIAL O		**0,00**
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**S.R.H. B**	**RENDIMIENTO HORAS/U**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Ayudante mecánico	1	2,71	1		2,71
			PARCIAL P		2,71
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					**36,88**
INDIRECTOS Y UTILIDAD			15,00%		5,53
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					**42,41**

Tabla 12. Análisis de precios unitarios al elemento “Reposabrazos - Accionador”.

PROYECTO:	Dispositivo de Bipedestación				
ÍTEM:	4				
DESCRIPCIÓN:	Reposabrazos - Accionador				
UNIDAD	u				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**TARIFA HORA B**	**RENDIMIENTO HORAS/U C**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc.)	3%MO				0,57
Soldadora MIG	1	5,00	1,00		5,00
Dobladora	1	4,00	1,00		4,00
			PARCIAL M		**9,57**
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECI/U**		**COSTO TOTAL C=A*B**
Palanca de accionamiento	u	2	2,50		5,00
Tubo estructural redondo (Ø7/8 in; e=1,8mm)	m	4	0,741		2,96
Pletina (30x5mm)	m	0,60	1,342		0,81
Pernos DIN 7045 M6x25-H	u	4	0,03		0,12
Tapa para tubo redondo (Ø7/8in)	u	4	0,25		1,00
			PARCIAL N		**9,89**
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA/U B**	**DISTANCIA C**	**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Traslado interno de los materiales	u	1,00	3,50	1	3,50
			PARCIAL O		**3,50**
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**S.R.H. B**	**RENDIMIENTO HORAS/U**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Ayudante mecánico	2	2,71	3,00		16,26
Soldador	1	2,59	1,00		2,59
			PARCIAL P		**18,85**
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					**41,80**
INDIRECTOS Y UTILIDAD			15,00%		6,27
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					**48,08**

Tabla 13. Análisis de precios unitarios al elemento “Reposapiés”.

PROYECTO	Dispositivo de Bipedestación				
ÍTEM:	5				
DESCRIPCIÓN:	Reposapiés				
UNIDAD:	u				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**TARIFA HORA B**	**RENDIMIENTO HORAS/U C**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc.)	3%MO				0,16
			PARCIAL M		**0,16**
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECI/U**		**COSTO TOTAL C=A*B**
Silla de ruedas p/minusválido (FS609GC) - Reposa pantorrillas – Reposapiés - Brida	u	0,20	168,33		33,67
Perno DIN 933 M8x30	u	2,00	0,09		0,18
Perno DIN 7045H M6x45	u	2,00	0,03		0,06
Perno DIN 7981 M4,2x32	u	8,00	0,03		0,24
MDF (45x11cm; e=10mm)	u	1,00	2,50		2,50
Tapa para tubo redondo (Ø22mm)	u	2,00	0,25		0,50
			PARCIAL N		**37,15**
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA/U B**	**DISTANCIA C**	**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Traslado interno de los materiales	u	1,00	3,50	1	3,50
			PARCIAL O		**3,50**
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**S.R.H. B**	**RENDIMIENTO HORAS/U**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Ayudante mecánico	2	2,71	1,00		5,42
			PARCIAL P		5,42
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					**46,23**
INDIRECTOS Y UTILIDAD			15,00%		6,93
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					**53,16**

Tabla 14. Análisis de precios unitarios al elemento “Trinquete”.

PROYECTO:	Dispositivo de Bipedestación				
ÍTEM:	6				
DESCRIPCIÓN:	Trinquete				
UNIDAD:	u				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**TARIFA HORA B**	**RENDIMIENTO HORAS/U C**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc.)	3%MO				0,16
			PARCIAL M		**0,16**
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECI/U**		**COSTO TOTAL C=A*B**
Pletina (31x5mm)	m	0,60	1,34		0,80
Pletina de aluminio (25x3mm)	m	0,35	1,05		0,37
Plancha laminada en frio (38x100mm; e=4mm)	u	1,00	0,75		0,75
Resorte de torsión	u	1,00	3		3,00
Perno DIN 934 M6x35 + tuerca + arandela	u	1,00	0,07		0,07
Perno DIN 933 M6x20 + tuerca + arandela	u	1,00	0,06		0,06
Perno DIN 933 M6X10 + tuerca + arandela	u	1,00	0,05		0,05
Perno DIN 933 M8x35 + tuerca + arandela	u	1,00	0,12		0,12
Perno DIN 933 M8x20 + tuerca + arandela	u	3,00	0,10		0,30
Tensor para cable	u	1,00	0,25		0,25
			PARCIAL N		**5,77**
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA/U B**	**DISTANCIA C**	**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Traslado interno de los materiales	u	1,00	3,50	1	3,50
			PARCIAL O		**3,50**
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**S.R.H. B**	**RENDIMIENTO HORAS/U**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Ayudante mecánico	2	2,71	1,00		5,42
			PARCIAL P		5,42
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					**14,85**
INDIRECTOS Y UTILIDAD			15,00%		2,23
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					**17,08**

Tabla 15. Análisis de precios unitarios al elemento “Seguro de espaldar”.

PROYECTO:	Dispositivo de Bipedestación				
ÍTEM:	7				
DESCRIPCIÓN:	Seguro de espaldar				
UNIDAD:	u				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**TARIFA HORA B**	**RENDIMIENTO HORAS/U C**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc.)	3%MO				0,18
Cortadora	1	2,00	0,25		0,50
Soldadora MIG	1	5,00	0,25		1,25
Torno	1	5,00	0,50		2,50
			PARCIAL M		**4,43**
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECI/U**		**COSTO TOTAL C=A*B**
Varilla lisa (Ø1/2in)	m	0,80	4,50		3,60
Resorte de extensión	u	1,00	2		2,00
Pletina (25x3mm)	m	0,30	0		0,40
Eje de transmisión (Ø8mm)	m	1,00	2,80		2,80
Prisionero DIN 913 M6x8	u	1,00	0,02		0,02
			PARCIAL N		**8,82**
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA/U B**	**DISTANCIA C**	**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Traslado interno de los materiales	u	1,00	3,50	1	3,50
			PARCIAL O		**3,50**
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**S.R.H. B**	**RENDIMIENTO HORAS/U**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Soldador	1	2,59	0,25		0,65
Ayudante mecánico	2	2,71	1,00		5,42
			PARCIAL P		6,07
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					**22,82**
INDIRECTOS Y UTILIDAD			15,00%		3,42
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					**26,25**

Tabla 16. Análisis de precios unitarios al elemento “Rueda conductora”.

PROYECTO:	Dispositivo de bipedestación				
ÍTEM:	8				
DESCRIPCIÓN:	Rueda conductora				
UNIDAD:	u				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**TARIFA HORA B**	**RENDIMIENTO HORAS/U C**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc.)	3%MO				0,34
Soldadora MIG	1	5,00	0,25		1,25
Taladro de pedestal	1	2,00	0,25		0,5
Cortadora	1	2,00	0,50		1
Torno	1	5,00	0,25		1,25
Corte laser	1	18,00	1,37		24,66
			PARCIAL M		29,00
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECI/U**		**COSTO TOTAL C=A*B**
Retazo de plancha laminado en frio (32x32cm; e=5mm)	u	0,50	14,00		7
Pletina (30x5mm)	m	2,00	1,34		2,68
Perno DIN 7991 M12X55 + tuerca + arandela	u	2	0,18		0,36
Perno DIN 933 M6x20	u	2	0,04		0,08
Perno DIN 7991 M8x16	u	2	0,07		0,14
Perno DIN 7991 M8x30	u	2	0,09		0,18
Varilla lisa (Ø1/2in)	m	0,20	4,50		0,9
			PARCIAL N		**11,34**
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA/U B**	**DISTANCIA C**	**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Traslado interno de los materiales	u	1,00	3,50	1	3,5
			PARCIAL O		**3,5**
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**S.R.H. B**	**RENDIMIENTO HORAS/U**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Soldador	1	2,59	0,25		0,65
Ayudante mecánico	2	2,71	2,00		10,84
			PARCIAL P		11,49
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					**55,33**
INDIRECTOS Y UTILIDAD			15,00%		8,30
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					**63,63**

Tabla 17. Análisis de precios unitarios al elemento “Pasador guía de bipedestación”.

PROYECTO:	Dispositivo de bipedestación				
ÍTEM:	9				
DESCRIPCIÓN:	Pasador guía de bipedestación				
UNIDAD:	u				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**TARIFA HORA B**	**RENDIMIENTO HORAS/U C**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc.)					0,18
Soldadora MIG	1	5,00	0,25		1,25
Torno	1	5,00	0,25		1,25
			PARCIAL M		2,68
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECI/U**		**COSTO TOTAL C=A*B**
Resorte de extensión DIN 2097	u	1,00	2,00		2
Pletina (30x5mm)	m	0,20	1,34		0,27
Eje de transmisión (Ø8mm)	m	0,20	2,80		0,56
Retazo de plancha laminado en frío (5x150mm; e= 4mm)	u	1,00	1,50		1,50
Tensor para cable	u	1,00	0,25		0,25
Perno DIN 933 M6X20	u	3,00	0,04		0,12
Tuerca DIN 934 M6	u	3,00	0,02		0,06
Tuerca DIN 934 M8	u	1,00	0,02		0,02
			PARCIAL N		**4,78**
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA/U B**	**DISTANCIA C**	**COSTO TOTAL D=A*B*C**
					0
			PARCIAL O		0
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**S.R.H. B**	**RENDIMIENTO HORAS/U**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Soldador	1	2,59	0,25		0,65
Ayudante mecánico	2	2,71	1,00		5,42
			PARCIAL P		6,07
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					**13,53**
INDIRECTOS Y UTILIDAD			15,00%		2,03
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					**15,56**

Tabla 18. Análisis de precios unitarios al elemento “Accesorios”.

PROYECTO:	Dispositivo de bipedestación				
ÍTEM:	10				
DESCRIPCIÓN:	Accesorios				
UNIDAD:	10				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**TARIFA HORA B**	**RENDIMIENTO HORAS/U C**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Herramienta menor (destornillador, martillo, playo, dados, etc.)	3%MO				0,04
			PARCIAL M		**0,04**
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECI/U**		**COSTO TOTAL C=A*B**
Silla de ruedas p/minusválido (FS609GC) - Ruedas delanteras y posteriores	u	0,20	168,33		33,67
Cambio + cable de freno	u	1,00	4,00		4
Tapizado extra de accesorios de seguridad	u	1,00	24,00		24
Chaleco de seguridad	u	1,00	10,00		10
Resorte de extensión para bipedestación	u	2,00	6,00		12
Inclinador de asiento de auto	u	1,00	40,00		40
Pintura al horno	u	1,00	15,00		15
			PARCIAL N		**138,67**
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA/U B**	**DISTANCIA C**	**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Traslado interno de los materiales	u	1,00	3,50	1	3,5
			PARCIAL O		**3,5**
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD A**	**S.R.H. B**	**RENDIMIENTO HORAS/U**		**COSTO TOTAL D=A*B*C**
Ayudante mecánico	1	1,00	1,25		1,25
			PARCIAL P		1,25
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					**143,45**
INDIRECTOS Y UTILIDAD			0,00%		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					**143,45**

Tabla 19. Costo total de la silla de bipedestación

PROYECTO:	**Dispositivo de Bipedestación**	
ÍTEM:	11	
DESCRIPCIÓN:	**Costos totales**	
N°	**DESCRIPCIÓN**	**COSTOS ($)**
1	Chasis	91,40
2	Asiento – Sistema de Eslabones	214,33
3	Espaldar	42,41
4	Reposabrazos – Accionador	48,08
5	Reposapiés	53,16
6	Trinquete	17,08
7	Seguro de espaldar	26,25
8	Rueda conductora	63,63
9	Pasador guía de bipedestación	15,56
10	Accesorios	143,45
	TOTAL	**715,35**
Son: Setecientos quince dólares con treinta y cinco centavos.		
Responsables: Espinoza Alberto y Christian Vele.		

5.4 Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento se realizan una vez que el dispositivo este ensamblado, estas pruebas consisten en ejecutar la bipedestación en el caso más desfavorable, siendo este un paciente que ejerce mayor carga con una masa de 65 Kg. El usuario realiza la bipedestación enclavando el pasador guía con la palanca de cambio y al mismo tiempo accionando la palanca tipo freno, además de ejercer una fuerza sobre los reposabrazos, logrando esta acción sin inconvenientes, como se observa la Figura 79.

Figura 79. Prueba de funcionamiento en la posición de bipedestación.

Como segunda prueba el usuario ejecuta la función de basculación, liberando el seguro izquierdo del espaldar y al mismo tiempo accionando el inclinador de asientos, ejerciendo el peso cabeza – cuello – tronco sobre el espaldar como se observa en la Figura 80. El paciente no tiene ningún tipo de dificultada para mantenerse en una posición de camilla.

Figura 80. Prueba de funcionamiento en posición *basculante*.

6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El estudio de campo realizado con las encuestas dirigidas a personas con discapacidad, personal de asistencia y profesionales en el área, permitió definir sus criterios de relevancia, donde nos indica que las principales afecciones son las úlceras de presión con un 50% de probabilidad de aparición, problemas cardiovasculares 28% y la salud mental y depresión 11%, como se observa en la Figura 81. En cuanto a la no adquisición de estos dispositivos la causa es su elevado costo, seguido de que no existen en el mercado local.

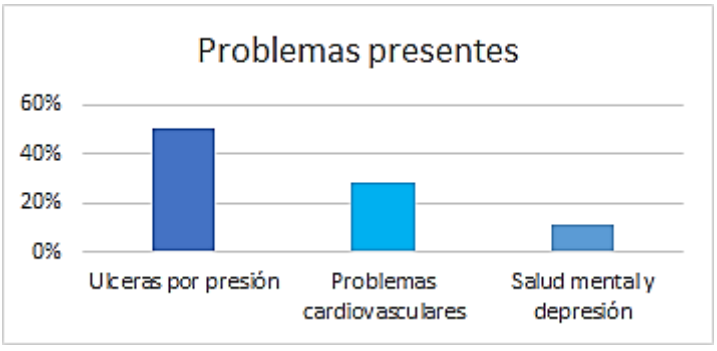


Figura 81. Análisis de los resultados del estudio de campo.

Luego de considerar varias opciones se determinó el mecanismo que permite usar el centro de gravedad del usuario para realizar un menor esfuerzo en la bipedestación siendo este el mecanismo de síntesis de tres posiciones con pivotes fijos específicos, obteniendo un sistema

que tiene 1 grado de libertad, y consta de 4 eslabones. Además, considerando que tanto como para la bipedestación como para la basculación, el espaldar debe moverse simultáneamente con el reposapiés, para lo cual se empleó un sistema de 4 barras, como se observa en la Figura 82.

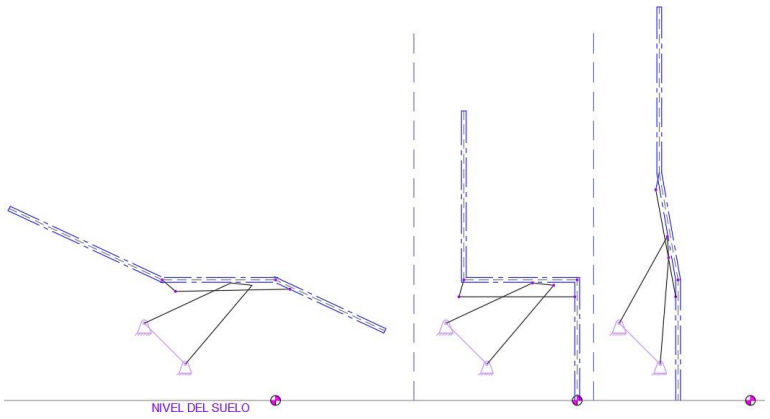


Figura 82. Sistema de cuatro barras, software AutoCAD.

Para efectuar la bipedestación este mecanismo se encuentra conectado una palanca en la cual el usuario ejercerá la fuerza para realizar la transición de posición, y en cuanto al movimiento que permitirá recostar al paciente será controlado con un inclinador de asiento, el mismo que será accionado por una palanca, pudiendo así ubicarse a la inclinación deseada, en la Figura 83 se representa el sistema de eslabonamiento utilizando perfiles comerciales.

Figura 83. Sistema de eslabonamiento.

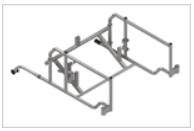
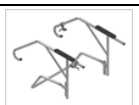
Las simulaciones realizadas en el software ANSYS tuvo diferentes resultados para cada elemento analizado, determinando que todos poseen un buen diseño y sin ningún fallo crítico, respaldado por los resultados de las tensiones de Von Mises y deformaciones máximas determinadas en cada particular (Tabla 20). Además, resulta que el factor de seguridad utilizado en los cálculos analíticos basados en la cita descrita, fue el correcto gracias a los valores obtenidos en las simulaciones.

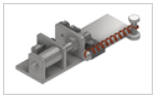
Tabla 20. Resultados de las simulaciones en el software ANSYS.

Elemento	Von Mises Max (Pa)	Deformación Total (mm)
Lateral del asiento	$2{,}208x10^8$	0,226
Eslabón de accionamiento	$3{,}55x10^7$	0,001
Espaldar derecho	$4{,}156x10^8$	8,431
Reposabrazos derecho	$1{,}073x10^9$	14,449

En cuanto a la construcción del dispositivo se utilizó como base una silla de ruedas para minusválidos, con la finalidad de utilizar ciertos componentes ya que esto resulta más económico que adquirir cada elemento por separado, al igual que los materiales necesarios para la construcción se encuentran disponibles dentro del mercado local, también se utilizó métodos tradicionales de manufactura, haciendo posible la fabricación del dispositivo dentro de la localidad, en la siguiente Tabla 21 se indica los procesos utilizados para cada subconjunto.

Tabla 21. Procesos de manufactura y materiales utilizados en la construcción del dispositivo.

COMPONENTE		PROCESO DE MANUFACTURA	MATERIAL
Chasis		• Soldadura • Corte por sierra cinta • Pulido (Amoladora) • Doblado de tubo	• Tubo estructural • Pletina
Asiento - Sistema de Eslabones		• Soldadura • Corte por sierra cinta • Torneado • Taladro de pedestal	• Tubo estructural • Elementos de sujeción • Pletina • Grilon • Cuero - Esponja
Espaldar		• Soldadura • Corte por sierra cinta • Torneado • Taladro de pedestal	• Tubo estructural • Elementos de sujeción • Grilon • Cuero - Esponja
Reposabrazos - Accionador		• Soldadura • Corte por sierra cinta • Doblado de tubo • Taladro de pedestal	• Tubo estructural • Elementos de sujeción • Cuero - Esponja
Reposapiés		• Soldadura • Corte por sierra cinta • Taladro de pedestal	• Tubo estructural • Elementos de sujeción • Cuero - Esponja
Trinquete		• Soldadura • Taladro de pedestal	• Elementos de sujeción • Pletina • Resorte de tracción

Seguro de espaldar		• Soldadura • Corte por sierra cinta • Torneado • Taladro de pedestal	• Elementos de sujeción • Pletina • Varilla de acero
Rueda conductora		• Soldadura • Corte por sierra cinta • Taladro de pedestal	• Elementos de sujeción • Pletina • Plancha negra
Pasador guía de Bipedestación		• Soldadura • Torneado • Taladro de pedestal	• Elementos de sujeción • Pletina • Resorte de tracción
Accesorios			• Ruedas traseras • Ruedas delanteras • Elementos de seguridad • Palancas, cables (Freno)

El dispositivo cumple con su finalidad, efectuado los movimientos previstos, permitiendo la bipedestación del paciente y cumpliendo las trayectorias analizadas, en la Figura 84 se observa la bipedestación de una persona de 57 Kg, los elementos no sufren deformación indicando que debido al diseño estructural realizado en la fase de diseño los perfiles seleccionados son adecuados para soportar las cargas presentes.

Figura 84. Prueba de funcionamiento para bipedestación.

La basculación del paciente se efectuó igualmente con las trayectorias analizadas, garantizando que no exista un posible volcamiento de la silla, y permitiendo la regulación del grado de reclinación, en la Figura 85 se observa una persona recostada en el dispositivo.

Figura 85. Prueba de funcionamiento para basculación.

Para finalizar se realizó un análisis de precios unitarios del dispositivo de bipedestación, el cual se determinó que debido al precio económico y sus características físicas y funcionales es un producto competitivo en cualquier lugar del país o del exterior. El precio final determinado es de 715,35 $ (Setecientos quince dólares con treinta y cinco centavos.)

7 CONCLUSIONES

Para garantizar un adecuado desarrollo de un sistema de bipedestación es importante trabajar directamente con los pacientes para buscar información y determinar exactamente el problema, lo que nos permite cuantificar las variables que posteriormente serán utilizadas en el diseño.

El mecanismo seleccionado permite aprovechar el peso del paciente, ubicando el centro de gravedad de tal manera que el esfuerzo a realizarse sea el menor posible, además de ser un mecanismo netamente mecánico que permite realizar las dos transiciones, bipedestación y basculación, sin hacer uso de motores o algún tipo de actuadores neumáticos, convirtiéndolo en un dispositivo único en cuanto al sistema de apoyo para el accionamiento.

El análisis realizado mediante el software Ansys contribuye en la comprobación del diseño o cálculos analíticos, las múltiples pruebas que existen y que se emplean ratifican la fiabilidad de las dimensiones y el tipo de material que conforma el dispositivo.

Estos tipos de sistemas de bipedestación pueden ser construidos con materiales convencionales y procesos de manufactura disponibles en el medio, de tal manera que permite conseguir costos bajos en el proceso de producción.

El dispositivo permite a una persona con discapacidad motriz de sus miembros inferiores colocarse en posición bípeda o en una posición de recostado con opción a calibrar el ángulo de reclinación, ayudando de esta manera a solucionar problemas como las ulceras por presión, problemas cardiovasculares, salud mental, entre otras afecciones que se presentan por la permanencia en un estado sedentario.

Para obtener el precio del dispositivo se realizó un análisis técnico financiero basado en el método de precios unitarios, concluyendo con un valor de 715,35 dólares de los Estados Unidos de América, siendo un valor bajo en comparación a productos de importación y convirtiéndose en un producto competitivo a otros dispositivos artesanales propios de la ciudad e incluso los que se producen del exterior que son de precios elevados y que trae problemas en su adquisición desde nuestra localidad.

8 RECOMENDACIONES

Para el uso del dispositivo es primordial la capacitación al usuario con respecto al funcionamiento del producto, con la finalidad de que el mecanismo no sufra alteraciones por usos indebidos.

Al hacer uso de las funciones que posee el dispositivo es primordial la utilización de los accesorios de seguridad para evitar que los usuarios sufran accidentes.

Se debe mantener lubricadas los puntos de enlace de todas las articulaciones, además del sistema de transmisión, a fin de minimizar el coeficiente de fricción y en consecuencia disminuir la fuerza para ejercer la bipedestación.

Revisar periódicamente que los elementos dentados estén libres de impurezas para que se pueda ejercer sin problemas la transmisión de movimiento.

9 REFERENCIAS

[1] C. N. d. I. d. Discapacidades. (2014, Mayo). “Registro Nacional de Discapacidades-Instituciones”. [En línea]. Available: https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/registro_nacional_discapacidades_instituciones.pdf. [Último acceso: 09 Septiembre 2020]

[2] M. Gutierrez, Interviewee, *La rehabilitacion en la Fundación HOPE.* [Entrevista]. 22 Abril 2020.

[3] O. M .d. l. Salud (2011). “Informe mundial sobre la discapacidad”, [En línea]. Available: https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf. [Último acceso: 10 Septimebre 2020]

[4] NU. CEPAL (2014, Agosto 15). “Informe regional sobre la medición de la discapacidad”, [En línea]. Available: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36906/S1420251_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 10 Septiembre 2020]

[5] CONADIS (2020). “Estadísticas de Discapacidad”. [En línea]. Available: https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/ [Último acceso: 10 Septiembre 2020]

[6] ENEMDU (2020, Enero 16). “Reporte de pobreza y desigualdad – Diciembre 2019”, [En línea]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/2019/Diciembre-2019/Boletin%20tecnico%20de%20pobreza%20diciembre%202019_d.pdf. [Último acceso: 10 Septiembre 2020]

[7] O. Tambaco (2017). “Construcción de una silla de ruedas eléctrica para bipedestación”.[En línea]. Available: http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7205/1/04%20MEC%20171%20TRABAJO%20DE%20GRADO%201.pdf. [Último acceso: 10 Septiembre 2020]

[8] ProQuest Ebook Central - Página de detalles. [En línea]. Available: https://bibliotecas.ups.edu.ec:2708/lib/bibliotecaupssp/detail.action?docID=4823943&fbclid=IwAR2m1XDmChlgVR0OsS2CCJJHoPULxpgd5aCF89VDyHJd4_rI6KjNbpjlQ_s# [Último de acceso: 10 Septiembre 2020].

[9] CONADIS (2012, Septiembre 25). “Ley Orgánica de Discapacidades”. https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/ley_organica_discapacidades.pdf. [En línea]. Available: [Último acceso: 11 Septiembre 2020]

[10] CONADIS (2015). “Manual de atención en derechos de personas con discapacidad en la función judicial”. [En línea]. Available: https://www.funcionjudicial.gob.ec/www/pdf/Manual-atencion-discapacidades.pdf. [Último acceso: 13 Septiembre 2020]

[11] M. Á. V. Alonso, “Análisis de la definición de discapacidad intelectual de la asociación americana sobre retraso mental de 2002” *SIGLO CERO, vol. 34, no. 205, pp. 1-17, 2002.*

[12] R. L. Schalock, “Lanueva definición de discapacidad intelectual, apoyos individuales y resultados personales” *SIGLO CERO,* vol. 40, no. 229, pp. 22-39, 2009.

[13] O. M .d. l. Salud, “Discapacidad y salud”, [En línea]. Available: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health. [Último acceso: 15 Septimebre 2020]

[14] W. Armstrong et al, *Pautas para el suministro de sillas de ruedas manuales en entornos de menores recursos.* Suiza: Agency for International Development, 2008.

[15] K. Q. Argote, A. R. Torres y A. G. Torres, “Diseño de un prototipo de bipedestador para pacientes pediátricos con espina bífida” *Rev. Fac. Med,* vol. 61, no. 4, pp. 423-429, Noviembre 2013.

[16] SME (2014, febrero 5). “Silla de ruedas pasiva by Karma Medical Products”, [En línea]. Available: https://www.medicalexpo.es/prod/karma-medical-products/product-76562-719600.html. [Último acceso: 24 Octubre 2020]

[17] NEURORHB (2014, febrero 5). “Sistemas y beneficios de la bipedestación temprana en neurorehabilitación”, [En línea]. Available: https://neurorhb.com/blog-dano-cerebral/sistemas-y-beneficios-de-la-bipedestacion-temprana-en-neurorehabilitacion/. [Último acceso: 27 Octubre 2020.]

[18] F. S. Infantil (Mayo 07), “Bipedestación ¿Cuándo y cómo? ¿Qué beneficios nos aporta?”, [En línea]. Available: https://fundacionsaludinfantil.org/bipedestacion-cuando-y-como-que-beneficios-nos-aporta/. [Último acceso: 27 Octubre 2020]

[19] ASISTER. “Dragon Vertic INVACARE Verticalizador”, [En línea]. Available: https://www.asister.es/tienda/dragon-vertic-invacare/. [Último acceso: 27 Octubre 2020]

[20] L. B. D. L. Salud. “Silla de ruedas eléctica Jive Up”, [En línea]. Available: https://www.sci-geriatria.com/productos-ortopedia/venta/sillas-ruedas/electricas/catalogo/jiveup/. [Último acceso: 27 Octubre 2020.]

[21] QUICKIE (2016). “Silla eléctrica Jive con bipedestación”, [En línea]. Available: https://www.sci-geriatria.com/nueva-web/wp-content/uploads/2016/12/silla_ruedas_electrica_jiveup.pdf. [Último acceso: 27 Octubre 2020.]

[22] W. Karman. “Karman Healthcare VIP 515”, [En línea]. Available: https://www.amazon.com/-/es/stores/Karman+Wheelchair/page/151D358F-E0F8-4C51-B88A-BC018E035D1C?ref_=ast_bln. [Último acceso: 27 Octubre 2020]

[23] HIELINE. “Silla de ruedas de pie Leo II”, [En línea]. Available: https://hieline.com/shop/leo-ii-standing-wheelchair/. [Último acceso: 27 Octubre 2020]

[24] Wheelchair88. “Silla de rueas de pie multifunción Draco”, [En línea]. Available: https://www.wheelchair88.com/product/draco-standing-wheelchair/. [Último acceso: 27 Octubre 2020]

[25] SENADIS. “Elemento silla de ruedas estándar”, [En línea]. Available: https://www.senadis.gob.cl/descarga/i/6000. [Último acceso: 27 Octubre 2020.]

[26] F. Ortiz, M. Rincón, J. C. Mendoza, *Medicina Física y Rehabilitación.* 1er. ed. Bogotá: El Manual Moderno S.A.S, 2016.

[27] A. P. Diéguez (2016, Septiembre). Ecodiseño de una silla de ruedas a medida, [En línea]. Available: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/26946/TFG_Alvar_Palencia_Dieguez_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y%20/. [Último acceso: 28 Octubre 2020.]

[28] S. A. SUMITEC. “Acero estructural ACERO ASTM A36”, [En línea]. Available: http://www.sumiteccr.com/acero/estructural/AE01.pdf. [Último acceso: 28 Octubre 2020.]

[29] W. G. Ruiz. “Uso de las normas ASTM en Corporación aceros Arequipa S.A.”, [En línea]. Available: https://www.astm.org/GLOBAL/docs/Presentacion-Walter-Gamonal-Ruiz.pdf. [Último acceso: 28 Octubre 2020.]

[30] AHMSA, *Manual de diseño para la construcción con acero*”, 2013.

[31] R. L. Norton, *Diseño de maquinaria.* 4nd ed. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES SA, 2009.

[32] E. L. Corsino. “Determinación del centro de gravedad en el cuerpo humano mediante método segmental”, [En línea]. Available: http://www.saludmed.com/Requisit/Centro-G.html. [Último acceso: 29 Octubre 2020.]

[33] J. Bermeo, J. M. Palao, J. L. López-Elvira “Análisis cinemático tridimensional: Aspectos metodológicos” *Mot. European Jounal of Human Movement*, vol. 29, pp. 75-94, Diciembre 2012.

[34] J. J. S. Ruiz “Cálculo de centros de masa”, [En línea]. Available: https://personales.unican.es/junqueraj/JavierJunquera_files/Fisica-1/Teoria_Centros_de_Masa.pdf. [Último acceso: 29 Octubre 2020.]

[35] A. Winter. “Mechanical Principles of Wheelchair Design”, [En línea]. Available: http://web.mit.edu/awinter/Public/Wheelchair/Wheelchair%20Manual-Final.pdf. [Último acceso: 29 Octubre 2020.]

[36] F. P. Beer, E. R. Johnston, J. T. Dewolf, D. F. Mazurek, *Mecánica de materiales.* 5ta. ed. México: McGRAW-HILL, 2010.

[37] R. L. Mott, *Resistencia de materiales aplicada*. 3er. ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., 1996.

[38] R. C. Hibbeler, *Análisis estructural*. 8va. ed. México: Pearson, 2012.

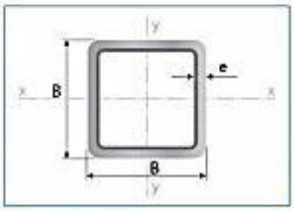
[39] Catalog. No. 2019, Productos y servicios, IPAC Duferco Group, Cuenca.

[40] C. D. H. D. Ingeniría (2010). “Factores de seguridad”, [En línea]. Available: https://www.engineeringtoolbox.com/factors-safety-fos-d_1624.html. [Último acceso: [Octubre 31 2020.]

10 Anexos

Anexo 1: Catálogo IPAC de acero estructural cuadrado.

Tubería Estructural **Cuadrada**



Largo Normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
Calidad de Acero:
JIS G 3132, ASTM A 36 y ASTM A572 Gr 50
Norma de Fabricación:
ASTM A 500/ NTE INEN 2415
Espesores:
Desde 1,40 a 6,00 mm
Observaciones:
Otras dimensiones y largos, previa consulta

Aplicaciones

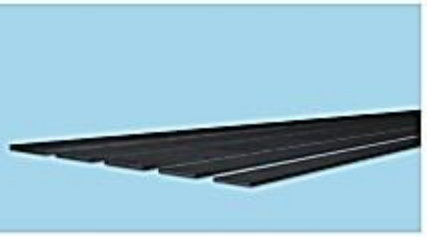
- Automotriz y de autopartes: carrocería y remolques.
- Agroganadera: maquinaria e implementos industriales, agrícolas, avícolas y ganaderos.
- Señalización y vialidad: soportes.
- Aparatos de gimnasia y fitness.
- Construcción: columnas.
- Estructuras: galpones y naves industriales, edificios, soporte de techos.

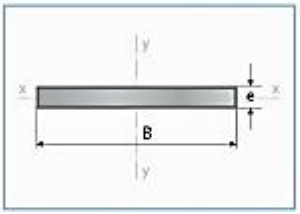
INEN ASTM INTERNATIONAL

Designaciones		Área	Peso	Propiedades Estáticas Eje x-x = y-y		
				Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro
B	e	A	P	I	W	i
mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm
20	1,40	0,99	0,78	0,56	0,56	0,75
	1,50	1,05	0,83	0,58	0,58	0,75
	1,80	1,23	0,96	0,66	0,66	0,73
	2,00	1,34	1,05	0,70	0,70	0,72
25	1,40	1,27	1,00	1,16	0,93	0,95
	1,50	1,35	1,06	1,22	0,97	0,95
	1,80	1,59	1,25	1,39	1,11	0,94
	2,00	1,74	1,36	1,49	1,19	0,93
30	1,40	1,55	1,22	2,08	1,39	1,16
	1,50	1,65	1,30	2,20	1,47	1,15
	1,80	1,95	1,53	2,53	1,68	1,14
	2,00	2,14	1,68	2,73	1,82	1,13
38	1,40	2,00	1,57	4,41	2,32	1,48
	1,50	2,13	1,67	4,67	2,46	1,48
	1,80	2,52	1,98	5,42	2,85	1,47
	2,00	2,78	2,18	5,89	3,10	1,46
40	1,40	2,11	1,66	5,18	2,59	1,57
	1,50	2,25	1,77	5,49	2,75	1,56
	1,80	2,67	2,09	6,39	3,19	1,55
	2,00	2,94	2,31	6,95	3,47	1,54
	2,50	3,59	2,82	8,23	4,12	1,51
	3,00	4,21	3,30	9,38	4,68	1,49
	4,00	5,35	4,20	11,18	5,59	1,45
50	1,40	2,67	2,10	10,42	4,17	1,97
	1,50	2,85	2,24	11,07	4,43	1,97
	1,80	3,39	2,66	12,95	5,18	1,96
	2,00	3,74	2,93	14,15	5,66	1,95
	2,50	4,59	3,60	16,96	6,78	1,92
	3,00	5,41	4,25	19,50	7,80	1,90
	4,00	6,95	5,45	23,84	9,54	1,85
60	1,50	3,45	2,71	19,52	6,51	2,38
	1,80	4,11	3,22	22,95	7,65	2,36
	2,00	4,54	3,56	25,15	8,38	2,35
	2,50	5,59	4,39	30,36	10,12	2,33
	3,00	6,61	5,19	35,17	11,72	2,31
	4,00	8,55	6,71	43,65	14,55	2,26
70	1,50	4,05	3,18	31,46	8,99	2,79
	1,80	4,83	3,79	37,09	10,60	2,77
	2,00	5,34	4,19	40,73	11,64	2,76
	2,50	6,59	5,17	49,43	14,12	2,74
	3,00	7,81	6,13	57,56	16,45	2,72
	4,00	10,15	7,97	72,22	20,64	2,67
75	1,50	4,35	3,42	38,92	10,38	2,99
	1,80	5,19	4,07	45,95	12,25	2,98
	2,00	5,74	4,50	50,50	13,47	2,97
	2,50	7,09	5,56	61,40	16,37	2,94
	3,00	8,41	6,60	71,65	19,11	2,92
	4,00	10,95	8,59	90,29	24,08	2,87
90	1,80	6,27	4,92	80,71	17,94	3,59
	2,00	6,94	5,45	88,87	19,75	3,58
	2,50	8,59	6,74	108,57	24,13	3,56
	3,00	10,21	8,01	127,32	28,29	3,53
	4,00	13,35	10,48	162,09	36,01	3,48
100	1,80	6,99	5,48	111,62	22,32	4,00
	2,00	7,74	6,07	123,01	24,60	3,99
	2,50	9,59	7,53	150,65	30,13	3,96
	3,00	11,41	8,96	177,08	35,42	3,94
	4,00	14,95	11,73	226,46	45,29	3,89
	5,00	18,36	14,41	271,36	54,27	3,84
	6,00	21,63	16,98	312,00	62,40	3,80
120	2,50	11,59	9,10	264,81	44,13	4,78
	3,00	13,81	10,84	312,38	52,06	4,76
	4,00	18,15	14,25	402,38	67,06	4,71
	4,50	20,27	15,91	444,67	74,14	4,68
	5,00	22,36	17,55	485,73	80,95	4,66
	6,00	26,43	20,75	562,68	93,78	4,61

Anexo 2: Catálogo IPAC de producto laminado pletina

Productos Laminados
Pletina





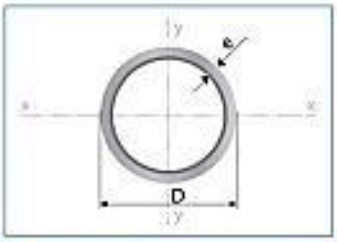
Largo normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro
Espesores:
Desde 3,00 a 12,00 mm
Calidad de Acero:
ASTM A36 / ASTM A 572 Gr 50
Norma de Fabricación:
INEN 2222 / ISO 1035 /
INEN 2215 / DIN 1017
Observaciones:
Otras dimensiones y largos previa consulta.

Aplicaciones
- Somier camas.
- Cerrajeria en general (puertas, ventanas, rejas).
- Estructuras en general.
- Muebles metálicos.
- Paquete de resortes (Sistemas de suspensión).

Dimensiones	Espesor	Peso
B	e	P
Pulg.	mm	kg/6m
1/2 x 1/8	3,00	1,70
1/2 x 3/16	4,00	2,26
1/2 x 1/4	6,00	3,39
3/4 x 1/8	3,00	2,68
3/4 x 3/16	4,00	3,58
3/4 x 1/4	6,00	5,37
1 x 1/8	3,00	3,53
1 x 3/16	4,00	4,71
1 x 1/4	6,00	7,07
1 x 3/8	9,50	10,59
1 x 1/2	12,00	14,13
1 1/4 x 1/8	3,00	4,24
1 1/4 x 3/16	4,00	5,65
1 1/4 x 1/4	6,00	8,47
1 1/4 x 3/8	9,50	12,71
1 1/2 x 1/8	3,00	5,37
1 1/2 x 3/16	4,00	7,16
1 1/2 x 1/4	6,00	10,74
1 1/2 x 3/8	8,00	16,11
1 1/2 x 1/2	12,00	21,48
2 x 1/8	3,00	7,07
2 x 3/16	4,00	9,50
2 x 1/4	6,00	14,13
2 x 3/8	9,50	21,20
2 x 1/2	12,00	28,26
2 1/2 x 1/4	6,00	18,37
2 1/2 x 3/8	9,50	27,55
2 1/2 x 1/4	6,00	18,37

Anexo 3: Catálogo IPAC de tubo estructural redondo para el espaldar.

Tubería Estructural **Redonda**



Largo Normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
Calidad de Acero:
JIS G 3132, ASTM A 36 y ASTM A572 Gr 50
Norma de Fabricación:
ASTM A 500/ NTE INEN 2415
Espesores:
Desde 1,40 a 6,00 mm
Observaciones:
Otras dimensiones y largos, previa consulta

Designaciones			Área	Peso	Propiedades Estáticas		
Diámetro Exterior		Espesor			Flexión		
					Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro
D		e	A	P	I	W	i
pulg.	mm	mm	cm²	kg/m	cm⁴	cm³	cm
3/4	19,10	1,40	0,78	0,61	0,30	0,32	0,63
		1,50	0,83	0,65	0,32	0,34	0,62
		1,80	0,98	0,77	0,37	0,39	0,61
		2,00	1,07	0,84	0,39	0,41	0,61
7/8	22,20	1,40	0,92	0,72	0,50	0,45	0,74
		1,50	0,98	0,77	0,53	0,47	0,73
		1,80	1,16	0,91	0,61	0,55	0,72
		2,00	1,27	1,00	0,66	0,59	0,72
1	25,40	1,40	1,06	0,83	0,76	0,60	0,85
		1,50	1,13	0,88	0,81	0,64	0,85
		1,80	1,33	1,05	0,93	0,74	0,84
		2,00	1,47	1,15	1,01	0,80	0,83
1 1/4	31,80	1,40	1,33	1,05	1,54	0,97	1,07
		1,50	1,43	1,12	1,63	1,03	1,07
		1,80	1,69	1,33	1,91	1,20	1,06
		2,00	1,87	1,47	2,08	1,31	1,05
1 1/2	38,10	1,40	1,61	1,27	2,72	1,43	1,30
		1,50	1,72	1,35	2,89	1,52	1,30
		1,80	2,05	1,61	3,39	1,78	1,28
		2,00	2,27	1,78	3,71	1,95	1,28
1 3/4	44,50	1,40	1,89	1,49	4,39	1,98	1,52
		1,50	2,02	1,59	4,67	2,10	1,52
		1,80	2,41	1,89	5,49	2,47	1,51
		2,00	2,67	2,09	6,02	2,71	1,50
1 7/8	47,60	1,40	2,03	1,60	5,44	2,28	1,64
		1,50	2,17	1,71	5,79	2,43	1,63
		1,80	2,59	2,03	6,81	2,86	1,62

Anexo 4: Resorte de extensión.

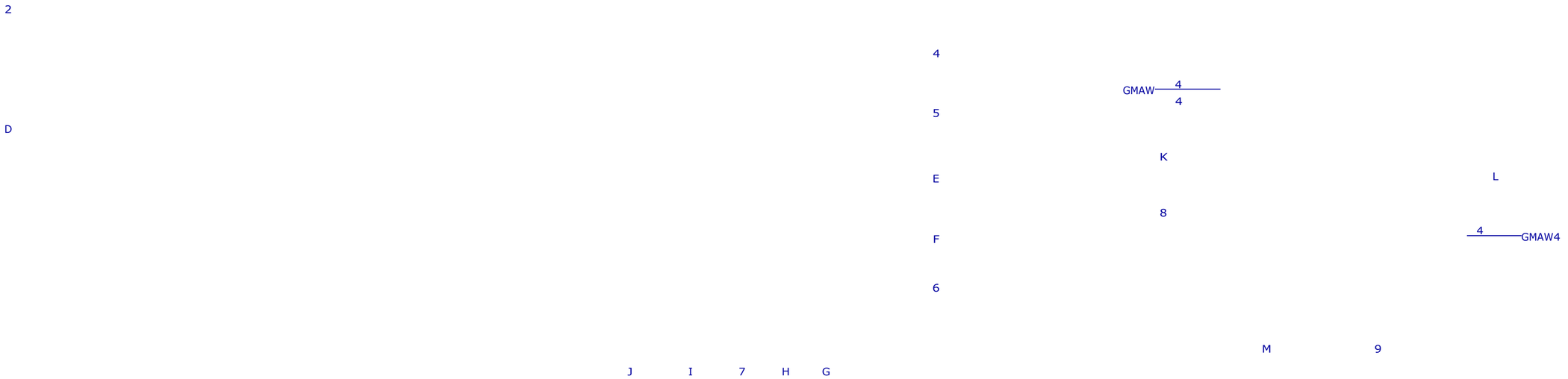
RESORTES DE EXTENSIÓN: SERIE ESTÁNDAR (PULGADAS)

TERMINACIONES EN POSICIÓN ALEATORIA • Alambre de Piano (Platinado) ó Acero Inoxidable (Pasivado)

NÚMERO DE PARTE LEE	DIÁMETRO EXTERIOR		DIÁMETRO DEL ALAMBRE		CARGA MÁXIMA		TENSIÓN INICIAL		LONGITUD SIN CARGA		CONSTANTE		LONGITUD MÁXIMA		GRUPO DE PRECIO	
															Alambre de Piano	Inoxidable 302
	PULG.	MM	PULG.	MM	LBS.	KG	LBS.	KG	PULG.	MM	LBS/PULG.	KG/MM	PULG.	MM	M	S
LE 125J 0									2.500	63.50	87.300	1.5590	3.222	81.84	AE	AM
LE 125J 01									2.750	69.85	58.210	1.0390	3.830	97.28	AE	AM
LE 125J 02									3.000	76.20	47.620	0.8500	4.320	109.73	AE	AO
LE 125J 03									3.500	88.90	34.920	0.6240	5.300	134.62	AG	AS
LE 125J 04									4.000	101.60	27.570	0.4920	6.290	159.77	AK	AW
LE 125J 05									4.500	114.30	22.780	0.4070	7.270	184.66	AL	AZ
LE 125J 06	1.000	25.40	.125	3.18	70.00	31.752	7.00	3.175	5.000	127.00	19.400	0.3460	8.250	209.55	AM	AZB
LE 125J 07									5.500	139.70	16.900	0.3020	9.230	234.44	AN	AZC
LE 125J 08									6.000	152.40	14.970	0.2670	10.210	259.33	AO	AZD
LE 125J 09									6.500	165.10	13.800	0.2460	11.065	281.05	AO	AZD
LE 125J 10									7.000	177.80	12.500	0.2230	12.040	305.82	AP	AZE
LE 125J 11									8.000	203.20	10.500	0.1880	14.000	355.60	AP	AZE
LE 125J 12									9.000	228.60	9.000	0.1610	16.000	406.40	AP	AZE
LE 135J 0									2.500	63.50	134.160	2.3958	3.067	77.90	AG	AN
LE 135J 01									2.750	69.85	86.230	1.5400	3.630	92.20	AG	AN
LE 135J 02									3.000	76.20	70.880	1.2660	4.070	103.38	AG	AP
LE 135J 03									3.500	88.90	52.280	0.9340	4.950	125.73	AJ	AT
LE 135J 04									4.000	101.60	41.410	0.7400	5.840	148.34	AL	AX
LE 135J 05									4.500	114.30	34.280	0.6120	6.720	170.69	AM	AZA
LE 135J 06	1.000	25.40	.135	3.43	85.00	38.556	9.00	4.082	5.000	127.00	29.250	0.5220	7.600	193.04	AN	AZC
LE 135J 07									5.500	139.70	25.500	0.4550	8.480	215.39	AO	AZD
LE 135J 08									6.000	152.40	22.610	0.4040	9.360	237.74	AP	AZE
LE 135J 09									6.500	165.10	20.800	0.3710	10.154	257.91	AP	AZE
LE 135J 10									7.000	177.80	18.900	0.3380	11.021	279.93	AR	AZF
LE 135J 11									8.000	203.20	15.900	0.2840	12.780	324.61	AR	AZF
LE 135J 12									9.000	228.60	13.700	0.2450	14.547	369.49	AR	AZF
LE 148J 01									2.500	63.50	202.800	3.6220	3.000	76.20	AJ	AO
LE 148J 02									2.750	69.85	159.300	2.8450	3.393	86.18	AK	AR
LE 148J 03									3.000	76.20	123.900	2.2130	3.826	97.18	AK	AW
LE 148J 04									3.500	88.90	92.900	1.6590	4.602	116.89	AM	AX
LE 148J 05									4.000	101.60	71.900	1.2840	5.424	137.77	AP	AZA
LE 148J 06									4.500	114.30	58.700	1.0480	6.244	158.60	AS	AZB
LE 148J 07	1.000	25.40	.148	3.76	112.05	50.826	9.68	4.391	5.000	127.00	49.600	0.8860	7.064	179.43	AW	AZD
LE 148J 08									5.500	139.70	43.700	0.7800	7.843	199.21	AX	AZF
LE 148J 09									6.000	152.40	38.500	0.6880	8.659	219.94	AZ	AZG
LE 148J 10									6.500	165.10	34.300	0.6130	9.485	240.92	AZA	AZG
LE 148J 11									7.000	177.80	31.000	0.5540	10.302	261.67	AZB	AZH
LE 148J 12									8.000	203.20	26.200	0.4680	11.907	302.44	AZC	AZK
LE 148J 13									9.000	228.60	22.500	0.4020	13.550	344.17	AZD	AZM

Anexo 5. Conjunto, subconjuntos y particulares del dispositivo de bipedestación.

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

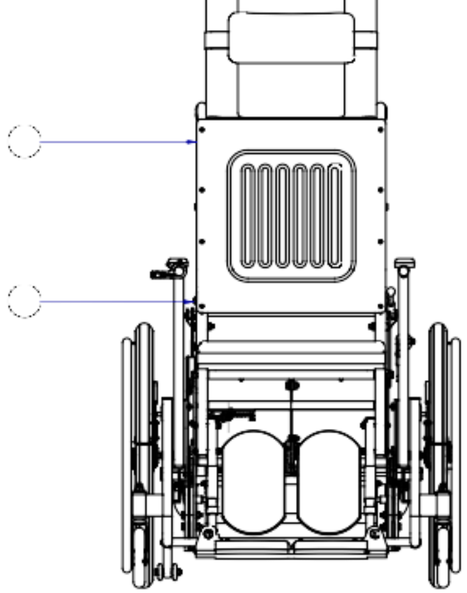


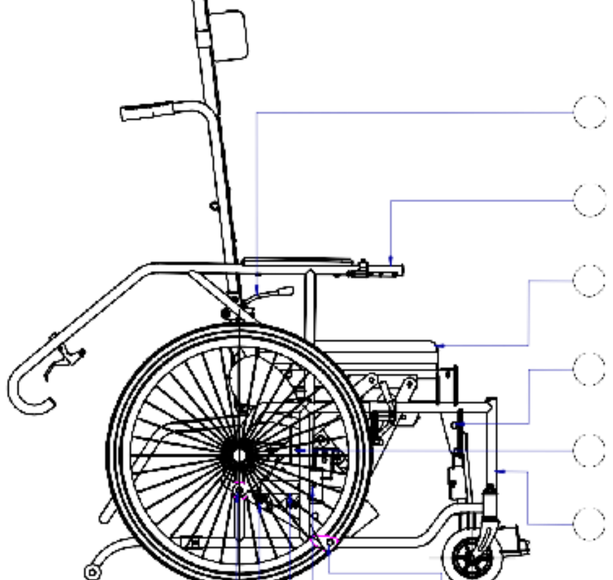
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
M	2	Resorte de apoyo bipedestacion			
L	1	Inclinador de asiento			
K	1	Perno cabeza hexagonal M8x25	DIN 933		
J	5	Perno cabeza hexagonal M8x35	DIN 933		
I	2	Perno cabeza hexagonal M8x30	DIN 933		
H	1	Perno cabeza avellanada M8X15	DIN 7991		
G	2	Perno cabeza hexagonal M8x60	DIN 933		
F	37	Perno cabeza hexagonal M8x20	DIN 933		
E	4	Perno cabeza hexagonal M8x55	DIN 933		
D	4	Perno cabeza cilindrica M8x40	DIN 7045		
C	2	Rueda trasera			
B	2	Freno			
A	2	Rueda delantera			
9	1	Pasador guía bipedestación			
8	1	Trinquete			
7	2	Rueda conductora			
6	1	Chasis			
5	1	Asiento - Sistema de eslabones			
4	1	Accionador – Reposabrazos			
3	1	Seguro de espaldar			
2	1	Espaldar			
1	1	Reposapies			

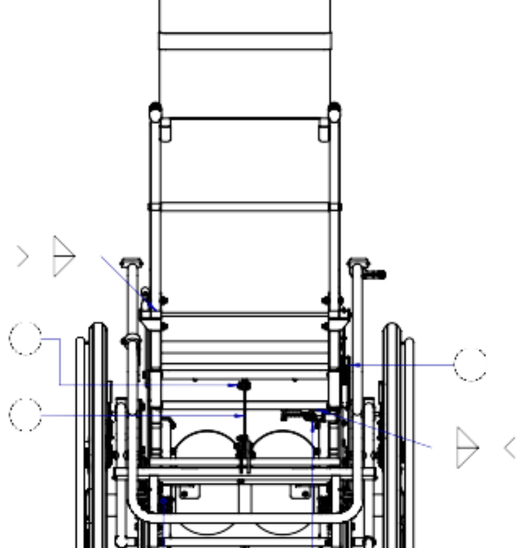
	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado				UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado			SEDE MATRIZ CUENCA	
Proyección				Escala:

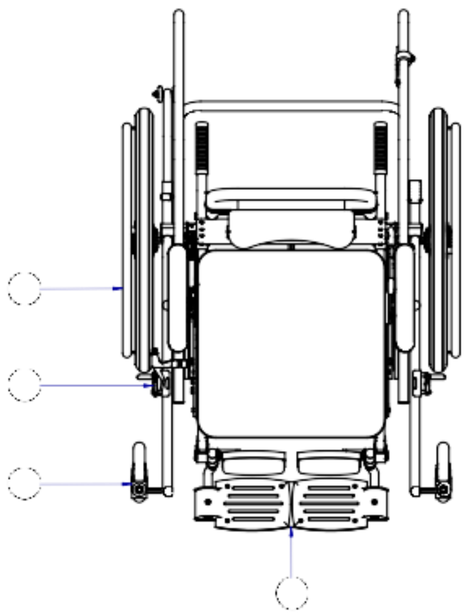
DISPOSITIVO DE BIPEDESTACIÓN

Lámina N°





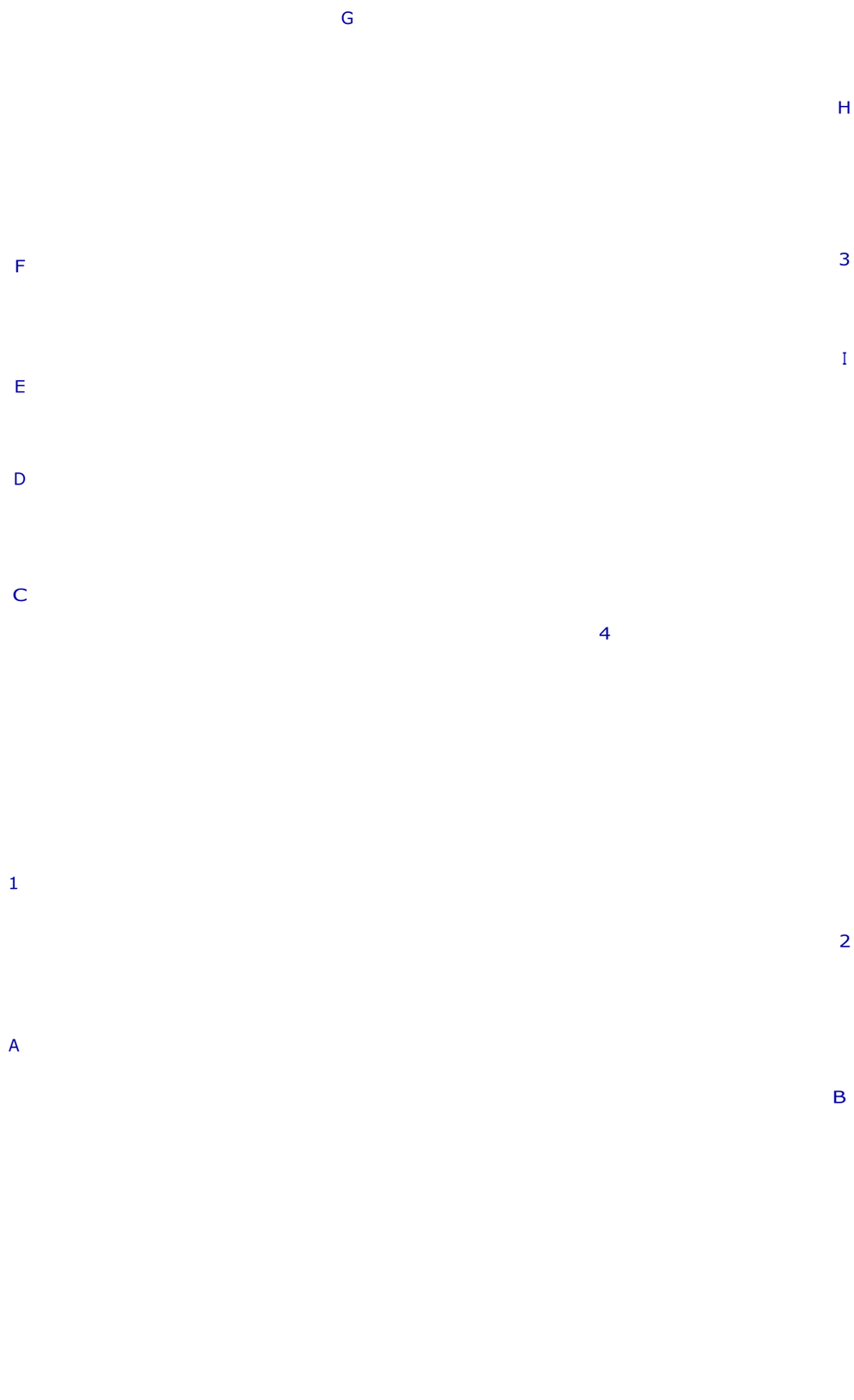




	Espinoza A./Vele C	03/ 1/2020	
	Ing. Jahr Calle	10/11/2020	
			1:10
			01/83

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



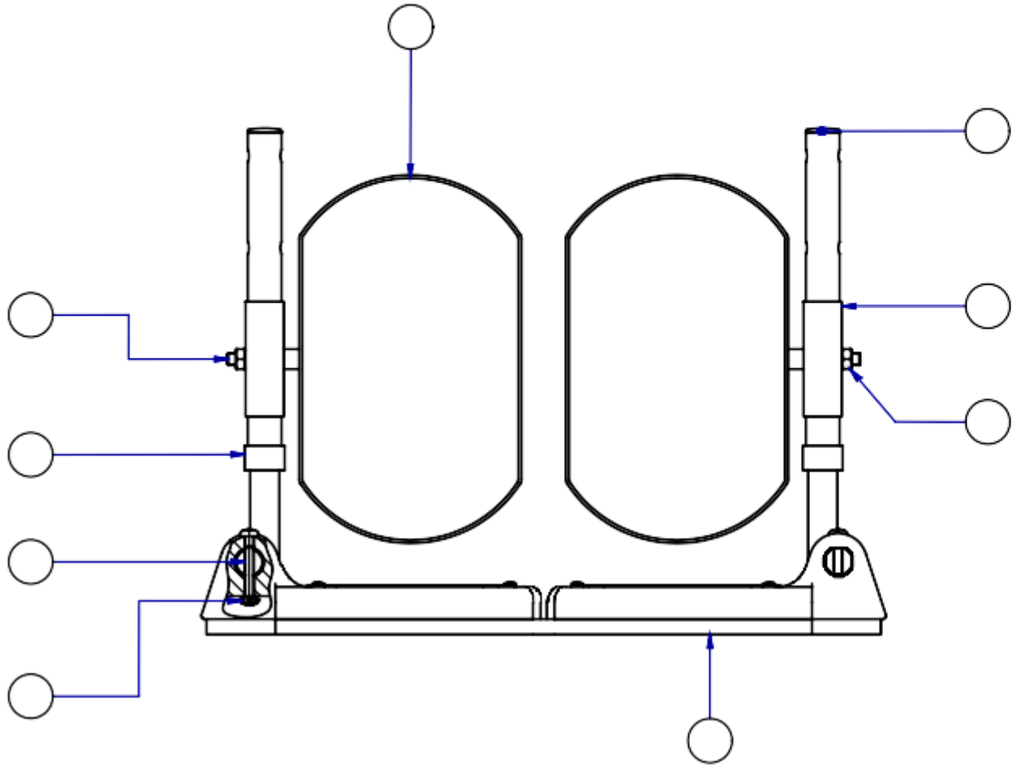
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Materia l	Dim. En bruto
I	2	Tuerca hexagonal M8	DIN 934		
H	2	Tapa para tubo 22mm			
G	2	Reposa pantorrillas			
F	2	Perno Allen M8x80	DIN 4762		
E	2	Brida para tubo n22			
D	2	Perno cabeza cilindrica M6x45	DIN 7045		
C	2	Tuerca hexagonal M6	DIN 934		
B	6	Tornillo ST4,2x32-H	DIN 7049		
A	2	Reposapies			
4	1	Refuerzo de reposapies		Madera	450x110x10
3	2	Junta reposapies		Acero	n22x225
2	1	Soporte interno reposapiés Izq.		Acero	n3/4"x320
1	1	Soporte interno reposapiés Der.		Acero	n3/4"x320

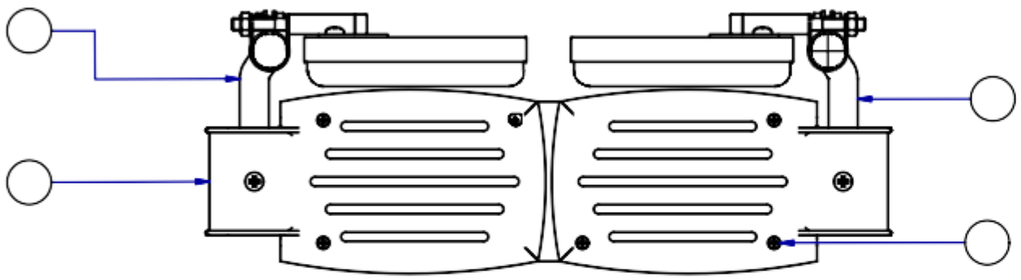
	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
Dibujado			SEDE MATRIZ CUENCA
Comprobado			
Proyección			

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Escala:

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





REPOSAPIES

Lámina N°

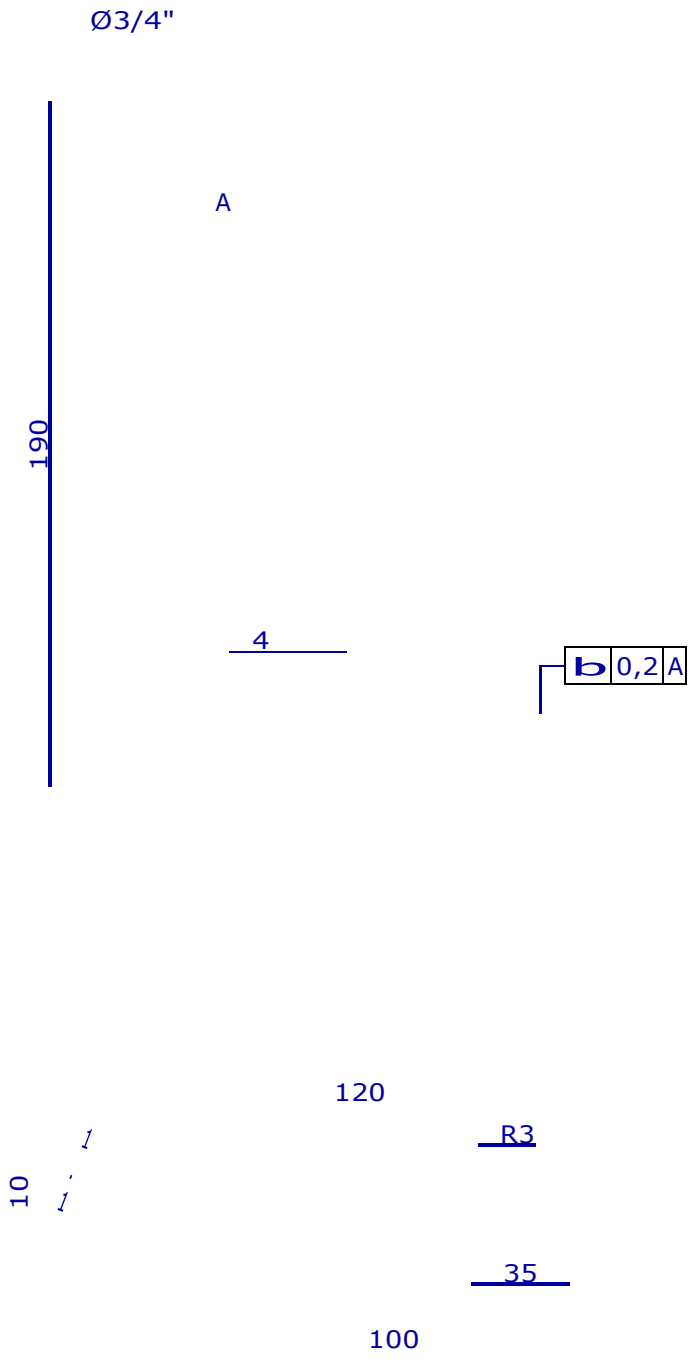
	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020		
	Ing. John Calle	10/11/2020		

1:5

C1/05

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
1	1	Soporte interno reposapiés Der.		Acero	Ø3/4"x1.1x320

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
Dibujado			SEDE MATRIZ CUENCA
Comprobado			
Proyección			

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

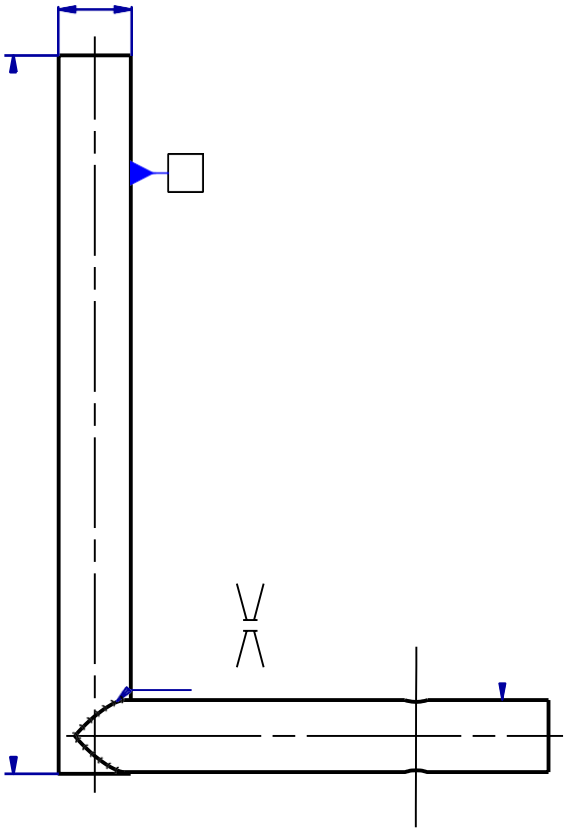
Escala:

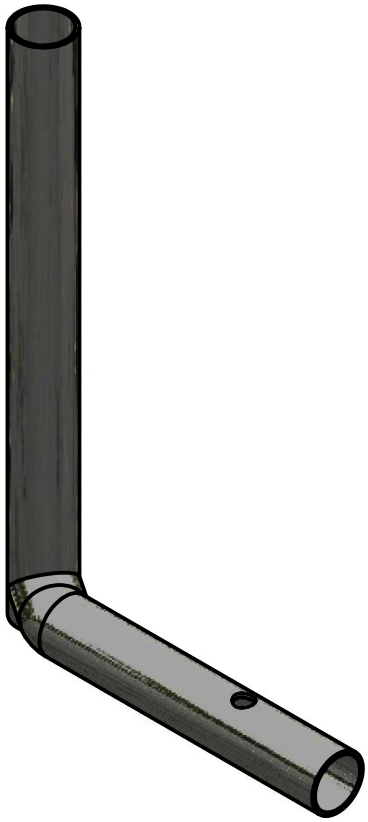
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

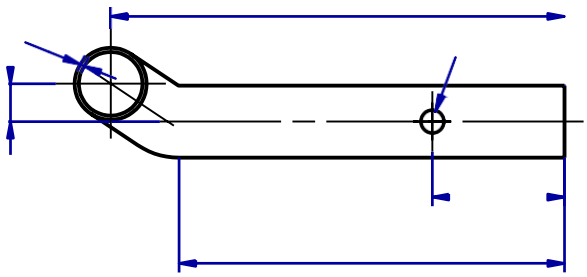
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

REPOSAPIES

Lámina N°

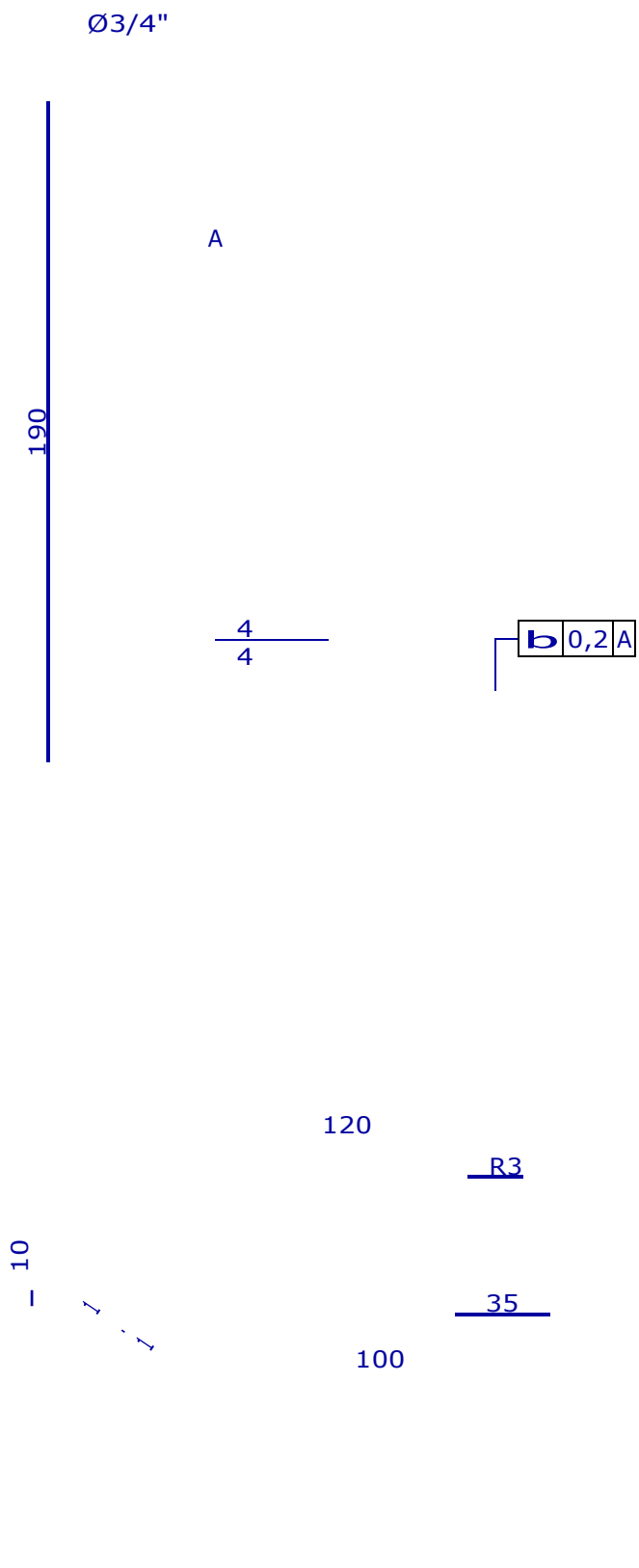






	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020			
	Ing. John Calle	10/11/2020			
					1:2
					02/05

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Pintado

N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
2	1	Soporte interno reposapiés Izq.		Acero	Ø3/4"x1.1x320

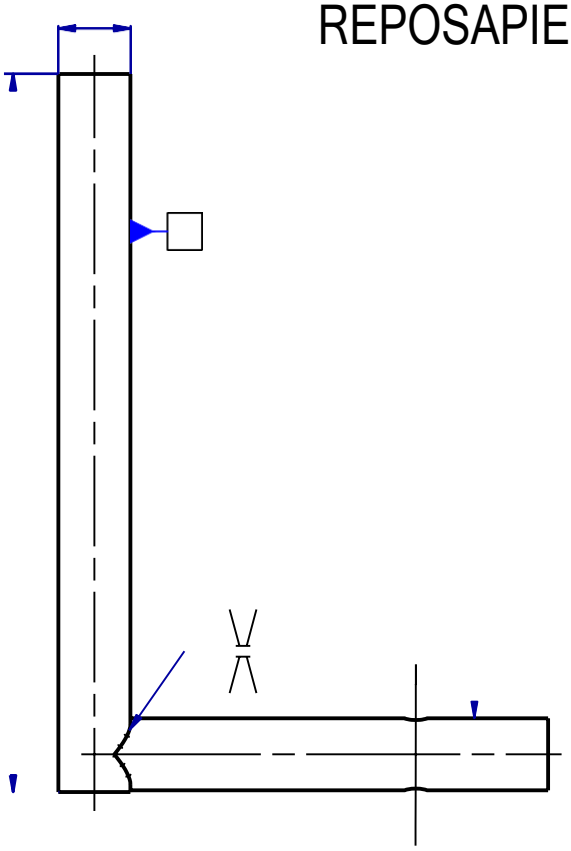
	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
Dibujado			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado			SEDE MATRIZ CUENCA
Proyección			Escala:

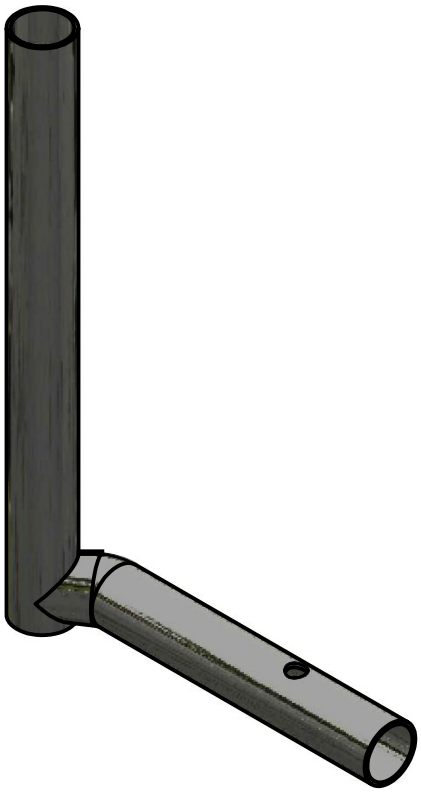
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

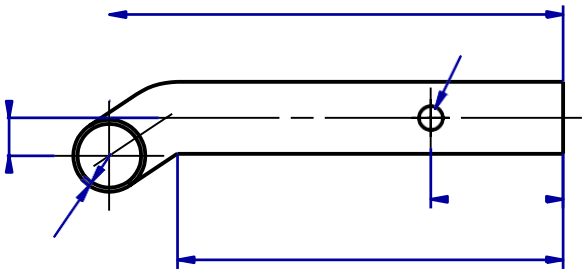
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

REPOSAPIES

Lámina N°

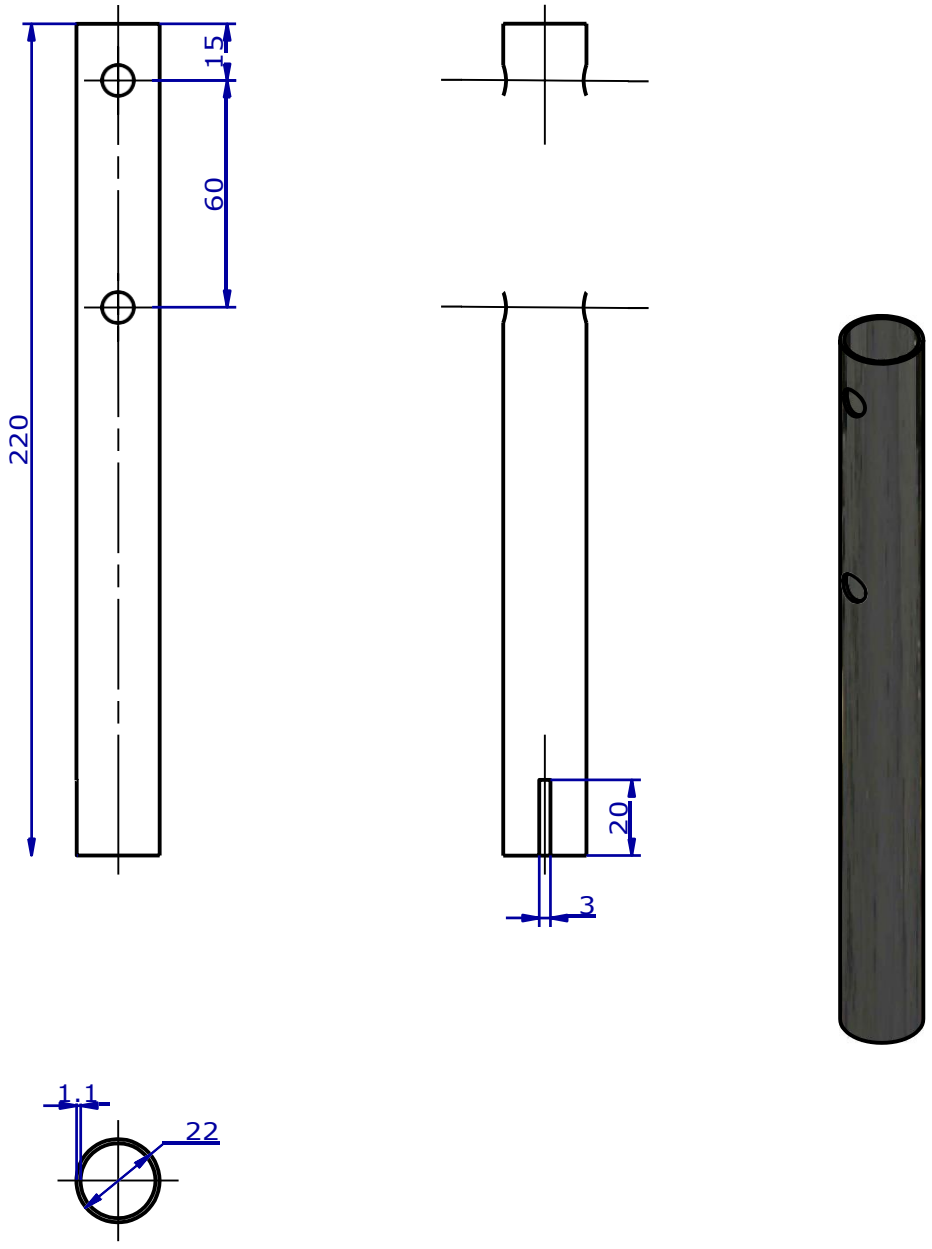






	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020			
	Ing. John Calle	10/11/2020			
					1:2
					03/05

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Pintado

N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
3	2	JUNTA REPOSAPIES		ACERO	Ø22x1.1x225

	Nombre	Fecha
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020
Proyección		

Ingeniería Mecánica

SEDE MATRIZ CUENCA

REPOSAPIES

1:2

04/05

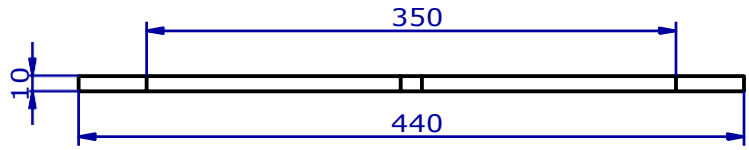
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

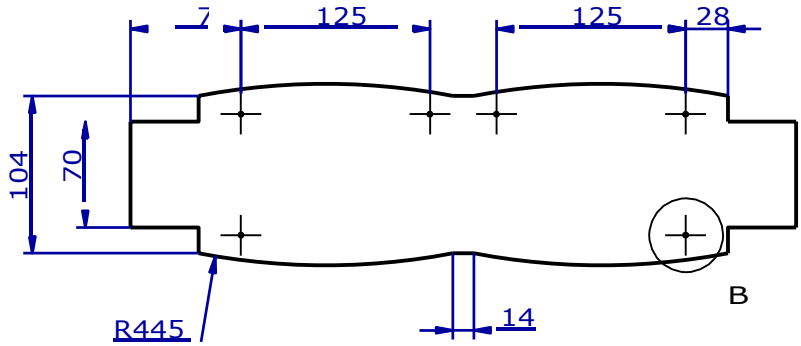
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Escala: Lámina N°

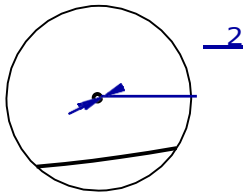
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

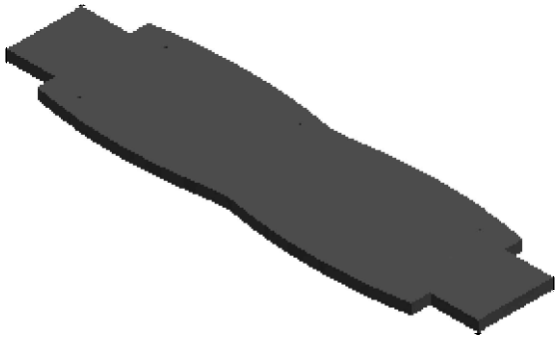
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





B (1 : 2)





Pintado

N9

Tolerancia general `0.5

4	1	REFUERZO DE REPOSAPIES		MADERA	450x110x10
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

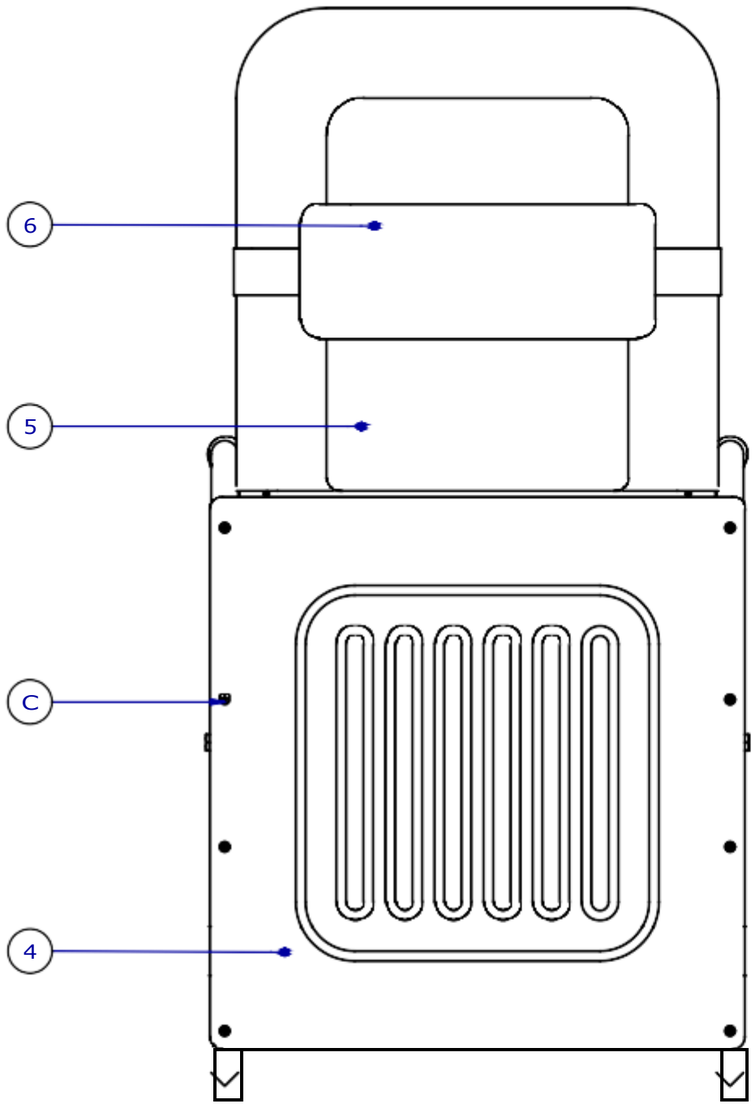
	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

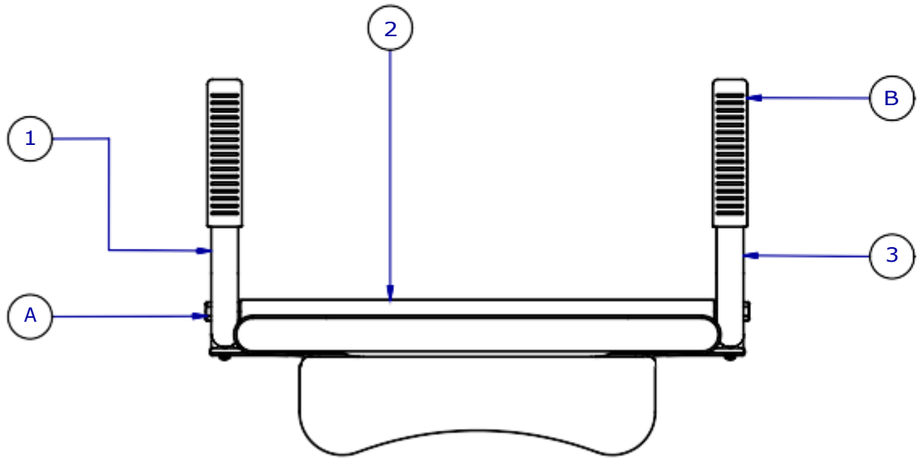
PROYECCIÓN	REPOSAPIES	Escala: 1:5
		Lámina N° 05/05

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



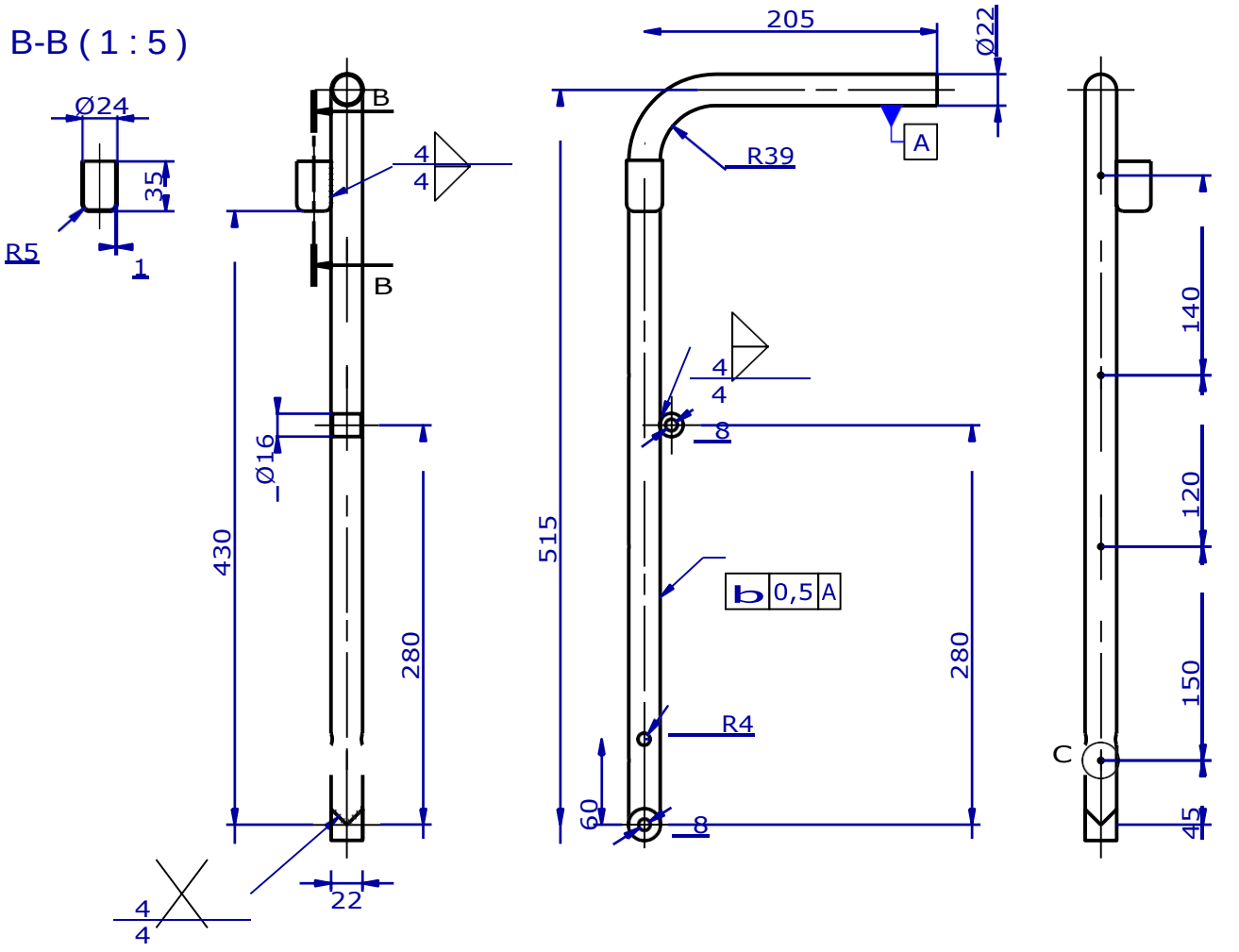


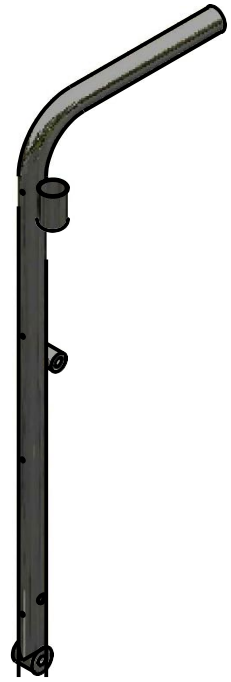
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Materiał	Dim. en bruto
C	8	Tornillo ST4,2x9,5-H	DIN 7049	Acero	
B	2	Manija de empuje		Goma	
A	2	Perno cabeza hexagonal M8x30	DIN 933	Acero, suave	
6	1	Almohadilla para cabeza		Cuero, Esponja	
5	1	Soporte para cabeza		Acero	n22x1300
4	1	Tapizado de Espaldar		Cuero	900x450
3	1	Espaldar Izquierdo		Acero	n22x750
2	1	Transversal de espaldar		Acero	n3/4"x400
1	1	Espaldar Derecho		Acero	n22x750

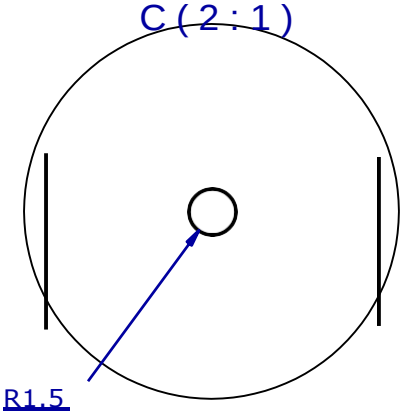
	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica		
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA	
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020			
Proyección		ESPALDAR			Escala: 1:5
					Lámina N° C1/07

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION







Pintado

Tolerancia general ±0.2

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
1	1	Espaldar Derecho			Acero	Ø22x1.1x750
		Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica		
		Espinoza A. Vele C.	03/11/2020			
		Ing. John Calle	10/11/2020			
Dibujado		Sede Matriz Cuenca				1:5
Comprobado						02/07
Proyección					ESPALDAR	

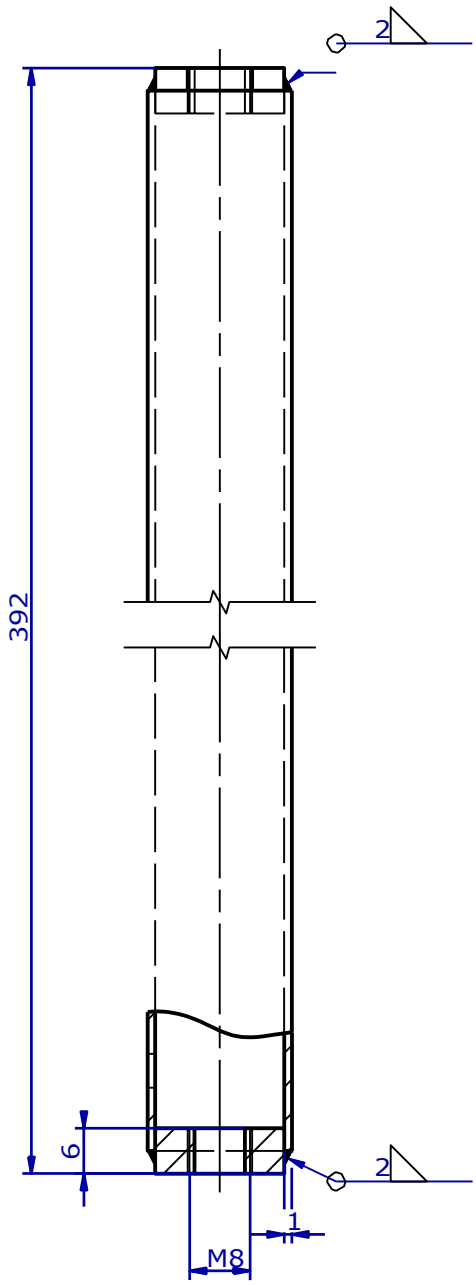
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

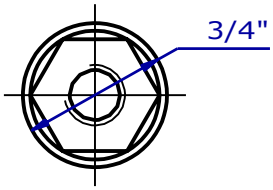
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





Pintado

N9

Tolerancia general `0.2

2	1	TRANSVERSAL DE ESPALDAR		ACERO	Ø3/4"x1.1x400
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

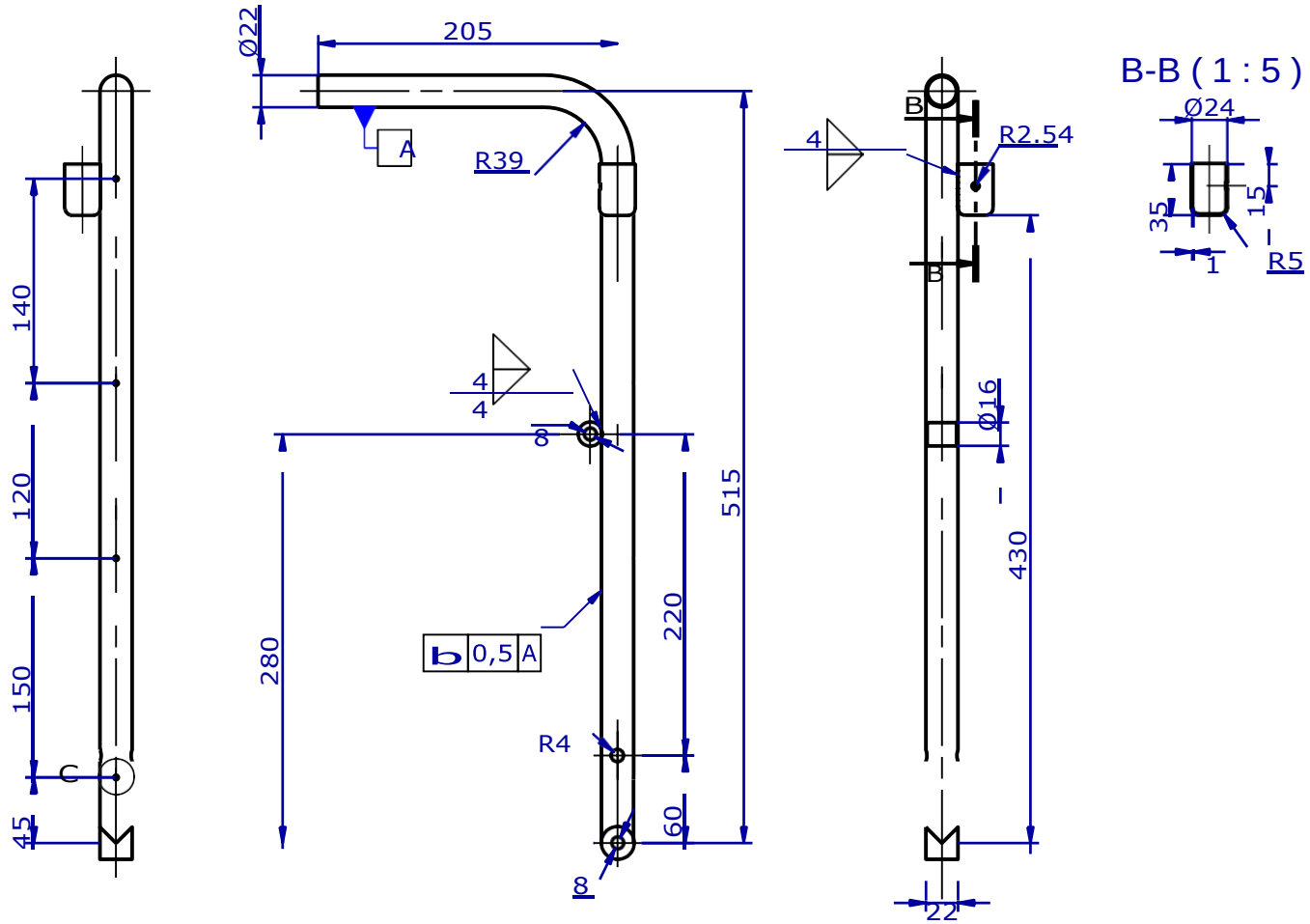
	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

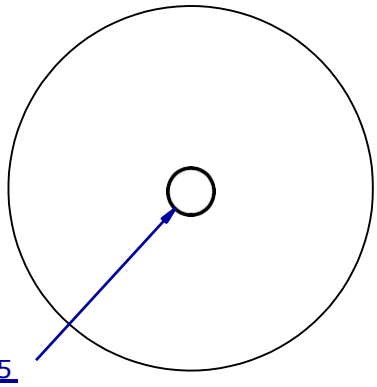
PROYECCIÓN	ESPALDAR	ESCALA: 1:1
		LÁMINA N° 03/07

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





Pintado

Nº

Tolerancia general ±0.2

3	1	ESPALDAR IZQUIERDO		ACERO	Ø22x1.1x750

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
		Nombre	Fecha			
		Espinoza A. Vele C.	03/11/2020	Ingeniería Mecánica	UPS	
		Ing. John Calle	10/11/2020			

Dibujado			
Comprobado	SEDE MATRIZ CUENCA	ESPALDAR	1:5
Proyección			04/07

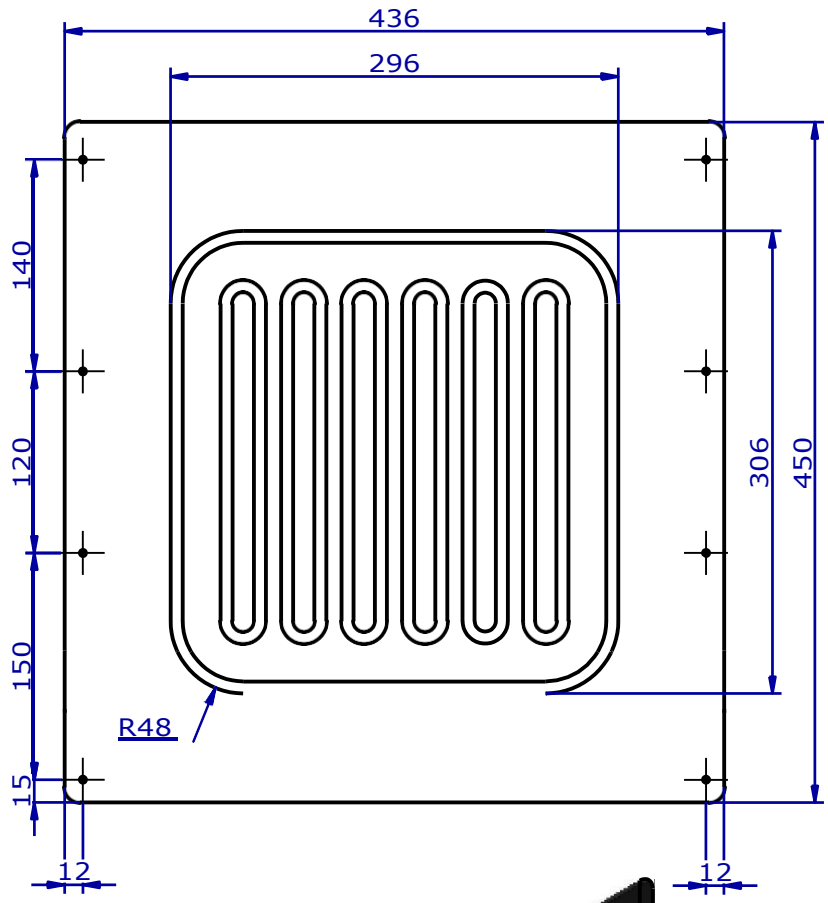
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Tolerancia general `1

NOTA: Bordado reforzado en los bordes, bordado central a criterio de tapicero.

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
4	1	Tapizado de espaldar		Cuero	900x450

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020	
Dibujado	Ing. John Calle	10/11/2020	SEDE
Comprobado			MATRIZ CUENCA

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Proyección

ESPALDAR

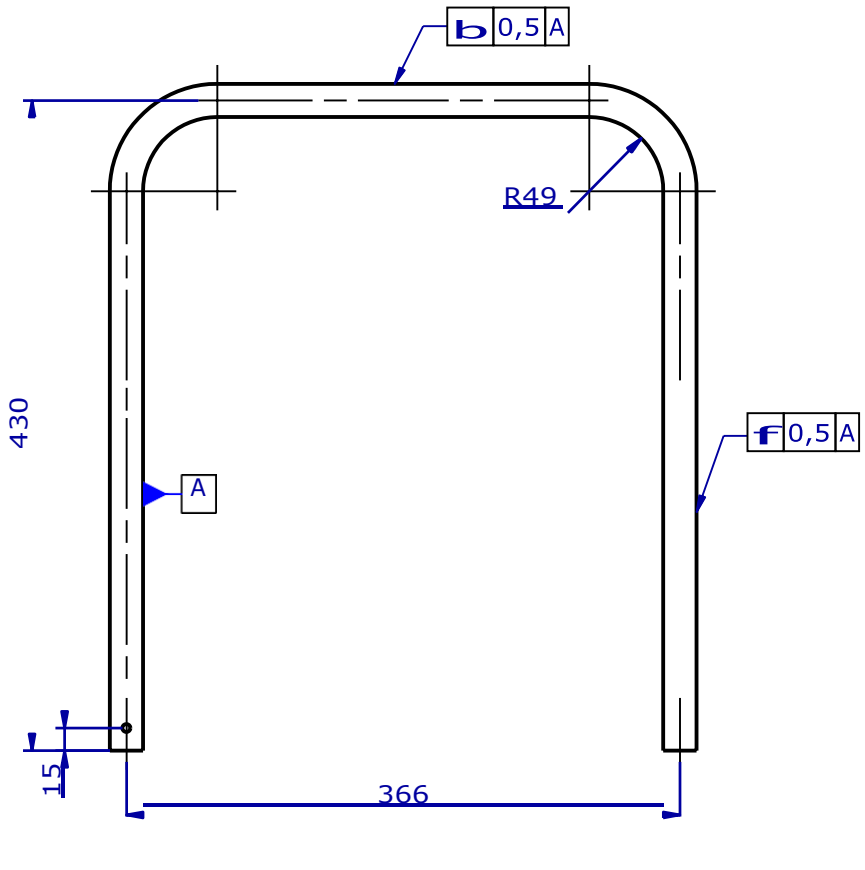
Escala: 1:5

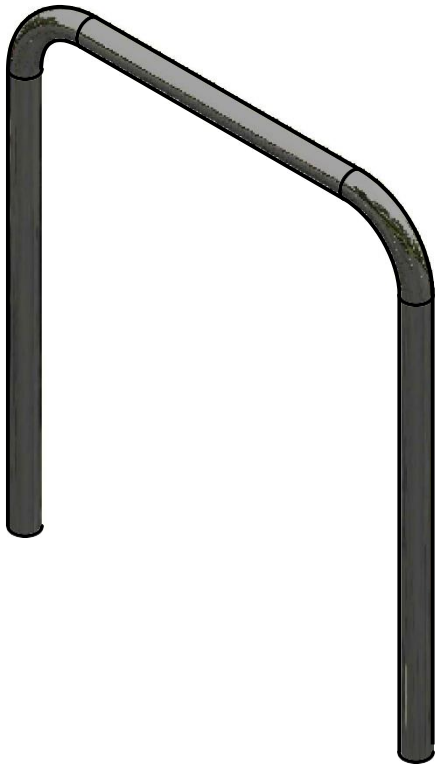
Fecha: 05/07

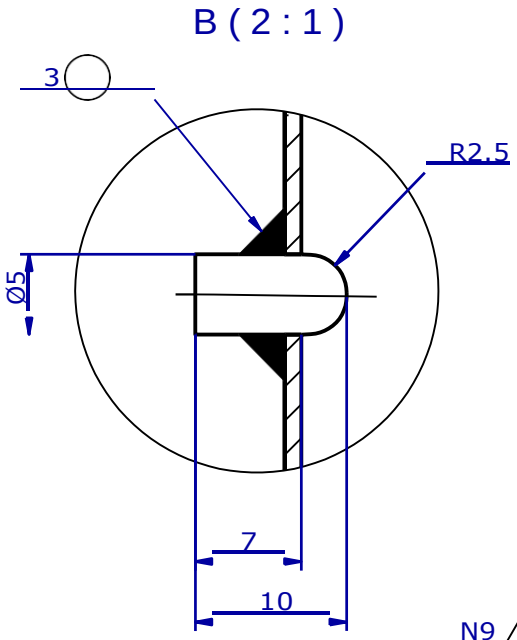
Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION







Pintado
N9

Tolerancia general `0.5

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
5	1	Soporte para cabeza		Acero	Ø22x1.1x1300

	Nombre	Fecha
Dibujado	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020
Proyección		

Ingeniería Mecánica

SEDE MATRIZ CUENCA

ESPALDAR 1:5

06/07

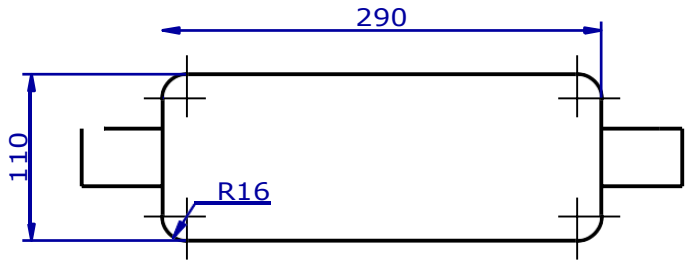
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

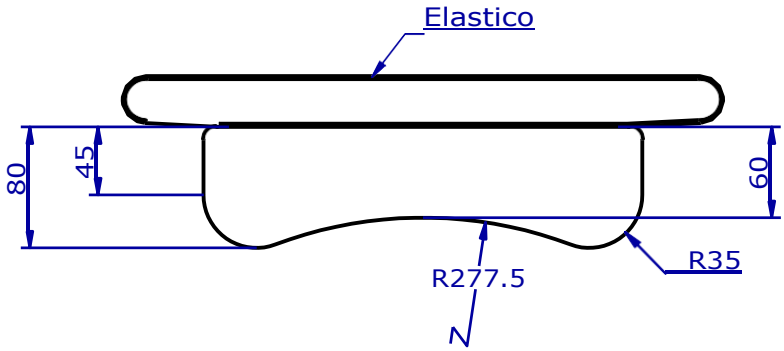
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

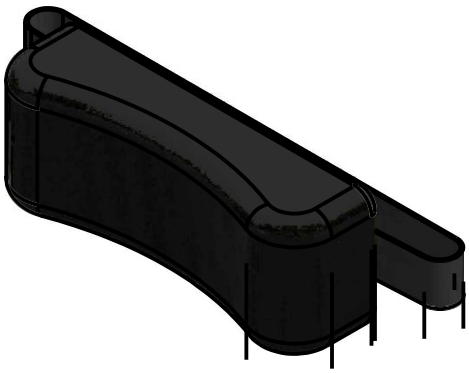
Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION







Tolerancia general `1

NOTA: Bordado reforzado en los bordes, Interior con esponja, elástico bordado sin holgura.

6	1	Almohadilla PARA CABEZA		AC. DF2	

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. En bruto
		Esoinoza A. Vele C.	03/11/2020	Ingeniería Mecánica		
		Nombre Ing. John Calle	Fecha 10/11/2020			
Dibujado		Proyección			1:5	
Comprobado					SEDE MATRIZ CUENCA	07/07

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

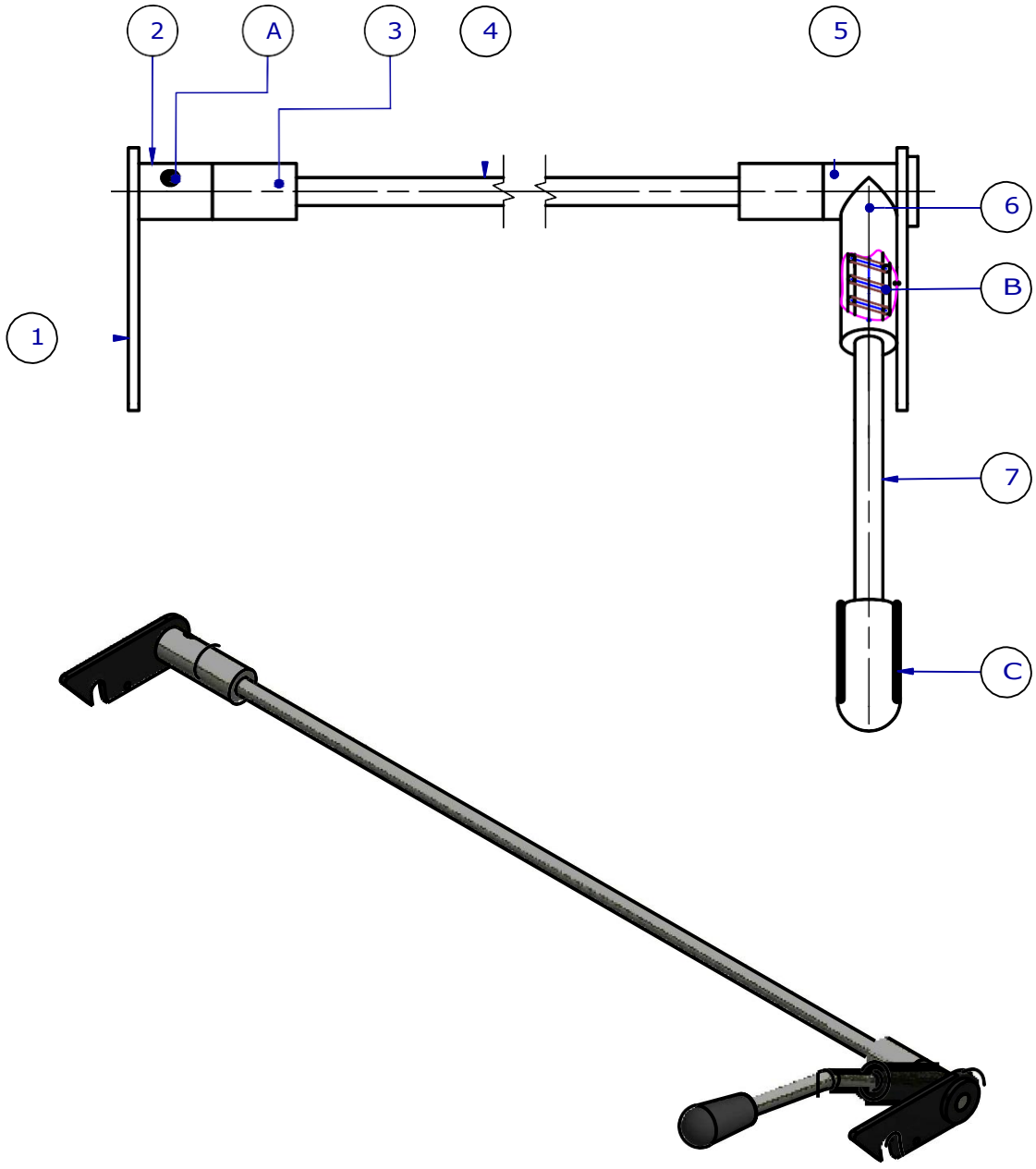
ESPA
LDAR

UNIVERSIDAD
POLITECNICA
SALESIANA

ESCAl
a:
Lámina
N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



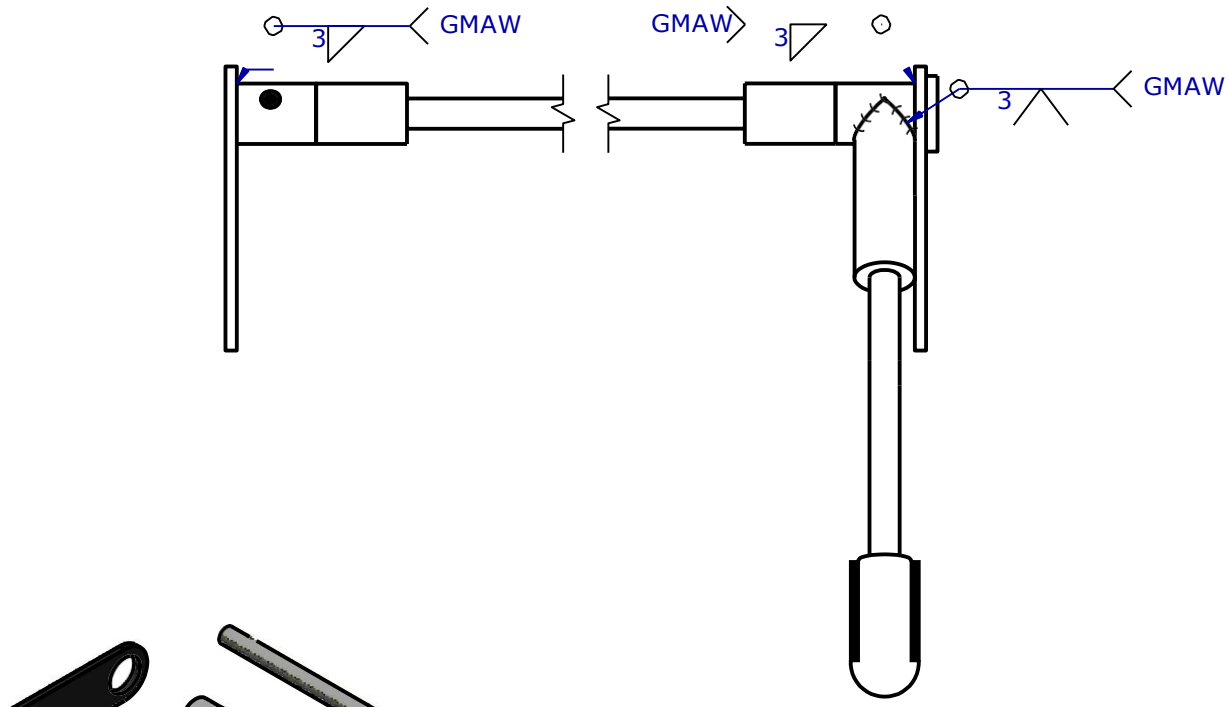
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
C	1	Manija de palanca accionamiento		Goma	
B	1	Resorte de compresión nint8x40	DIN 2095		
A	1	Perno prisionero M6x8	DIN 913		
7	1	Palanca accionamiento Recostar		Acero	n8x170
6	1	Buje de alojamiento para resorte		Acero	n16x55
5	1	Buje movil Izquierdo		Acero	n16x25
4	1	Pasador principal para recostar		Acero	n8x490
3	2	Buje fijo para recostar		Acero	n16x24
2	1	Buje movil Derecho		Acero	n16x26
1	2	Seguro lateral para recostado		Acero	70x25x3

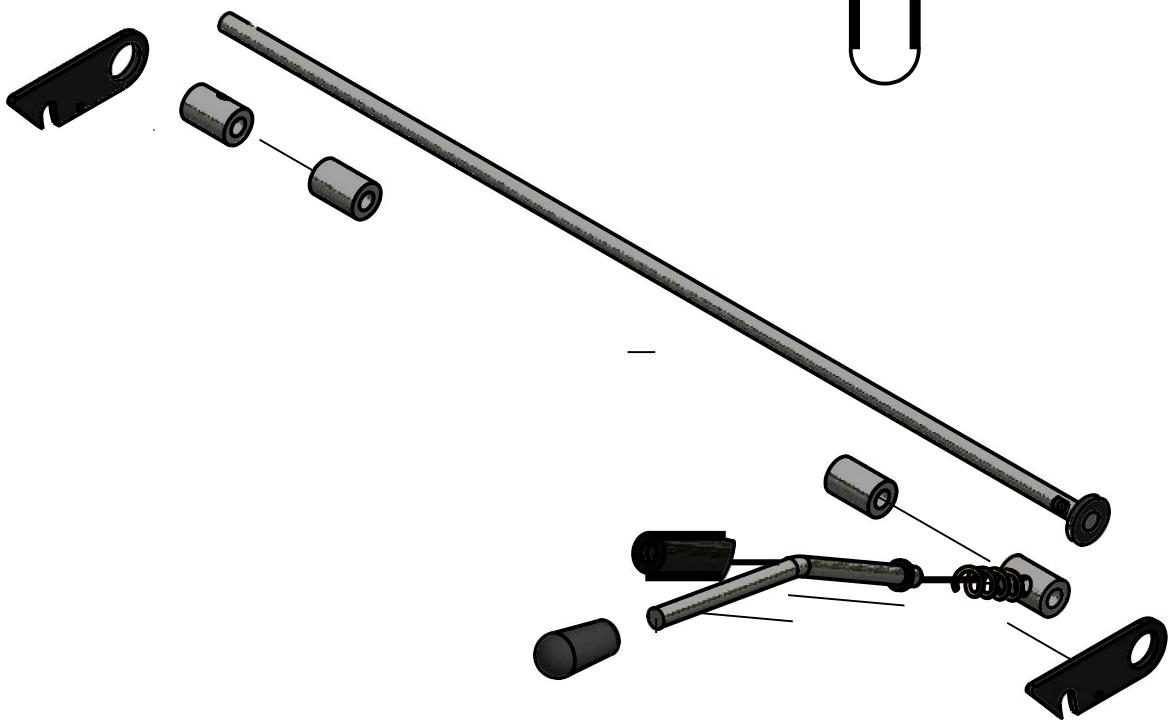
	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020		

Proyección	SEGURO DE ESPALDAR	Escala: 1:2
		Lámina N° 01/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





		Especificaciones seguro de espaldar			
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto

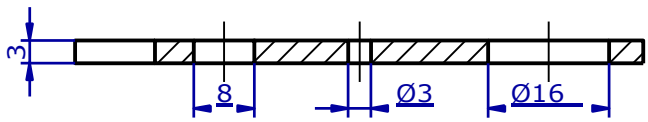
	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado	Espinoza A./ Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020		

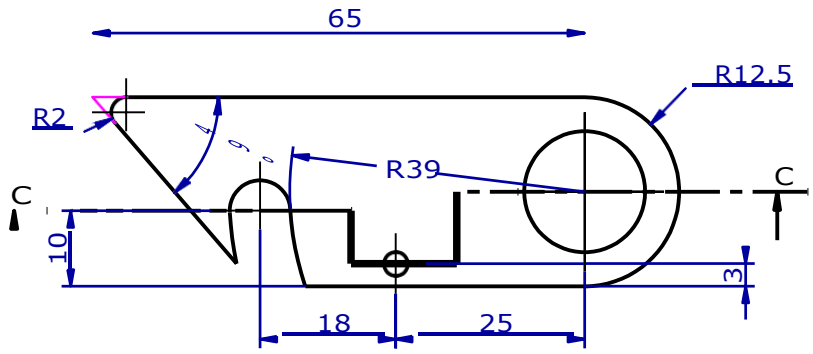
Proyección	SEGURO DE ESPALDAR	Escala: 1:1
		Lámina N° 02/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

C-C (1 : 1)



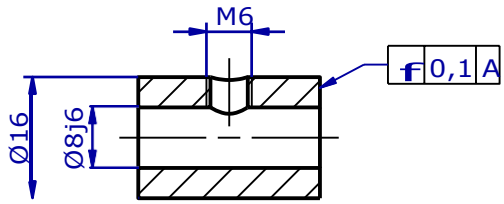


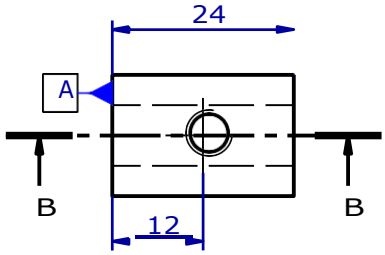
Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

1	2	SEGURO LATERAL PARA RECOSTADO		ACERO	70x25x3

B-B (1 : 1)





Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

2	1	BUJE MOVIL DERECHO		ACERO	Ø16x26
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

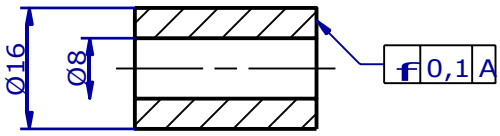
	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

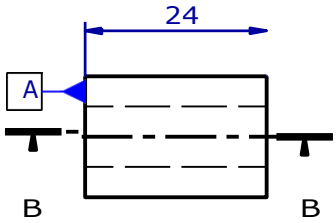
PROYECCIÓN	SEGURO DE ESPALDAR	ESCALA: 1:1
		LÁMINA N° 03/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 1)



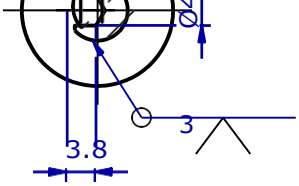


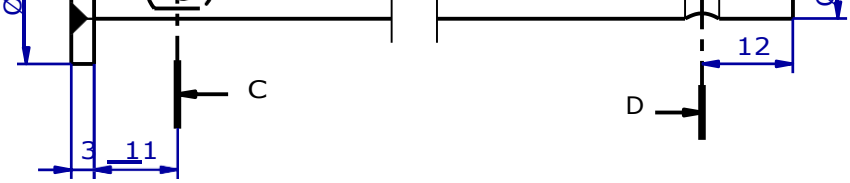
Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

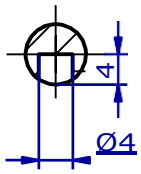
3	2	BujE fijO PARA RECOSTAR		ACERO	Ø16x24

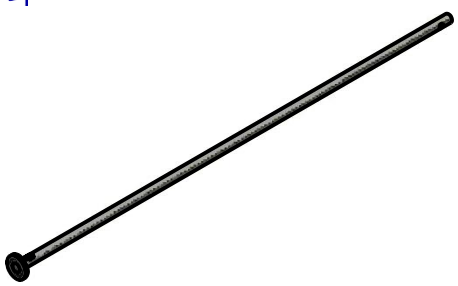
C-C (1 : 1)





D-D (1 : 1)





Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

4	1	PasadOR PRINCIPAL PARA RECOSTAR		ACERO	Ø8x490
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

PROYECCIÓN	SEGURO DE ESPALDAR	ESCALA: 1:1
		LÁMINA N° 04/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 1)

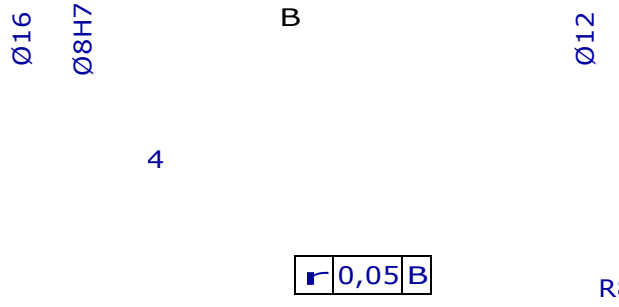
Pintado

N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
5	1	Buje movil Izquierdo		Acero	Ø16x25

C-C (1 : 1)



Pintado

N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
6	1	Buje de Alojamiento para resorte		Acero	Ø16x55

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
Dibujado			SEDE MATRIZ CUENCA
Comprobado			
Proyección			

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

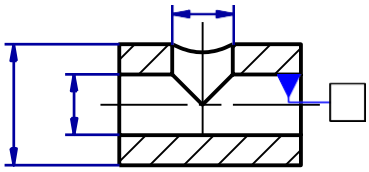
Escala:

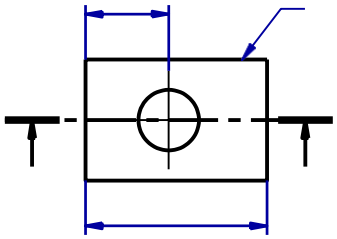
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

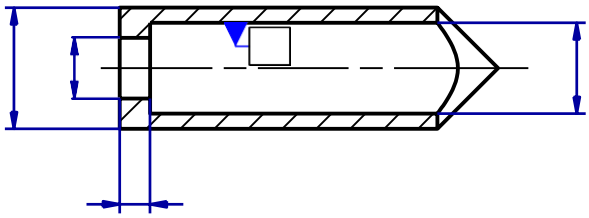
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

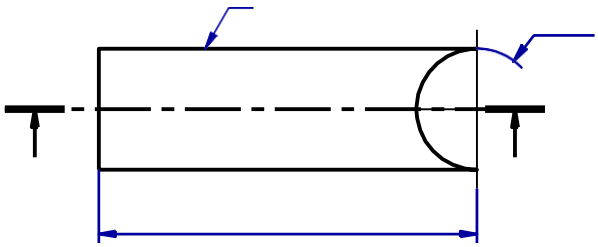
SEGURO DE ESPALDAR

Lámina N°







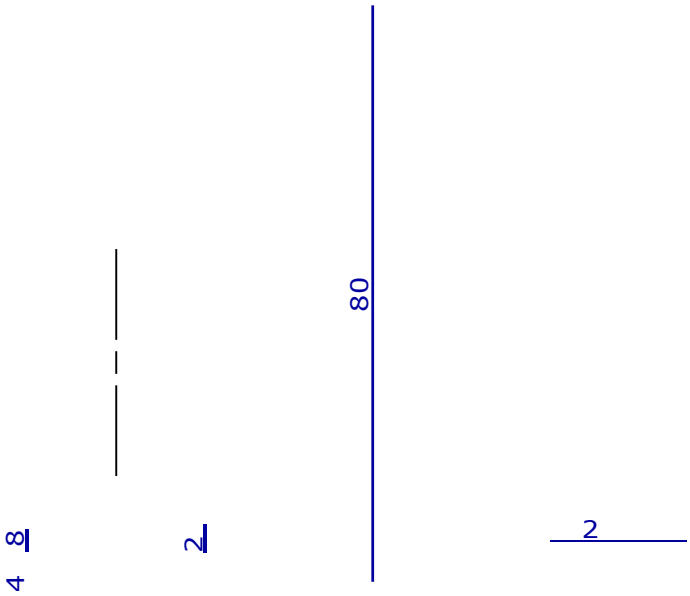


	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020
	Ing. John Calle	10/11/2020

1:1

05/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
7	1	Palanca accionamiento recostar		Acero	Ø8x170

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
Dibujado			SEDE MATRIZ CUENCA
Comprobado			
Proyección			

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

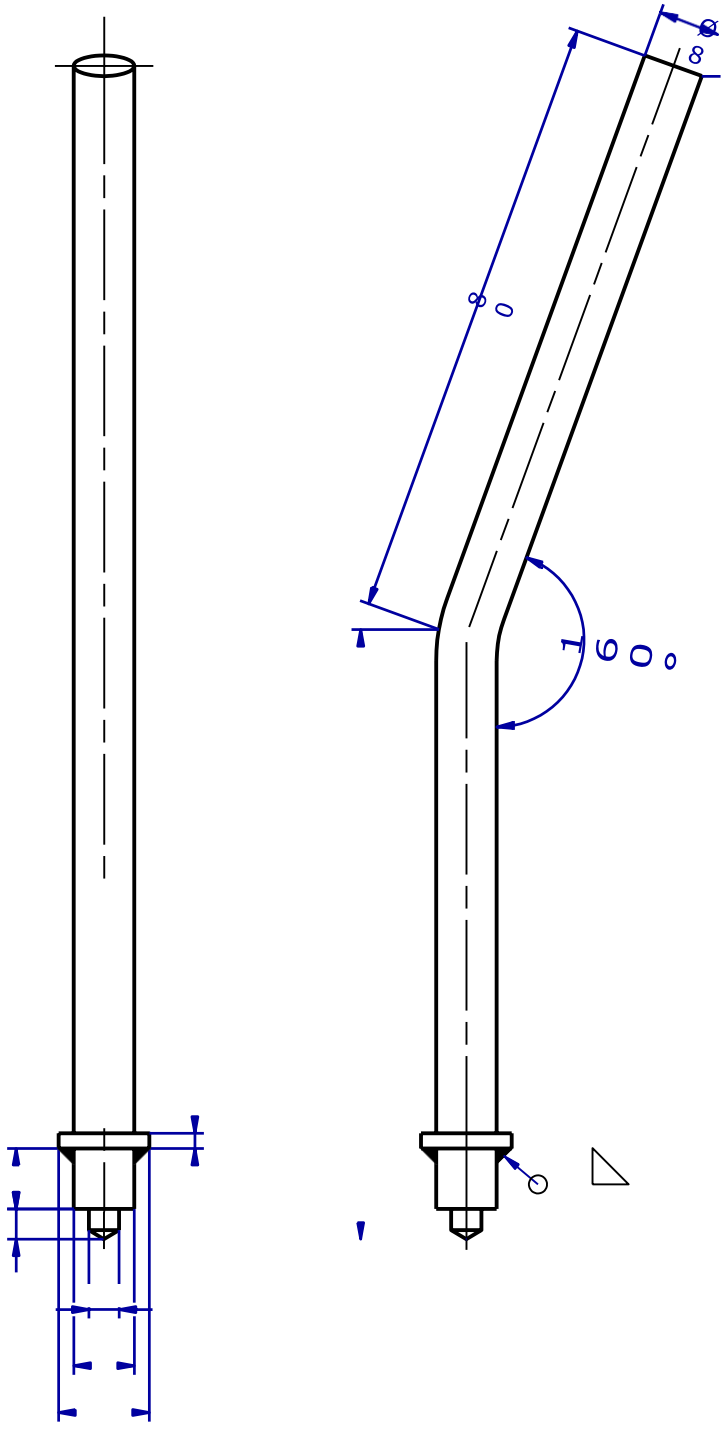
Escala:

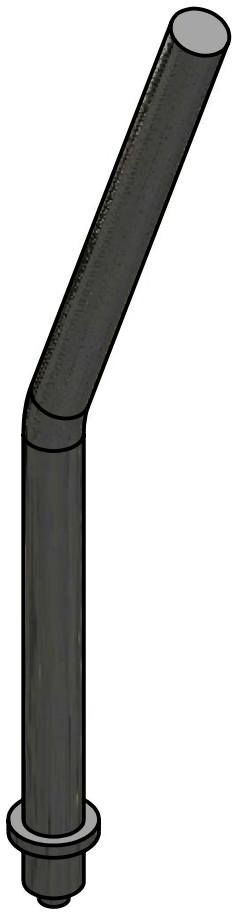
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

SEGURO DE ESPALDAR

Lámina N°





	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020			
	Ing. John Calle	10/11/2020			
					1:1
					06/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B C

D

3

4

5

A

2

1

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Materia l	Dim. En bruto
D	4	Tapa para tubo 7-8in		Caucho	
C	2	Palanca tipo freno			
B	4	Perno cabeza cilindrica M6x25-H	DIN 7045	Acero	
A	2	Reposabrazos		Cuero, Plastico	
5	2	Acople de accionamiento		Acero	150x30x5
4	2	Tubo vertical de accionamiento		Acero	n7/8"x455
3	2	Tubo angular de accionador		Acero	n3/4"x355
2	1	Tubo posterior de accionador		Acero	n7/8"x1100
1	2	Tubo reposabrazos		Acero	n7/8"x1100

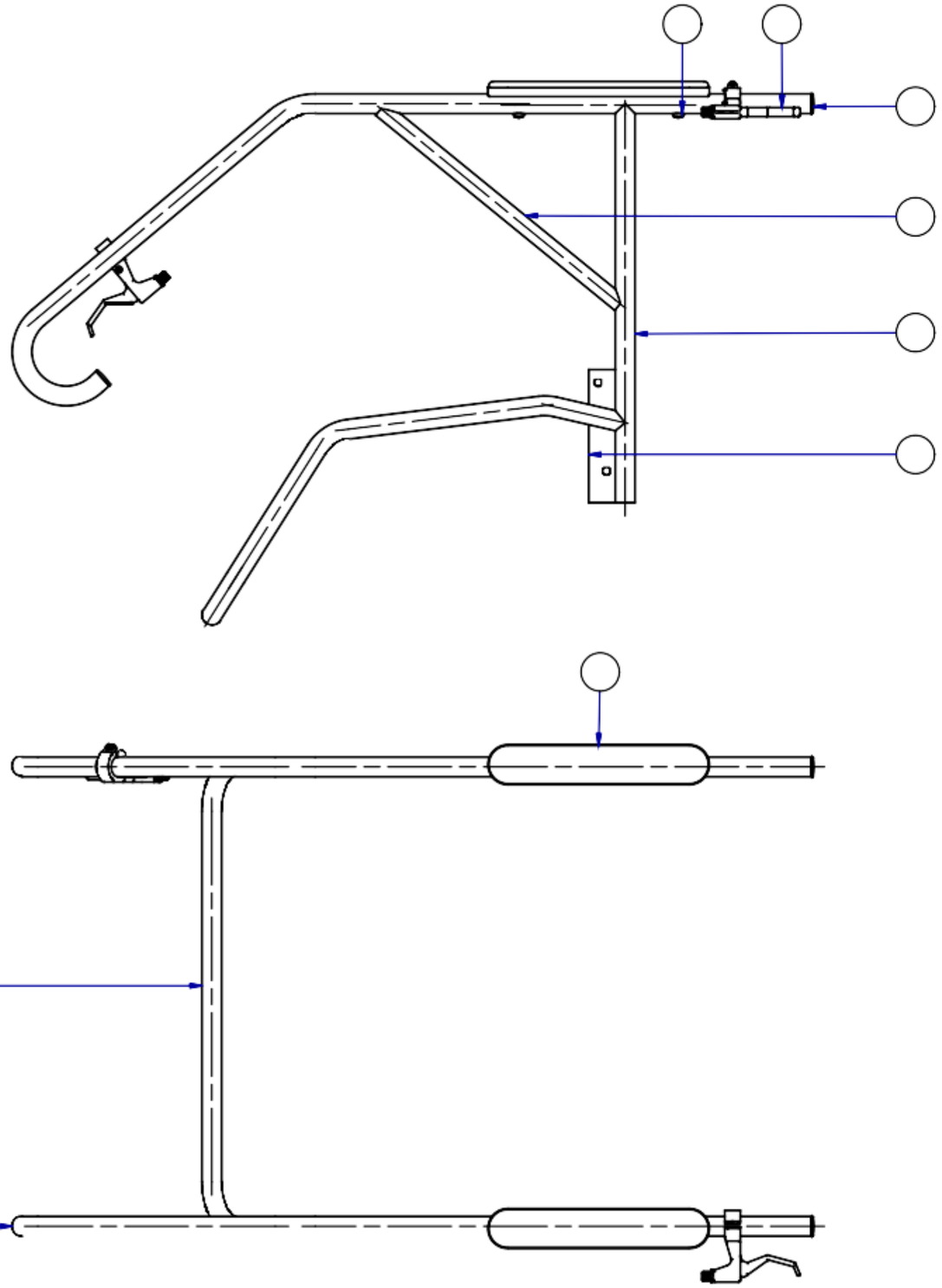
	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
Dibujado			SEDE MATRIZ CUENCA
Comprobado			
Proyección			

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Escala:

REPOSABRAZOS - ACCIONADOR

Lámina N°



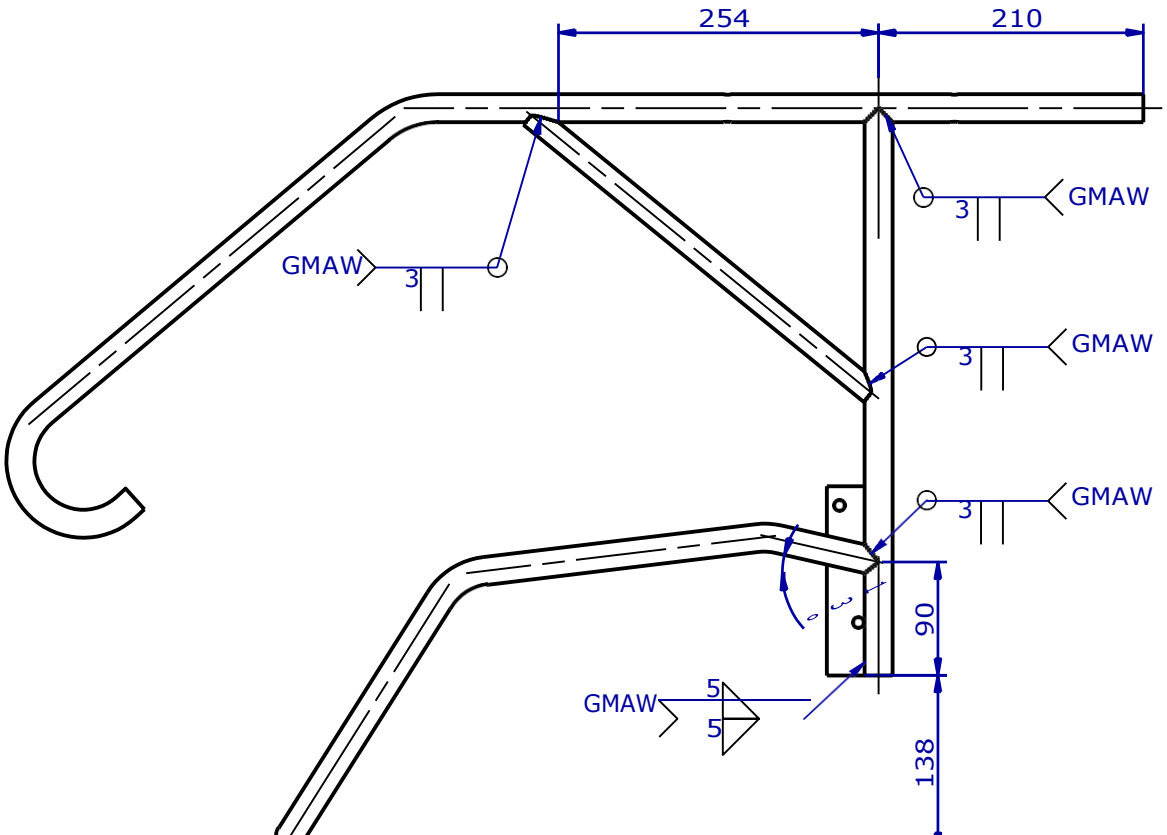
	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020
	Ing. John Calle	10/11/2020

1:5

C1/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



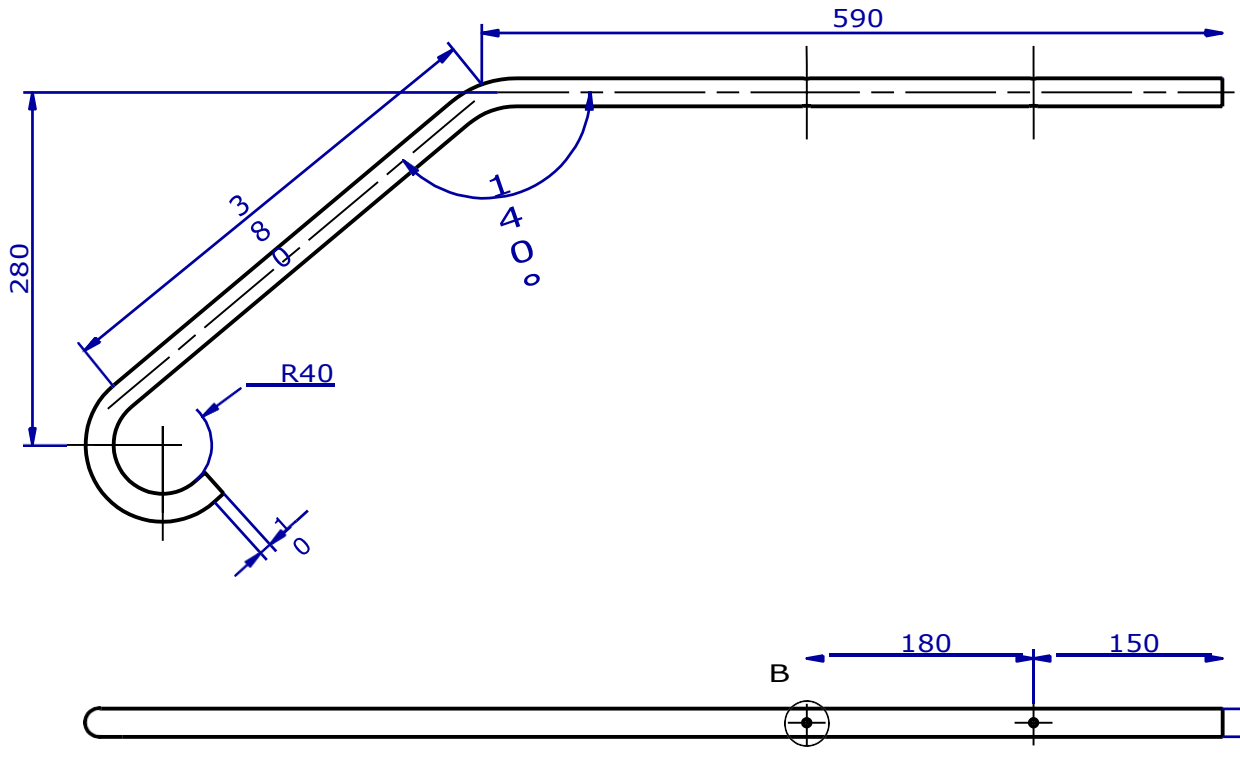
		Especificaciones Reposabrazos			
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020		

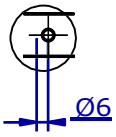
Proyección	REPOSABRAZOS - ACCIONADOR	Escala: 1:5
		Lámina N° 02/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



B (1 : 4)



Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

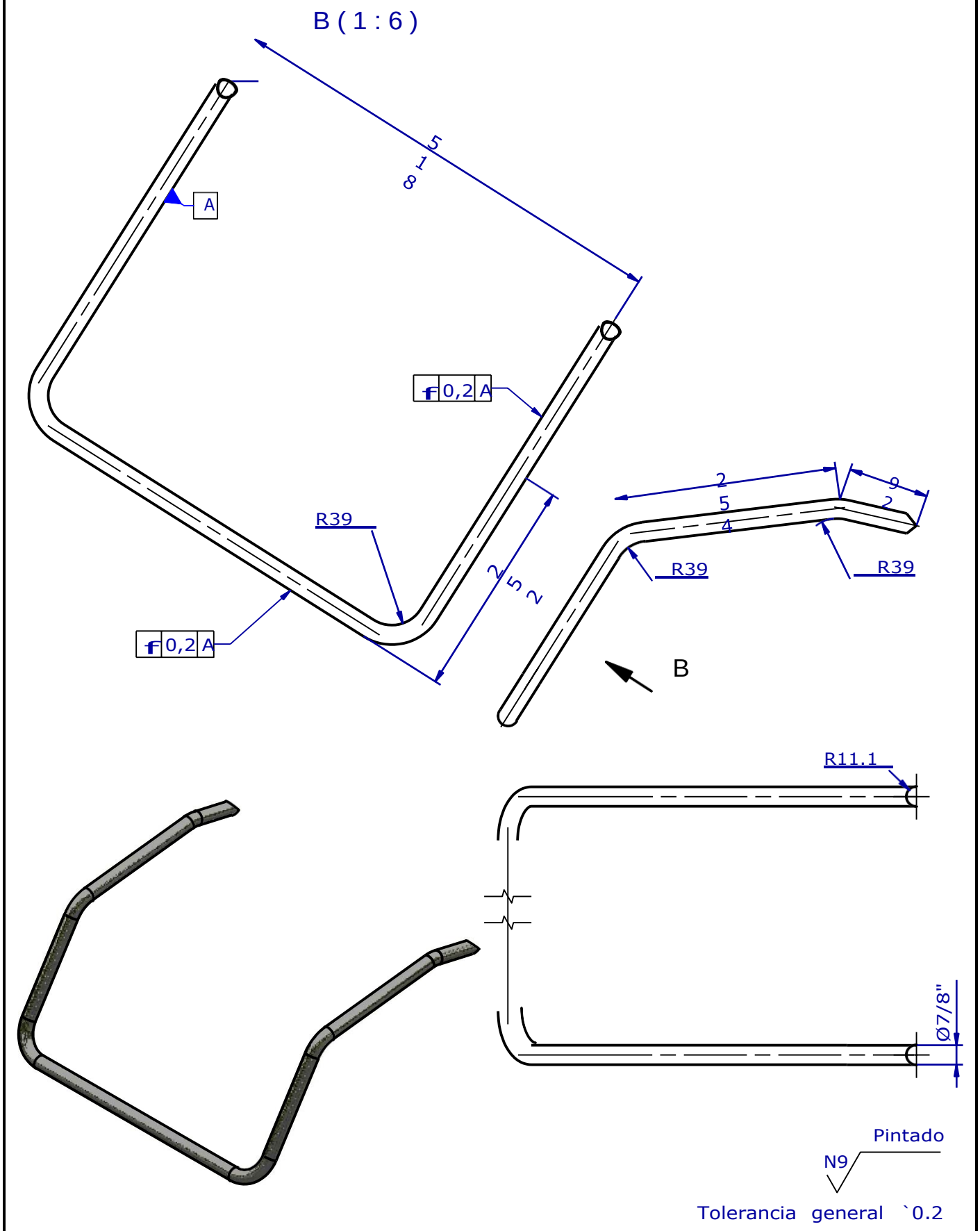
1	2	TUBO REPOSABRAZOS		ACERO	Ø7/8"x0.9x1100
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

PROYECCIÓN	REPOSABRAZOS - ACCIONADOR	ESCALA: 1:5
		LÁMINA N° 03/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



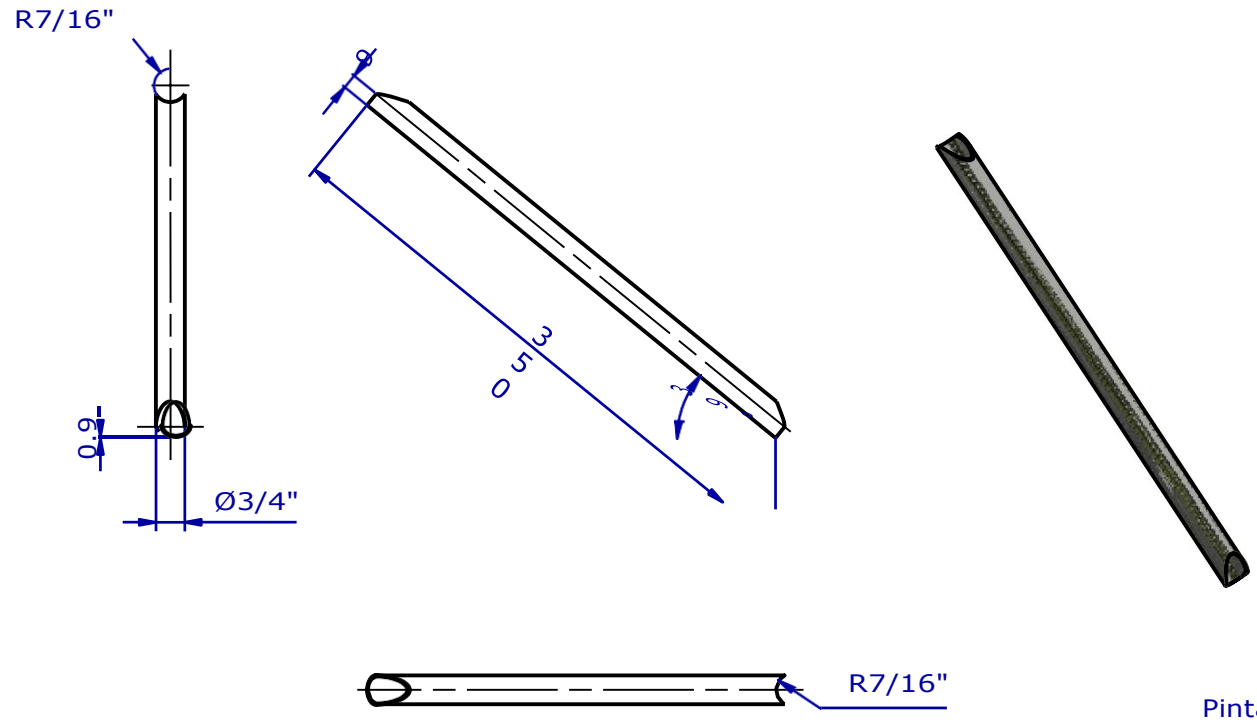
2	1	TUBO POSTERIOR DE ACCIONADOR		ACERO	Ø7/8"x0.9x1100
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

PROYECCIÓN	REPOSABRAZOS - ACCIONADOR	ESCALA: 1:5
		LÁMINA N° 04/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

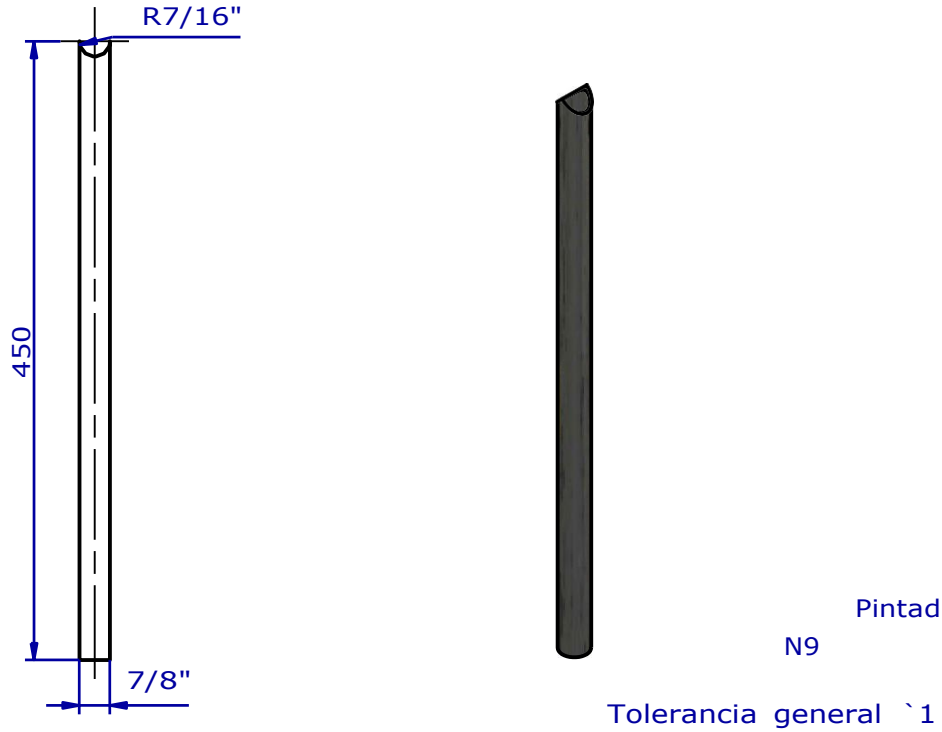
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Pintado
N9

Tolerancia general `1

3	2	TUBO ANGULAR DE ACCIONADOR		ACERO	Ø3/4"x0.9x355



Pintado
N9

Tolerancia general `1

4	2	TUBO VERTICAL DE ACCIONAMIENTO		ACERO	Ø7/8"x0.9x455
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A. Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

PROYECCIÓN

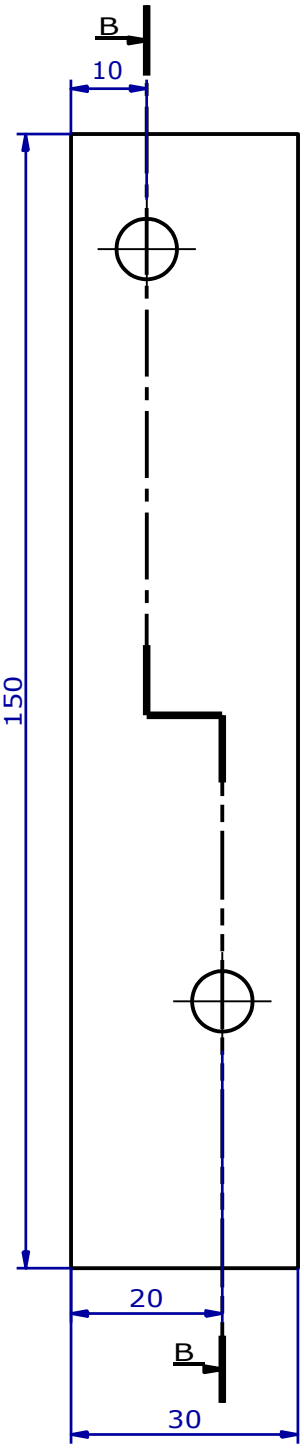
REPOSABRAZOS - ACCIONADOR

ESCALA: 1:5

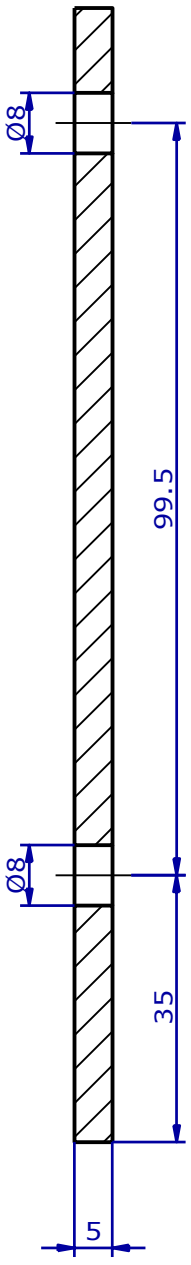
LÁMINA N° 05/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



B-B (1 : 1)



Pintado

N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
5	1	Acople de accionamiento			Acero	150x30x5
		Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica		
		Espinoza A. Vele C.	03/11/2020			
		Ing. John Calle	10/11/2020			
Dibujado		SEDE MATRIZ CUENCA				
Comprobado						
Proyección						

REPOSABRAZOS - ACCIONADOR

06/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

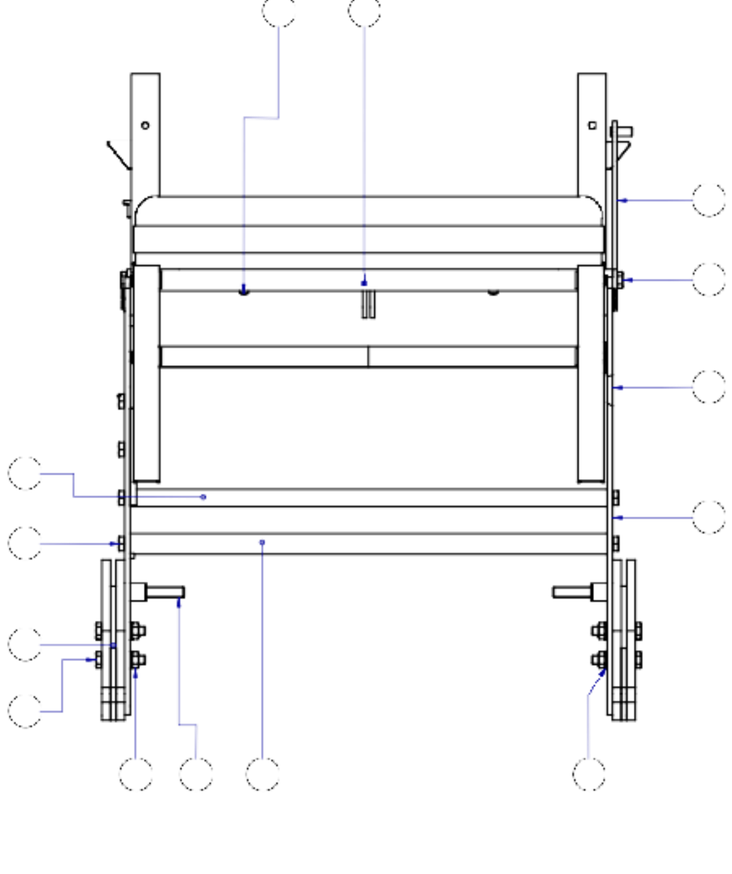
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

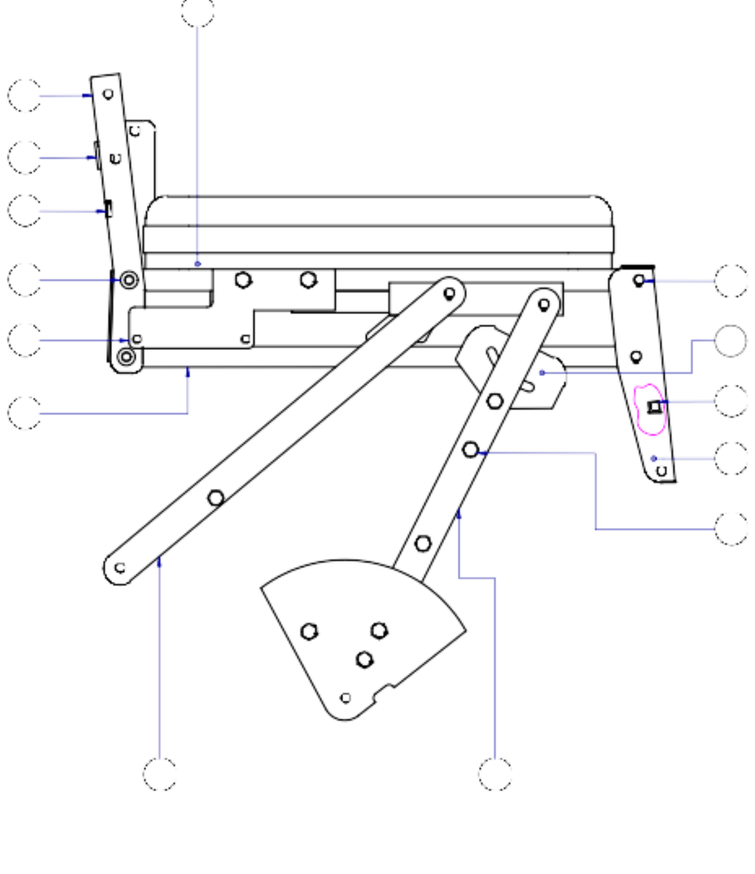
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Materiall	Dim. En bruto
L	2	Perno cabeza hexagonal M8x10	DIN 933		
K	4	Refuerzo Tubo 10x10x1x18		Acero	
J	12	Anillo seger 7x0,8	DIN 471		
I	1	Asiento Fijo			
H	10	Tuerca hexagonal M8	DIN 934		
G	10	Arandela M8	DIN 126		
F	2	Perno cabeza hexagonal M8x45	DIN 933		
E	4	Tornillo ST4,2 x 32 – C – H	DIN 7049		
D	4	Perno cabeza hexagonal M8x20	DIN 933		
C	6	Perno cabeza hexagonal M8x40	DIN 933		
B	2	Perno cabeza hexagonal M8x35	DIN 933		
A	1	Asiento Movil			
21	1	Eslabón de accionamiento Sup.D.		Acero	480x30x5
20	1	Eslabón de accionamiento Inf.D.		Acero	410x30x5
19	2	Articulacion rodillas		Acero	200x100x2
18	1	Guia pasador para bipedestacion		Acero	165x105x6
17	2	Articulacion espaladar		Acero	230x90x2
16	2	Tope fijo de seguro		Acero	50x25x3
15	1	Eje alojamiento de resorte post.		Acero	n4x25
14	4	Pasador de Articulacion espaldar		Acero	n8x34
13	1	Platina de apoyo Inclinador		Acero	230x38x4
12	1	Inferior de asiento			
11	2	Eje roscado 3/8"		Acero	n3/4"x55
10	1	Tubo de refuerzo eslabon inferior		Acero	n3/4"x450
9	1	Eslabón de accionamiento Inf. I.		Acero	410x30x5
8	1	Eslabón de accionamiento Sup. I.		Acero	480x30x5
7	1	Seguro de inclinacion		Acero	380x38x4
6	1	Estructura para asiento			
5	1	Tubo de refuerzo eslabon sup.		Acero	n16x450
4	2	Rueda dentada conducida		Acero	125x125x5
3	4	Pasador de Articulacion rodilla		Acero	n8x30
2	1	Separador de seguro de Incl.		Grilón	100x22x8
1	4	Sufridera de Rueda dentada		Grilón	320x320x8

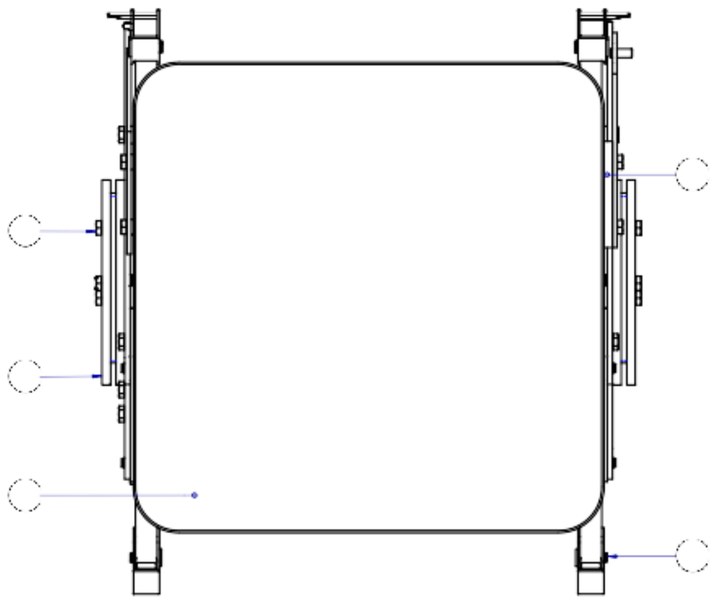
Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado		SEDE MATRIZ CUENCA	
Proyección			Escala:

ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

Lámina N°





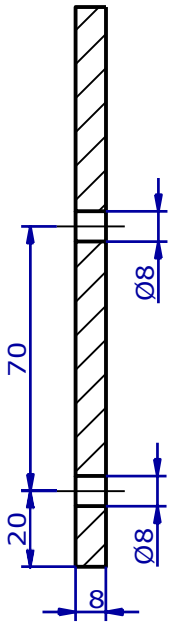


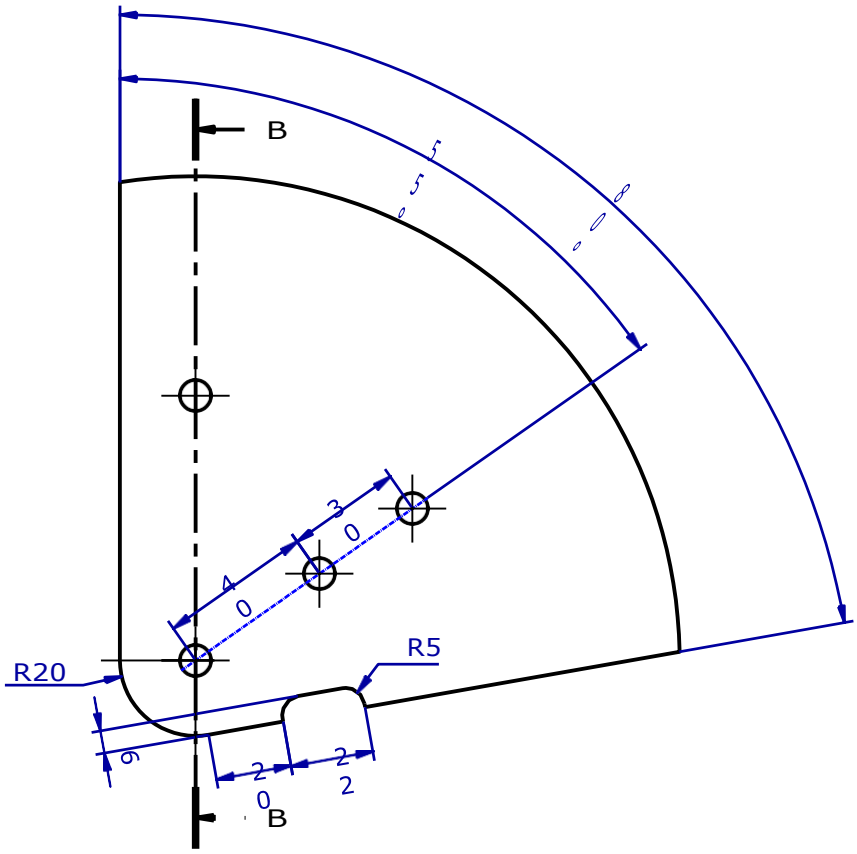
Espinoza A. Vele C.	03/ 1/2020		
Ing. Jahr Calle	10/11/2020		1:5
			01/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 2)





N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
1	4	Sufridera de Rueda dentada		Grilón	320x320x8

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020	

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Proyección

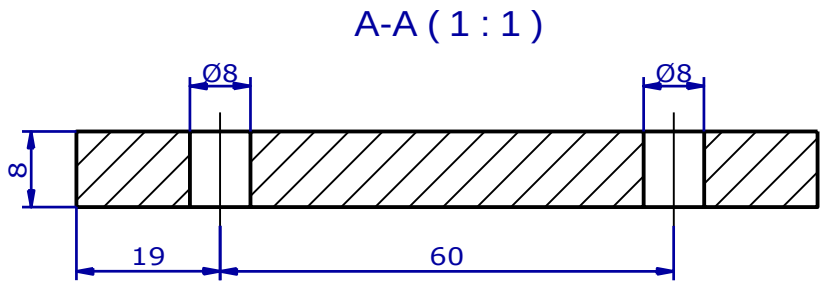
ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

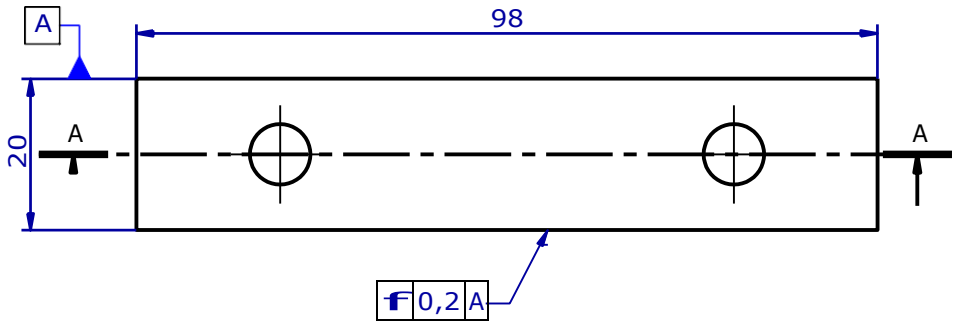
Escala: 1:2

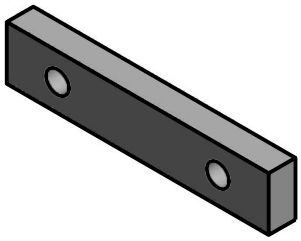
Lámina N° 02/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



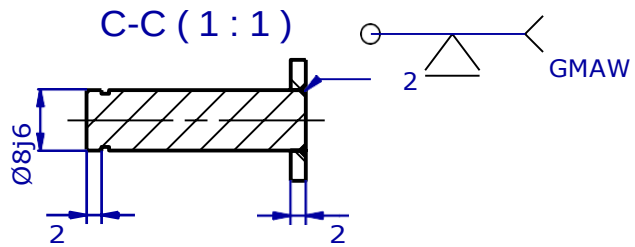


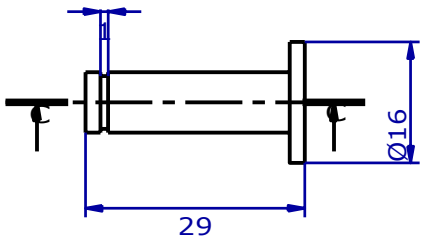


N9

Tolerancia general `0.2

2	1	SEPARADOR DE SEGURO DE Incl.		GRILÓN	100x22x8





N9

Tolerancia general `0.2

3	4	PASADOR DE ARTICULACION RODILLA		ACERO	Ø8x30

POS. CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
	NOMBRE: Espinoza A./Vele C.	FECHA: 03/11/2020	INGENIERÍA MECÁNICA	UFG	
	Ing. John Calle	10/11/2020			
DIBUJADO	PROYECCIÓN				1:1
COMPROBADO					03/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICASALESIANA

MATRIZ CUENCA

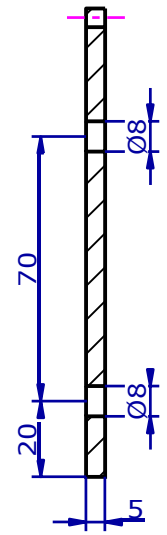
EscAla: Lámina N°

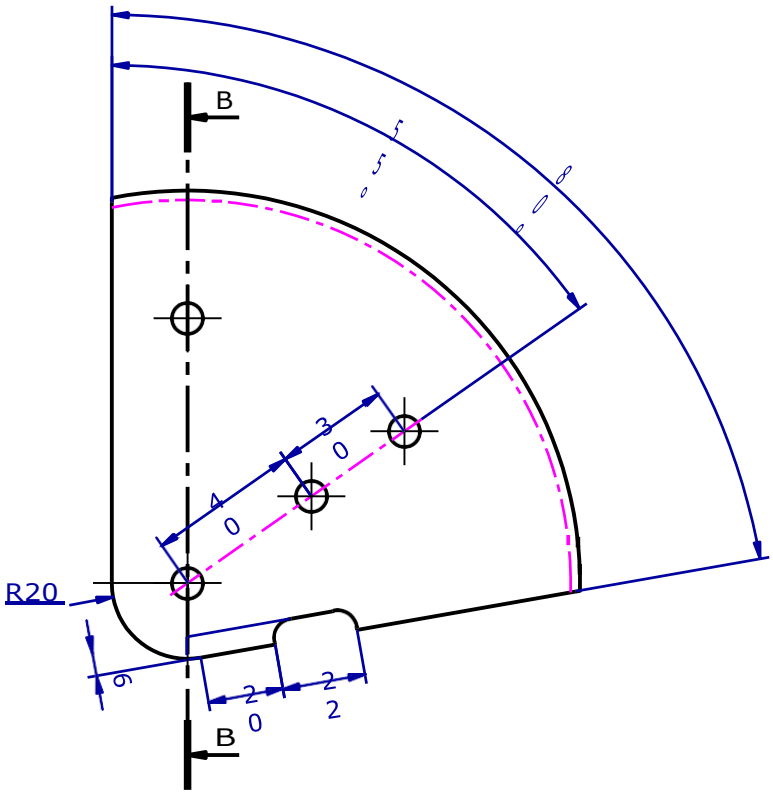
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 2)





DATOS DE LA RUEDA	
Modulo (m)	2.25
# de Dientes (Z)	90
Dp	200

NOTA: Datos de la rueda dentada corresponden considerando la rueda completa.

N9

Tolerancia general `0.2

4	2	Rueda dentada conducida			Acero	125x125x5

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
		Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica		
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020			
		Ing. John Calle	10/11/2020			

Dibujado
Comprobado
Proyección

SEDE
MATRIZ CUENCA

ASIENTO - SISTEMA DE

1:2

04/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

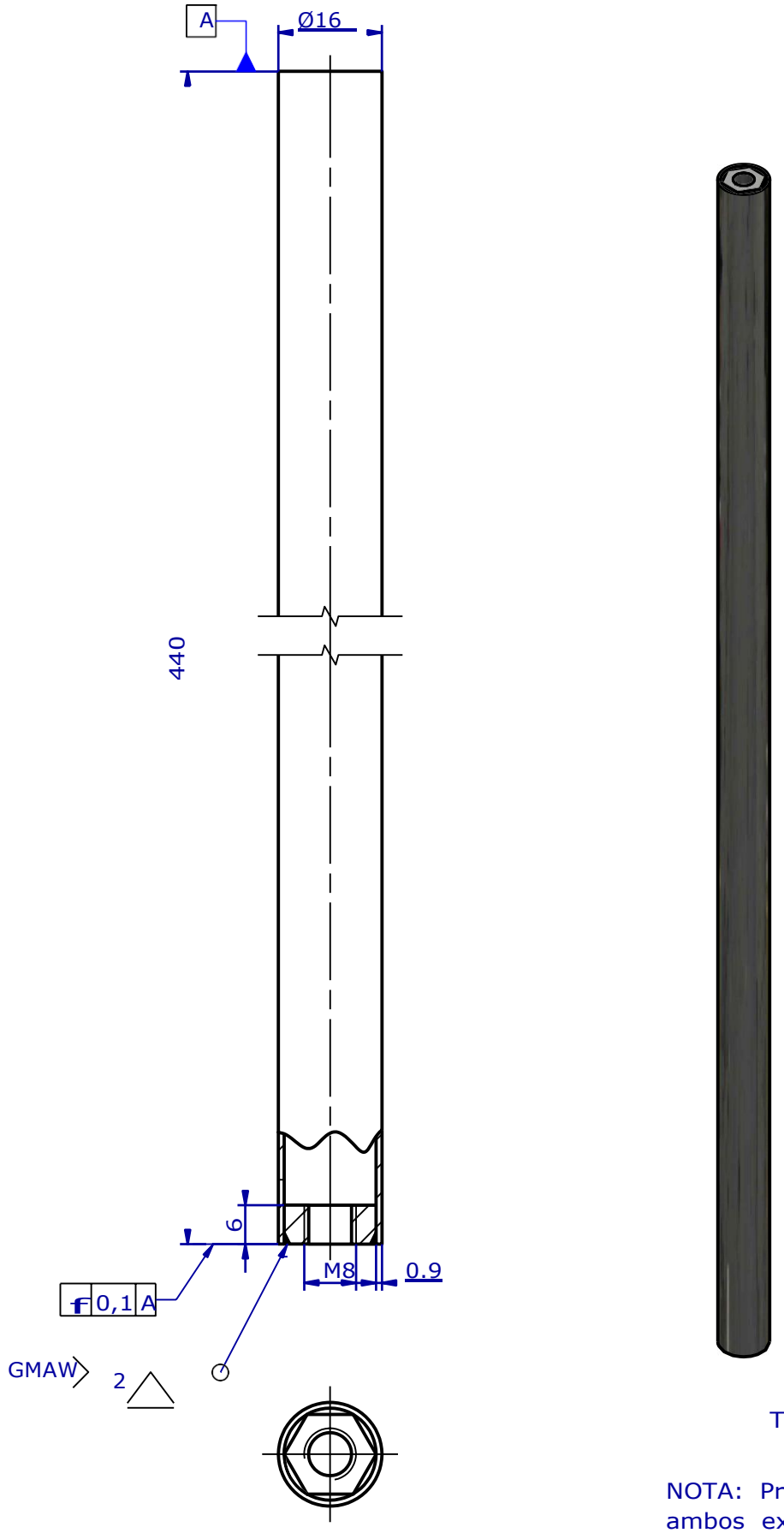
ESLA
BONE
S

UNIVERSIDAD POLITECNICASALESIANA

EscAla: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT
VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

NOTA: Proceso de soldadura en ambos extremos

5	1	TUBO DE REFUERZO ESLABON SUP.		ACERO	Ø16x0.9x450
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	
DIBUJADO	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

PROYECCIÓN

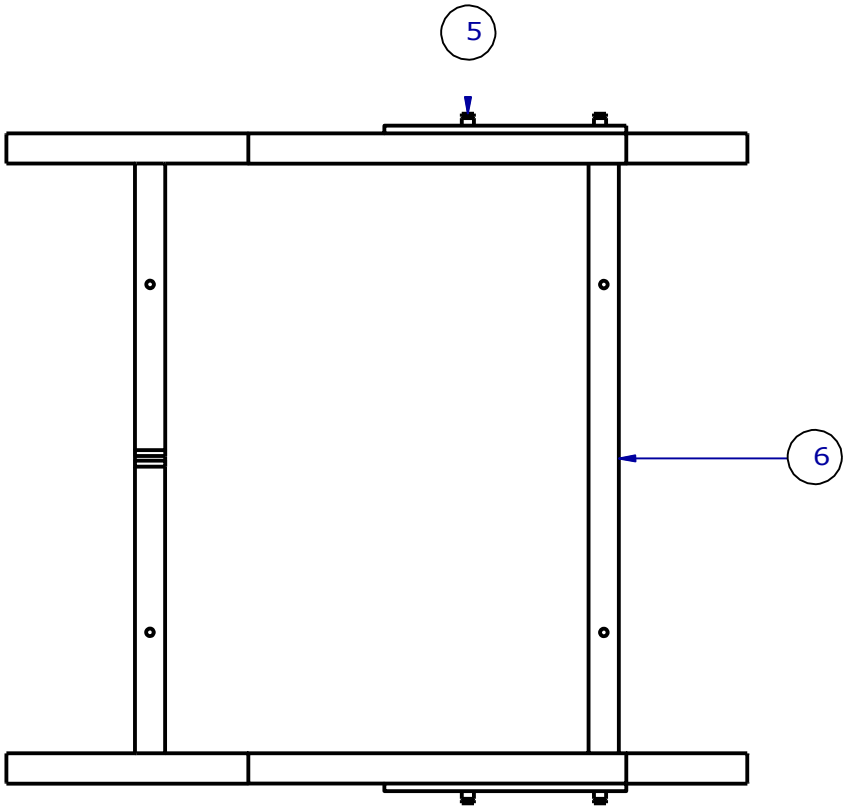
ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

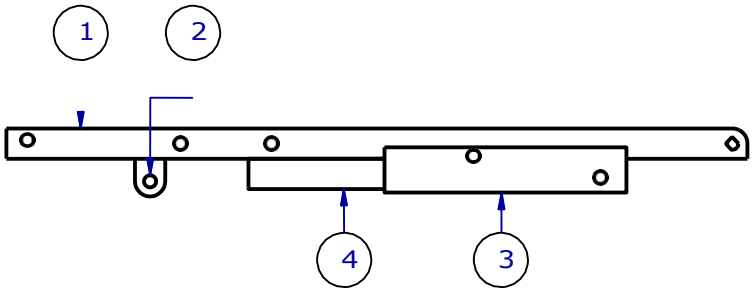
ESCALA: 1:1

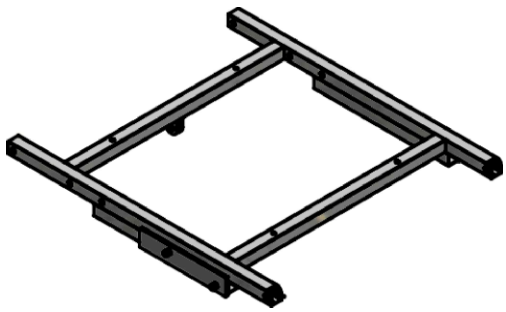
Lámina N° 05/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION







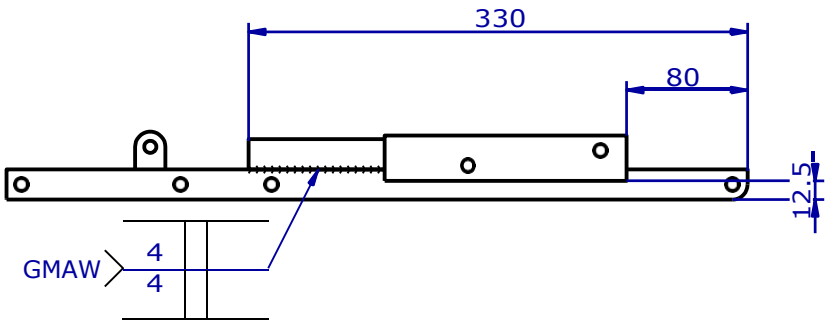
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
6	2	Tubo transversal de asiento		Acero	20x20x395
5	4	Pasador eslabones asiento		Acero	n8x15
4	2	Tubo refuerzo de asiento		Acero	20x20x250
3	2	Acople eslabones asiento		Acero	165x30x5
2	2	Soporte superior de trinquete		Acero	20x38x4
1	2	Tubo superior de asiento		Acero	20x20x450

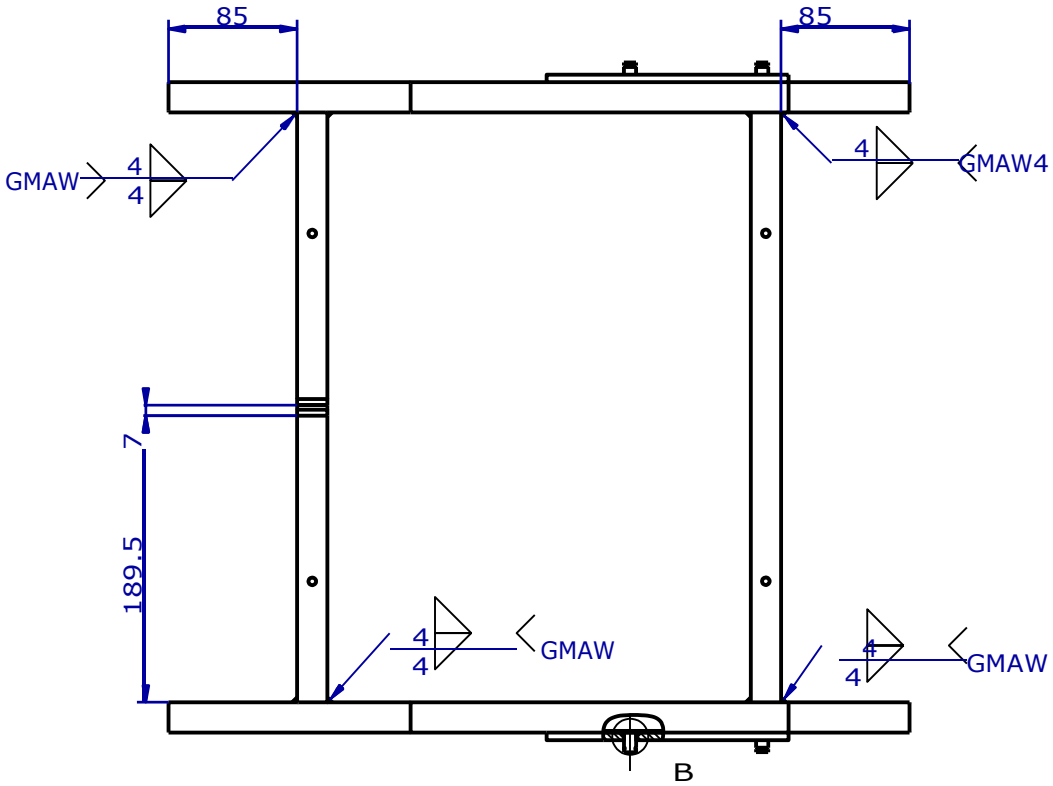
	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020		

Proyección	ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES	Escala: 1:5
		Lámina N° 06/26

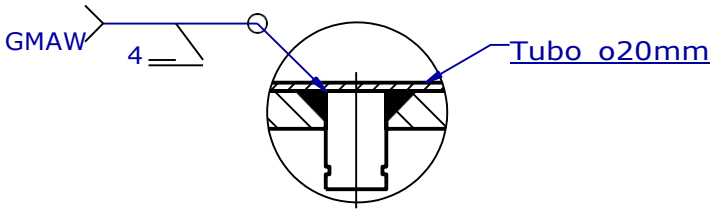
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





B (1 : 1)



Pintado

N9

NOTA: Proceso de soldadura igual para los 4 pasadores.

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Especificaciones de estructura de asiento			
		Denominación: Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	Norma: Ingeniería Mecánica	Material: UPS	Dim. en bruto
		Nombre: Ing. John Calle	Fecha: 10/11/2020		
Dibujado		Proyección			1:5
Comprobado					07/26

ESTRUCTURA

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

S

E
D
E
M
A
T
R
I
Z
C
U
E
N
C
A

Es

cal

a:

e

mi

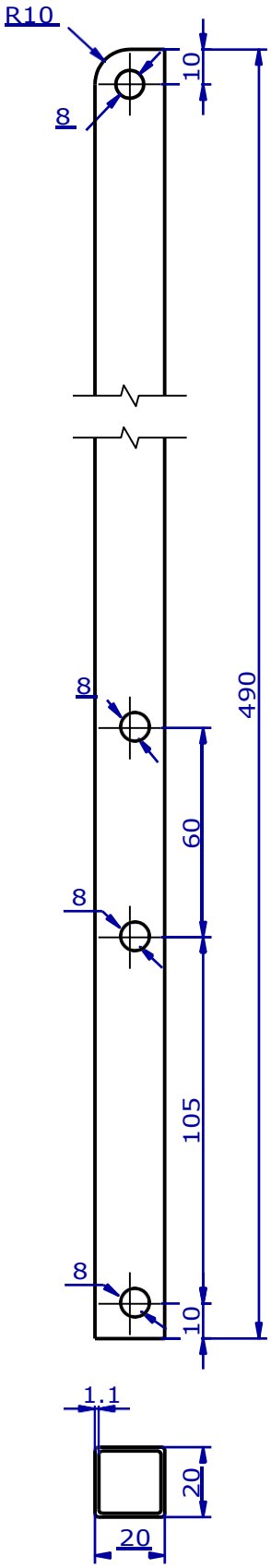
na

N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PARA
ASIEN
TO

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Materia l	Dim. en bruto
1	2	Tubo superior de asiento		Acero	20x20x1.1x450

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020	

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Proyección

ESTRUCTURA PARA ASIENTO

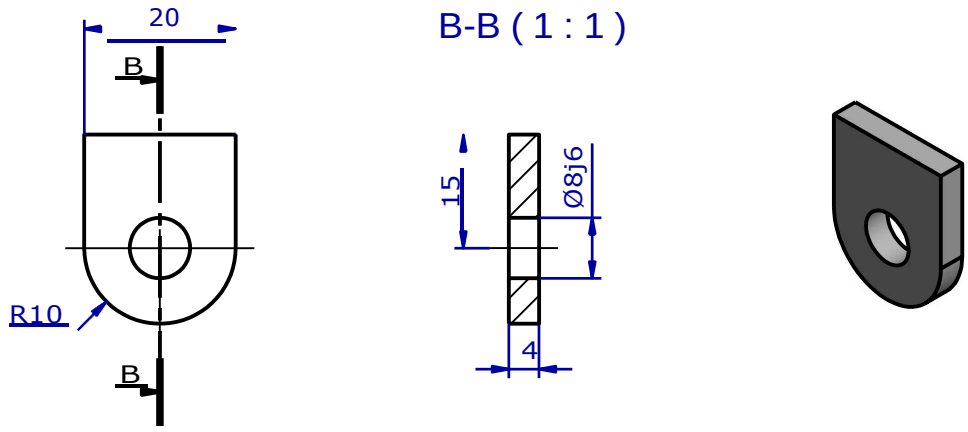
Escala: 1:2

Lámina N° 08/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

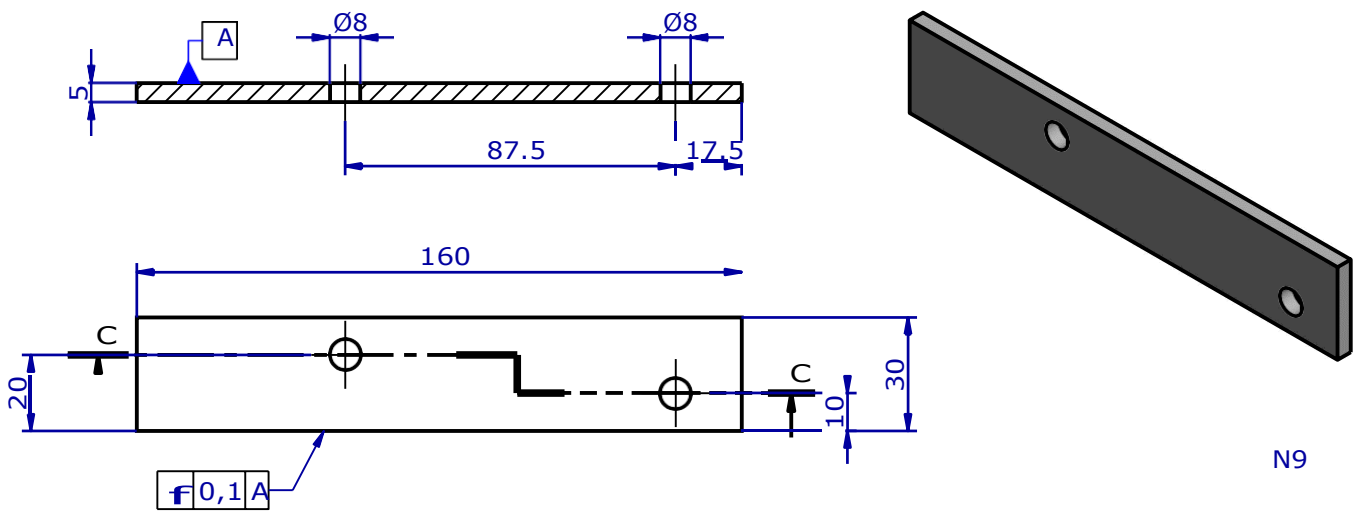
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



N9

Tolerancia general `0.2

2	2	SOPORTE SUPERIOR DE TRINQUETE		ACERO	20x38x4



N9

Tolerancia general `0.2

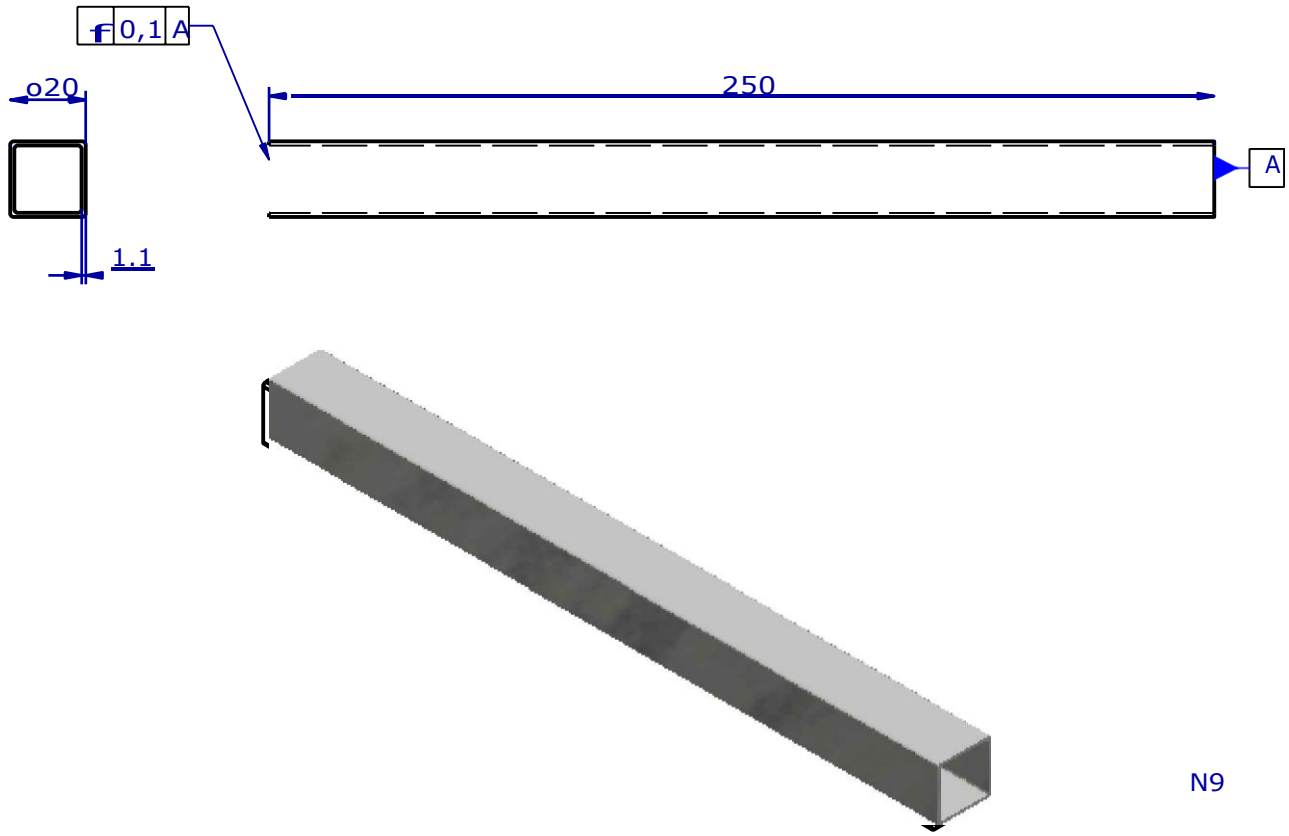
3	2	ACOPLE ESLABONES ASIENTO		ACERO	165x30x5
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

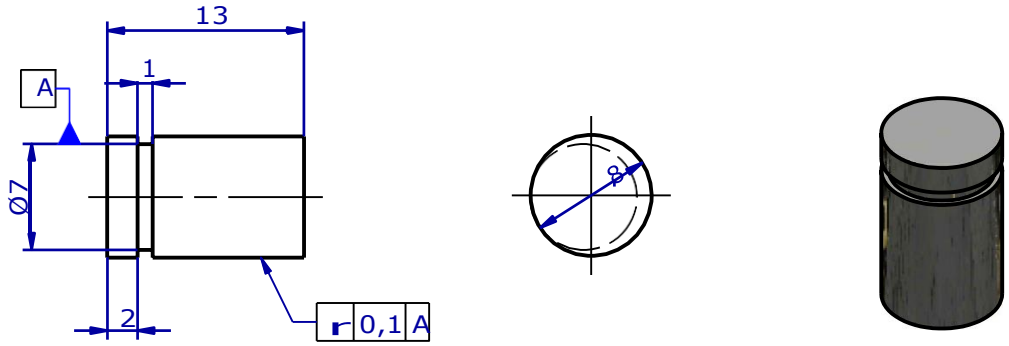
PROYECCIÓN	ESTRUCTURA PARA ASIENTO	ESCALA: 1:1/1:2
		LÁMINA N° 09/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



4	2	TUBO REFUERZO DE ASIENTO		ACERO	20x20x1.1x250



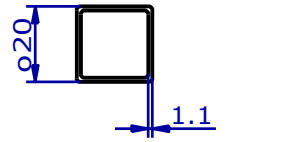
5	4	PasadOR ESLABONES asiENTO		ACERO	Ø8x15
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

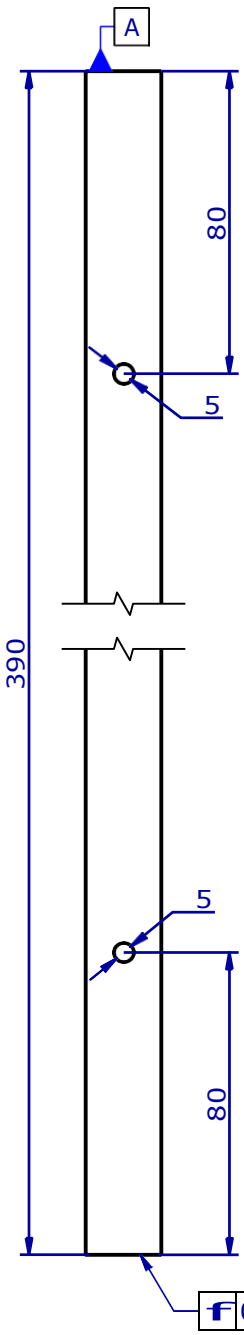
	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

PROYECCIÓN	ESTRUCTURA PARA ASIENTO	ESCALA: 1:2/2:1
		Lámina N° 10/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
6	2	Tubo transversal de asiento			Acero	20x20x1.1x395
		Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica		
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020			
		Ing. John Calle	10/11/2020			
Dibujado		ESTRUCTURA			SEDE MATRIZ CUENCA	1:2
Comprobado						11/26
Proyección						

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PARA
ASIEN
TO

UNIVERSIDAD
POLITECNI
CA
SALESIAN
A

Es
cAl
a:

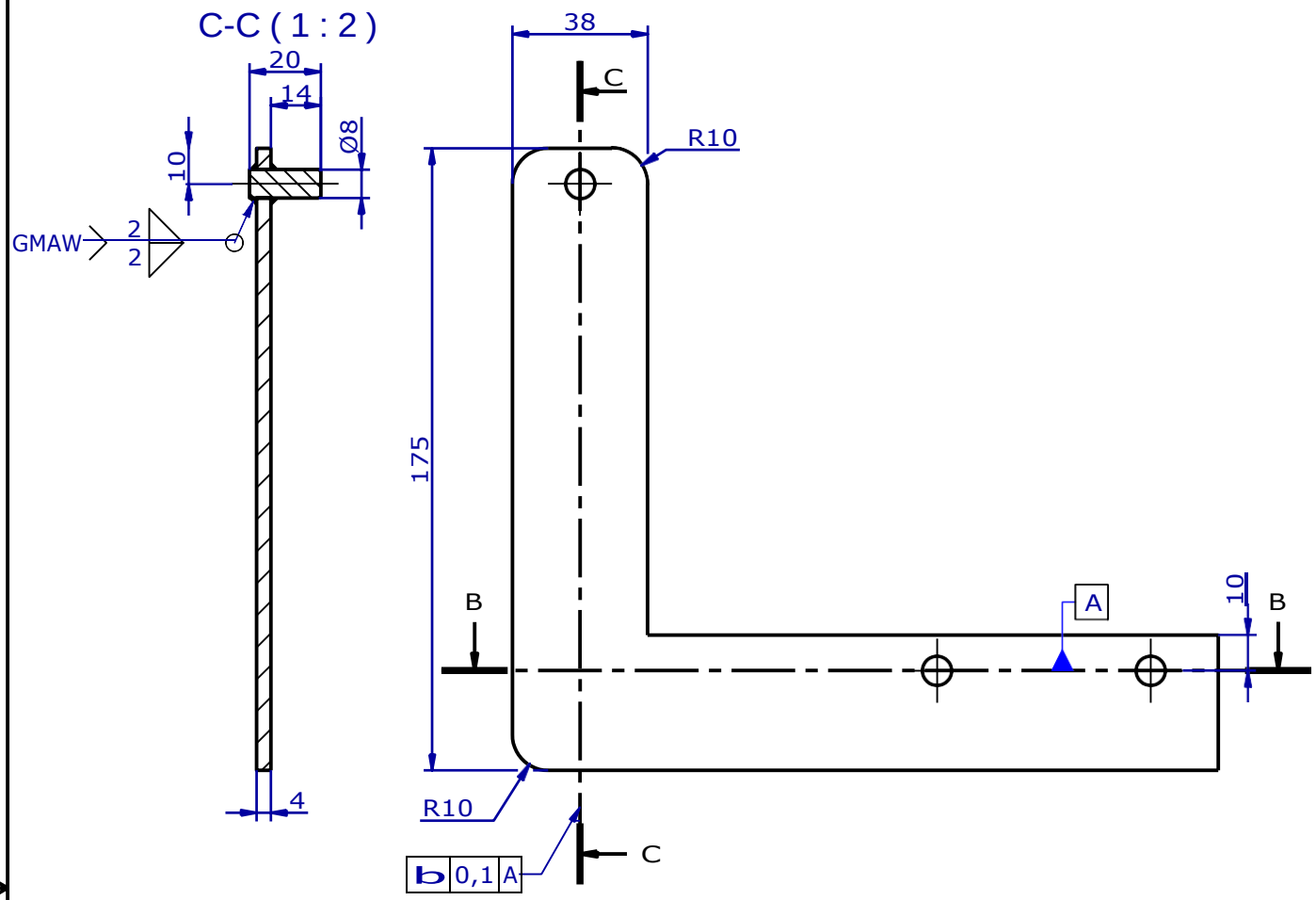
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

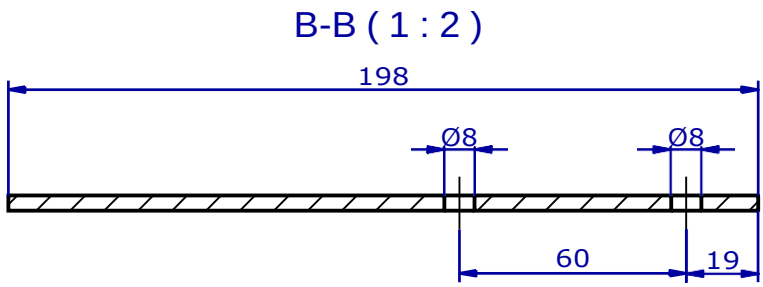
mi
na
N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





ESCALA 1:5

Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
7	1	Seguro de inclinacion		Acero	380x38x4

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020	
Proyección			Sede Matriz Cuenca

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

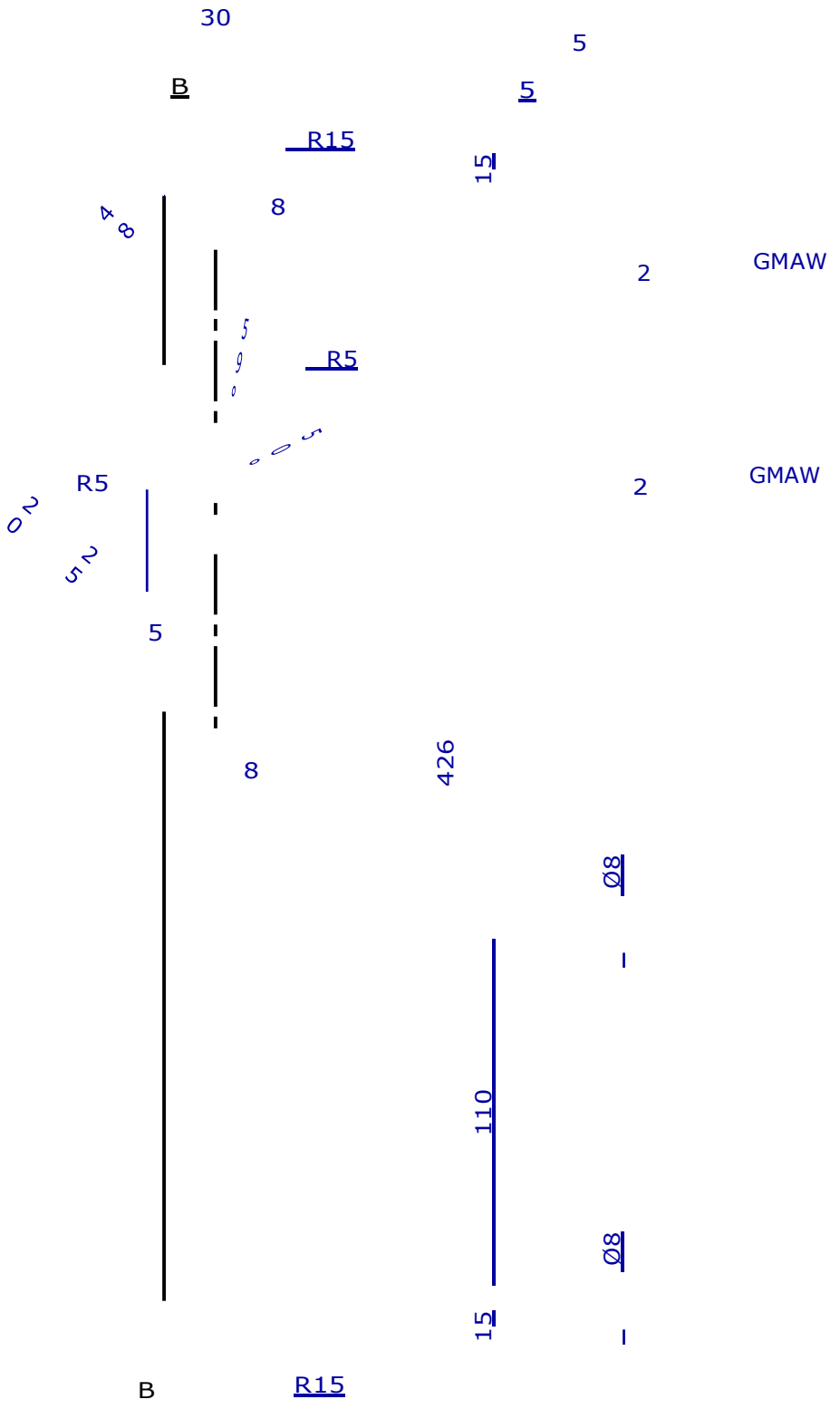
ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

Escala: 1:2

Lámina N° 12/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 2)



Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
8	1	Eslabón de accionamiento Sup. I.		Acero	480x30x5

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
Dibujado			SEDE MATRIZ CUENCA
Comprobado			
Proyección			

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

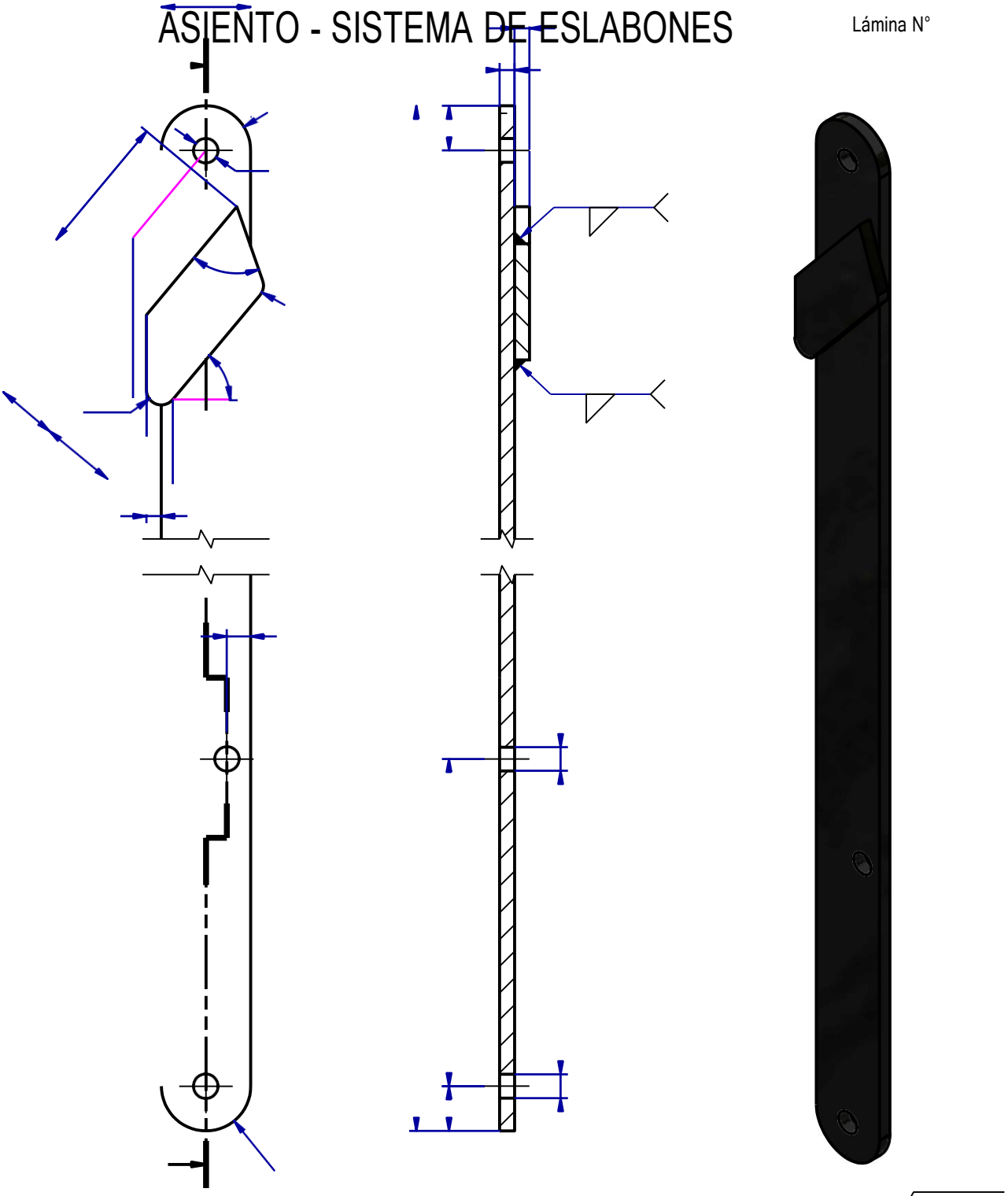
Escala:

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

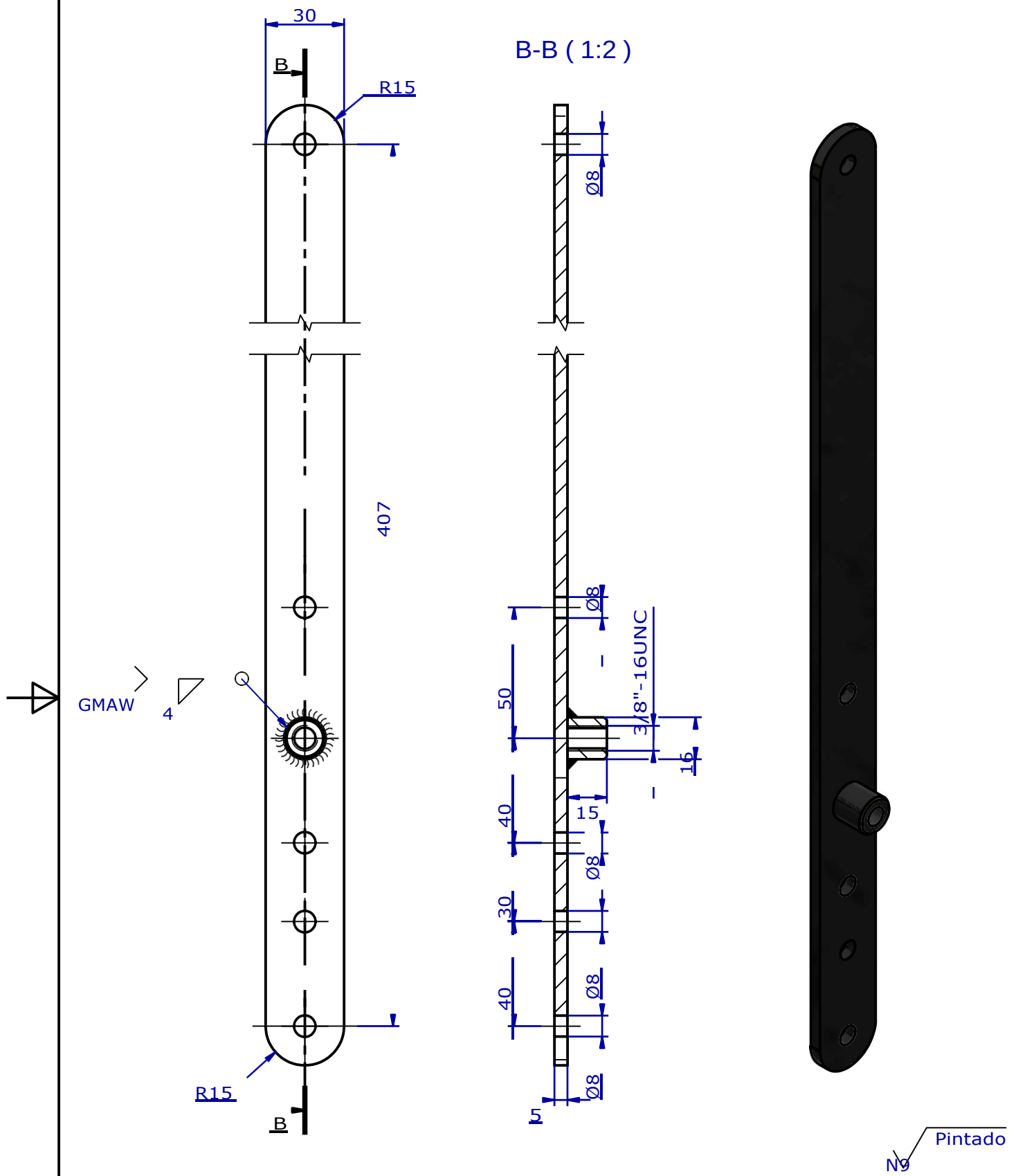
ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

Lámina N°



	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020		
	Ing. John Calle	10/11/2020		
				1:2
				13/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



9	1	Eslabón de accionamiento Inf. I.		Acero	410x30x5

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
		Nombre	Fecha			
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	Ingeniería Mecánica	UFS	
		Ing. John Calle	10/11/2020			
Dibujado		Proyección				1:2
Comprobado						14/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICASALESIANA

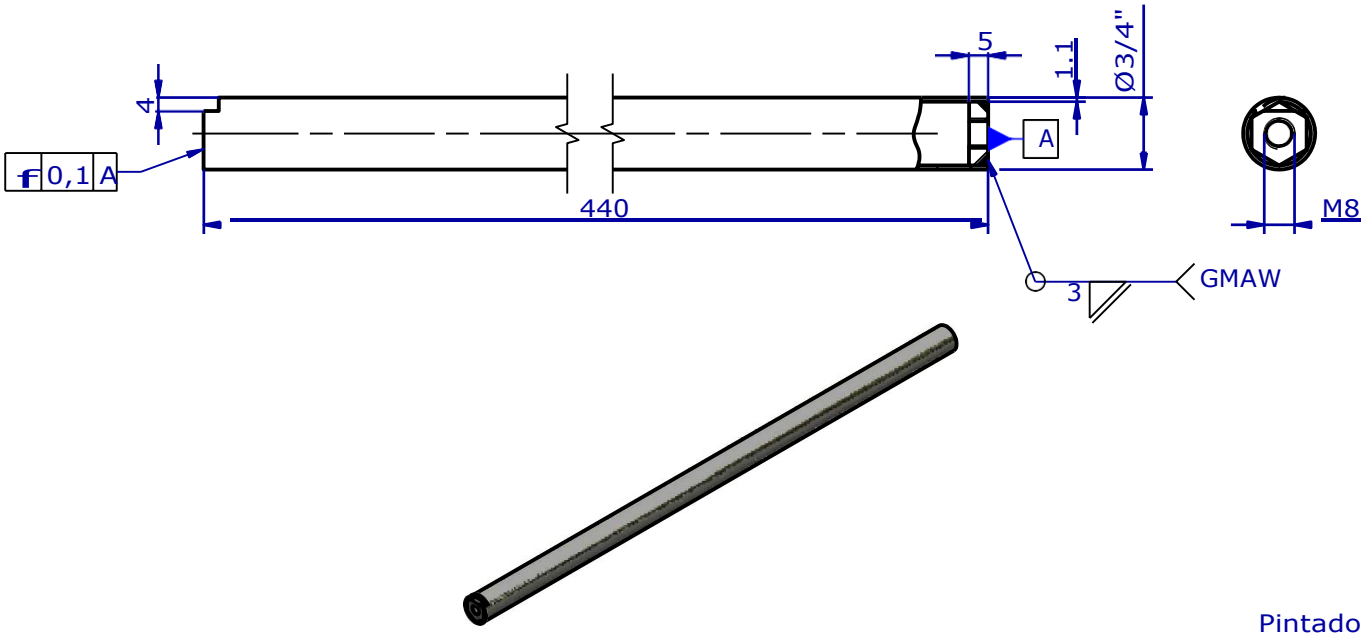
MATRIZ CUENCA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



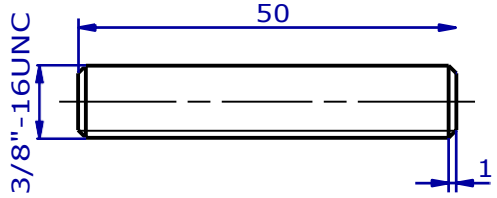
Pintado

N9

NOTA: El proceso de soldadura es el mismo para ambos extremos

Tolerancia general `0.2

10	1	TUBO DE REFUERZO ESLABON INFERIOR		ACERO	Ø3/4"x1.1x450



N9

Tolerancia general `0.2

11	2	EJE ROSCADO 3/8"		ACERO	Ø3/4"x55
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

PROYECCIÓN

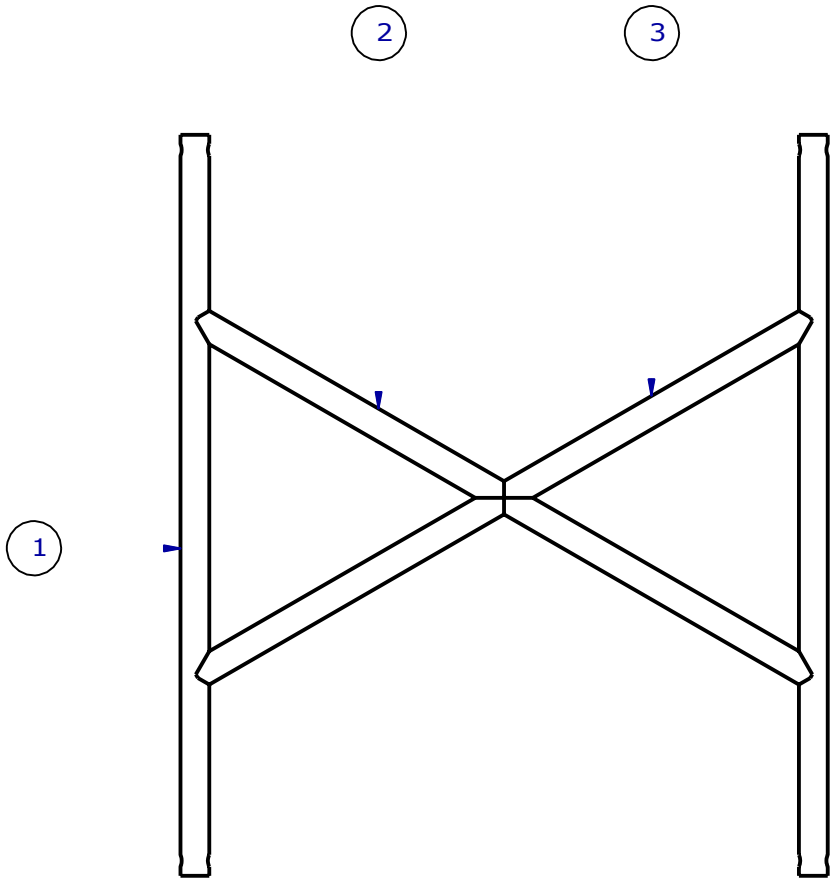
ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

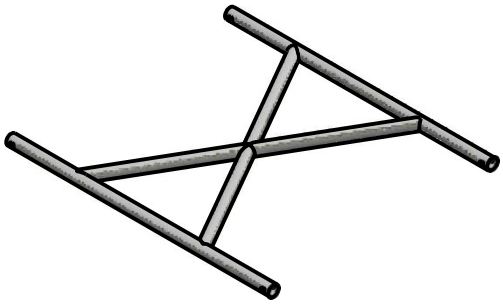
ESCALA: 1:2/1:1

LÁMINA N° 15/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





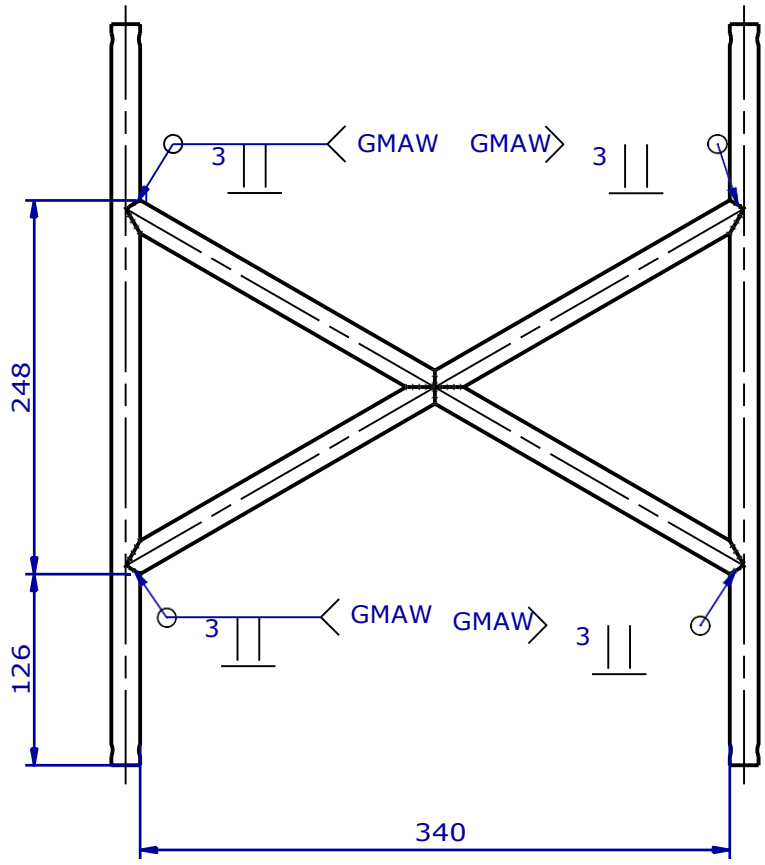
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
3	1	Tubo refuerzo inf de asiento B		Acero	n3/4"x470
2	2	Tubo refuerzo inf. de asiento		Acero	n3/4"x240
1	2	Tubo inferior de asiento		Acero	n3/4"x495

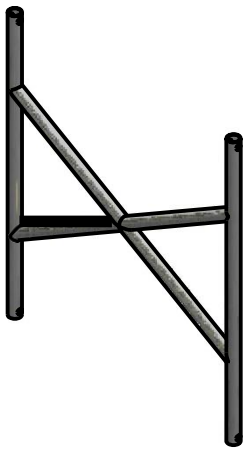
	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020		

Proyección	ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES	Escala: 1:5
		Lámina N° 16/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





Pintado
N9

Tolerancia general `1

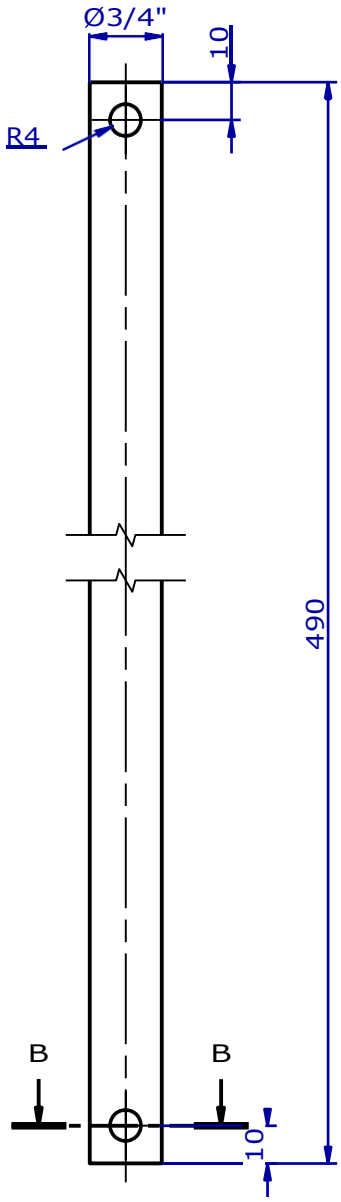
		Especificaciones de Inferior de Asiento			
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020		

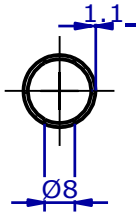
Proyección		Escala: 1:5
	INFERIOR DE ASIENTO	Lámina N° 17/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



B-B (1 : 2)



N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
1	2	Tubo inferior de asiento		Acero	Ø3/4"x1.1x495

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	
Dibujado	Ing. John Calle	10/11/2020	
Comprobado			
Proyección			

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

SEDE MATRIZ CUENCA

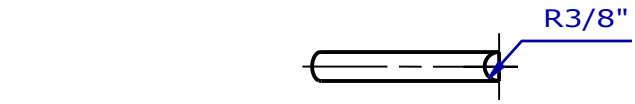
INFERIOR DE ASIENTO

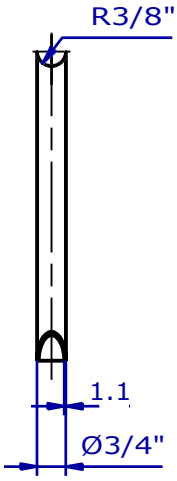
Escala: 1:2

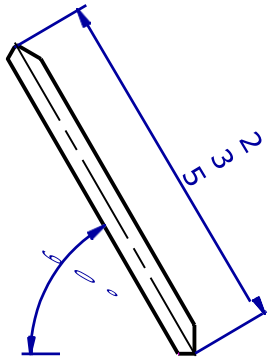
Lámina N° 18/26

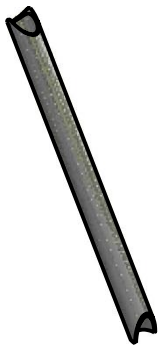
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





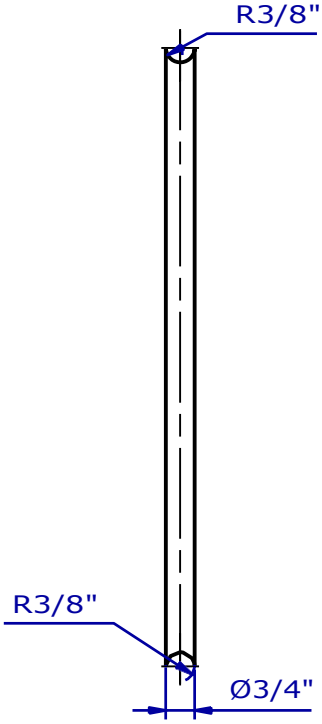


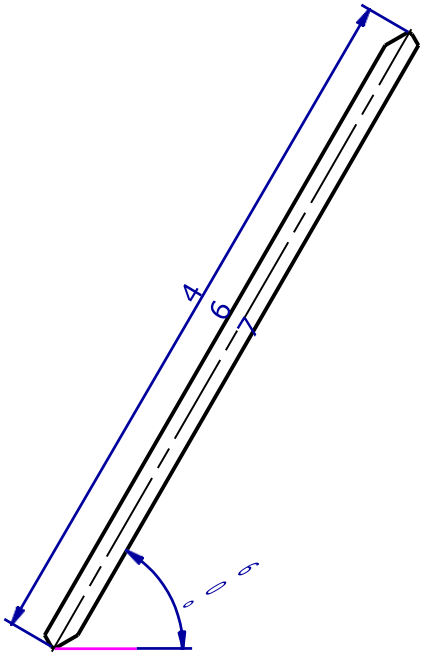


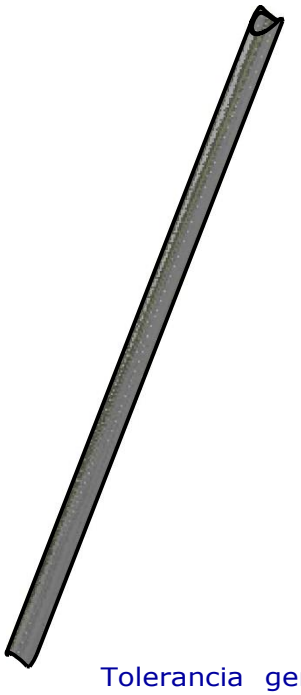
N9

Tolerancia general `0.2

2	2	TUBO REFUERZO Inf. DE ASIENTO		ACERO	Ø3/4"x1.1x240







N9

Tolerancia general `0.2

3	1	TUBO REFUERZO Inf DE ASIENTO B		ACERO	Ø3/4"x1.1x470
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

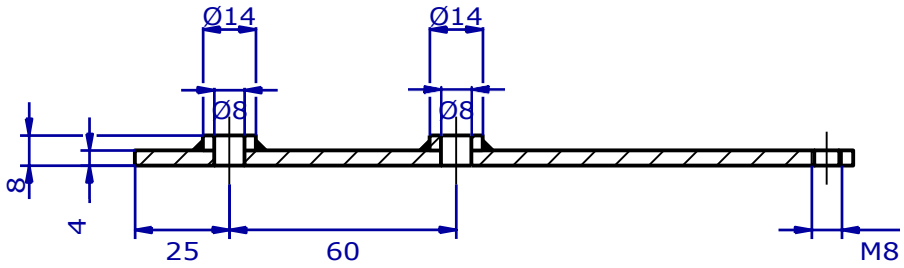
	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

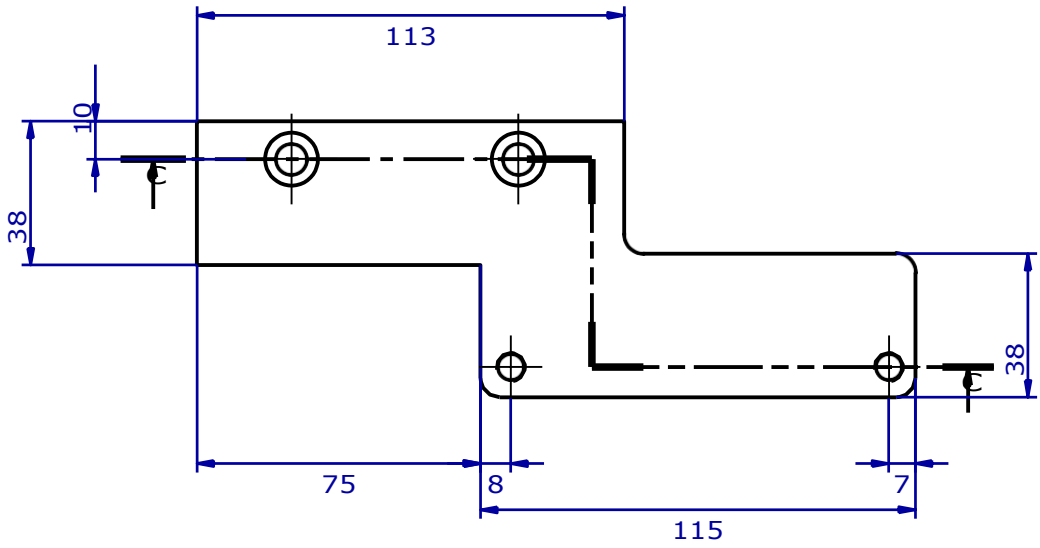
PROYECCIÓN	INFERIOR DE ASIENTO	ESCALA: 1:5
		LÁMINA N° 19/26

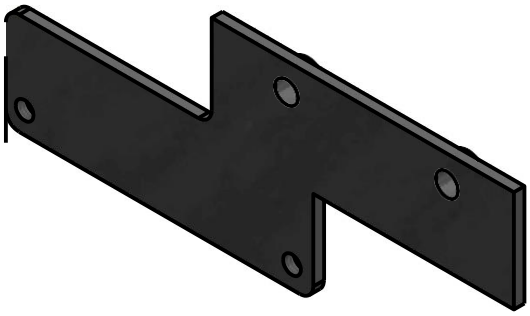
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

C-C (1 : 2)







Pintado

N9

Tolerancia general `0.2

13	1	PlaTina dE APOYO InClinadOR		ACERO	230x38x4

Pos.	CanT.	Denominación		Norma		Dim. En bRUTO
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	IngEniERía MECÁniCA	TERIAl	
		Nombre Ing. John Calle	Fecha 10/11/2020			
Dibujado / Comprobado		Proyección				1:2
						20/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICASALESIANA

MATRIZ CUENCA

EscAla: Lámina N°

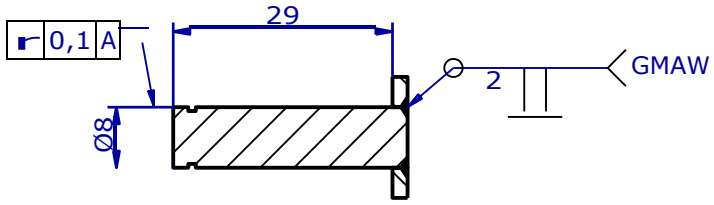
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

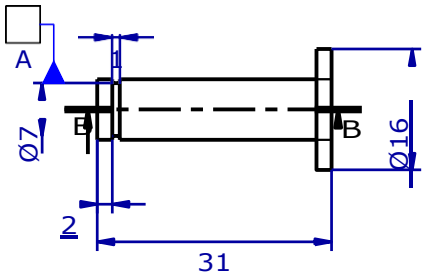
ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

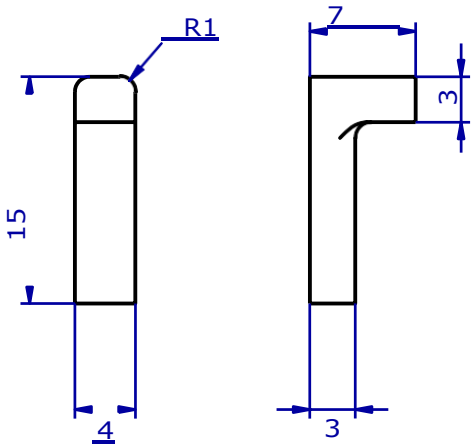
14

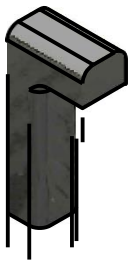
B-B (1 : 1)





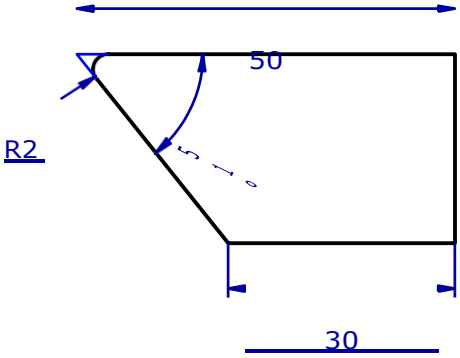
15

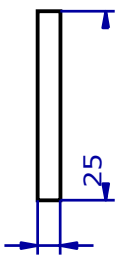




Tolerancia general `0.2

15	1	EjE AlojamiENTO dE RESORTE POST.		ACERO	Ø4x25
14	4	PasadOR dE ARTICULaCION ESPAldaR		ACERO	Ø8x34





Pintado
N9

				Tolerancia	general `0.2
16	2	TOPE fijO dE sEguRO		ACERO	50x25x3

Pos.	CanT.	Denominación		Norma	Dim. En bRUTO
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	IngEniERía MECÁniCA	
		Nombre	Fecha		
		Ing. John Calle	10/11/2020		

Dibujado	PROYECCIÓN	1:1
COMPROBADO		21/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICASALESIANA

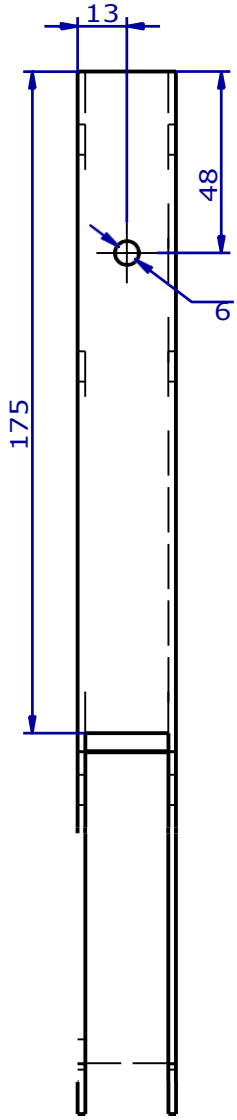
DEMATRIZCUENCA

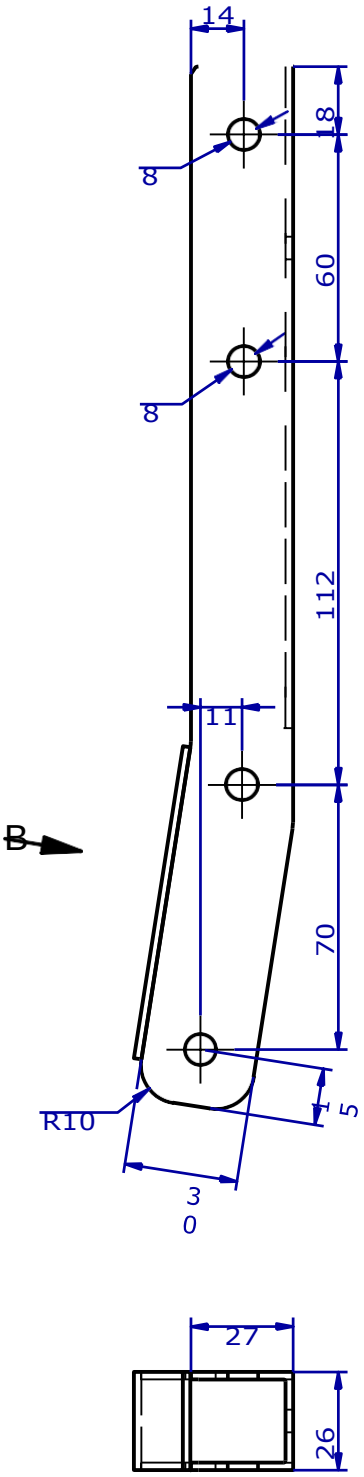
Escala: Lámina N°

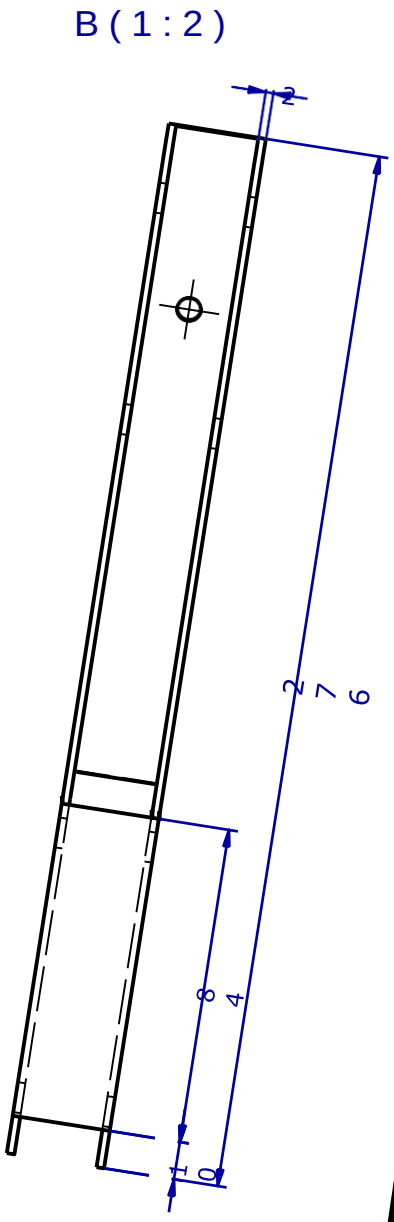
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION







Pintado

N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
17	2	ARTICULACION ESPALADAR		ACERO	230x90x2

	Nombre	Fecha		
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	Ingeniería Mecánica	
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020		
Proyección			SEDE MATRIZ CUENCA	

ASIENTO - 1:2

SISTEMA DE 22/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

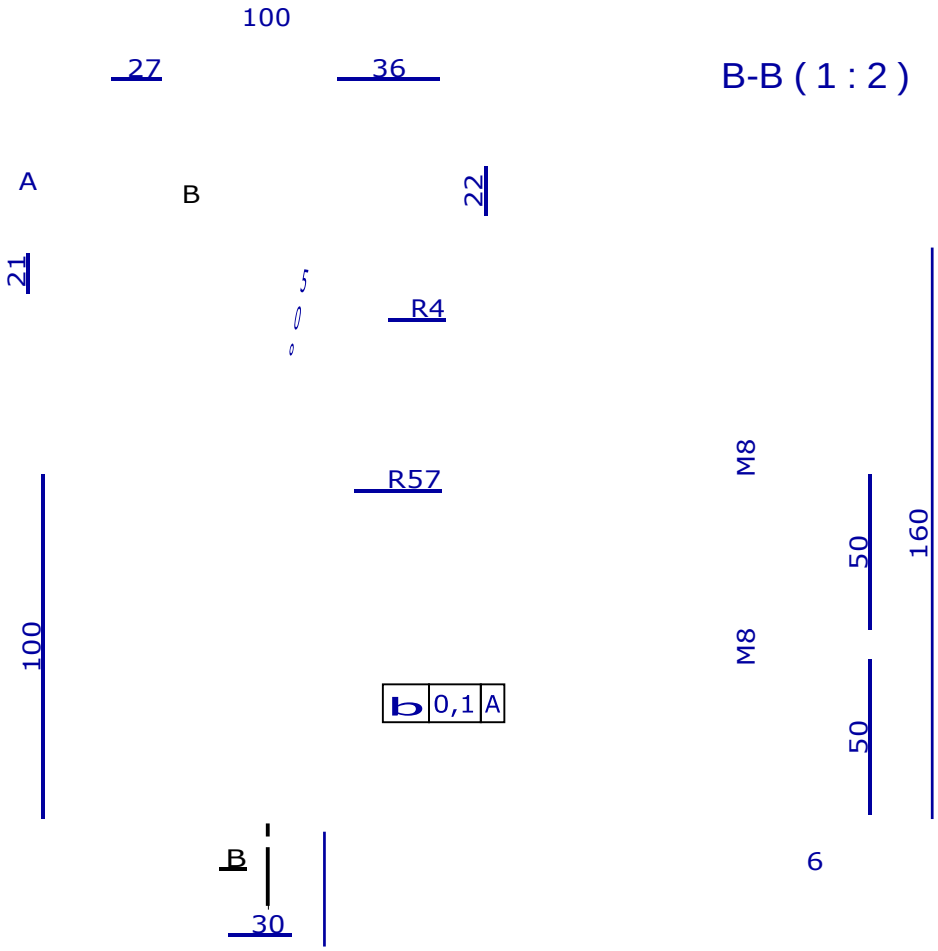
ESLA
BONE
S

UNIVERSIDAD POLITECNICASALESIANA

EscAla: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT
VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Pintado

N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Materia l	Dim. en bruto
18	1	Guia pasador para bipedestacion		Acero	165x105x6

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica
Dibujado			SEDE MATRIZ CUENCA
Comprobado			
Proyección			

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

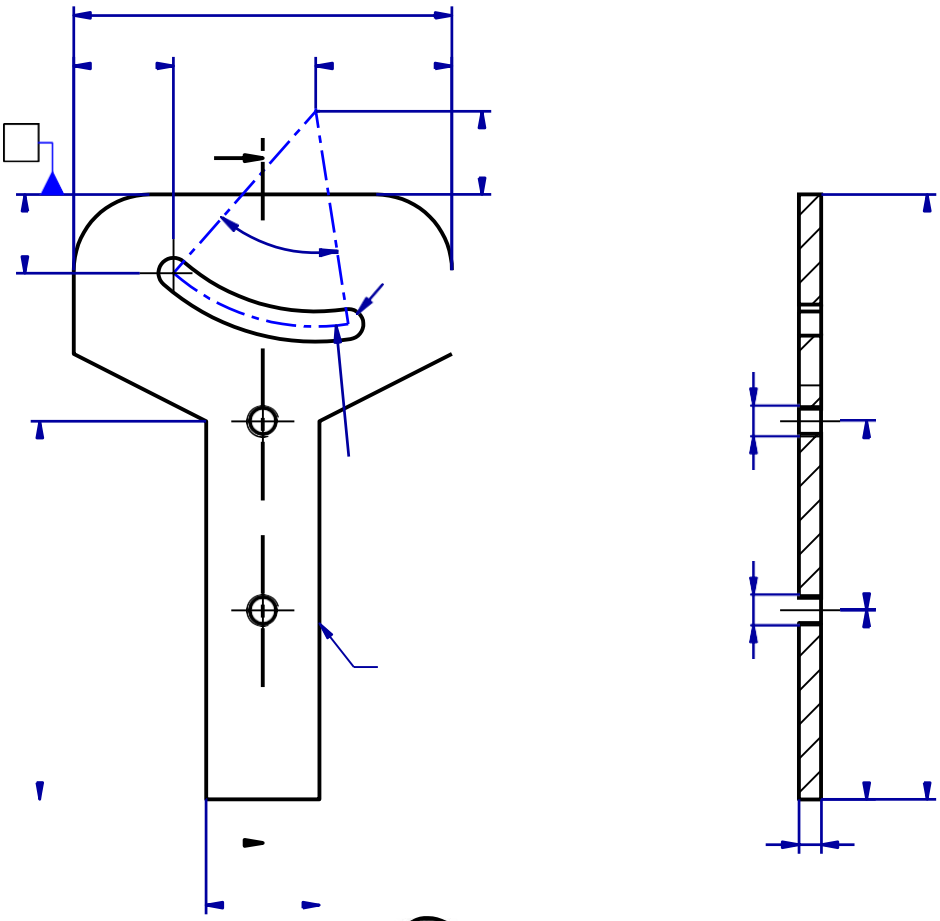
Escala:

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

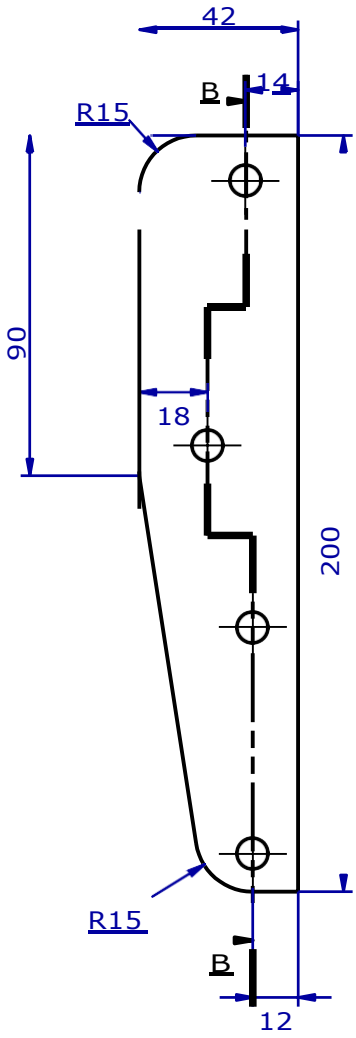
ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

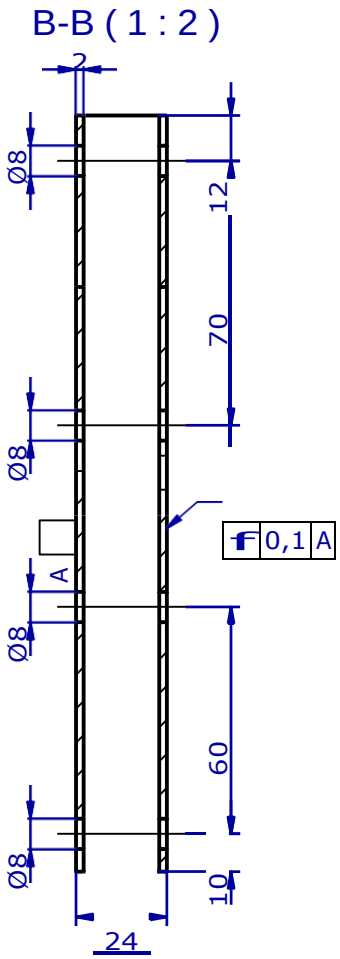
Lámina N°



	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020			
	Ing. John Calle	10/11/2020			
					1:2
					23/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





Pintado
N9

				Tolerancia	general `0.2
19	2	Articulación Rodillas		Acero	200x100x2
Pos.	Cant.	Denominación		Material	Dim. En bruto
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	Norma	
		Nombre Ing. John Calle	Fecha 10/11/2020	Ingeniería Mecánica	
Dibujado / Comprobado		Proyección			1:2
					24/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICASALESIANA

MATRIZ CUENCA

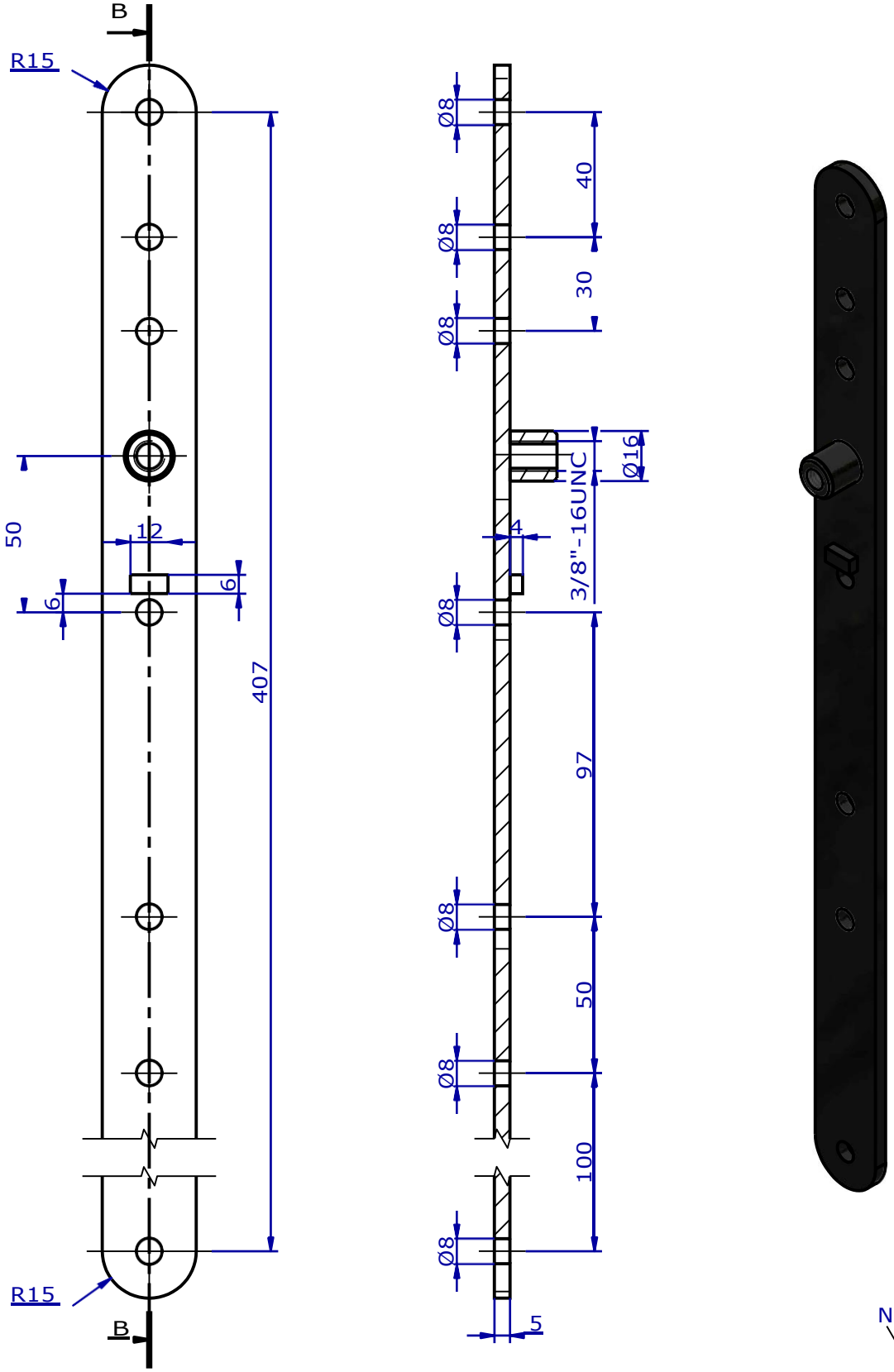
EscAla: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 2)



Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

20	1	Eslabón de accionamiento Inf.D.		Acero	410x30x5

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
		Nombre	Fecha			
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	Ingeniería Mecánica	UFS	
		Ing. John Calle	10/11/2020			
Dibujado / Comprobado		Proyección				1:2
						25/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICASALESIANA

MATRIZ CUENCA

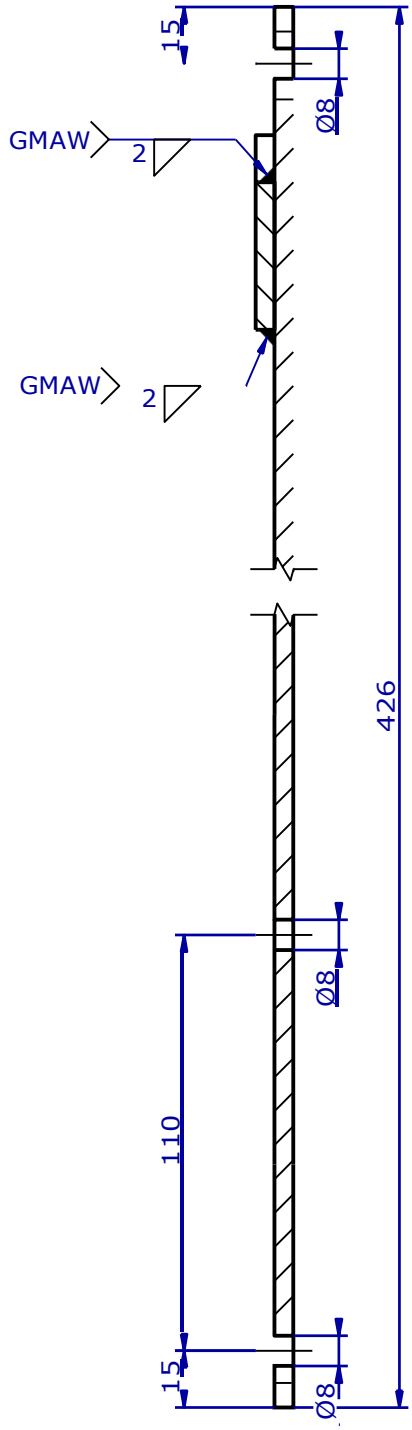
EscAla: Lámina N°

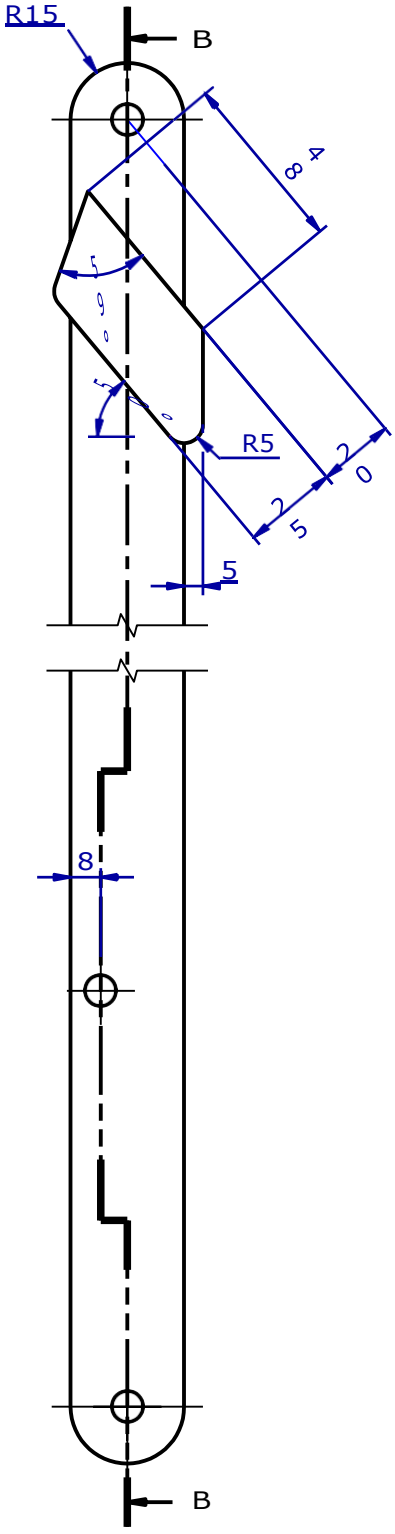
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 2)





Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

21	1	Eslabón de accionamiento Sup.D.		Acero	480x30x5

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
		Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	UFG	
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020			
		Ing. John Calle	10/11/2020			

Dibujado / Comprobado	Proyección	1:2
		26/26

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICASALESIANA

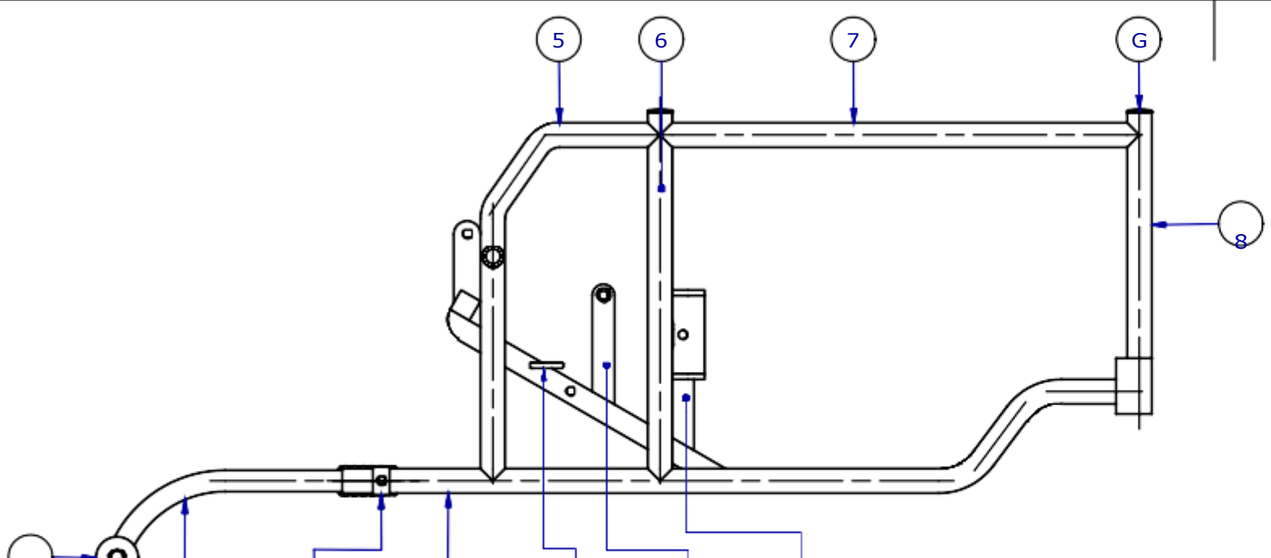
MATRIZ CUENCA

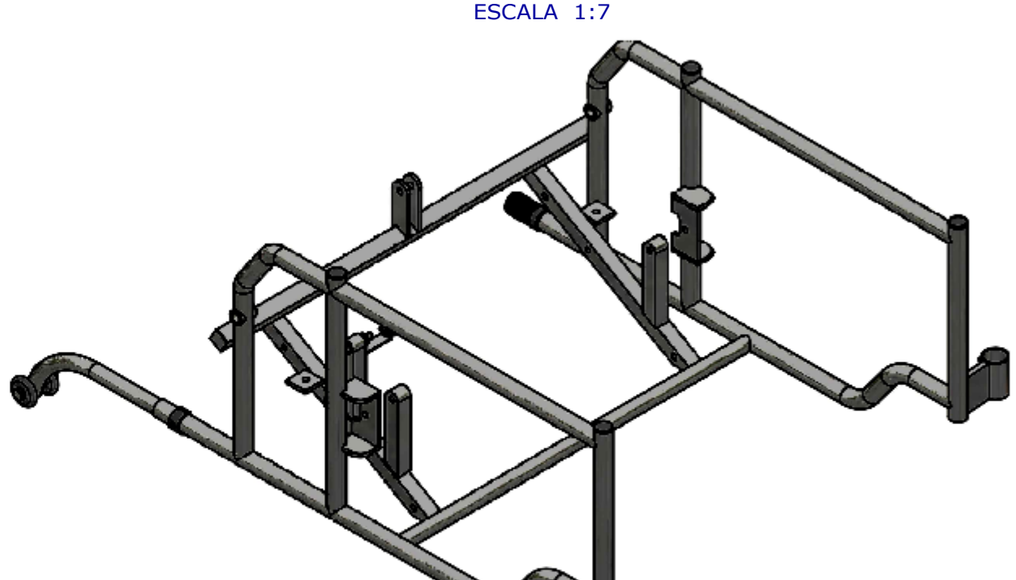
EscAla: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

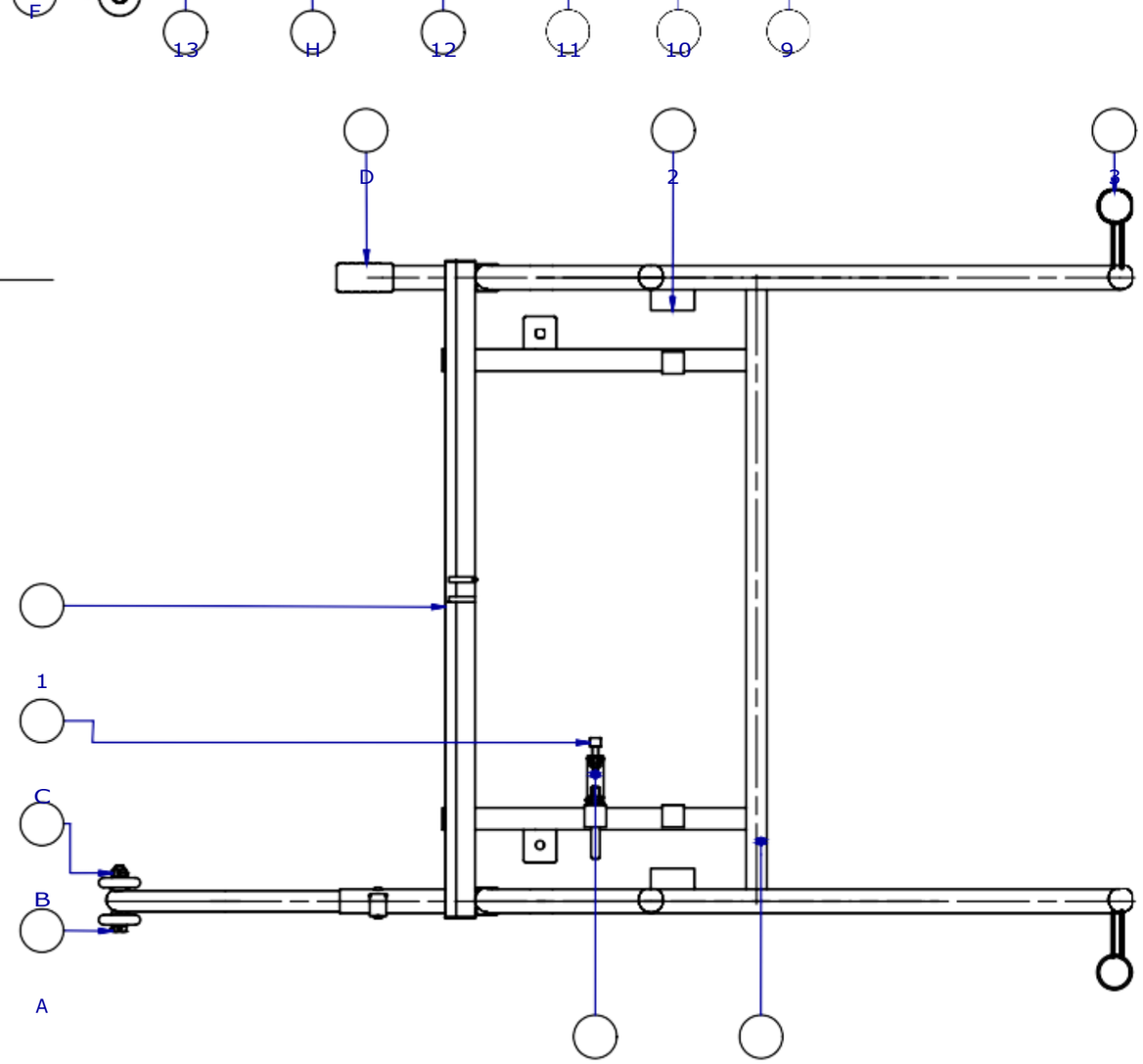
ASIENTO - SISTEMA DE ESLABONES

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





ESCALA 1:7



Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
G	4	Tapa para tubo 22mm		Goma	
H	1	Seguro de rueda de apoyo		Acero	
F	2	Rueda de apoyo		Goma	
E	1	Pasador silla comwrcial		Genérico	
D	1	Tapa lateral inferior E.P.		Goma	
C	1	Templon para cable			
B	2	Tuerca hexagonal M8	DIN 934		
A	1	Perno cabeza hexagonal M8x55	DIN 933		
13	1	Tubo de rueda de apoyo		Acero	n3/4"x260
12	2	Lateral inferior		Acero	n22x1.1x700
11	2	Soporte posterior de templón		Acero	32x32x5
10	1	Tubo soporte de trinquete		Acero	20x20x115
9	2	Soporte delantero de templón		Acero	20x20x120
8	2	Lateral vertical frontal		Acero	n22x1.2x275
7	2	Lateral superior		Acero	n22x1.2x435
6	2	Lateral intermedio		Acero	n22x1.2x335
5	2	Lateral posterior		Acero	n22x1.2x435
4	1	Tubo inferior E.P.		Acero	n3/4"x580
3	2	Soporte ruedas delanteras		Acero	50x39.5x8
2	2	Apoyo fijo de engranaje cond.		Acero	150x40x5
1	1	Soporte principal para eslabones			

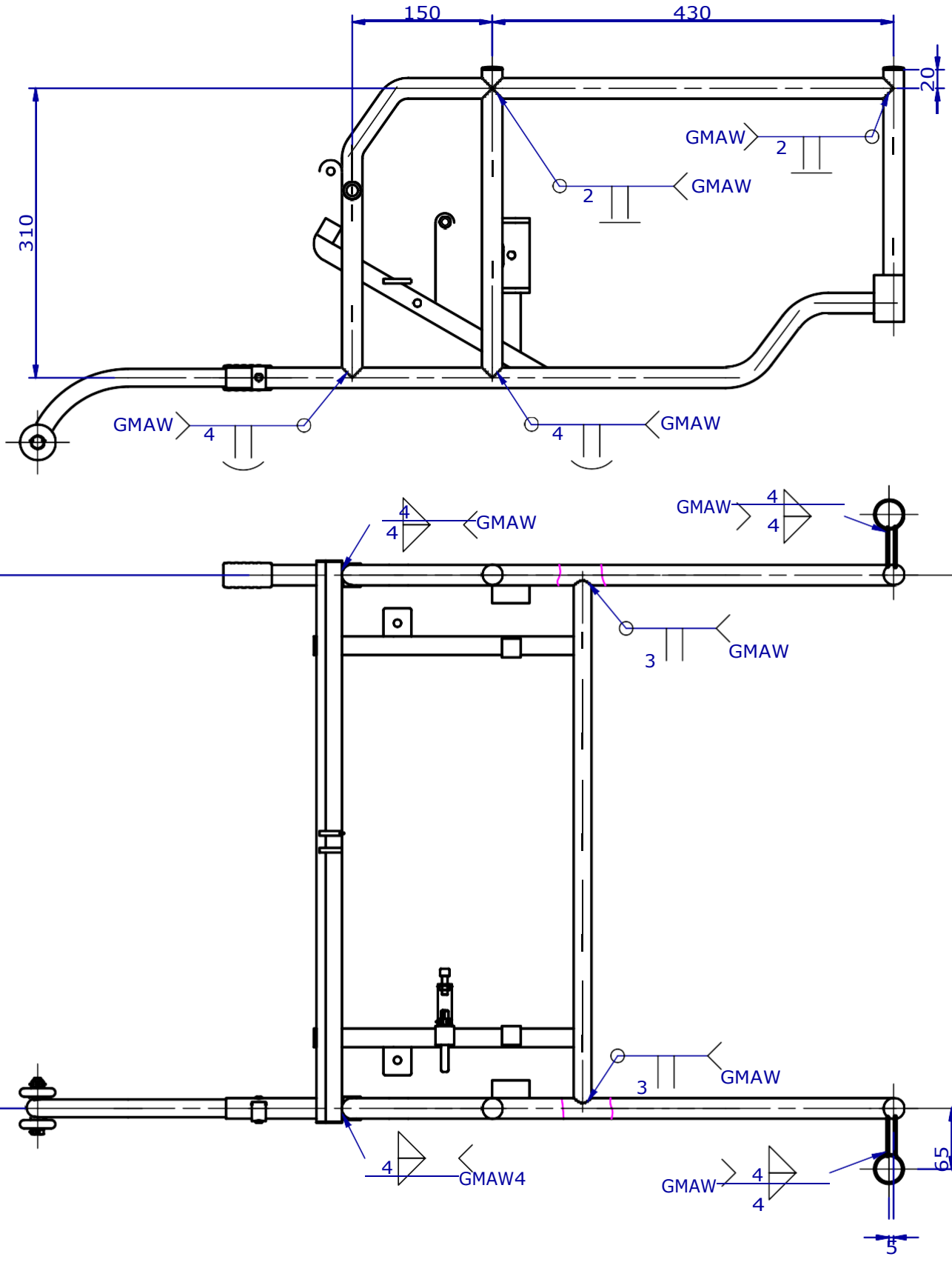
	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020			
	Ing. John Calle	10/11/2020	Ingeniería Mecánica	CHASIS	
Dibujado			SEDE MATRIZ CUENCA		1:5
Comprobado					C1/13
Proyección					

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICASALESIANA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



		Especificaciones de chasis				
Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
		Nombre: Espinoza A./Vele C.	Fecha: 03/11/2020	Ingeniería Mecánica	UPS	
		Ing. John Calle	10/11/2020			
Dibujado		SEDE MATRIZ CUENCA		CHASIS		1:6
Comprobado						02/13
Proyección						

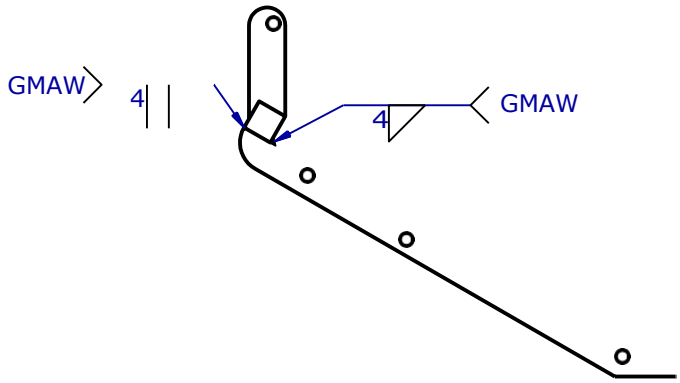
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

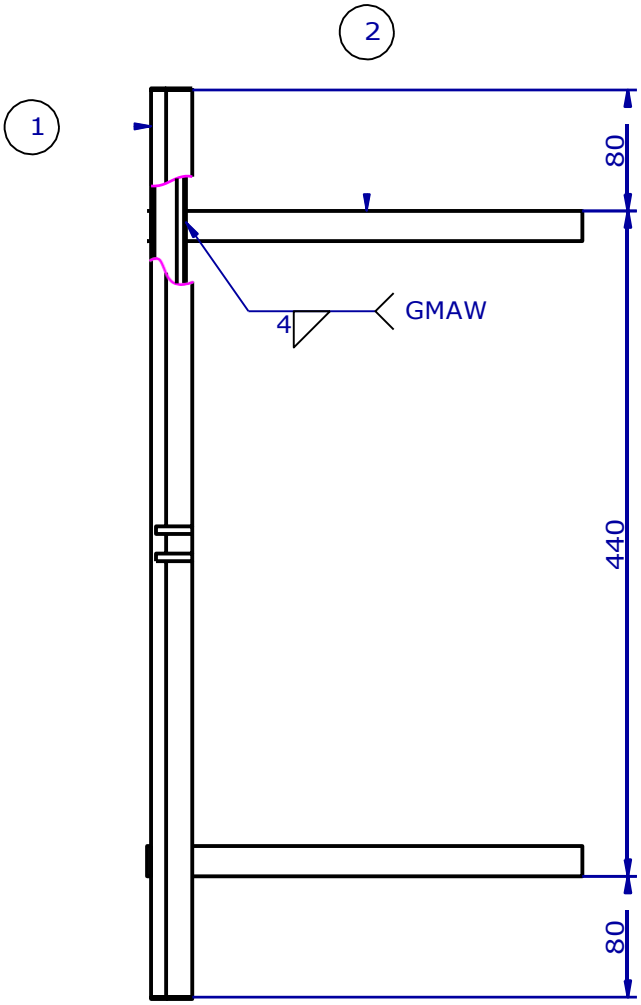
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





ESCALA 1:8

Pintado
N9

Tolerancia general `0.2

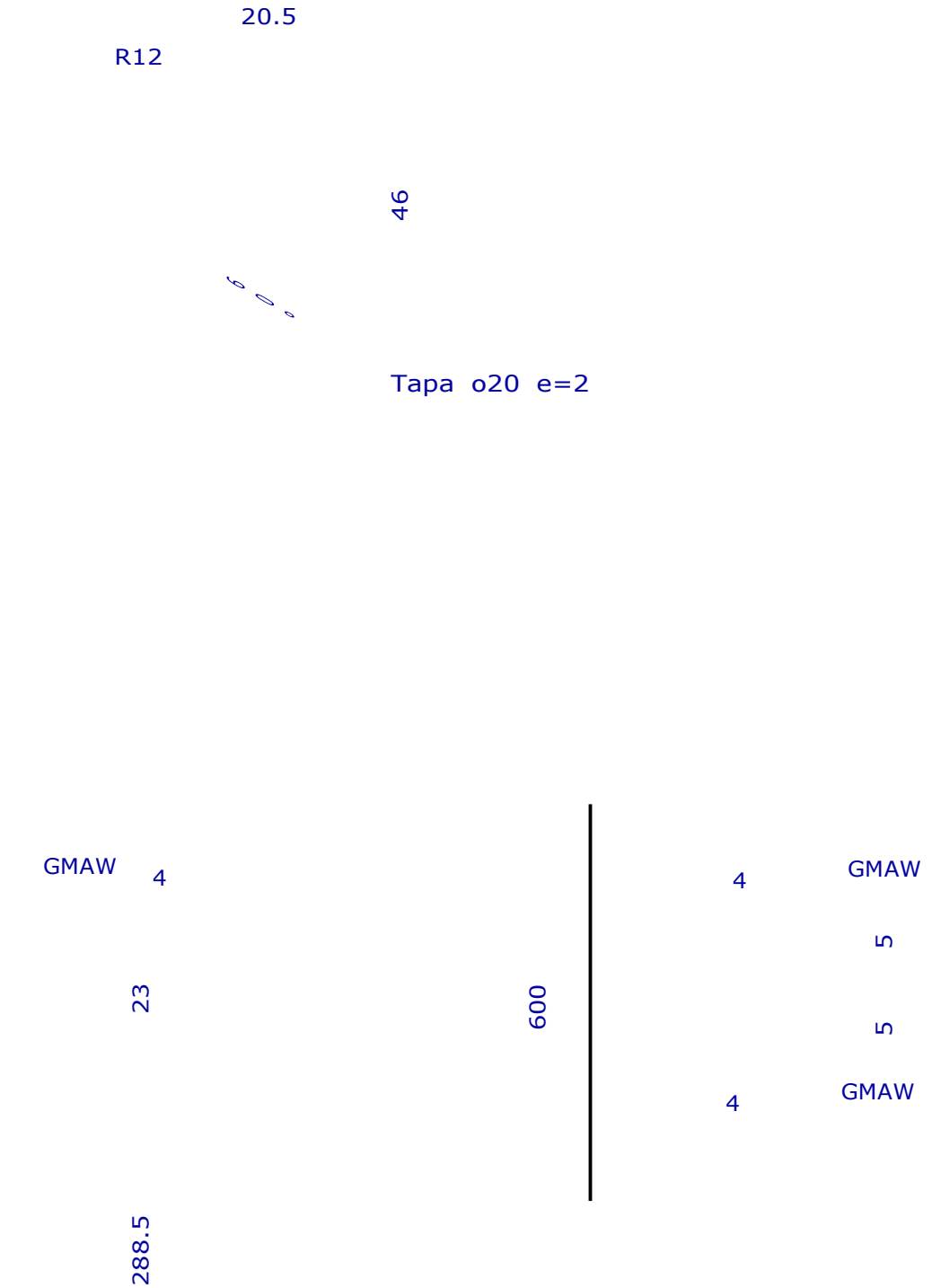
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. En bruto
2	2	Sop. de eslabon accionamiento		Acero	20x20x330
1	1	Sop. de mecanismo de fijación		Acero	20x20x600

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020		

Proyección	CHASIS	Escala: 1:5
		Lámina N° 03/13

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

N9

o20

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
1	1	Sop. de mecanismo de fijación		Acero	20x20x1.1x600

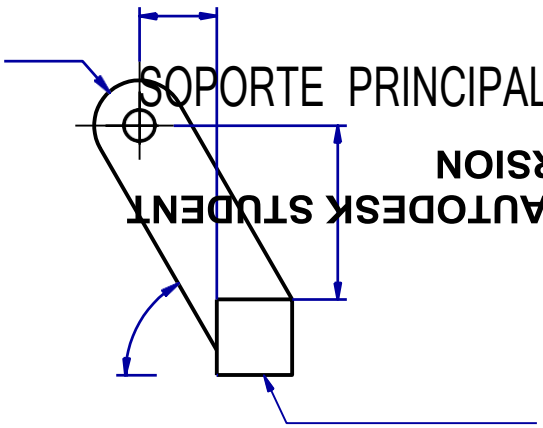
	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado			SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado				
Proyección				Escala:

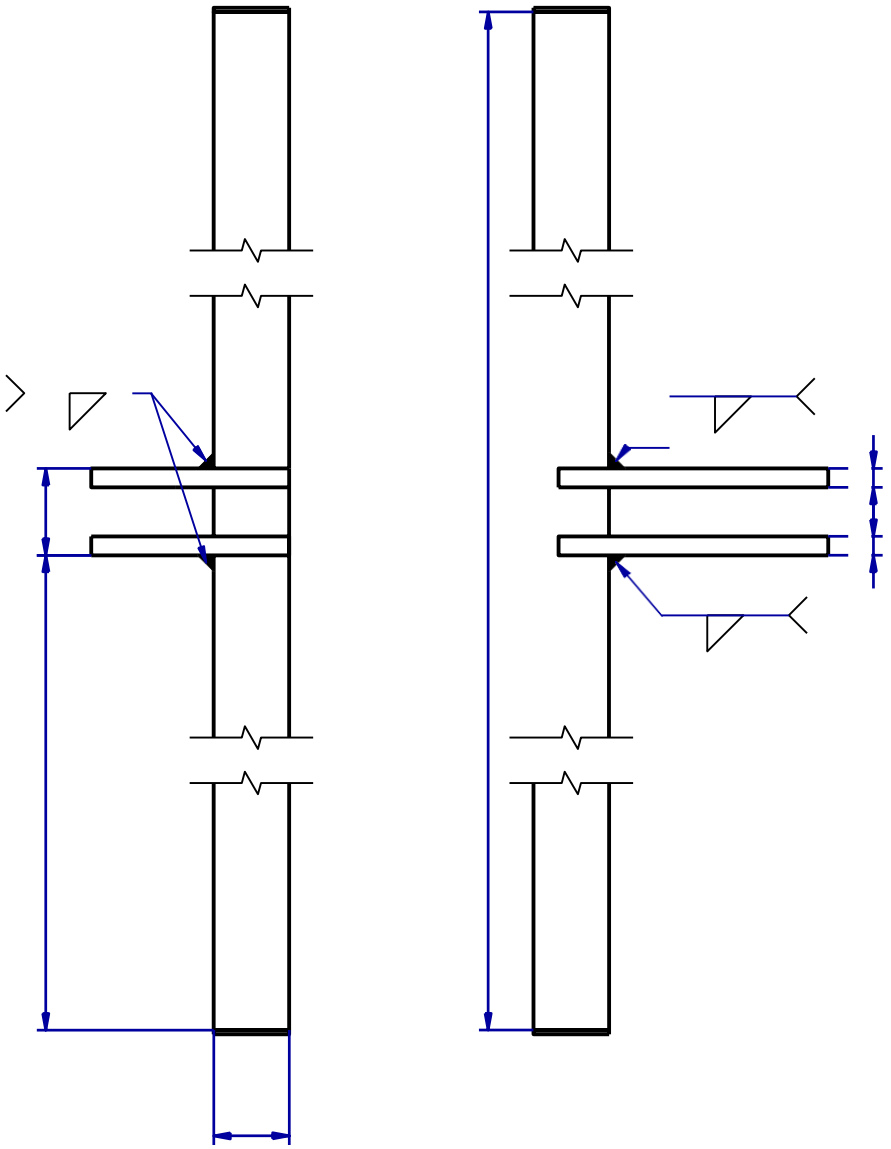
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

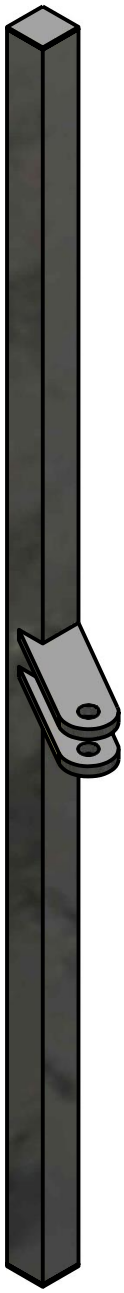
SOPORTE PRINCIPAL PARA ESLABONES

Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

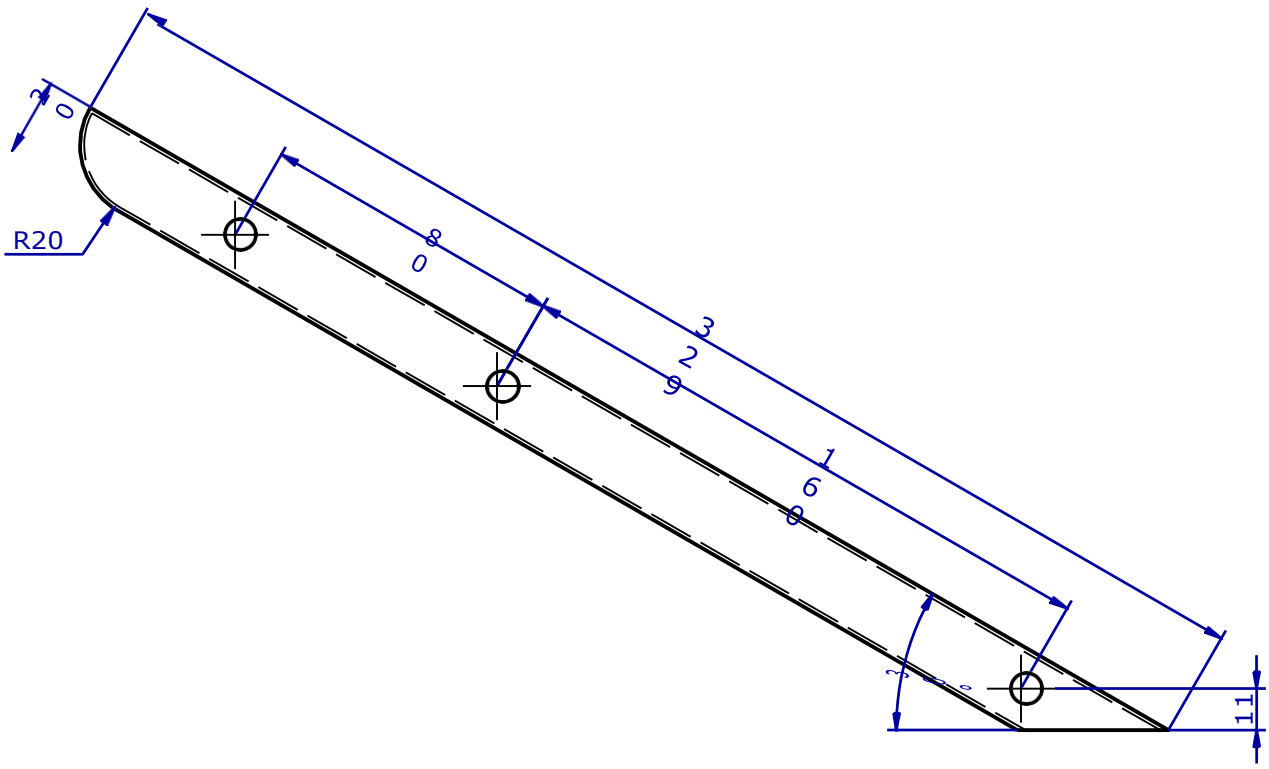


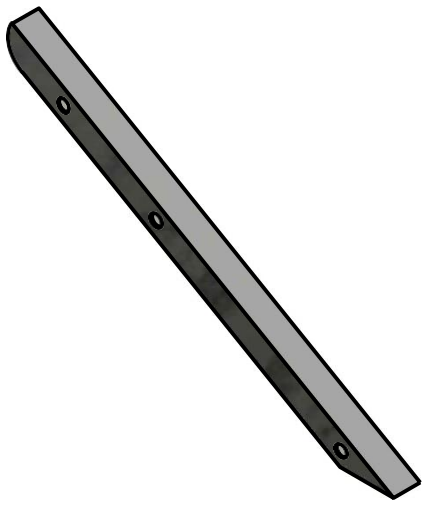




	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020			
	Ing. John Calle	10/11/2020			
					1:2
					04/13

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





N9

Tolerancia general `0.2

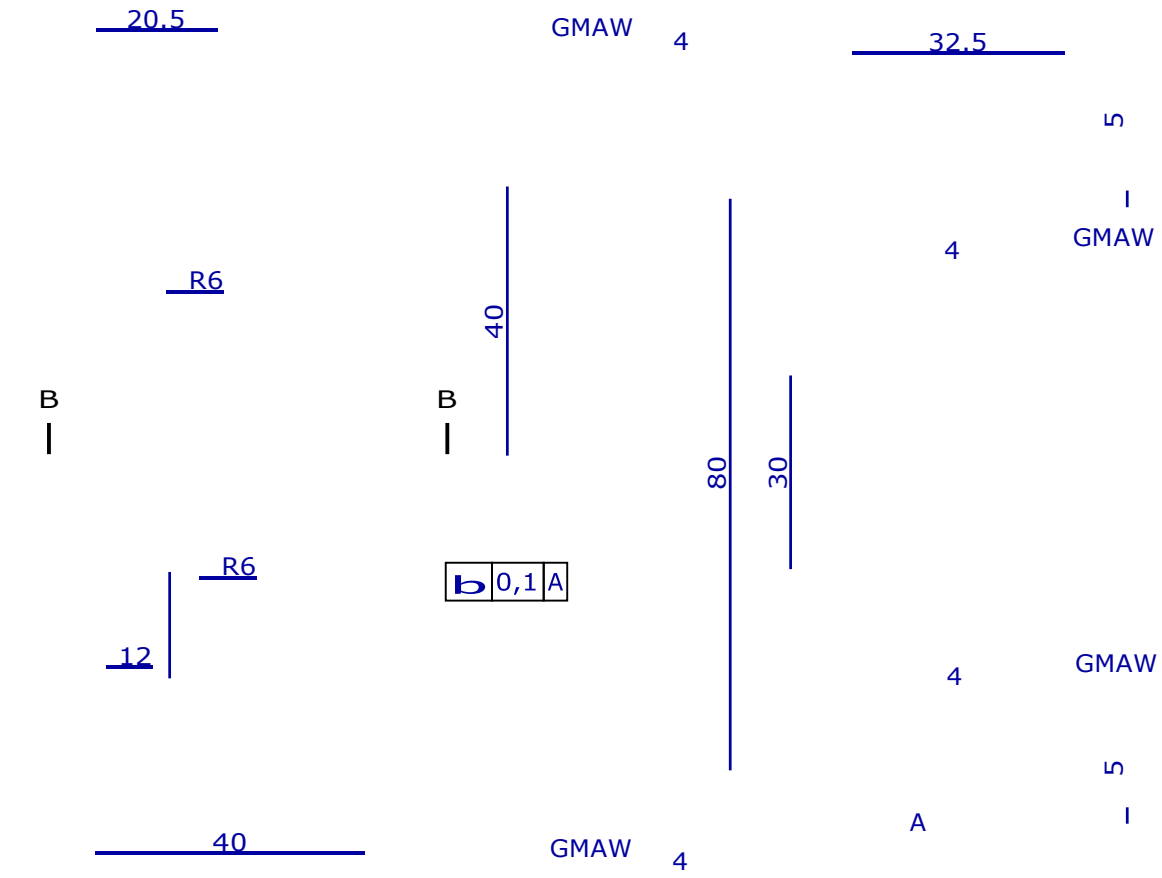
2	2	SOP. DE ESLABON ACCIONAMIENTO		ACERO	20x20x1.1x330
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

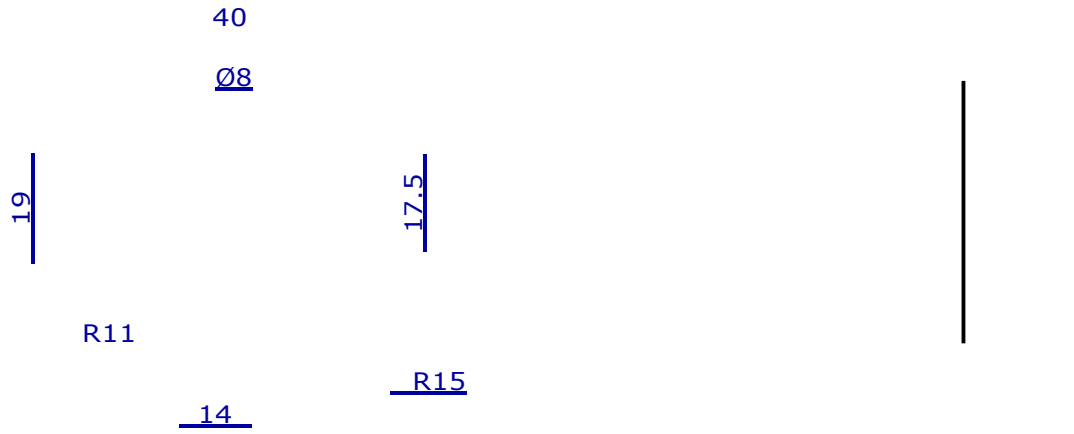
PROYECCIÓN	SOPORTE PRINCIPAL PARA ESLABONES	ESCALA: 1:2
		LÁMINA N° 05/13

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



B-B (1 : 1)



N9

Tolerancia general `0.1

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Materia	Dim. en bruto
2	2	Apoyo fijo de engranaje cond.	Acero		150x40x5

Nombre Fecha Ingeniería Mecánica

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Dibujado
Comprobado
Proyección

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

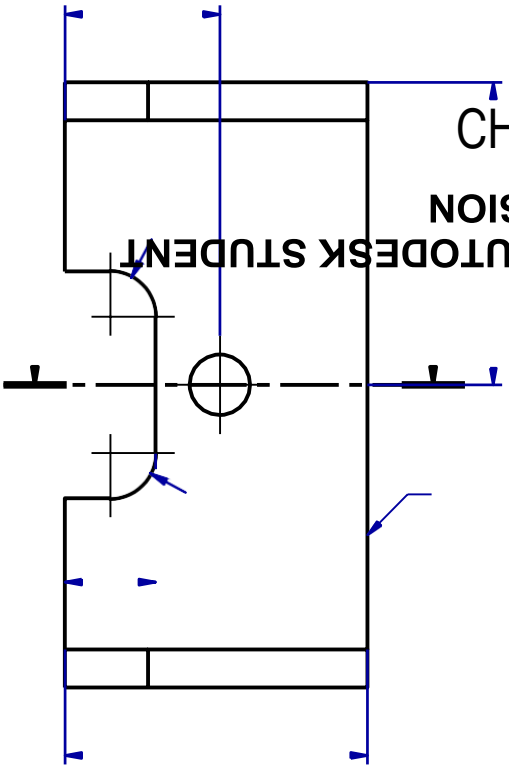
SEDE MATRIZ CUENCA

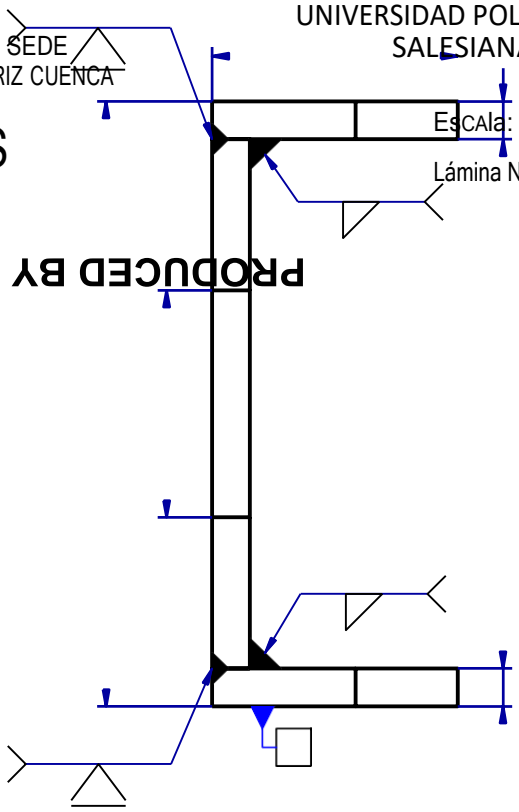
CHASIS

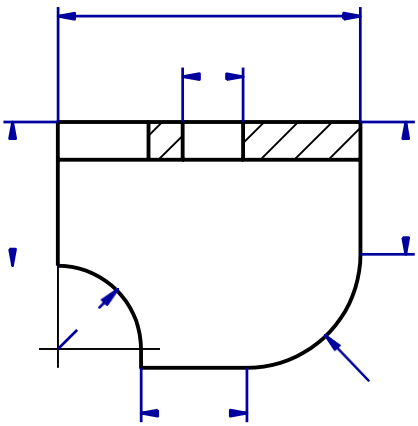
Escala:

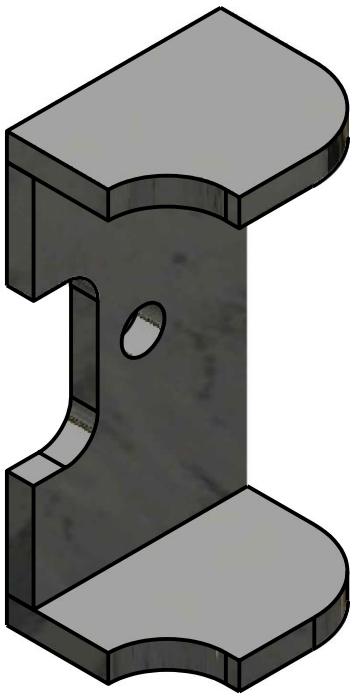
Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION







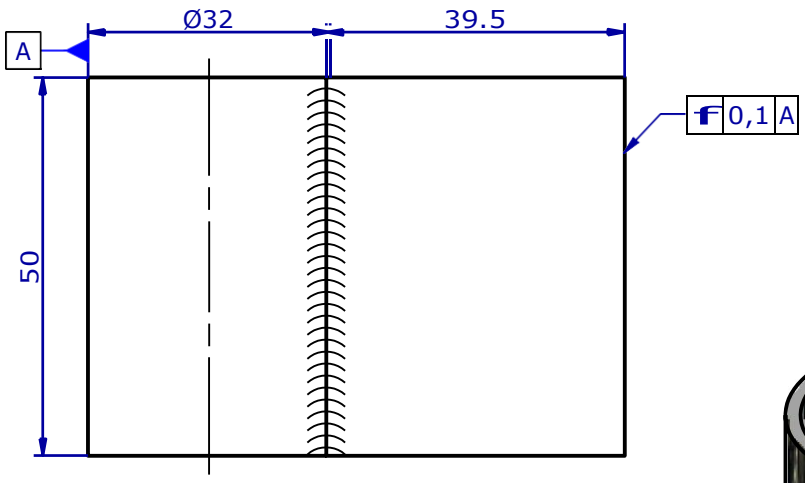


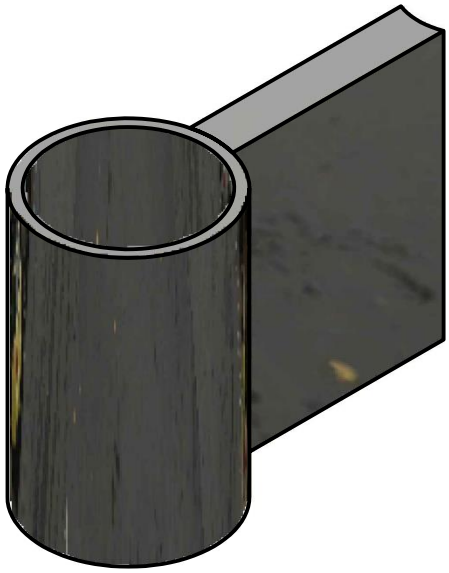
	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	
	Ing. John Calle	10/11/2020	

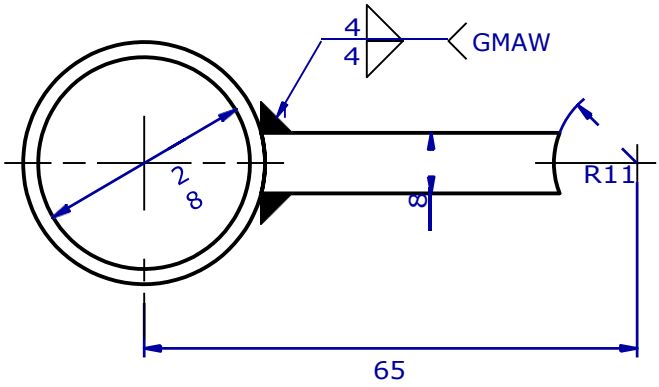
1:1

06/13

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





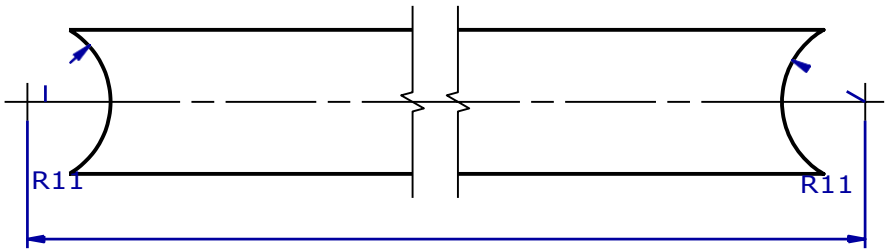


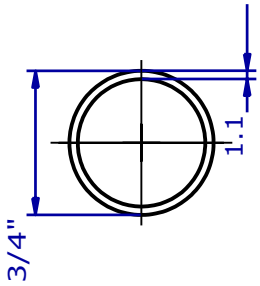
Pintado

N9

Tolerancia general `0.1

3	2	SOPORTE RUEdas dELANTERAS	ACERO	50x39.5x8





571

Pintado

N9

Tolerancia general `0.1

4	1	TUBO INFERIOR E.P.			Ø3/4"x580
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020		
POS.	CANT.	Ing. John Calle	10/11/2020	NORMA	MATERIAL DIM. EN BRUTO

DIBUJADO	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	1:1
			COMPROBADO PROYECCIÓN	07/13

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

S

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

EDEMATRIZCUENCA

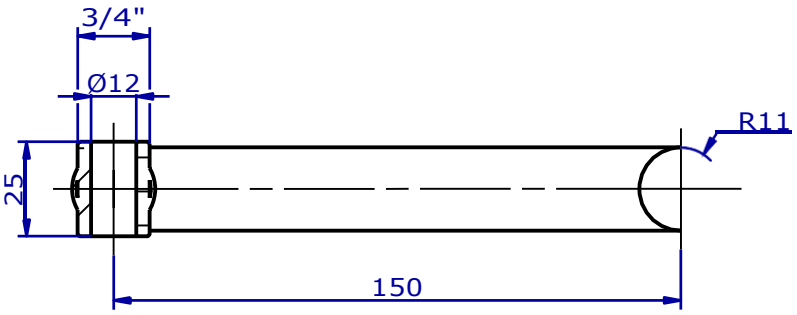
Escala:

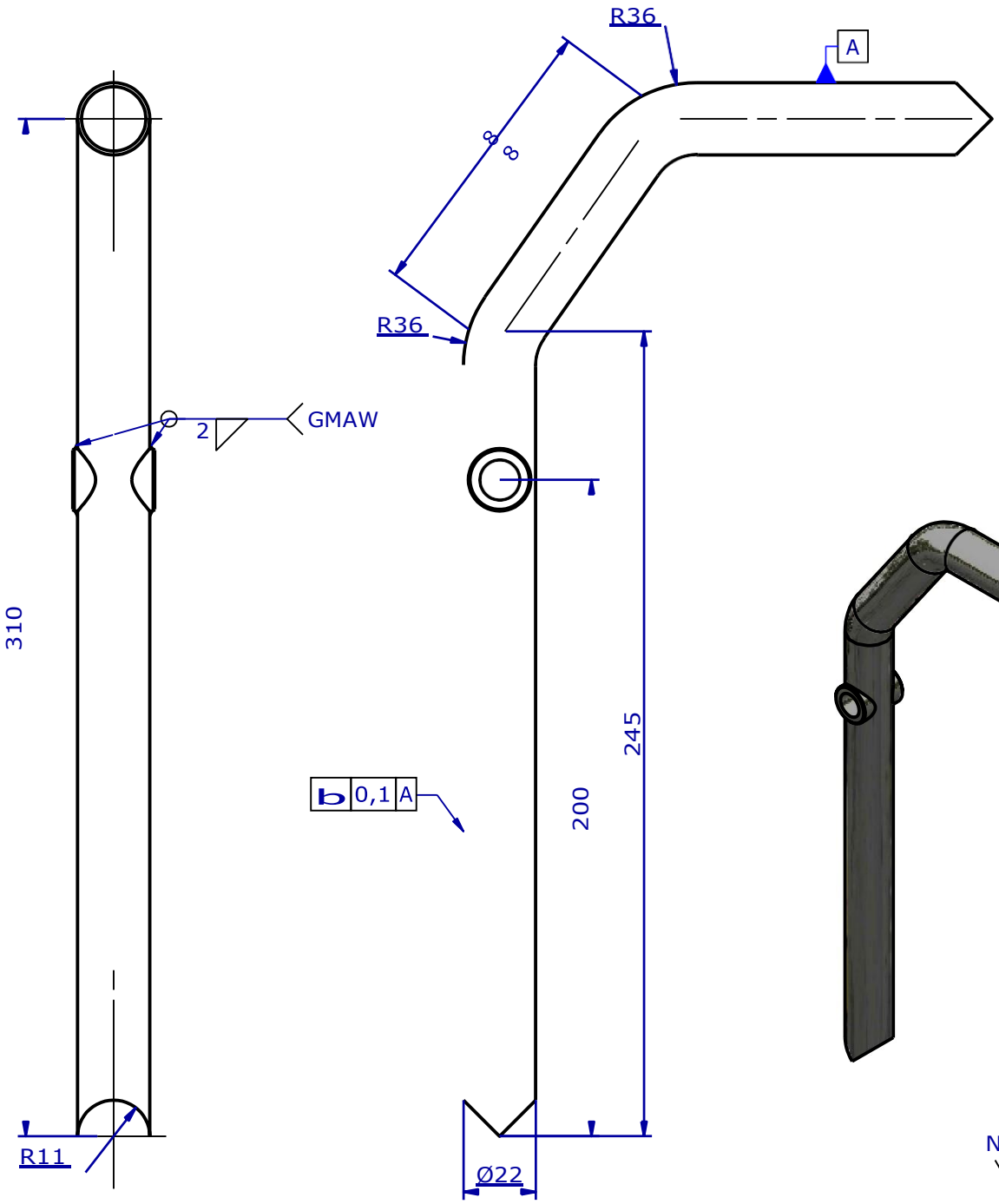
Lámina N°

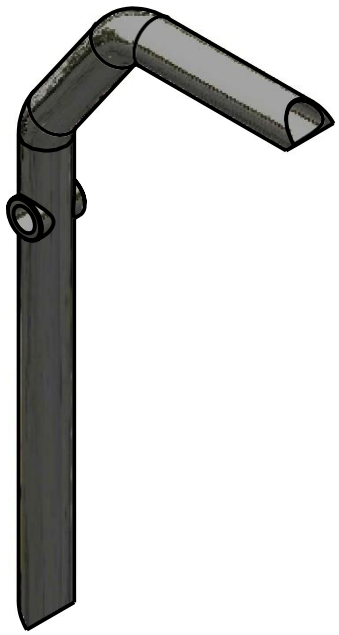
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

CHASIS

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION







Pintado
N9

Tolerancia general ±0.1

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
5	2	Lateral posterior			Acero	Ø22x1.2x435

	Nombre	Fecha
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020

Ingeniería Mecánica

Proyección

SEDE MATRIZ CUENCA

CHASIS

1:2

08/13

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

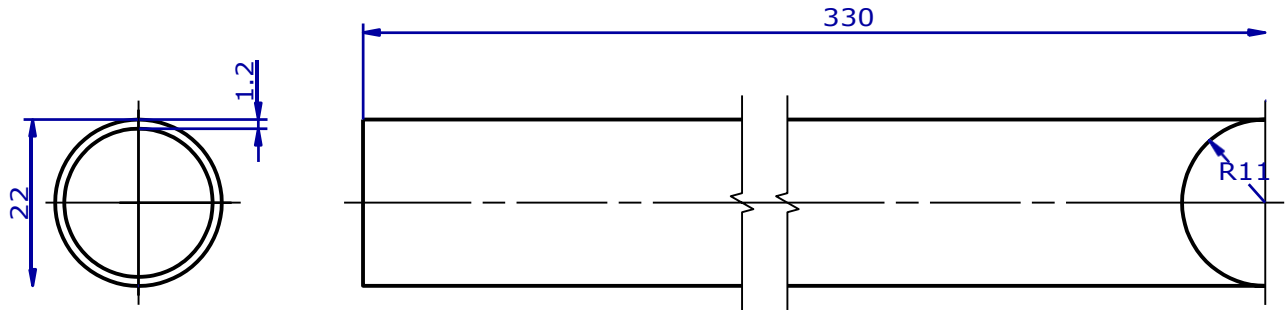
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

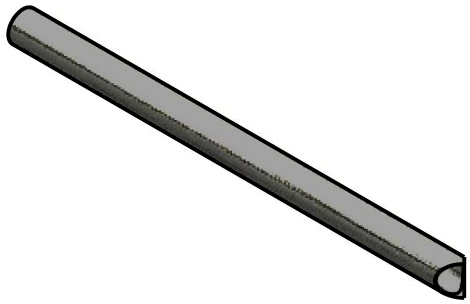
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



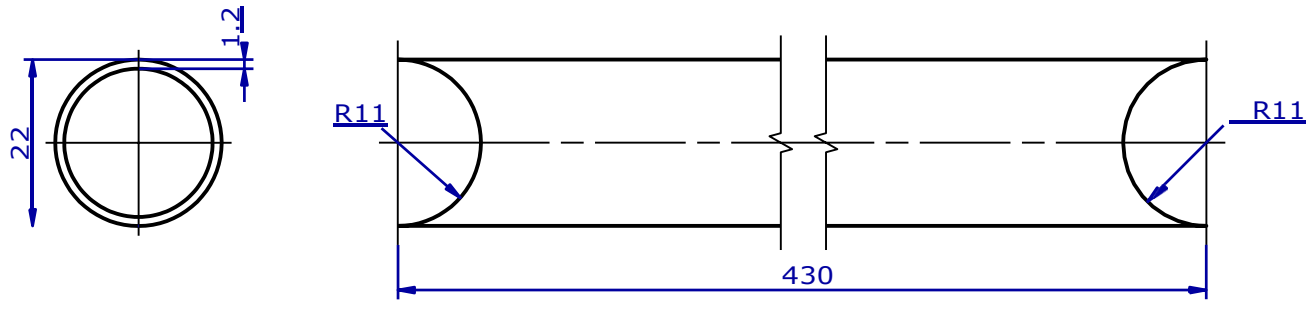


Pintado
N9

ESCALA 1:4

Tolerancia general `0.1

6	2	LATERAL INTERMEDIO		ACERO	Ø22x1.2x335



Pintado
N9

ESCALA 1:4

Tolerancia general `0.1

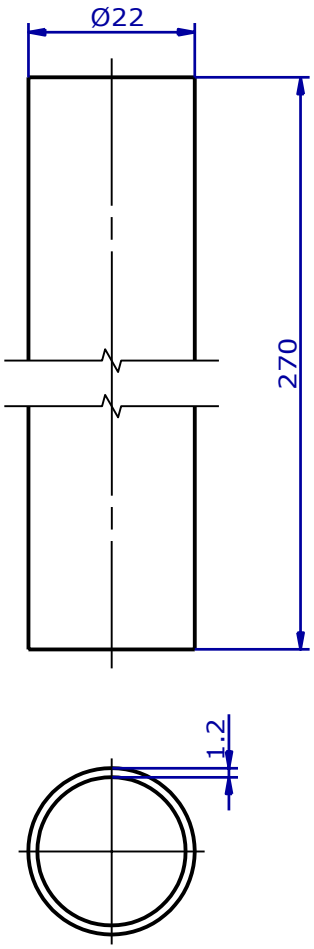
7	2	LATERAL SUPERIOR		ACERO	Ø22x1.2x435
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

PROYECCIÓN	CHASIS	ESCALA: 1:1
		LÁMINA N° 09/13

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

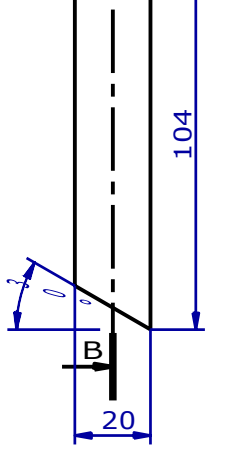


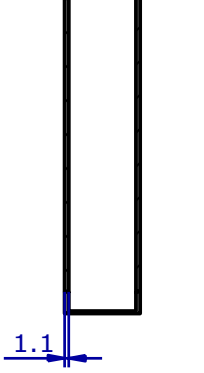
Pintado
N9

Tolerancia general `0.1

8	2	LATERAL VERTICAL FRONTAL		ACERO	Ø22x1.2x275

B-B (1 : 2)





Pintado
N9

Tolerancia general `0.1

9	2	SOPORTE DELANTERO DE TEMPLÓN		ACERO	20x20x1.1x120
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

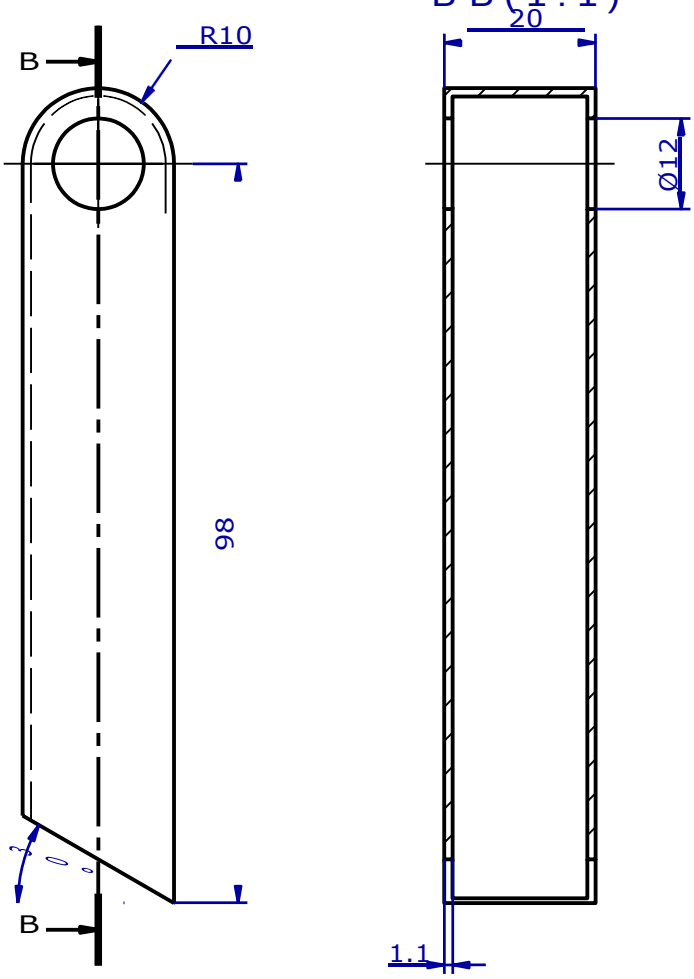
	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

PROYECCIÓN	CHASIS	ESCALA: 1:1/1:2
		LÁMINA N° 10/13

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 1)

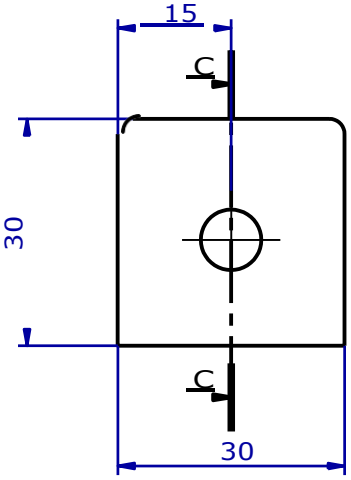


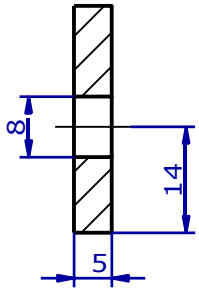
Pintado
N9

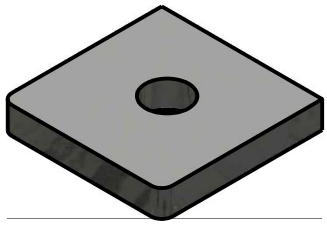
Tolerancia general `0.1

10	1	TUBO SOPORTE DE TRINQUETE		ACERO	20x20x1.1x115

C-C (1 : 1)







Pintado
N9

Tolerancia general `0.1

11	2	SOPORTE POSTERIOR DE TEMPLÓN		ACERO	32x32x5
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

PROYECCIÓN

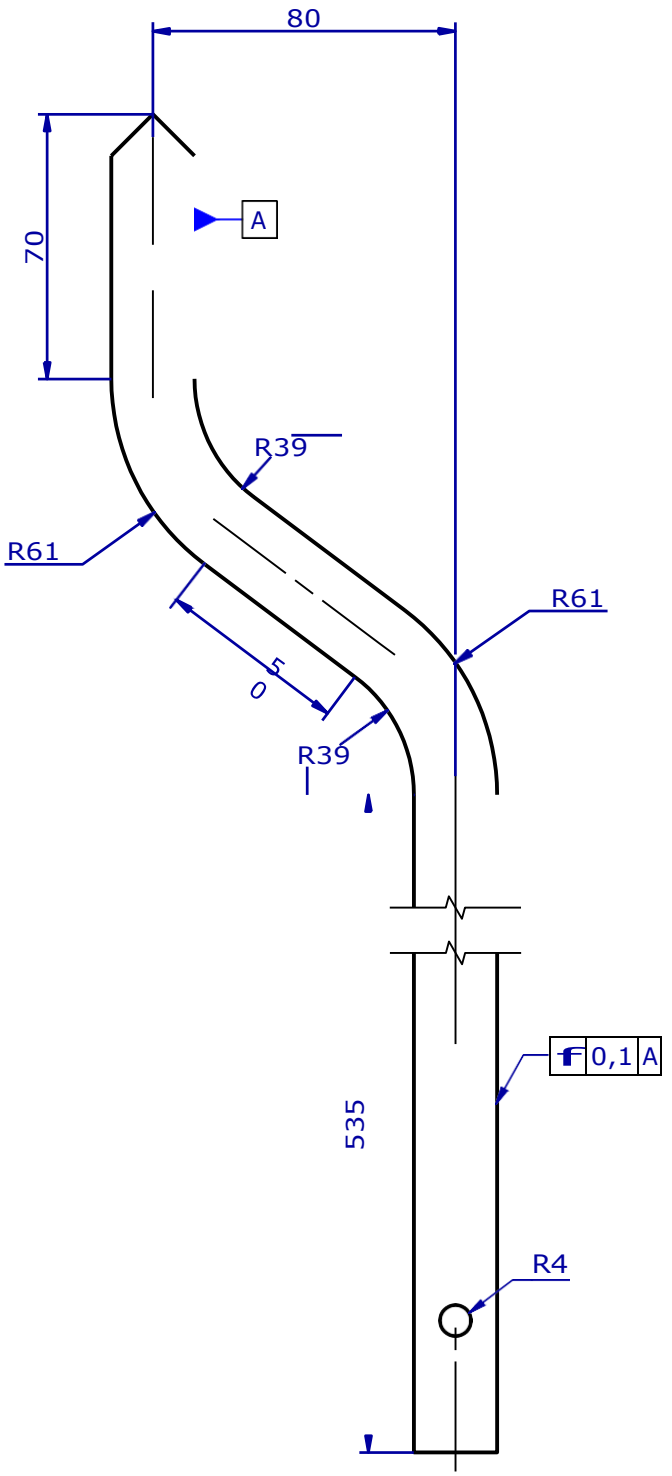
CHASIS

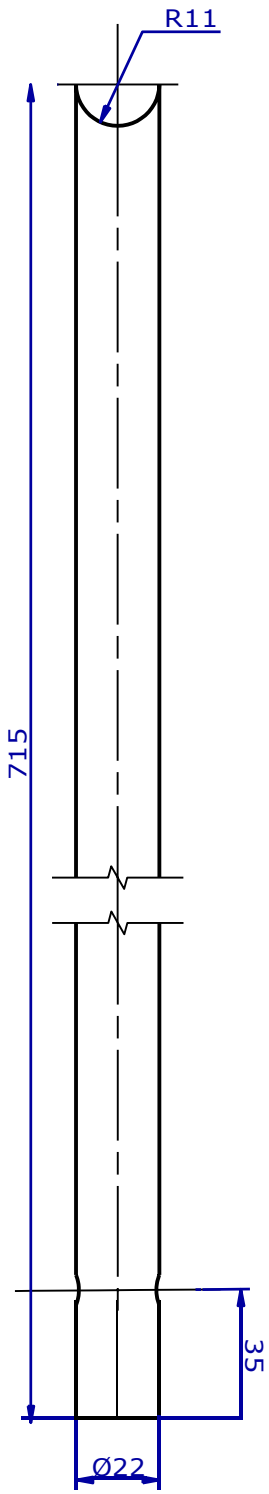
ESCALA: 1:1

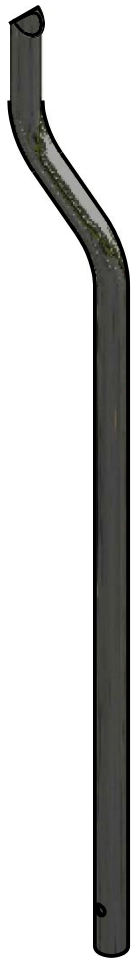
LÁMINA N° 1/13

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION







Pintado

N9

Tolerancia general `0.1

12	2	LATERAL INFERIOR		ACERO	Ø22x1.1x700

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. En bruto
		Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica		
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020			
		Ing. John Calle	10/11/2020			

Dibujado

Comprobado

Proyección

SEDE MATRIZ CUENCA

CHASIS

1:2

12/13

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

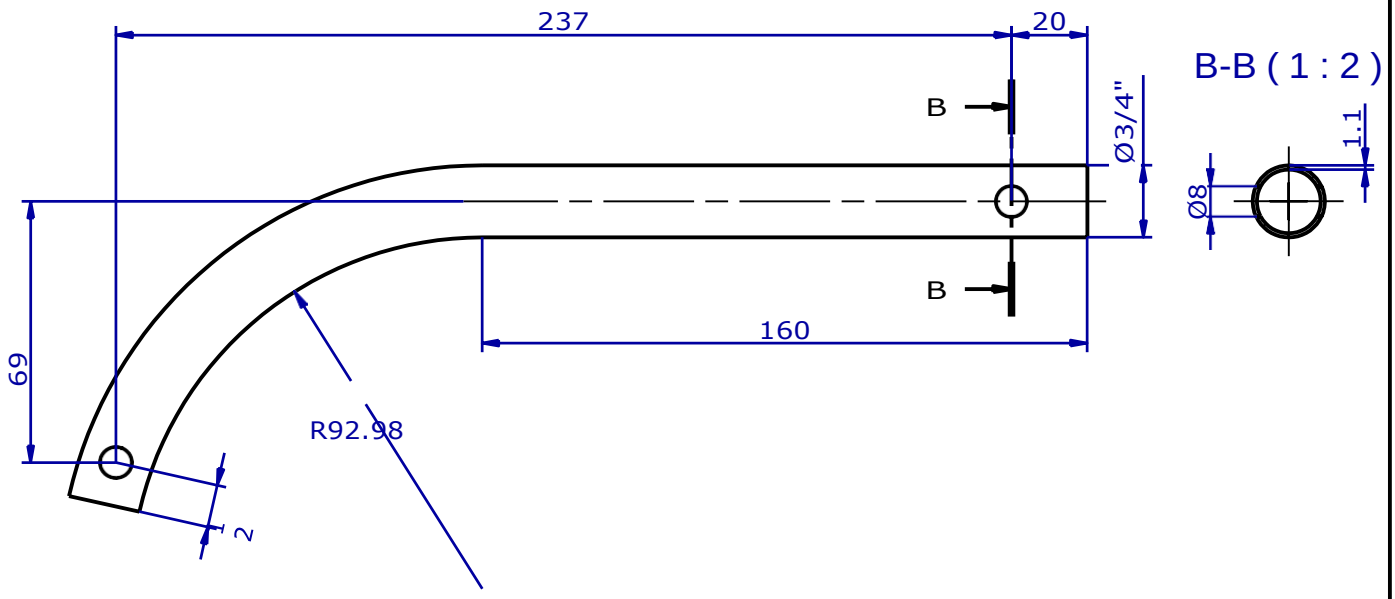
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

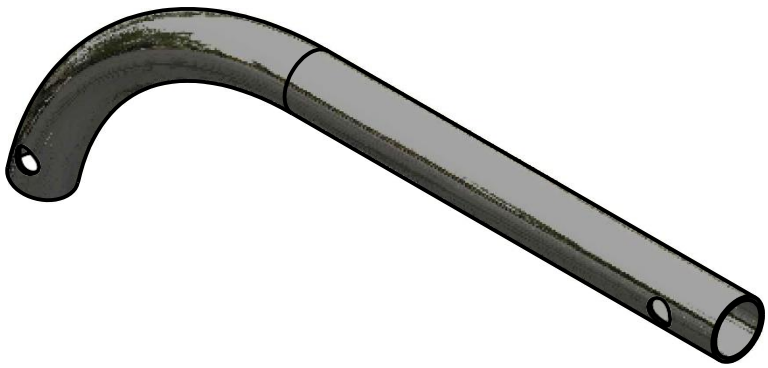
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





Pintado
N9

Tolerancia general `0.1

13	1	TUBO DE RUEDA DE APOYO		ACERO	Ø3/4"x1.1x260

POS. CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	INGENIERÍA MECÁNICA		
	NOMBRE Ing. John Calle	FECHA 10/11/2020			
DIBUJADO	PROYECCIÓN				1:2
COMPROBADO				SEDE MATRIZ CUENCA	13/13

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

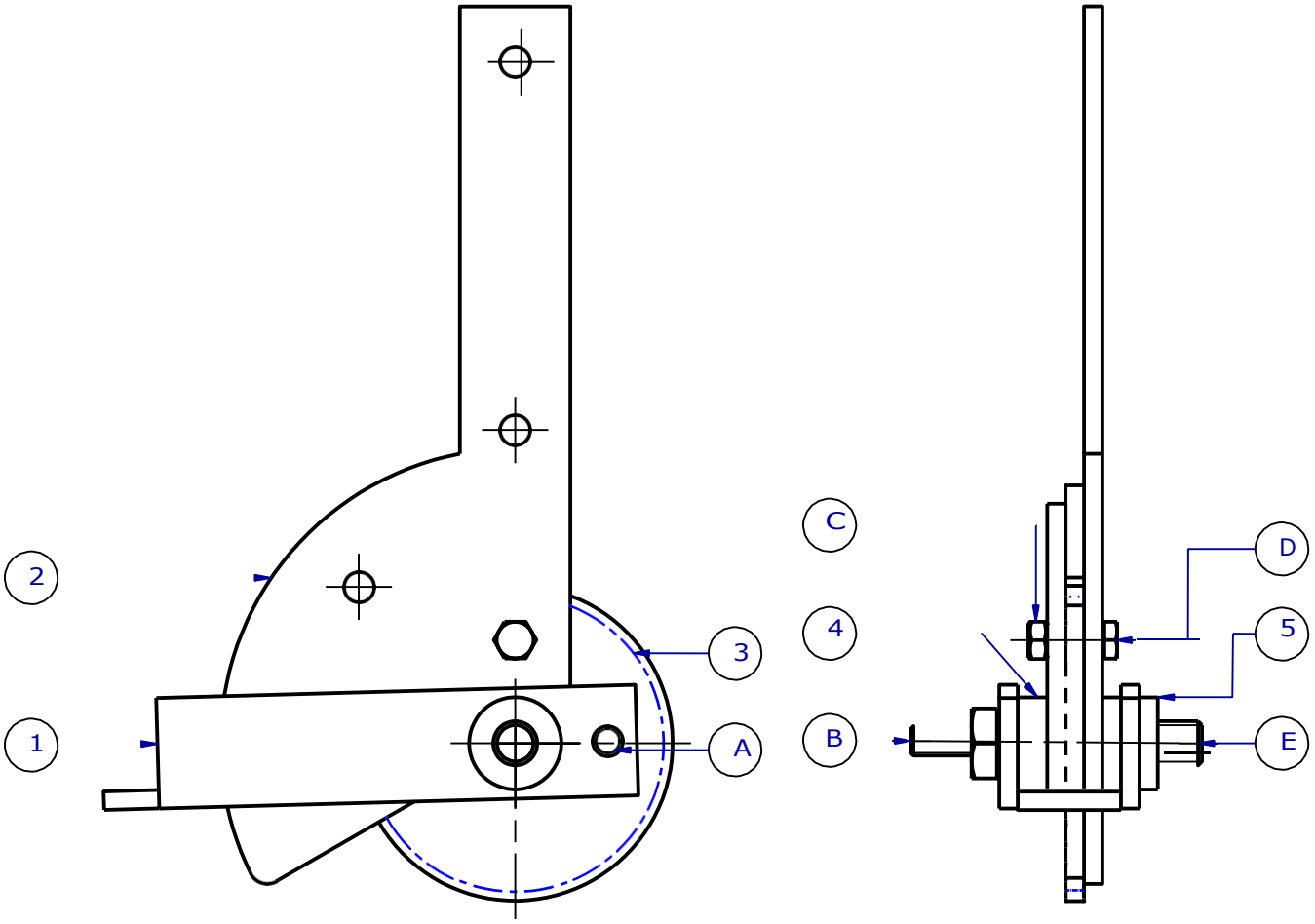
CHA
SIS

UNIVERSIDAD
POLITECNI
CA
SALESIAN
A

Es
cAl
a:
Cám
ina
N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT
VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



NOTA: Ensamblar 2 subconjuntos para rueda conductora, intercambiando únicamente el elemento denominado palanca de giro.

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. En bruto
E	2	Perno cabeza hexagonal M12x55	DIN 933		
D	2	Perno cabeza hexagonal M6x20	DIN 933		
C	4	Tuerca hexagonal M6	DIN 934		
B	2	Perno cabeza avellanada M8x30	DIN 7991		
A	2	Perno cabeza avellanada M8x16	DIN 7991		
5	4	Arandela Torneada		Acero	n1"x5
4	2	Arandela de grilon		Grilon	n1"x8
3	2	Engranaje conductor		Acero	n90x5
2A	1	Palanca de Giro Izquierda		Acero	30x5x400
2	1	Palanca de Giro Derecha		Acero	30x5x400
1	2	Tensor		Acero	30x5x300

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020		

Proyección

RUEDA CONDUCTORA

Escala: 1:2

Lámina N° 01/06

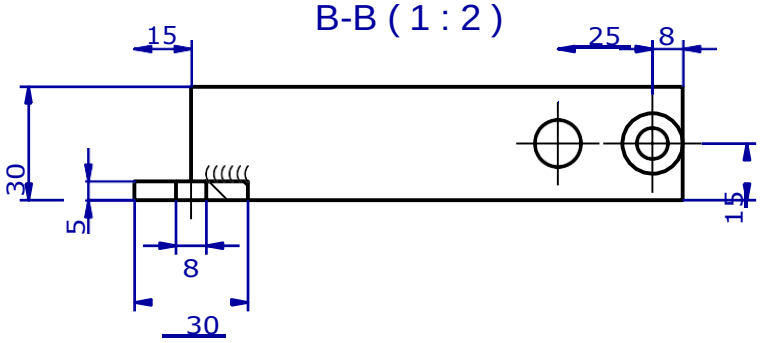
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

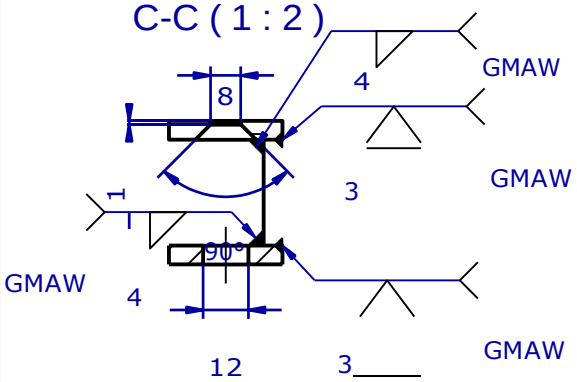
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

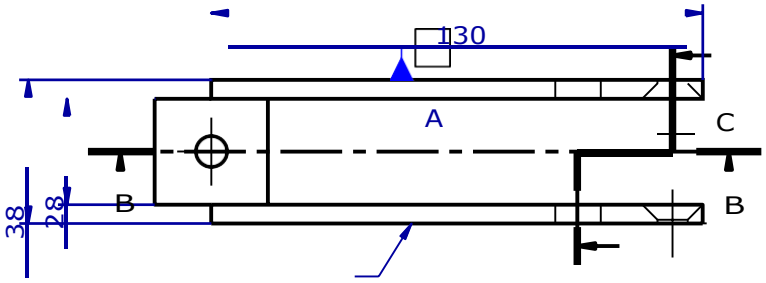
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 2)

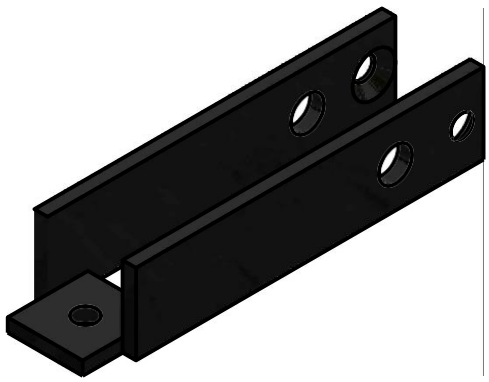


C-C (1 : 2)





0,1 A



Pintado

N9

					Tolerancia general `0.1
1 2	TENSOR			ACERO UFS	30x5x300
	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020			
POS. CANT.	Ing. John Calle	10/11/2020	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA		1:2
DIBUJADO		COMPROBADO	PROYECCIÓN		02/06

S UNIVERSIDAD POLITECNICA
SALESIANA

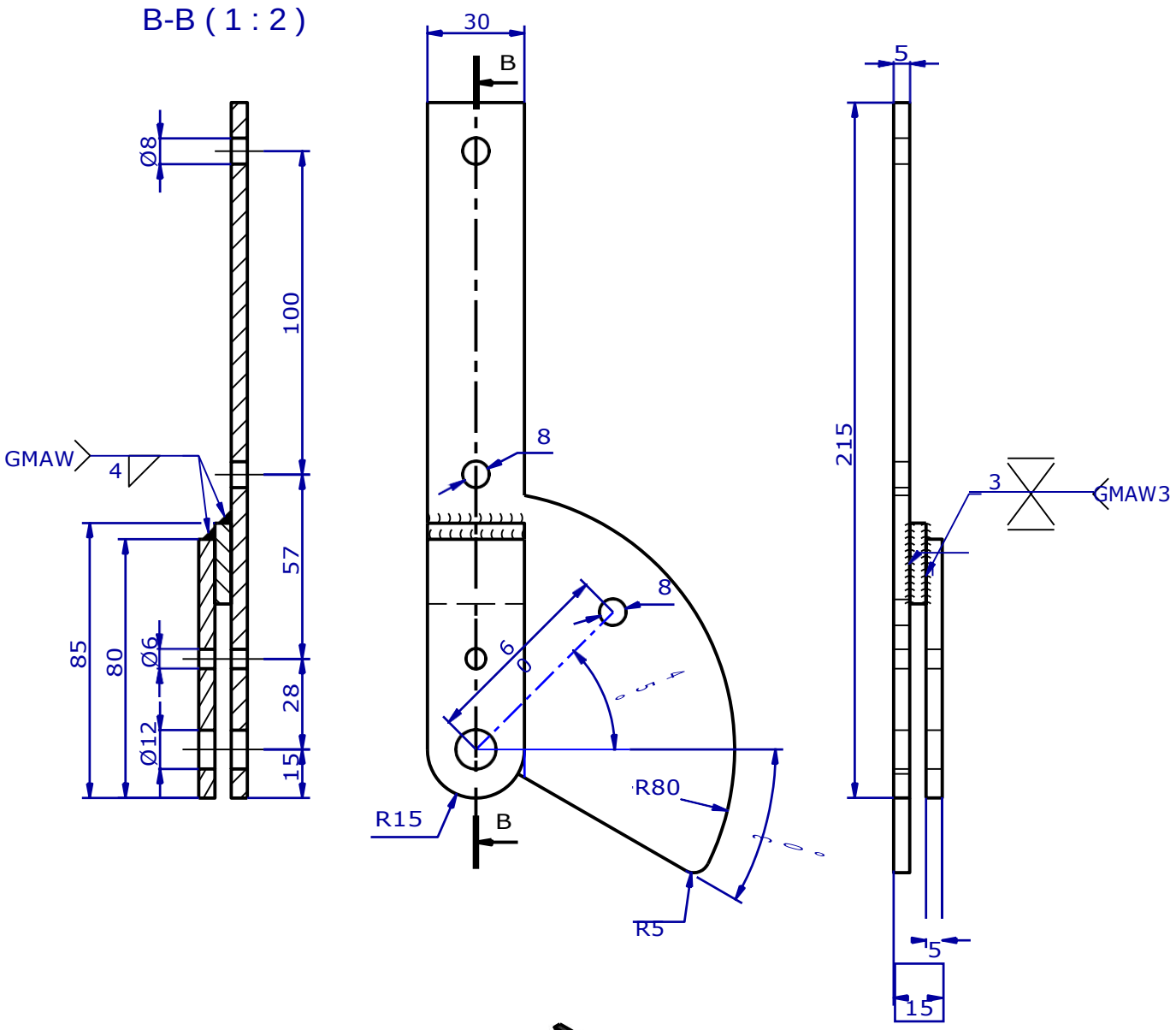
EDEMATRIZ CUENCA

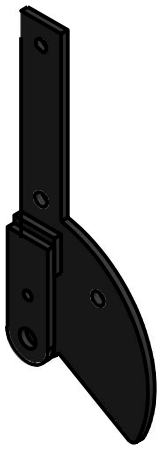
Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

RUEDA CONDUCTORA

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





Pintado
N9

Tolerancia general `0.1

2	1	Palanca de Giro Derecha		Acero	30x5x400

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
		Nombre	Fecha			
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	Ingeniería Mecánica		
		Ing. John Calle	10/11/2020			

Dibujado	SEDE MATRIZ CUENCA	RUEDA	1:2
Comprobado			03/06
Proyección			

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

COND
UCTO
RA

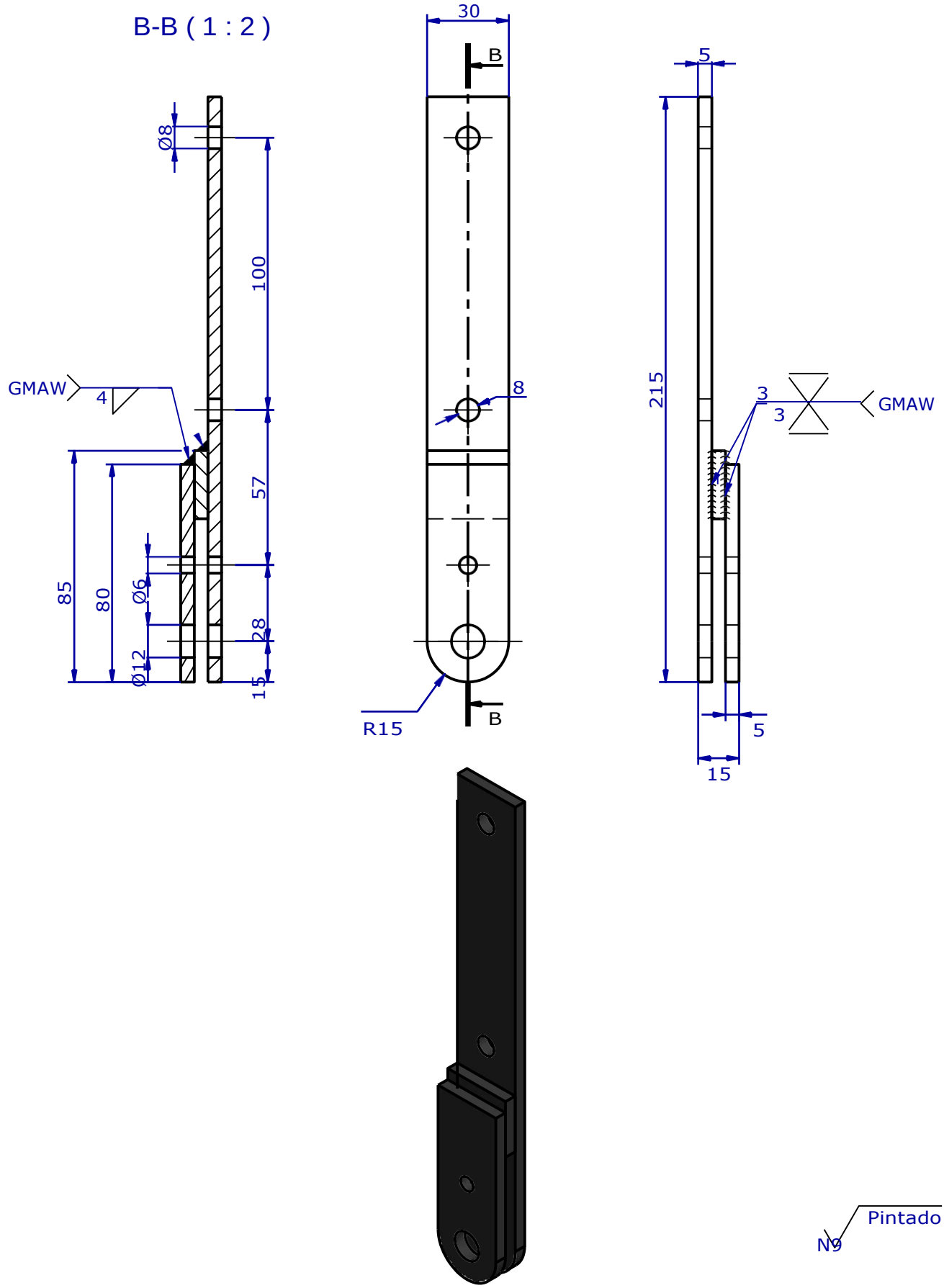
UNIVERSIDAD POLITECNICA
SALESIANA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 2)



Pintado
N9

Tolerancia general `0.1

2A	1	Palanca de Giro Izquierda		Acero	30x5x400

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. En bruto
		Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica		
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020			
		Ing. John Calle	10/11/2020			

Dibujado	Proyección	1:2
Comprobado		Sed 04/06

E MATRIZ
CUENCA

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

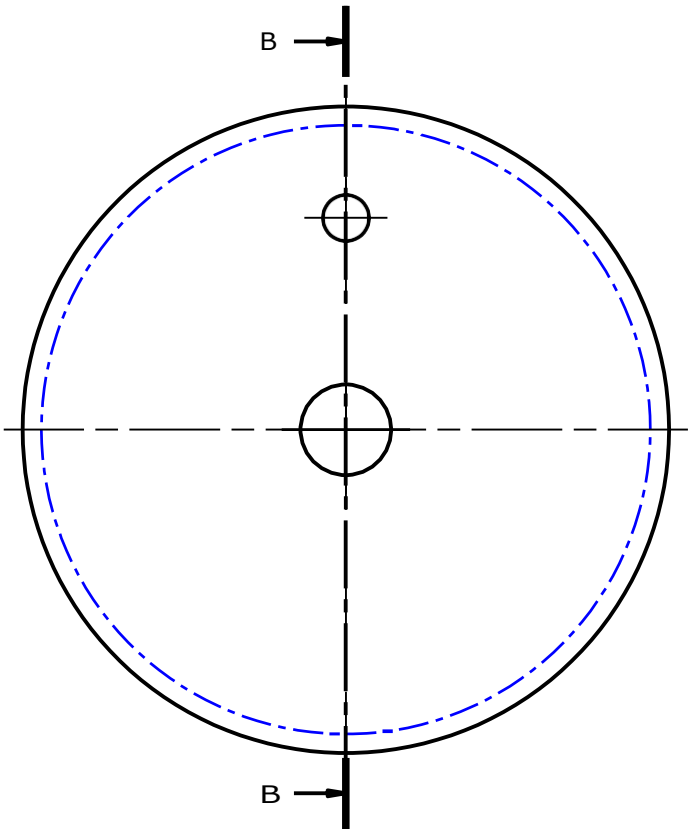
RUEDA CONDUCTORA

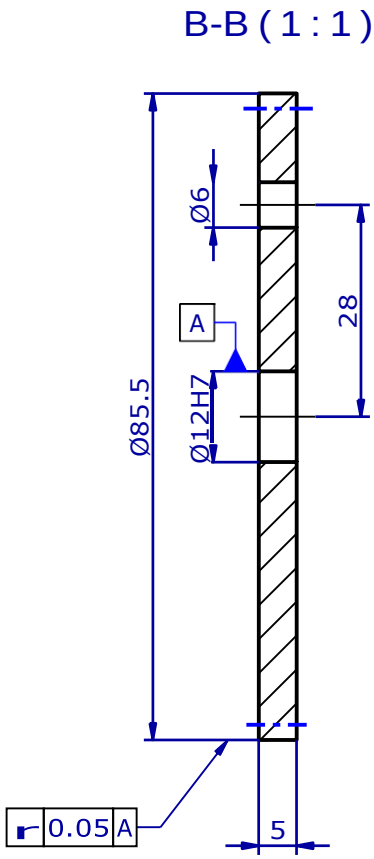
UNIVERSIDAD POLITECNICA
SALESIANA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





DATOS DE LA RUEDA	
Modulo (m)	2.25
# de Dientes (Z)	36
Dp	80

N9

Tolerancia general `0.2

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
3	2	Engranaje conductor		Acero	Ø90x5

	Nombre	Fecha	
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	Ingeniería Mecánica
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020	
Proyección			

SEDE MATRIZ CUENCA

RUEDA CONDUCTORA

1:1

05/06

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

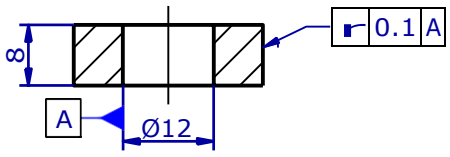
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

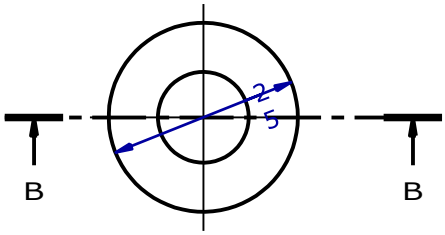
Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 1)



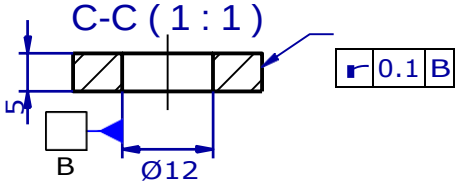


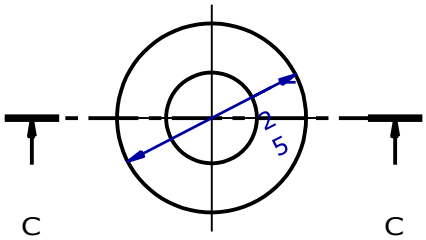
N9

Tolerancia general `0.2

4	2	ARANDELA DE GRILON		GRILON	Ø1"x8

C-C (1 : 1)





N9

Tolerancia general `0.2

5	4	ARANDELA TORNEADA		ACERO	Ø1"x5

POS. CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
	NOMBRE Espinoza A./Vele C.	FECHA 03/11/2020	INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	
	Ing. John Calle	10/11/2020			
DIBUJADO	PROYECCIÓN				1:1
COMPROBADO					SED 06/06

E MATRIZ
CUENCA

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

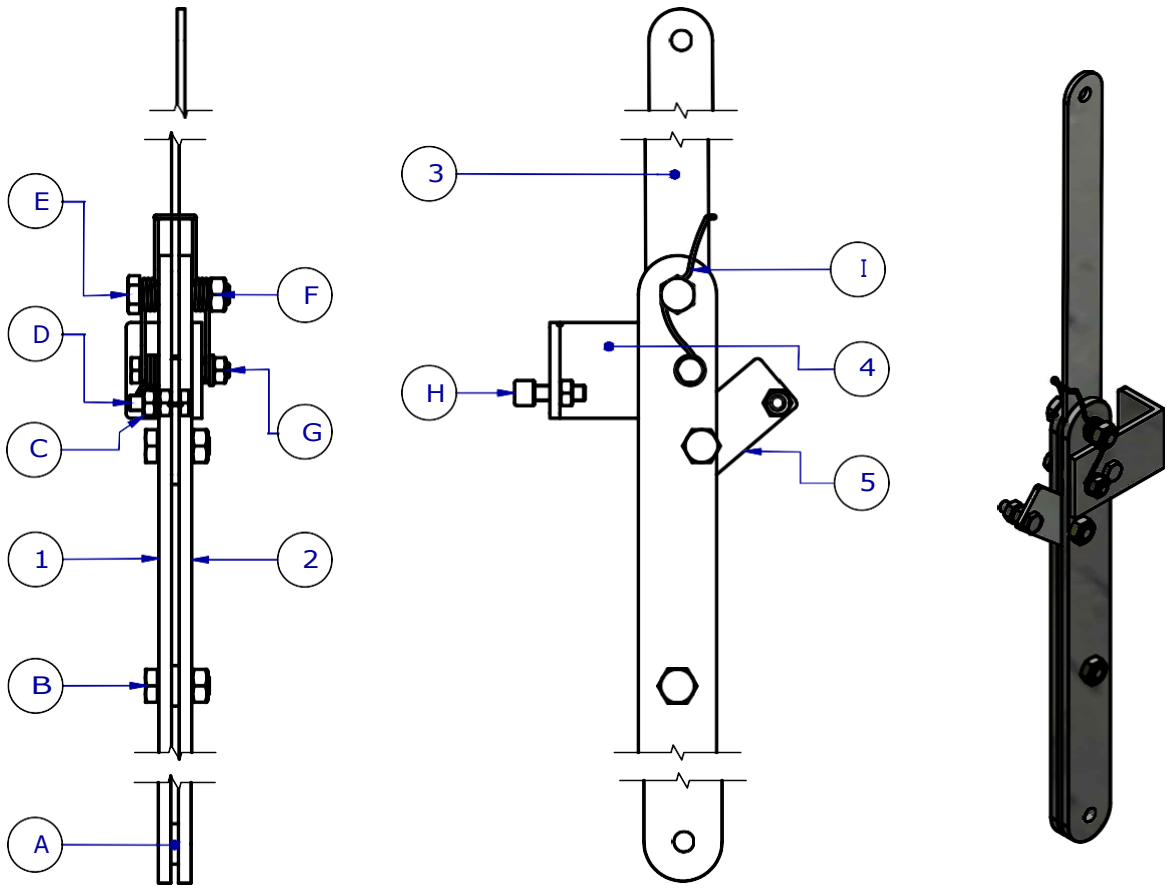
RUEDA CONDUCTORA

UNIVERSIDAD POLITECNICA
SALESIANA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. En bruto
16	1	DIN 933 – M6 x 8	DIN 933		
14	4	DIN 126 – 6,6	DIN 126		
I	1	Resorte de torsion			
H	1	Templon para cable			
G	1	Perno cabeza hexagonal M6x35	DIN 933		
F	3	Tuerca hexagonal M8	DIN 934		
E	1	Perno cabeza hexagonal M8x35	DIN 933		
D	1	Perno cabeza hexagonal M6x20	DIN 933		
C	4	Tuerca hexagonal M6	DIN 934		
B	2	Perno cabeza hexagonal M8x20	DIN 933		
A	2	Arandela M8	DIN 934		
5	1	Accionador de trinquete		Aluminio	25x3x52
4	1	Soporta cable para trinquete		Acero	38x4x100
3	1	Trinquete superior		Aluminio	25x3x290
2	1	Trinquete Inferior Derecho		Acero	31x5x285
1	1	Trinquete Inferior Izquierdo		Acero	31x5x285

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020		

Proyección

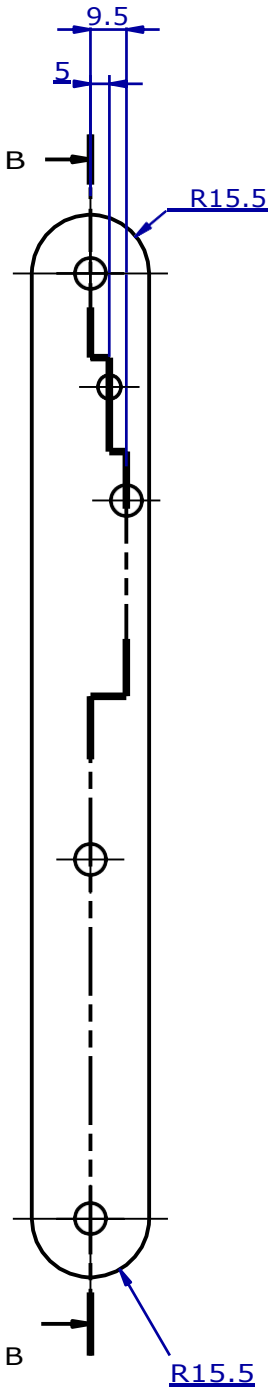
TRINQUETE

Escala: 1:2

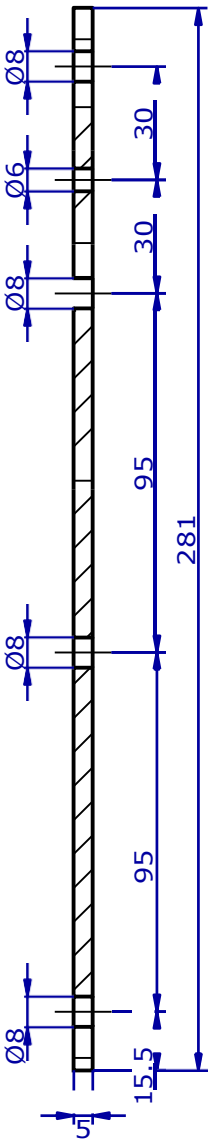
Lámina N° 01/05

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



B-B (1 : 2)



Pintado

N9

Tolerancia general `0.1

1	1	TRINQUETE INFERIOR IZQUIERDO		ACERO	31x5x285
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
		Nombre / Fecha			
		Espinoza A./Vele C. 03/11/2020	Ingeniería Mecánica	UPS	
		Ing. John Calle 10/11/2020			
Dibujado		SEDE MATRIZ CUENCA		TRINQUETE	1:2
Comprobado					02/05
Proyección					

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Escala: Lámina N°

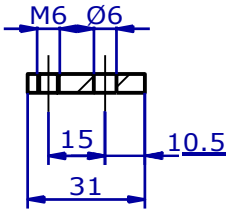
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

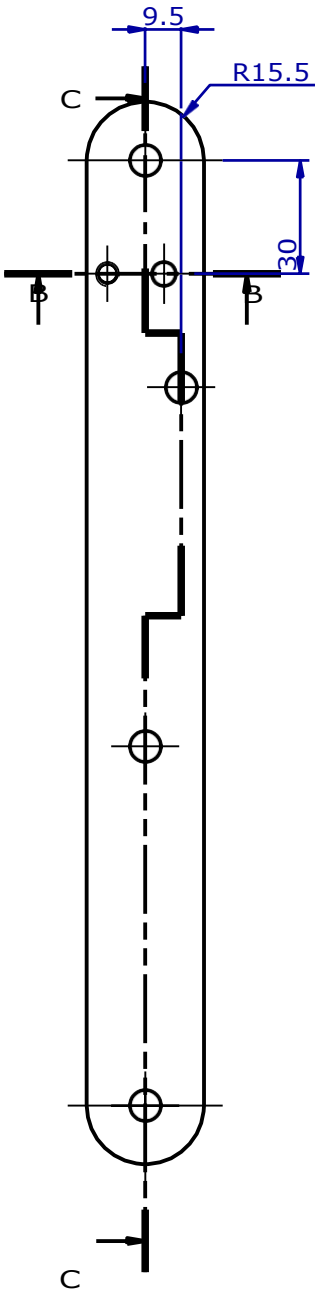
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

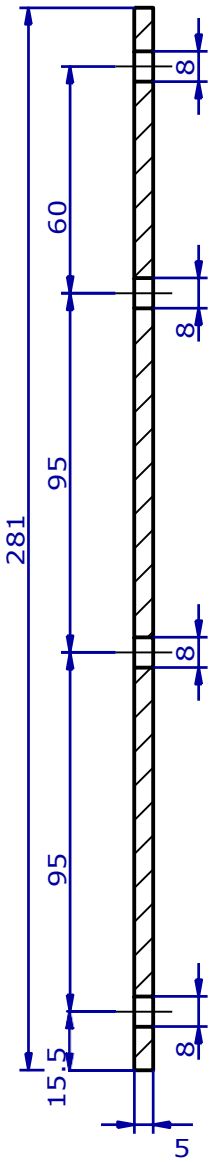
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 2)





C-C (1 : 2)



Pintado

N9

Tolerancia general `0.1

2	1	TRINQUETE INFERIOR DERECHO		ACERO	31x5x285

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
		Nombre	Fecha			
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	Ingeniería Mecánica		
		Ing. John Calle	10/11/2020			

Dibujado / Comprobado	Proyección	1:2
		SEDE MATRIZ CUENCA 03/05

TRIN
QUE
TE

UNIVERSIDAD
POLITECNICA
SALESIANA

EscAla:

Lámina

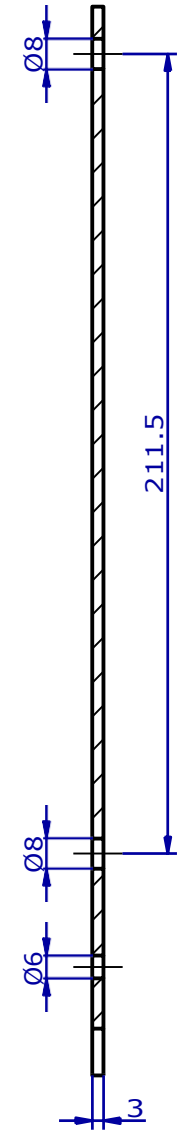
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT
VERSION

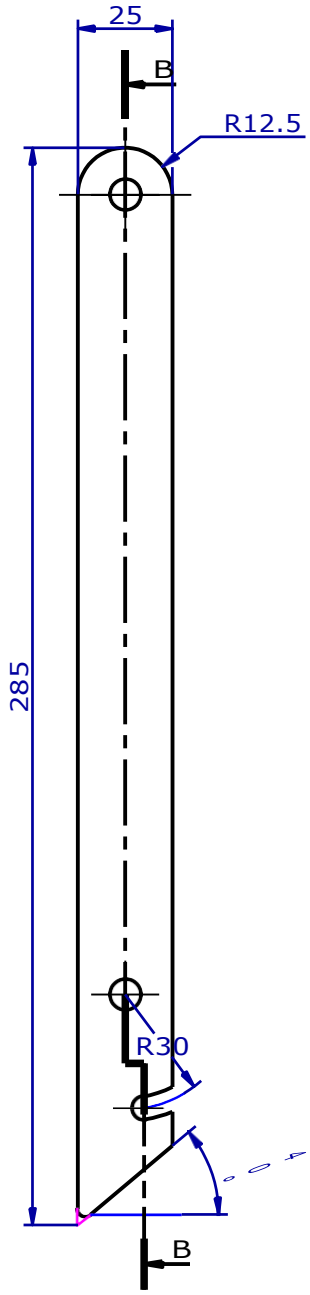
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 2)





Pintado
N9

Tolerancia general `0.1

3	1	TRINQUETE SUPERIOR		Aluminio	25x3x290

Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. En bruto
		Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica		
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020			
		Ing. John Calle	10/11/2020			

Dibujado
Comprobado
Proyección

SEDE
MATRIZ CUENCA

TRINQUETE 1:2

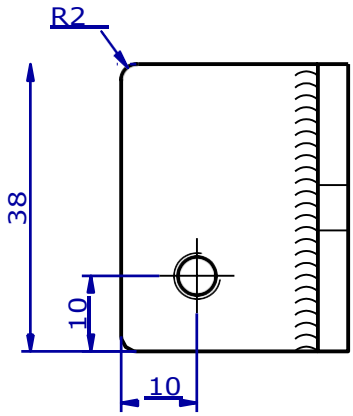
04/05

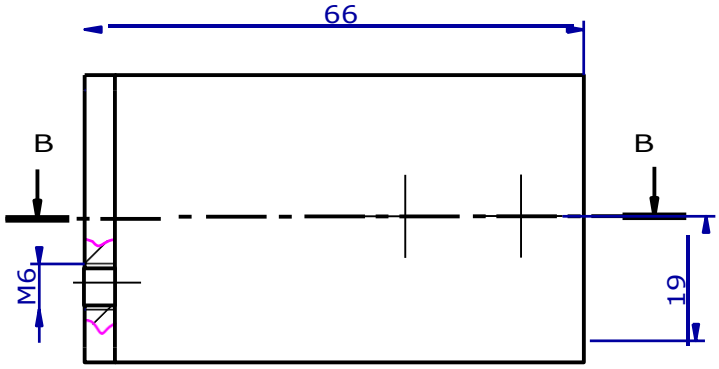
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Escala: Lámina N°

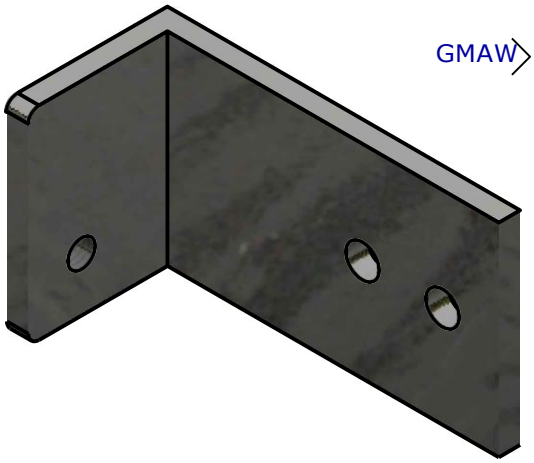
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

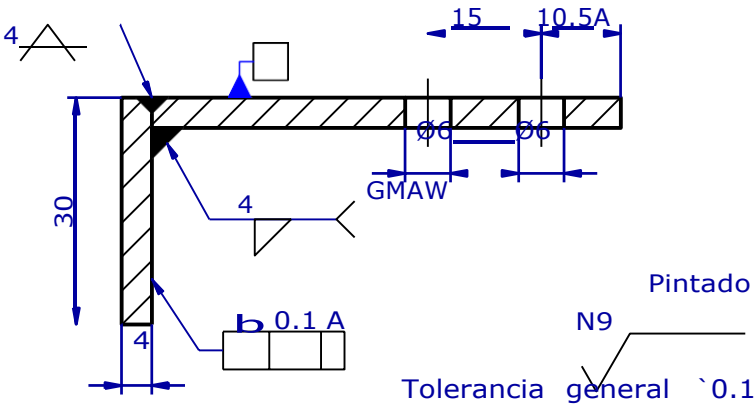
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



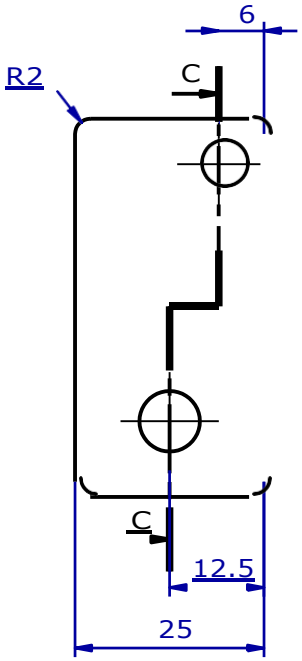


B-B (1 : 1)

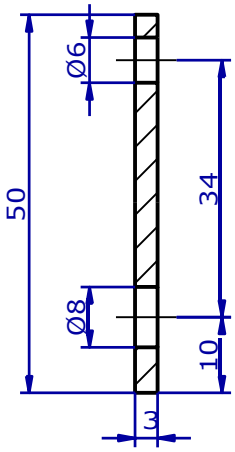




4	1	SOPORTA CABLE PARA TRINQUETE		ACERO	38x4x100



C-C (1 : 1)



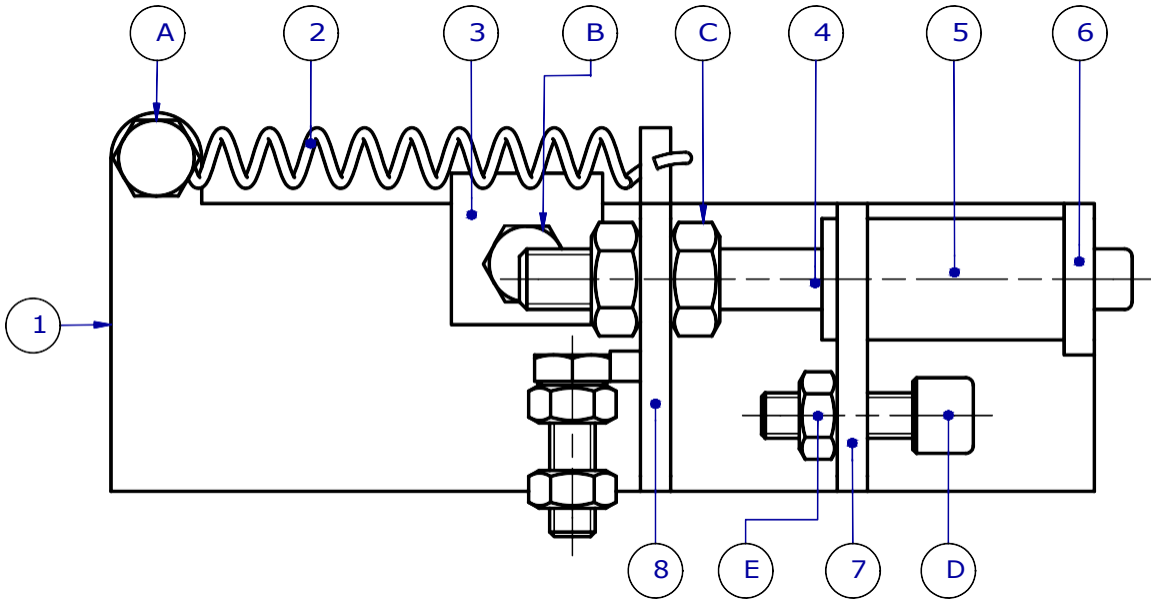
Pintado
N9
Tolerancia general `0.1

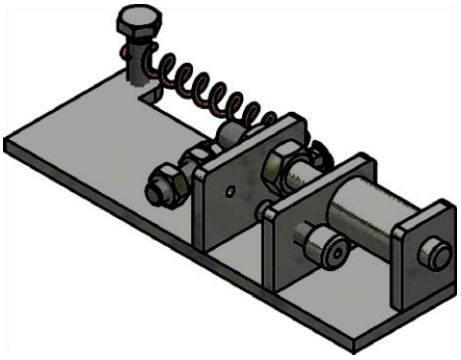
5	1	ACCIONADOR DE TRINQUETE		Aluminio	25x3x52
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		
PROYECCIÓN	TRINQUETE		ESCALA: 1:1	LÁMINA N° 05/05

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION





Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. En bruto
E	3	Tuerc hexagonal M6	DIN 934		
D	1	Templon para cable			
C	2	Tuerca hexagonal M8	DIN 934		
B	1	Perno cabeza hexagonal M6x10	DIN 933		
A	2	Perno cabeza hexagonal M6x20	DIN 933		
8	1	Porta cable de pasador guia		Acero	25x4x55
7	1	Tope buje guia		Acero	25x4x40
6	1	Tope esquinero de buje guia		Acero	20x4x26
5	1	Buje de pasador guia		Acero	n16x28
4	1	Pasador guia para bipedestacion		Acero	n8x85
3	1	Tope porta cable buje guia		Acero	20x4x25
2	1	Resorte de extension	DIN 2097	Acero	
1	1	Placa base de pasador guia		Acero	38x4x135

	Nombre	Fecha	Ingeniería Mecánica	
Dibujado	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
Comprobado	Ing. John Calle	10/11/2020		

Proyección

PASADOR GUÍA DE BIPEDESTACIÓN

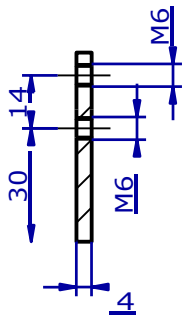
Escala: 1:1

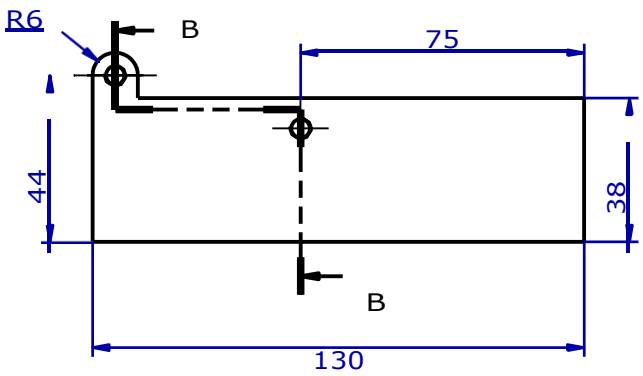
Lámina N° 01/05

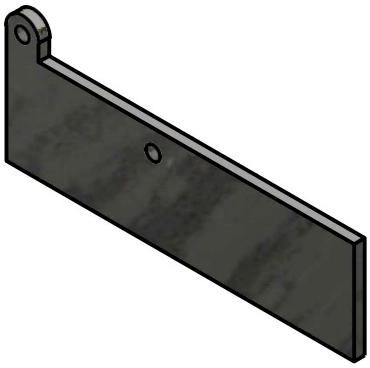
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 2)



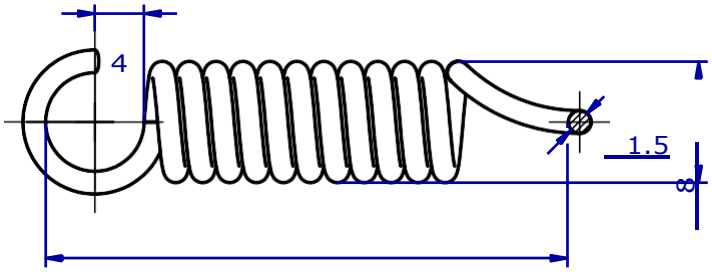




N9 Pintado

Tolerancia general `0.1

1	1	PLACA BASE DE PASADOR guia		ACERO	38x4x135



RESORTE DE TRACCION	
Numero de espiras utiles (N)	12
Numero de espiras totales (No)	14
Longitud del resorte bajo carga (L)	66

2	1	RESORTE DE EXTENSION		ACERO	

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE Espinoza A./Vele C.	FECHA 03/11/2020	INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	
		Ing. John Calle	10/11/2020			

Dibujado

COMPROBADO

PROYECCIÓN

SEDE MATRIZ CUENCA

PASADOR GUÍA DE

ESCALA 2/2:1

02/05

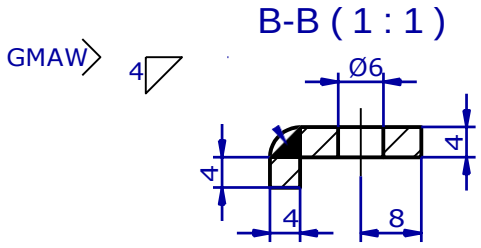
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

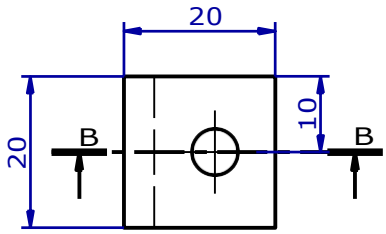
BIPED
ESTA
CIÓN

UNIVERSIDAD POLITECNICASALESIANA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



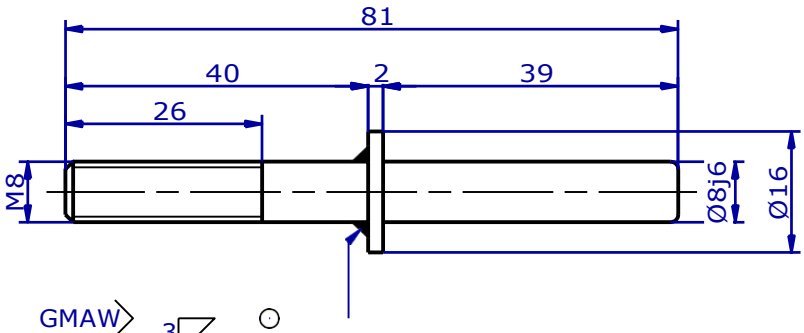


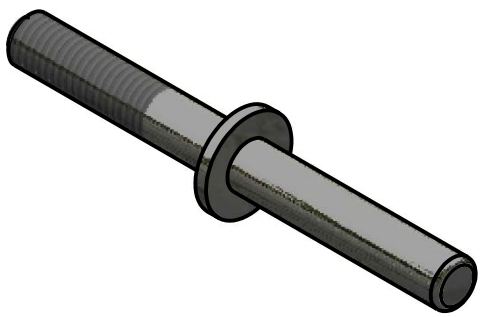
Pintado

N9

Tolerancia general `0.1

3	1	TOPE PORTA CABLE BUJE guia		ACERO	20x4x25





N9

Tolerancia general `0.1

4	1	Pasador guia PARA BIPEDESTACION		ACERO	Ø8x85
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO

	NOMBRE	FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
DIBUJADO	Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	SEDE MATRIZ CUENCA	
COMPROBADO	Ing. John Calle	10/11/2020		

PROYECCIÓN

PASADOR GUÍA DE BIPEDESTACIÓN

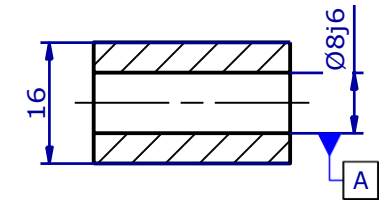
ESCALA: 1:1

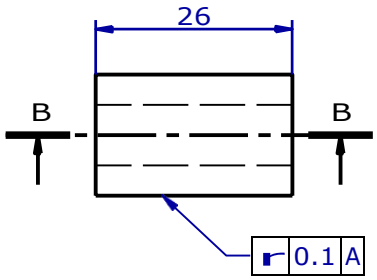
Lámina N° 03/05

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

B-B (1 : 1)

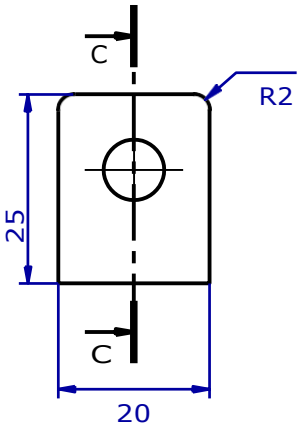




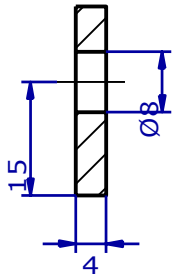
Pintado
N9

Tolerancia general `0.1

5	1	BUJE DE PASADOR GUIA		ACERO	Ø16x28



C-C (1 : 1)



Pintado
N9

Tolerancia general `0.1

6	1	TOPE ESQUINERO DE BUJE GUIA		ACERO	20x4x26

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN		NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE	FECHA			
		Espinoza A./Vele C.	03/11/2020	INGENIERÍA MECÁNICA		
		Ing. John Calle	10/11/2020			

DIBUJADO / COMPROBADO	PROYECCIÓN	1:1
		04/05

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

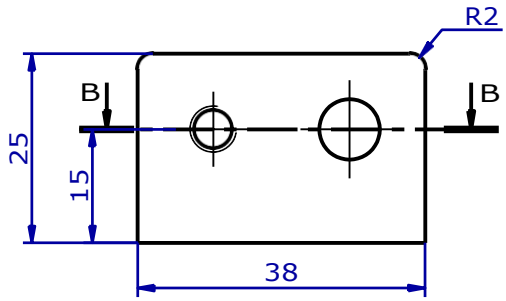
MATRIZ CUENCA

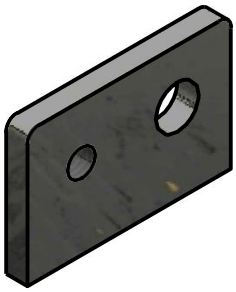
Escala: Lámina N°

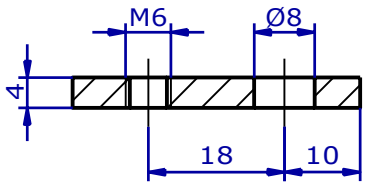
PASADOR GUÍA DE BIPEDESTACIÓN

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



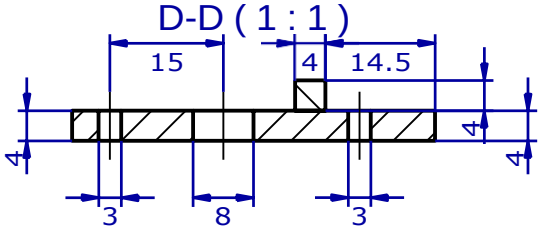


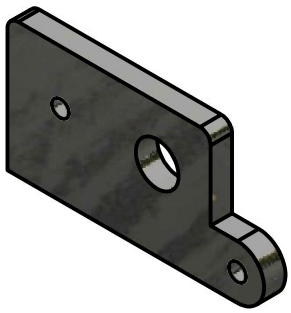


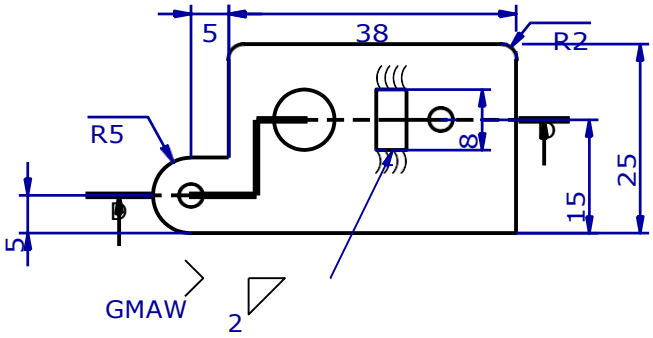
Pintado
N9

Tolerancia general `0.1

7	1	TOPE BUJE guia		ACERO	25x4x40







Pintado
N9

Tolerancia general `0.1

8	1	PORTA CABLE DE PASADOR guia		ACERO	25x4x55

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA	MATERIAL	DIM. EN BRUTO
		NOMBRE / FECHA	INGENIERÍA MECÁNICA	UFS	
		Espinoza A./Vele C. 03/11/2020			
		Ing. John Calle 10/11/2020			

DIBUJADO / COMPROBADO	PROYECCIÓN	1:1
		05/05

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

MATRIZ CUENCA

Escala: Lámina N°

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PASADOR GUÍA DE BIPEDESTACIÓN