



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE MECÁNICA

DISEÑO Y SIMULACIÓN ESTÁTICA DE UNA ESTRUCTURA PARA ANDAMIOS

REFORZADOS MODULARES EN IZAJE DE PERFILES HASTA 1T

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingenieros Mecánicos

AUTORES: ALEXANDER FILIPH BRAVO HIDALGO

VICTORIA ESTEFANIA CRISANTO PAUCAR

TUTOR: WILLIAM GUSTAVO DÍAZ DÁVILA

Quito – Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Alexander Filiph Bravo Hidalgo, con documento de identificación N° 1723981070 y Victoria Estefania Crisanto Paucar con cédula de identificación N° 1752357754 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 11 de septiembre de 2023

Atentamente,



.....
Alexander Filipo Bravo Hidalgo

1723981070



.....
Victoria Estefania Crisanto Paucar

1752357754

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHO DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Alexander Filiph Bravo Hidalgo, con documento de identificación N° 1723981070 y Victoria Estefania Crisanto Paucar con cédula de identificación N° 1752357754, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores de la Propuesta Tecnológica: “Diseño y simulación estática de una estructura para andamios reforzados modulares en izaje de perfiles hasta 1 T”, el cual 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 concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de septiembre de 2023

Atentamente,



.....
Alexander Filiph Bravo Hidalgo

1723981070



.....
Victoria Estefania Crisanto Paucar

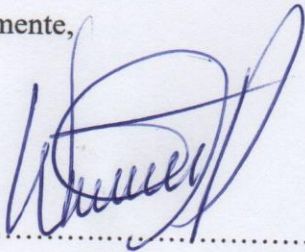
1752357754

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, William Gustavo Díaz Dávila con documento de identificación N°0400926184, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y SIMULACIÓN ESTÁTICA DE UNA ESTRUCTURA PARA ANDAMIOS REFORZADOS MODULARES EN IZAJE DE PERFILES HASTA 1 T, realizado por Alexander Filiph Bravo Hidalgo, con documento de identificación N° 1723981070 y Victoria Estefania Crisanto Paucar con cédula de identificación N° 1752357754, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo de opción: Propuestas Tecnológicas que cumple con todos los requisitos determinado por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de septiembre de 2023

Atentamente,



.....
Ing. William Gustavo Díaz Dávila, MSc.

0400926184

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de diseño y simulación ha requerido de esfuerzo y dedicación para su culminación, no hubiera sido posible sin todas las personas que han llegado a mi vida en todo el transcurso de mi formación académica y profesional.

En primer lugar, quiero dedicar este trabajo a Dios y a la Virgen del Cisne, por siempre guiar mi camino, brindarme sabiduría y darme fuerza para seguir adelante a pesar de cualquier adversidad que se presentó en mi vida, de igual manera a mis padres Filiberto e Isaura por siempre apoyarme en cada logro que obtengo, enseñarme todos los valores que me forman como persona y darme la oportunidad de estudiar la carrera que siempre soñé seguir. Gracias a su sacrificio y enseñanzas he aprendido a siempre salir adelante sin importar la situación, entender que todo llega a su debido tiempo y ser una persona humilde que se esfuerza por cumplir sus metas y sueños. Por último, dedico el presente trabajo a mi abuelita Rosita Gualli quien siempre me cuida y me da su bendición desde el cielo.

Agradezco a mi hermana Jacqueline por siempre creer en mí y ser un apoyo en todo el transcurso de la carrera desde que inicie en este camino, por entenderme, aconsejarme y acompañarme en cada paso y logro que he cosechado, pues sin su ayuda no sería la persona que soy hoy en día. De igual a mi amiga, compañera y confidente Victoria, por estar en todo este camino para lograr nuestra meta, con su compromiso, apoyo y dedicación en la realización de este trabajo, ya que siempre ha sido un apoyo incondicional en todo este camino, agradecer a Melany quien me apoyo y me ayudo en mi crecimiento personal y académico para lograr todas las metas que me proponía. Al Ingeniero Wiliam Díaz mi gratitud eterna por ser un buen maestro y tutor el cual con sus enseñanzas y experiencia nos guió en la creación de este trabajo. Y agradezco a todas las personas que ayudaron de forma directa e indirecta en todo este camino para mi formación.

Filiph Bravo

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Durante el proceso de mi formación tanto profesional como personal he contado con el apoyo incondicional de varios personajes gratos en diversos aspectos de la vida, mismos a los cuales hoy me encuentro honestamente agradecida y dedico el presente trabajo de culminación de proceso universitario. En primera instancia agradezco y dedico mis logros a mi familia especialmente a mis padres Graciela y Pablo, mismos que pudieron brindarme oportunidades de estudio y superación a través del ejemplo y el amor con sus esfuerzos y sacrificios diarios en el trabajo y acompañando mi camino, agradezco también a mis hermanos Paul y Christian por su apoyo y preocupación durante el desarrollo de mis estudios, apoyando mis decisiones, brindando sus experiencias, consejos y abriendo mi mente a diversas realidades de la vida personal y profesional.

Del mismo modo gratifico este logro a mis amigos; Filiph coautor de este trabajo siendo mi compañero y amigo en las aulas y fuera de ellas mostrándose como un ejemplo de proactividad, conocimiento y gran carisma en las eventualidades de la vida buenas o malas, agradezco también a Melany en el acompañamiento de la carrera y la vida aportando en mi desarrollo personal. Agradezco a todos los docentes de la carrera de Mecánica por haber aportado en gran medida a la construcción de mi perfil profesional, brindando conocimiento, consejos o retando a mejorarnos diariamente, siendo ejemplo verdadero de profesionales y docentes, especialmente manifiesto mi gratitud al Ing. Wiliam Díaz docente y tutor por guiar el proceso de este trabajo brindando su conocimiento y confianza.

Dedico uno de mis primeros logros de profesionalización a mi pareja Dave, por haber sido mi soporte, compañía y motivación durante este proceso retándome a explotar mis capacidades y pensamientos en pro de construir mi mejor versión personal como intelectual, tu apoyo fue fundamental para haber alcanzado mis metas ayudándome a sobrellevar los momentos más difíciles y brindándome tu ayuda hasta donde tus alcances lo permitían y muchas veces sobrepasándolos. Finalmente dedico y agradezco cada logro alcanzado a mi esfuerzo personal, siendo evidencia que puedo superar mis propias expectativas y cada problema son una oportunidad de cambiar mi perspectiva y transformarla a mi favor.

Victoria Crisanto

ÍNDICE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHO DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
Problema de estudio	2
Justificación.....	2
Objetivos	2
CAPÍTULO I.....	3
1.1 Industria de construcción.....	3
1.1.1 Historia y situación actual	3
1.2 Riesgos laborales en altura	7
1.2.1 Trabajo de altura.....	8
1.3 Regulación y evaluación en áreas de construcción	9
1.4 Andamiaje.....	10
1.4.1. Definición	10
1.5 Clasificación según el tipo de andamio	12

1.5.1.	Andamios tubulares	12
1.5.2.	Andamios de cremallera	12
1.5.3.	Andamios colgantes.....	13
1.6	Andamios reforzados para izaje de vigas en Ecuador	14
1.7	Componentes generales de andamios tubulares	15
1.8	Izaje de perfiles.....	18
1.8.1.	Proceso de Izaje de perfiles	18
CAPÍTULO II		20
2.1	Selección de diseño	20
2.1.1.	Andamio tipo cremallera	20
2.1.2.	Andamio de marco cerrado	21
2.1.3.	Andamio modular reforzado.....	23
2.2	Selección de alternativas	25
2.2.1.	Resistencia.....	26
2.2.2.	Estabilidad.....	27
2.2.3.	Durabilidad.....	27
2.2.4.	Maniobrabilidad	28
2.2.5.	Costo.....	29
2.2.6.	Ponderación final.....	30
CAPÍTULO III		32
3.1	Criterios para el diseño	32
3.2	Diseño de elementos	32

3.2.1. Placas base regulables	32
3.2.2. Montante base.....	33
3.2.3. Montante modular	34
3.2.4. Collarín de sistema multidireccional	35
3.2.5. Horizontal	35
3.2.6. Riostra.....	35
3.2.7. Montante para viga IPE en servicio de carga	36
3.2.8. Viga IPE relacionada al servicio de carga de tecele.....	36
3.3 Análisis de cargas	37
3.3.1. Dimensionamiento de plataforma provisional de trabajo.....	37
3.3.2. Criterio de diseño	38
3.3.3. Determinación de cargas de servicio	38
3.3.4. Análisis de cargas	39
3.4 Selección de perfiles	45
3.4.1 Criterio de esbeltez	45
3.4.2 Análisis de resultados izaje de vigas a diferentes niveles	52
CAPÍTULO IV	55
4.1 Análisis Económico del andamio	55

4.1.1	Materiales del diseño	55
4.1.2	Insumos del diseño	56
4.1.3	Costos de fabricación de andamio	56
4.1.4	Costos directos.....	59
4.1.5	Costos indirectos	60
4.1.6	Costo total.....	60
4.1.7	Retorno de inversión.....	60
4.1.8	Costo de la inversión	61
4.1.9	Ingreso obtenido	61
4.1.10	Precio alquiler al publico.....	62
4.1.11	Análisis de viabilidad de propuesta tecnológica	63
CONCLUSIONES		65
RECOMENDACIONES		67
REFERENCIAS		68
ANEXOS.....		70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación sistemas de andamiaje acorde a la normativa NTE-INEN-EN 12811-1 para comportamiento y diseño general de andamios	11
Tabla 2. Clases de andamios en función a la influencia de la carga.....	11
Tabla 3. Excesos de cargas en el uso de andamios	18
Tabla 4. Alternativas de andamios para izaje de vigas.	20
Tabla 5. Ventajas y desventajas del andamio tipo cremallera.....	21
Tabla 6. Ventajas y desventajas del andamio tipo marco cerrado.	22
Tabla 7. Ventajas y desventajas del andamio tipo modular reforzado.	24
Tabla 8. Factores de análisis en tipos de andamios	24
Tabla 9. Escala de calificación de mayor a menor.....	25
Tabla 10. Análisis y calificación de resistencia.	26
Tabla 11. Análisis y calificación de estabilidad.....	27
Tabla 12. Análisis y calificación de durabilidad.....	28
Tabla 13. Análisis y calificación de maniobrabilidad.....	29
Tabla 14. Análisis y calificación de costos.	30
Tabla 15. Ponderación final de calificaciones en base a los parámetros analizados.	31
Tabla 16. Parámetros de dimensión generalizada utilizados para el diseño	38
Tabla 17. Tabla de evaluación de peso propio estructural.....	39
Tabla 18. Análisis de carga muerta para sistema de izaje	39
Tabla 19. Análisis carga viva por operarios.....	40
Tabla 20. Análisis carga muerta por materiales o herramientas	40
Tabla 21. Análisis de carga totales en el andamio	41
Tabla 22. Recomendaciones de factores de seguridad según aplicación.....	41
Tabla 23. Análisis de resultados de izaje de vigas a diferentes niveles.	52

Tabla 24. Lista de materiales y costos de la producción del andamio.....	55
Tabla 25. Lista de insumos para producción de andamio.....	56
Tabla 26. Costos cortes a elementos para fabricación de andamio.	56
Tabla 27. Costos fabricación de conexiones para el andamio.	57
Tabla 28. Costos perforado elementos del andamio.....	57
Tabla 29. Costos de elementos y piezas a soldar del andamio.	58
Tabla 30. Costo esmerilado de elementos del andamio.....	58
Tabla 31. Costos pintura del andamio.	58
Tabla 32. Elementos mecánicos para andamio.....	59
Tabla 33. Costos directos de producción de andamios reforzados modulares.	59
Tabla 34. Costos indirectos del diseño y simulación.....	60
Tabla 35. Costos totales propuesta tecnológica.....	60
Tabla 36. Alquiler andamio 30 días sin IVA.....	61
Tabla 37. Alquiler andamio modular reforzado para izaje de vigas hasta 1T por 15 días.....	63
Tabla 38. Costos opciones para izaje de vigas hasta 1 tonelada.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Segmentación del desarrollo histórico de la construcción en tres etapas.	4
Figura 2. Diagrama representativo de la actividad económica del Ecuador año 2010 datos,...	5
Figura 3. Gráfico representativo del crecimiento de industrias para mediados del año 2022 .	5
Figura 4. Seguimiento permisos de construcción 2020-2022 INEC; a) Seguimiento histórico de permisos de construcción periodo 2020-2022; b) Comparativo trienal de los cantones con mayor número de construcciones.	6
Figura 5. Porcentaje de uso de materiales de construcción para etapas de obras año 2022.....	7
Figura 6. Representación de equipos y elevaciones de objetos	7
Figura 7. Tipo de caídas de acuerdo con la altura; a) Caída al mismo nivel; b) Caída a distinto nivel.....	8
Figura 8. Esquema básico de andamio común.	10
Figura 9. Sistema de andamio tubular de fachada.....	12
Figura 10. Sistema de andamio tipo cremallera	13
Figura 11. Sistema de andamiaje colgante en obra civil	14
Figura 12. Andamio modular; fuente	15
Figura 13. Elementos que comprenden un andamio de acuerdo normativa NTE INEN-EN 12811-1.....	16
Figura 14. Proceso izaje de perfiles o vigas con andamios.....	19
Figura 15. Diseño de un andamio tipo cremallera.	21
Figura 16. Diseño de un andamio tipo marco cerrado.	22
Figura 17. Diseño de un andamio tipo modular.	23
Figura 18. Esquema de diseño de andamio reforzado modular para izaje propuesto.	25
Figura 19. Placa base regulable.....	33
Figura 20. Montante base.	34

Figura 21. Montante modular.....	34
Figura 22. Collarín.....	35
Figura 23. Horizontal.....	35
Figura 24. Riostra.....	36
Figura 25. Montante para viga IPE.....	36
Figura 26. Viga IPE 140 destinada al servicio de carga.....	37
Figura 27. Representación de cargas últimas y cargas de viento en sistema de andamiaje para izaje de vigas.....	44
Figura 28. Análisis gráfico de esfuerzos axiales máximos en MPa.....	45
Figura 29. Elemento de travesaño en análisis de cálculo.....	46
Figura 30. Elemento de montante en análisis.....	47
Figura 31. Elementos de vigas IPE sometido a análisis.....	48
Figura 32. Representación de reacciones en puntos base de estructura.....	51
Figura 33. Análisis de deformación general de la estructura durante la ejecución de cargas.....	52

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica tiene como finalidad el diseño y simulación de un andamio modular reforzado para izaje de vigas hasta una tonelada, analizando criterios de diseño en base a las normas INEN que rigen en Ecuador, donde se evalúa principalmente las cargas a las cuales se va a someter la estructura en este caso cargas de viento, cargas vivas y cargas puntuales, una vez se realizó los cálculos pertinentes en base a ecuaciones utilizadas en cálculo de estructural, se procede a la selección de perfiles utilizando manuales de DIPAC donde se elige para los elementos tubulares tubos de 3 mm y 2 mm de espesor, por otra parte para elementos que resistente cargas puntuales se utiliza vigas IPE 140 las cuales se adaptan a los criterios de esbeltez, a la vez que mediante cálculos se comprueba que estén dentro los rangos aceptables para que la estructura no colapse, teniendo una esbeltez de menor a 100.

Mediante la investigación y selección de tipos de andamios se diseña una geometría donde se busca que todos los elementos trabajen en la misma proporción para que soporten las cargas a las cuales se someterá la estructura, en la simulación mediante el software SAP 2000 se obtiene varios resultados de entre los cuales se ha centrado principalmente en esfuerzos, reacciones, deformación y estrés de la estructura. Se obtuvo el valor de esfuerzo máximo a compresión en un elemento de 16.65 Ksi, las reacciones en sus apoyos llegan hasta un valor máximo de $F1=5.06$ kN; $F2=3.84$ kN; $F3=29.2$ kN, por otra parte, su deformación no excede de 3 a 4 mm en desplazamiento desde su posición inicial, y finalmente el estrés máximo del elemento más crítico es de 65339.21 kN/m². No obstante, por medio del diseño y simulación se concluye que se obtiene una estructura rígida capaz de soportar cargas de hasta una tonelada para izaje de vigas.

Palabras clave: modular, izaje, cargas, esbeltez, andamios, diseño, simulación, esfuerzos, deformación, reacciones, estrés.

ABSTRACT

The purpose of this technological proposal is the design and simulation of a reinforced modular scaffolding for lifting beams up to one ton, analyzing design criteria based on the INEN standards that govern Ecuador, where the loads to which it is going to be evaluated are mainly to submit the structure in this case wind loads, live loads and point loads, once the pertinent calculations were made based on equations used in structural calculation, we proceed to the selection of profiles using DIPAC manuals where it is chosen for the tubular elements 3 mm and 2 mm thick tubes, on the other hand, for elements that resist punctual loads, IPE 140 beams are used, which adapt to the slenderness criteria, while through calculations it is verified that they are within the acceptable ranges so that the structure does not collapse, having a slenderness of less than 100.

Through the investigation and selection of types of scaffolding, a geometry is designed where it is sought that all the elements work in the same proportion to support the loads to which the structure will be subjected, in the simulation using the SAP 2000 software several results are obtained. among which he has focused mainly on efforts, reactions, deformation, and stress of the structure. The maximum stress value was obtained in an element of 16.65 *Ksi*, the reactions in its supports reach a maximum value of $F1=5.06\text{kN}$; $F2=3.84\text{kN}$; $F3=29.2\text{kN}$, on the other hand, its deformation does not exceed 3 to 4 mm in displacement from its initial position, and finally the maximum stress of the most critical element is 65339.21 kN/m². However, through design and simulation it is concluded that a rigid structure capable of supporting loads of up to one ton for beam hoisting is obtained.

Keywords: modular, hoisting, loads, slenderness, scaffolding, design, simulation, efforts, deformation, reactions, stress.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se conoce que la industria constructora está en crecimiento siendo la provincia de pichincha una de las que tiene más proyectos de construcción, por lo cual es de suma importancia el uso de andamios para construir, remodelar o izar cargas a diferentes niveles, es por esto por lo que analizando el mercado actual no se evidencia la existencia memorias de cálculo las se enfoquen a un tipo de andamio para izaje de cargas. Bajo esta premisa, se presenta el estudio donde en el capítulo I se enfoca en la investigación de los tipos de andamios con sus ventajas y desventajas, junto con teoría de izaje de cargas y normas para elaboración de andamios dispuesta por la INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización).

El capítulo II recopila aspectos importantes de los tipos andamios para mediante un análisis profundo, establecer la mejor opción de andamio el cual se ajuste a parámetros como: resistencia, maniobrabilidad, durabilidad, estabilidad y costo, siendo una parte importante de la selección, la relación de costo-beneficio.

El capítulo III se focaliza en cálculos de cargas y esbeltez para que mediante los resultados obtenidos se pueda realizar el diseño de una estructura que sea modular reforzada, la cual se pueda utilizar en cualquier tipo de obra civil, por otra parte mediante la simulación primero se selecciona un tipo de perfil el cual se escoge en base a criterios de diseño y principalmente la esbeltez que debe tener la estructura, para que esta pueda soportar las cargas de viento, cargas vivas e izar vigas con un máximo de peso de una tonelada y al final obtener resultados de esfuerzos, reacciones, deformaciones y estrés de elementos críticos.

Finalmente, el capítulo IV presenta un análisis económico en el cual se ve cuánto costaría hacer un andamio modular reforzado para izaje de perfiles que este dentro de las normas dispuestas por el INEN y elaborado con materiales de buena calidad, de esta manera posteriormente al obtener un costo total, se puede comparar este tipo de andamio con una grúa para izar cargas y un andamio tubular comercial viendo así que la mejor opción es el andamio modular reforzado diseñado y simulado mediante SAP 2000 ya que cumple con todos los paramentos antes dichos y su relación costo-beneficio es ideal para el tipo de estructura que se muestra obteniendo una propuesta tecnológica viable.

Problema de estudio

A nivel del sector industrial de construcción en obra civil y estructuras metálicas se establece varias opciones para el desarrollo del proceso de izaje de perfiles como grúas, tecles, etc, teniendo en el mercado opciones de precios variables adaptables a presupuestos de proyectos y o contratistas, sin embargo, muchos de estos equipos son empleados sin la verificación de certificaciones o documentación que respalden sus estudios de carga máxima de trabajo.

Es por esto la necesidad del desarrollo de memorias técnicas sobre estructuras para izaje de vigas donde se determinen las especificaciones de la estructura y la carga máxima que puede soportar antes de llegar a sus esfuerzos máximos para las cargas y funcionalidades que necesite ser sometida.

Justificación

La presente propuesta tecnológica tiene el propósito de crear una memoria técnica la cual respalde el estudio estático estructural de andamios reforzados modulares para izaje de vigas hasta 1 T, presentando un diseño diferente acorde a los estándares actuales en el mercado y normativas que aseguren su replicación. A la vez, que se realizará un análisis comparativo de las diferentes opciones que se tienen en el mercado para izaje de vigas y de esta manera determinar la opción que mejor se adapte a la relación de beneficio-costos de estos equipos.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar y simular estáticamente una estructura para andamios reforzados modulares en izaje de perfiles hasta 1 T.

Objetivos específicos

- Establecer la situación actual de los métodos de izaje para perfiles de hasta 1 T.
- Definir una alternativa viable que permita el izaje de perfiles para el montaje de estructuras metálicas.
- Diseñar los elementos y conexiones de la estructura para andamios modulares.
- Validar los resultados obtenidos mediante simulación con software especializado.
- Evaluar la factibilidad económica del diseño propuesto mediante indicadores financieros.

CAPÍTULO I

ESTUDIO DE SITUACIÓN ACTUAL Y ALTERNATIVAS

En la búsqueda de establecer un lineamiento en el diseño de andamios reforzados modulares para izaje de perfiles que satisfaga necesidades actuales de seguridad en la industria constructora que a su vez resulten estructuralmente confiables por medio del estudio estático, a continuación, se han planteado una serie de conceptos fundamentalmente necesarios a ser estudiados y comprendidos para la correcta interpretación del tema en análisis (materiales y medios disponibles) como así mismo un recorrido temporal de la industria a la cual se enmarca el estudio y fundamentalmente el entendimiento de normativas y entes de regularización de la construcción por lo cual, se procede a la revisión de normas técnicas de construcción y ensayos que aseguren la calidad y seguridad de elementos, estructuras desarrolladas en el estudio.

1.1 Industria de construcción

1.1.1 Historia y situación actual

Situando que el contexto de historia de construcción se establece que la misma no hace alusión a un estudio de formas de arquitectura, ni la aplicación de creatividad plasmada en diseños de edificaciones como lo menciona García [1] a lo largo de su trabajo de recopilación histórica respecto a los sistemas de construcción, por tanto, se establece como realmente relevante las soluciones constructivas que se han adaptado en el transcurso del tiempo considerando factores como la época, circunstancias sociales y tecnológicas que han provocado la evolución y construcción de herramientas y máquinas capaces de facilitar el desarrollo de una de las industrias más completas de la ingeniería.

Desde dicho preámbulo, se han establecido tres épocas importantes como se muestran en la Figura 1, sobre las cuales se evalúa el crecimiento industrial técnico de construcción y obra civil. Situándose así a las primeras sociedades preindustriales para las cuales sus principales factores de desarrollo estarían influenciados por las causalidades y efectos de necesidades a satisfacerse como viviendas, almacenaje, religión o defensa de territorios sobre los cuales primaron materiales como la piedra y madera con muy poca participación de hierro o aleaciones del mismo; entre los siglos XIX y XX como lo presenta Ghafooripour [2] se caracterizaron por su alto desarrollo e internacionalización, son los principios de establecer el área de construcción

de forma más metódica al cual serán basados en diseños y cálculos de la iniciación de la ingeniería y avance de la ciencia de materiales como la predicción de modelos matemáticos del comportamiento de las fuerzas y tensiones, prueba de ello resultan obras como el puente de Brooklyn en el año 1883 o la Torre Eifel en 1889, los desarrollos industriales y tecnológicos sitúan hasta la actualidad en el cual el coste respecto a la circunstancias del mercado han influenciado el avance y profesionalización de la ingeniería estructural, como se menciona en [3] que se ha llegado a la implementación de sistemas CAD y BIM que ofrecen mejoras en eficiencia y seguridad de dichas estructuras sin pérdida de recursos con una mayor regulación de los medios y áreas de trabajo en cumplimiento de normativas de instituciones gubernamentales y no gubernamentales que evidencian la calidad del producto o servicio.



Figura 1. Segmentación del desarrollo histórico de la construcción en tres etapas.

Para la república del Ecuador la industria de la construcción de acuerdo con diversos estudios estadísticos se presenta bajo dos matices un antes y después de la pandemia de COVID 19, pues a cifras del año 2012 en un análisis sectorial del Banco Central del Ecuador [4] este sector representaba ser uno de los ejes de crecimientos económicos del país en el cual la elaboración de productos metálicos con aleaciones de hierro y acero representaron un 46 % en la actividad mercantil del país que es parte de la actividad económica como lo muestra la Figura 2, donde mediante la ponderación se ubicaba a Pichincha con el mayor número de establecimientos de esta industria para ser exactos con 3811 establecimientos.

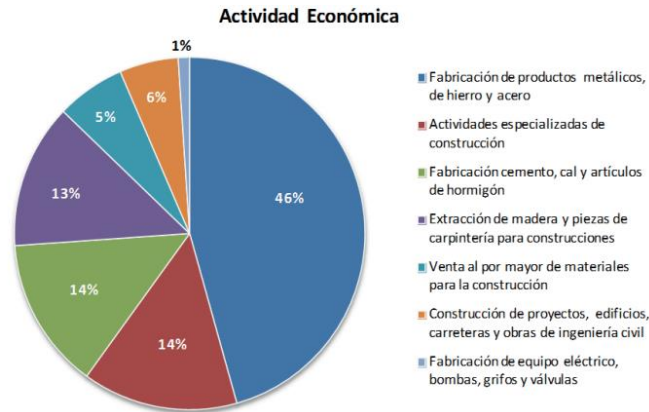


Figura 2. Diagrama representativo de la actividad económica del Ecuador año 2010 datos, [4].

Pese a esa gran relevancia como núcleo económico, este sector económico fue gravemente aquejado con la llegada de la pandemia (Covid-19), por esta razón la industria se vio limitada por la prohibición de movilidad, incremento significativo de materiales de construcción como el acero en perfiles terminados [5], la reducción significativa de oferta y demanda mercantil tanto nacional como internacional, pero sobre todo la reducción de personal por enfermedad, o en casos más extremos la reducción de empleados debido a la dificultad de las instituciones de cubrir sus propios costes de producción ubicándose como una de las industrias en decrecimiento del país como es representada en la Figura 3, solo pudiendo recuperar un 0.1 % de crecimiento a mitad del año 2022 tras su reactivación como lo menciona el medio de noticias ecuatoriano El Comercio [6].

Industrias que reportan mayor crecimiento interanual Tercer trimestre del 2022

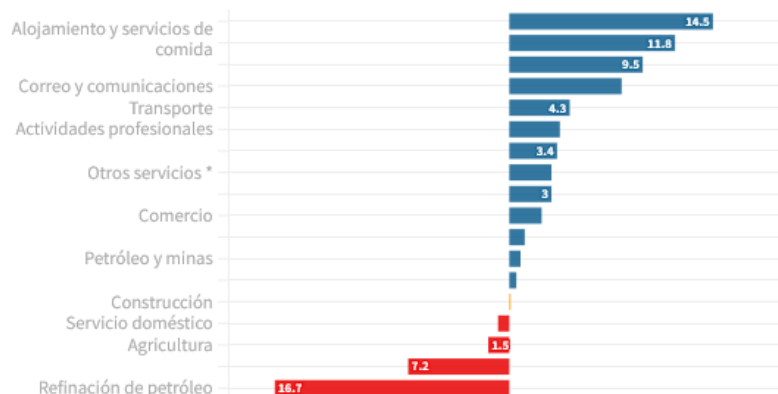


Figura 3. Gráfico representativo del crecimiento de industrias para mediados del año 2022 tomado de [6].

A partir del 2020 al segundo trimestre del año 2022 el INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos), muestra [7] mediante la Figura 4 cuál es el seguimiento histórico de dicho periodo en base a los permisos de construcción emitidos oficialmente, ubicando los meses de enero hasta marzo del 2022 como los meses con mayor reactivación post pandemia comprendiendo 7628 permisos de construcción, mismos que son abarcados en un 44.1 % por el cantón Quito, sin embargo, las cifras mostradas pueden fluctuar por datos extraoficiales de construcciones no regularizadas, debido a los antecedentes presentados cabe relacionar la precarización de condiciones de trabajo informal de la construcción, con contratos sin aseguramiento social, uso de maquinaria o elementos de trabajo que incumplen requerimientos de seguridad y calidad básicos.

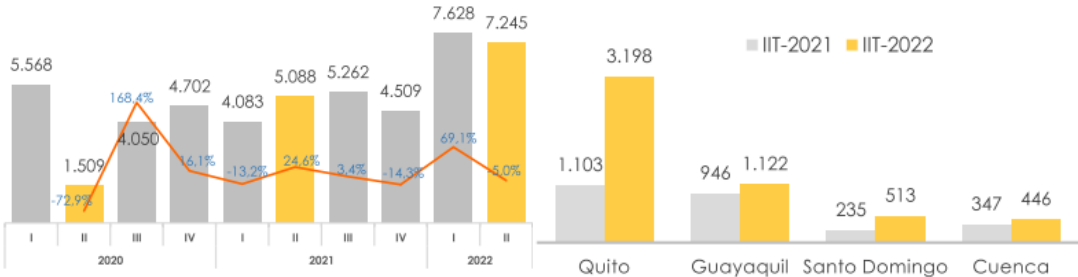


Figura 4. Seguimiento permisos de construcción 2020-2022 INEC; a) Seguimiento histórico de permisos de construcción periodo 2020-2022; b) Comparativo trienal de los cantones con mayor número de construcciones.

Referente al material de construcción registrada por las estadísticas del INEC [7] que se muestra en la Figura 5 para el año 2022 en etapas de construcción de obra como cubiertas el 71.4 % se han registrado al uso de otros materiales diferentes del hormigón armado como láminas metálicas, losas mixtas, policarbonato o metálico poliuretano, del mismo modo se ubican etapas de estructura en el uso de perfiles de acero, madera entre otros que su totalidad hacen usos de trabajos en alturas dependiendo del tipo de edificación y para los cuales se deberá evaluar el tipo de mecanismos para acceder a dichos espacios según el tipo de acción a ejecutarse. Si bien las edificaciones de las cuales mayormente se tiene registro se encasillan a edificios residenciales o viviendas independientes de nueva construcción en un 81.3 %, en 17.1 % ampliaciones y un 1.6 % reconstrucción de edificaciones. Ante ello se considera en gran medida la aplicación de trabajos de altura con el uso de escaleras o andamios, significando también un riesgo laboral.

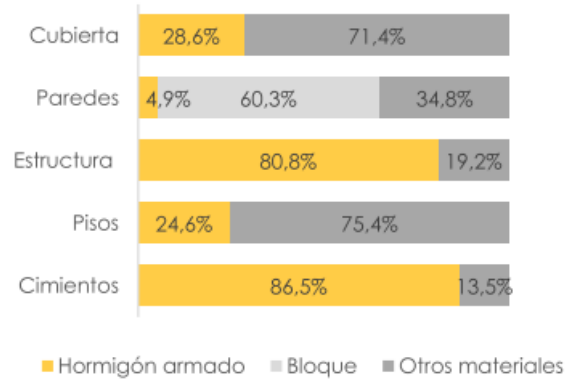


Figura 5. Porcentaje de uso de materiales de construcción para etapas de obras año 2022.

1.2 Riesgos laborales en altura

De acuerdo a la CAMICON [8] la profesión constructiva es la de mayor tendencia a sufrir accidentes laborales con altos índices de mortalidad, debido a ello en el año 2018 se reconoció una cifra oficial de 3.3 % de accidentes en el sector, donde se pondera que el trabajo en altura y movimiento de cargas son de los más peligrosos a raíz de acciones que ponen en riesgo al trabajador, estas son expuestas en la Figura 6, cabe destacar que operar equipos sin autorización, uso de equipos defectuosos o inadecuados, la colocación de cargas de formas incorrectas junto con el empleo en equipos de protección personal en una forma incorrecta o ausente del mismo son directamente relacionados a una posible accidentabilidad en un lugar de trabajo de altura, teniendo en cuenta el uso de herramientas como escaleras, puentes grúas y en especial andamios en sus diversos tipos. Retomando la precarización de las condiciones de trabajo post pandemia se convierte en una potencial amenaza de seguridad y calidad a nivel de la industria de la construcción.

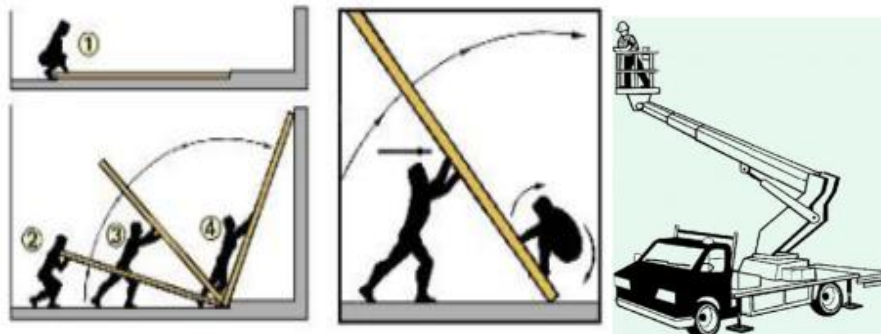


Figura 6. Representación de equipos y elevaciones de objetos

1.2.1 Trabajo de altura

Se define como trabajo de altura de acuerdo a autoría de Taco [9] a cualquier estructura que en cuestión de altura sea mayor a ciento ochenta centímetros tomando una altura por encima del suelo, en los trabajos a diferentes alturas se hacen actividades de las cuales se puede destacar; trabajos en andamios, postes, escaleras, plataformas, etc., son varias las actividades que resultan de este ámbito, ya que los trabajos en altura se ven en labores como; montaje de estructuras, reparaciones, construcción, mantenimiento, etc., respecto a los lineamientos del Ministerio de Trabajo, para ello se evalúan dos tipos de caídas en las cuales se destacan (ver Figura 7).

- Caídas al mismo nivel

Se produce a la misma altura sobre la cual se encuentran realizando las actividades el trabajador, relacionándose mayoritariamente con resbalones, tropiezos los cuales no generan un daño en su forma fisonómica causados en su mayoría con la presencia de suelos desnivelados, superficies resbalosas, iluminación escasa y obstáculos en la circulación.

- Caídas a distinto nivel

Son caracterizadas por realizar su trabajo superando los ciento ochenta centímetros de altura, comprometiendo completamente el bienestar del trabajador, son más propensos de ocurrencia por el desconocimiento de las medidas regulatorias de trabajo en altura, regulación de equipos de seguridad en mal estado o carentes de certificación o normativa de acuerdo con su funcionalidad.



Figura 7. Tipo de caídas de acuerdo con la altura; a) Caída al mismo nivel; b) Caída a distinto nivel.

Los andamios al ser estructuras metálicas[9] que frecuentemente ayudan al desarrollo de obras de construcción a grandes alturas pueden presentar grandes inconvenientes al estar colocados de una forma incorrecta o a su vez al hacer un uso inadecuado de ellos. Pueden llegar a ser los

principales causantes de lesiones peligrosas o hasta ser los causantes de la pérdida de la vida del usuario.

Riesgos frecuentes por la actividad en altura:

- Caídas a distintos niveles
- Colapso de estructuras
- Peligro por descenso de objetos
- Riesgos eléctricos de origen directo o indirecto

1.3 Regulación y evaluación en áreas de construcción

La información respecto a regulación de la industria de construcción del Ecuador resulta ser generalizada y hasta la fecha muy poco actualizada, si bien es cierto la entidad máxima para la regulación y ordenanza del sistema de construcción como lo mencionan Urbiztondo y Mirada [10] son los gobiernos autónomos descentralizados municipales o metropolitanos, estos estarán enmarcados en el cumplimiento y aplicación de las normativas de construcción del Ecuador (NEC) cuya última actualización data del 2015. En la misma se engloban normas que son de obligatorio cumplimiento de régimen nacional cuidando requisitos mínimos de seguridad y calidad durante todas las etapas de la fase constructiva, no obstante, se reitera que la misma se ha elaborado bajo la adopción de parámetros de calidad y seguridad de índole internacional como normas mexicanas, colombianas, estadounidenses, euro códigos, códigos de edificación de España entre otros que se han sido adaptadas a criterio de profesionales expertos del sector para el Ecuador. Entre los conceptos más utilizados para la definición de una norma resulta comprender su estricto cumplimiento para el aseguramiento de seguridad para usuarios como también la calidad de productos, en el presente caso INEN, el instituto de normalización del Ecuador pretende asegurar estos parámetros a través de aplicación de procedimientos de diseños y ensayos de acuerdo con el uso.

Para el presente estudio se han tomado como eje principal de diseño la normativa aplicada en andamios utilizados con frecuencia en fachadas de montantes con elementos hechos a base de acero o con aleaciones que tienen aluminio en sus elementos que lo conforman, compuestos también por piezas de madera, estas son detalladas en las normativas técnicas europeas para; Andamios de fachada de componentes prefabricados EN 12810-1 detallando especificaciones del producto, EN 12810-2 donde se establecen los métodos del diseño estructural, adicionando

la normativa técnica europea para; Equipamiento para trabajos temporales de obra EN 12811-1 se describe el comportamiento y diseño general de andamios, EN 12811-2 destaca la información de materiales y EN 12811-3 donde se establece el lineamiento para el desarrollo de ensayo de cargas.

1.4 Andamiaje

1.4.1. Definición

Se considera a un andamio como un área de trabajo provisional para la realización de obras de edificación o reconstrucción, misma estructura estará conformada con elementos metálicos, madera o con cables de acero esto de acuerdo al trabajo realizado por Almonacid [11], sin embargo otra definición expresada por la RAE menciona [12] que un andamio es un armazón el cual entre sus elementos principales tiene tabloneros o vigas ubicados de una forma horizontal, los cuales sean de utilidad para desarrollar actividades encima de ellos y de esta manera realizar desde reparaciones hasta el transporte de objetos como estatuas u otras cosas. Por tanto, se converge en que una estructura de andamio permite el trabajo en altura que tendrá un arreglo geométrico y estático que brinde estabilidad y seguridad para el trabajo como se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Esquema básico de andamio común [9].

Respecto a la diversidad de la aplicación y usos, estos son directamente relacionados al tipo de entorno, cargas y el tipo de trabajo a desarrollarse por tanto se establece una clasificación por el tipo de sistema de acuerdo como lo menciona la normativa NTE-INEN-EN 12811 [13]

representada en la Tabla 1 considerando criterios enfocados en la clasificación de cargas de servicio, plataforma y apoyos, anchura de sistema, altura libre, revestimiento y método de acceso.

Tabla 1. Clasificación sistemas de andamiaje acorde a la normativa NTE-INEN-EN 12811-1 para comportamiento y diseño general de andamios [13].

Criterio de clasificación	Clases
Carga de servicio	2,3,4,5,6, de acuerdo con Tabla 3 de EN 12811-1:2003
Plataformas y sus apoyos	(D) diseñado con, (N) no diseñado con ensayo de caída
Anchura del sistema	SW06, SW09, SW12, SW15, SW18, SW21, SW24
Altura libre	H1 y H2 de acuerdo con la Tabla 2 de EN 12811-1:2003
Revestimiento	(B) con o (A) sin equipamiento de revestimiento
Método de acceso vertical	(LA) con escalera de mano o (ST) con escalera de acceso o (LS) con ambas

En la Tabla 2 se presenta las clases de andamios y la influencia de las cargas que soportan, siendo la clase 1 los andamios que menos carga toleran y la clase 6 los andamios de mayor resistencia a cargas.

Tabla 2. Clases de andamios en función a la influencia de la carga [4].

Clase	Carga repartida uniformemente (kN/m²)	Carga en una superficie concentrada 500 mm²(kN)
1	0.75	1.50
2	1.50	1.50
3	2.00	1.50
4	3.00	3.00
5	4.50	3.00
6	6.00	3.00

En consecuencia, se plantea el diseño de una estructura de andamio tipo modular con carga de servicio 6, sin ensayo de caída sobre plataformas, con anchura de sistema SW15, altura libre H₂, sin revestimiento tipo A y método de acceso LS. Siendo representado bajo la designación:

Andamio EN 12810 --- 6N --- SW 15 --- H2 --- A --- LS

1.5 Clasificación según el tipo de andamio

1.5.1. Andamios tubulares

Los andamios tubulares son comúnmente denominados como andamios europeos, Saéz por medio de su investigación, los encasilla como [14] sistemas modulares con uso de componentes prefabricados, que son conectados de manera unidireccional, de forma que son capaces de ofrecer un sistema estable y adaptable, mismas que cuentan con plataformas de trabajo de acceso seguro. En su mayoría estas estructuras están construidas con marcos metálicos, siendo su elemento principal que se encargarán de sostener diversas plataformas ubicadas en diferentes alturas, éstas últimas deberán estar ensambladas por medio de largueros horizontales y diagonales. Este tipo de sistema se muestra por medio de la Figura 9, esta consta de los arreglos geométricos más tipos usados para andamios de fachada.

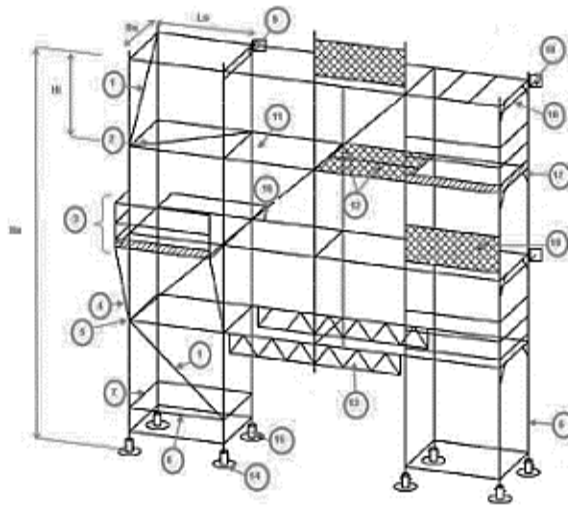


Figura 9. Sistema de andamio tubular de fachada [14].

1.5.2. Andamios de cremallera

Desde el preámbulo destacado por Oliver [15], este tipo de estructura consta de una única plataforma de trabajo, la cual obtiene su movilidad por medio de la transmisión de una

cremallera de uno o varios mástiles, esta será movida con uso de un motor eléctrico, La principal característica de este andamio es la adaptabilidad a la altura requerida por el usuario, siendo dirigida mediante mandos ubicados en un cuadro el cual está situado en la misma plataforma. Para criterios de aseguramiento de estabilidad ante vuelco y fuerzas del viento esta estructura consta de un sistema de anclaje de mástiles a la estructura de la edificación, su representación más común es observable por medio de la Figura 10, representado una de las variantes del tipo de estructuras de andamios por cremallera con dos mástiles.

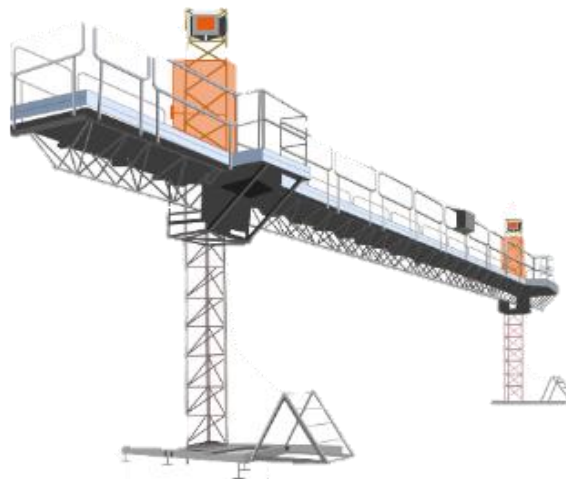


Figura 10. Sistema de andamio tipo cremallera,[16].

De acuerdo con el tipo de longitud total en esta estructura mantiene una clasificación lo que a la par condicionan el número de mástiles necesarios para su estructura encontrándose así la siguiente clasificación.

1. **Andamio monomástil:** Se fijan en un único mástil, su plataforma de trabajo alcanza los 10 metros de altura máxima [15].
2. **Andamio bimástil:** Conformado por dos mástiles separados en 15 m entre sí y capaces de soportar hasta 25 metros de altura máxima [15].
3. **Otras clasificaciones:** Pueden componerse de tres mástiles dependiendo de las necesidades y especificaciones, teniendo en cuenta la separación obligatoria de 15 m entre mástiles.

1.5.3. Andamios colgantes

Al referirse a los andamios colgantes se orienta a presentar una construcción auxiliar o plataformas que se encuentran suspendidas por cables o cuerdas, están tendrán que ser

desplazadas de forma vertical en las fachadas, haciendo uso de mecanismos de elevación y descenso con control motor o manual, para lo cual sus apoyos deben encontrarse en la parte superior de la estructura. Estos andamios presentan varianzas en su diseño llegando a tener clasificaciones adicionales, así lo explican Valencia et al. [17] de acuerdo a su investigación siendo así se clasifican en:

1. **Andamio suspendido articulado:** En este tipo los cables de suspensión están anclados a un soporte estructural o un nivel más alto de la obra, este sistema usa el izaje con usos de grúas o mecanismos de elevación fijadas a la plataforma [17].
2. **Plataforma colgante:** Estas están suspendidas a nivel de techo contando con soportes estructurales.
3. **Sillas de seguridad suspendidas y sillas individuales:** son plataformas simplificadas al uso de trabajo en el cual el usuario solo podrá permanecer sentado.

La Figura 11 presenta, el sistema de andamiaje colgante usado comúnmente en la construcción civil.



Figura 11. Sistema de andamiaje colgante en obra civil [18].

1.6 Andamios reforzados para izaje de vigas en Ecuador

La situación actual de fabricación, alquiler y venta de andamios en Ecuador [19] se encuentra realizada por pocas empresas y compañías que se dedican a la elaboración de estructuras de andamio para izaje de vigas, como también al alquiler de grúas para izaje de vigas, a continuación se enumeran ciertas empresas que se dedican al alquiler y venta de andamiaje, estructuras metálica, torres, grúas y andamios para izaje de vigas para construcción en obras de

tipo civil: Bagant, SOLUMEC andamios, Sayeco Andamios y Encofrados, Meleiva Cía. Ltda., Andamios AMNFAC, FAROLMEC METALMECÁNICA, Grupo Encofrados del Valle.

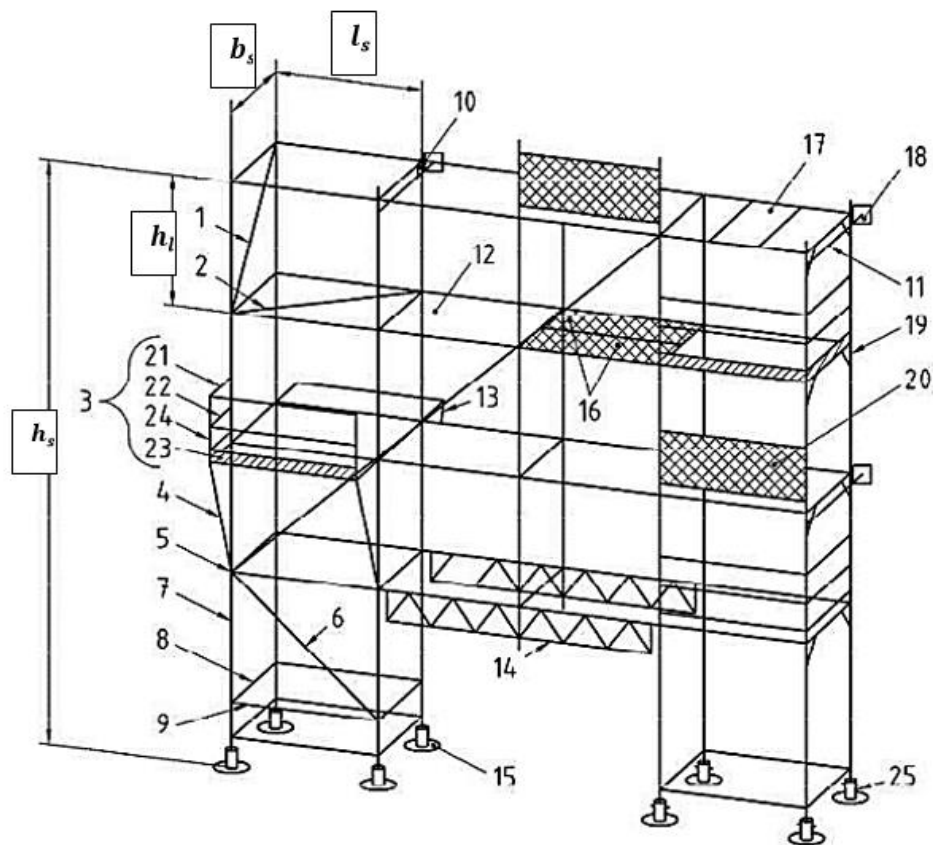
En la Figura 12 se muestra un tipo de andamio modular, en esta estructura metálica se puede observar una plataforma de lámina junto a una escalera por donde transitan los operarios, a los costados se encuentran las barandas de protección, observándose en cada una de las uniones de la estructura la rueda que hace que el andamio pueda tener diferentes grados para de esta forma ser modular.



Figura 12. Andamio modular; fuente [19]

1.7 Componentes generales de andamios tubulares

Los principales elementos que conforman los andamios modulares de acuerdo Almonacid [11] y la normativa INEN para andamios de fachada se muestran por medio de la Figura 13, detallando su leyenda en función del esquema. Aclarando que el modelo empleado para el esquema no resulta ser un modelo de diseño estructural normado o comprobado



- | | |
|--|----------------------------------|
| h_s : Altura del andamio | 10 Acoplamiento (brida) |
| b_s : Anchura de módulo | 11 Miembro de unión |
| l_s : Longitud de módulo | 12 Plataforma |
| h_l : Altura por nivel | 13 Ménsula |
| 1 Arriostrado en plano vertical (diagonal transversal) | 14 Viga puente |
| 2 Arriostrado en plano horizontal | 15 Placa base |
| 3 Protección lateral | 16 Unidad de plataforma |
| 4 Tornapuntas | 17 Marco horizontal |
| 5 Nudo | 18 Anclaje |
| 6 Arriostrado en plano vertical | 19 Marco vertical |
| 7 Montante | 20 Estructura mallada |
| 8 Travesaño | 21 Barandilla principal |
| 9 Larguero | 22 Protección lateral intermedia |
| | 23 Rodapié |
| | 24 Poste |
| | 25 Base regulable |

Figura 13. Elementos que comprenden un andamio de acuerdo normativa NTE INEN-EN 12811-1, [20].

Independiente de la explicación gráfica es necesario enfatizar sobre la definición de los elementos más importantes del diseño de un andamio.

- 1. Pies de apoyo o pies derechos:** Los pies de apoyo de los andamios son el elemento que soporta toda la estructura y los elementos que los conforman, estos deben estar en

perfecto estado, ya que transmiten las cargas hacia el suelo, a la vez que soportan el movimiento que sucede en ellos.

2. **Plataforma:** Es la encargada de dar soporte tanto a la estructura como a los operadores, materiales y herramientas que se coloquen para poder realizar la construcción en las obras civiles.
3. **Diagonales:** Las diagonales que depende del tipo de andamio suelen ser colocadas en un solo sentido o en forma de tijera, sirven para brindar soporte y que las cargas se distribuyan de mejor manera por la estructura.
4. **Roseta:** Esta parte es esencial en los andamios modulares ya que va en las esquinas de la estructura y mediante su utilización se puede tener varios ángulos lo cual hace que el andamio pueda llegar a cubrir más áreas que los andamios tradicionales no pueden.
5. **Vigas laterales:** Deben ser de un material muy resistente y duradero para que con su manipulación no se deformen, además que deben soportar varias cargas a la vez que junto con los demás elementos brindar estabilidad a la estructura.
6. **Vigas horizontales:** Se insertan en la roseta y se pueden colocar en los ángulos que se requieran acorde a la obra civil que se realice, deben ser resistentes y duraderas para soportar cargas junto con la manipulación de estas.
7. **Refuerzos:** Estos por lo general están ubicados en puntos críticos de la estructura, es decir, se ubican en lugares donde las cargas sean superiores de esta forma se consigue una estructura más rígida y duradera.

No obstante, de acuerdo con el tipo de modelo o funcionalidad de la estructura provisional y si así lo determina la normativa de construcción esta podrá presidir de ciertos elementos complementarios, que en su ausencia no signifiquen la inestabilidad o inseguridad del andamio.
8. **Escaleras:** Se pueden colocar a un costado en el interior de la estructura para facilitar la movilización tanto de los operadores, como del material y herramientas que se necesiten en la construcción de las obras civiles.
9. **Pasa manos:** Cumplen la función de dar soporte a los operarios para que tengan un apoyo en el cual sostenerse en cualquier punto del andamio.
10. **Tecele eléctrico:** Un tecele es aquel encargado de levantar materiales o herramientas de mucho peso a partes altas de la construcción, de esta forma los operadores pueden desarrollar de mejor manera su trabajo.

1.8 Izaje de perfiles

Ruda [10] realizo un manual acerca de la operación de izaje de cargas en la ciudad de Duitama, donde se muestran características, aplicaciones y equipos que intervienen en la operación de izaje, ya que en la industria actual constructora es importante levantar cargas a diferentes niveles de la construcción, es por esto que en el manual se indica la posibilidad de levantar cargas con grúas pero ahí interviene la parte financiera, ya que el costo hora/grúa es alto y en el manual se puede ver ciertos criterios y normas para levantar vigas.

Es por esta razón que mediante los andamios modulares reforzados se puede levantar grandes pesos a diferentes niveles, siempre y cuando se cumplan correctamente con las normas impuestas por el INEN. En la Tabla 3 se presentan los excesos que pueden presentarse en el uso de andamios donde la clase 1 es la que menor carga soporta y la clase 6 los andamios que soportan mayor carga. operaciones

Tabla 3. Excesos de cargas en el uso de andamios [6].

Clases de cargas	Trabajos para realizar	Cargas (kg/m²)
1	Es utilizada en trabajos con elementos ligeros sin intervención de materiales de construcción.	75
2 - 3	Es utilizada en trabajos de verificación y procedimientos que no requieran almacenar materiales por largos periodos.	150 - 200
4 - 5	Es utilizada en trabajos de obras civiles e intervención de materiales de construcción.	300 - 450
6	Es utilizada en trabajos de obras civiles pesadas con importantes intervenciones de materiales de construcción.	600

1.8.1. Proceso de Izaje de perfiles

El izaje de perfiles consiste en una acción mediante el uso de herramientas o máquinas, en este caso el tecele eléctrico, el cual nos ayuda a levantar cargas las cuales no se pueden levantar de forma manual por su peso, volumen o complejidad que puede llegar a tener el perfil. A continuación, se enumera de forma concreta el izaje de vigas:

1. El proceso de izaje consiste primero en montar los andamios acordes a la altura que se requiera en el área de trabajo.
2. Se revisa que todos los andamios estén en perfecto estado y colocados correctamente.
3. Se coloca la viga que sostiene el tecle eléctrico.
4. Se enciende el tecle eléctrico y se baja la polea con el gancho para izar la viga.
5. Se coloca el tecle eléctrico en la posición que facilite levantar la viga.
6. Se coloca un cable en la viga para posteriormente izarla.
7. El operador levanta la viga mediante el manejo del tecle eléctrico.
8. El operador desde abajo vigila que el proceso se realice bien sin inconvenientes.
9. Se coloca la viga en el lugar requerido en la obra de construcción o en el área de trabajo requerida, en la Figura 14 se muestra el proceso de izaje mediante un esquema con sus diferentes partes que lo conforman.

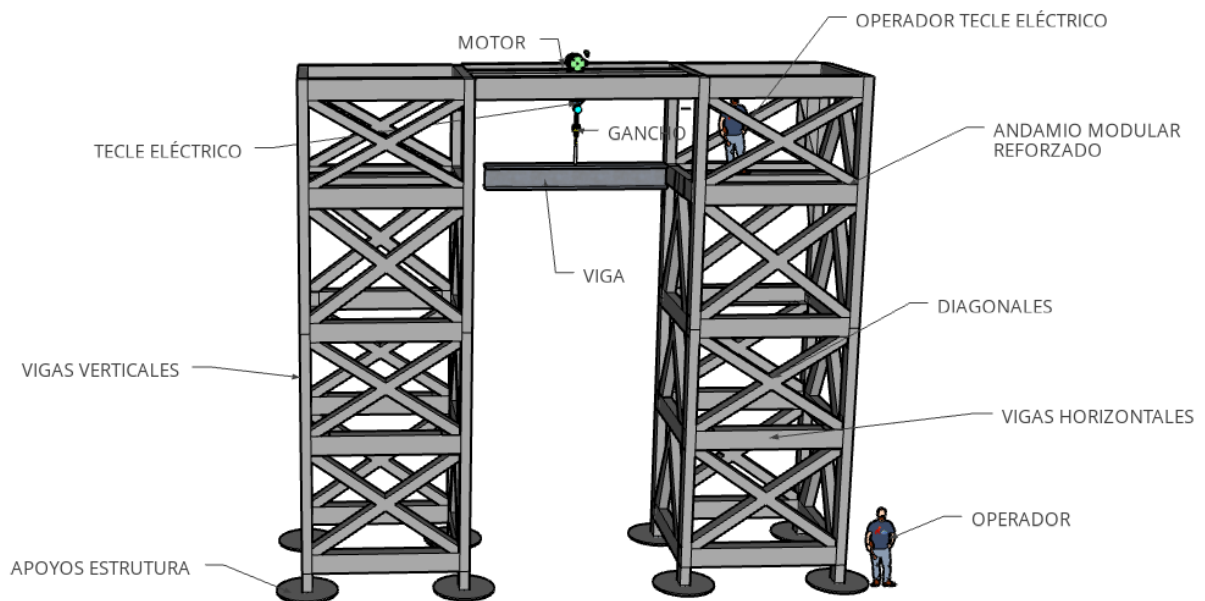


Figura 14. Proceso izaje de perfiles o vigas con andamios.

CAPÍTULO II

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS Y ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN PARA DISEÑO DE ANDAMIO

2.1 Selección de diseño

En el presente apartado se especifican tres diseños de andamios, en los cuales se considerarán sus diferentes características y funcionalidades, para lo cual se ha evaluado la selección del mejor sistema para cumplir con la ejecución del proceso de izaje. En la Tabla 4 se presentan las alternativas de andamios para realizar el correspondiente análisis.

Tabla 4. Alternativas de andamios para izaje de vigas.

Alternativa	Tipo de andamio
1	Andamio tipo cremallera
2	Andamio de marco cerrado
3	Andamio modular reforzado

2.1.1. Andamio tipo cremallera

Un andamio tipo cremallera generalmente está conformado por una plataforma en donde se concentran las cargas de personas, materiales, equipos, herramientas u otras cosas, este andamio se desliza por dos pilares o guías, las cuales están ubicadas lateralmente y tienen un motor con el cual mediante un accionamiento manual por parte del operador pueden hacer que la plataforma suba o baje, el objetivo principal de este tipo de andamio es de subir y bajar personas, materiales, máquinas y herramientas, para de esta manera facilitar las actividades a realizarse en la obra civil [8]. Cabe mencionar que el andamio tipo cremallera debe estar anclado tanto al piso como a la edificación donde se están realizando las actividades de construcción, remodelación o izaje, ya que este andamio al no formar una estructura con 3 o 4 pilares puede tender a volcarse, produciendo pérdidas de vidas humanas o desaprovechamiento del material constructivo dependiendo el caso. En la siguiente Figura 15 se presenta un diseño de un andamio tipo cremallera.

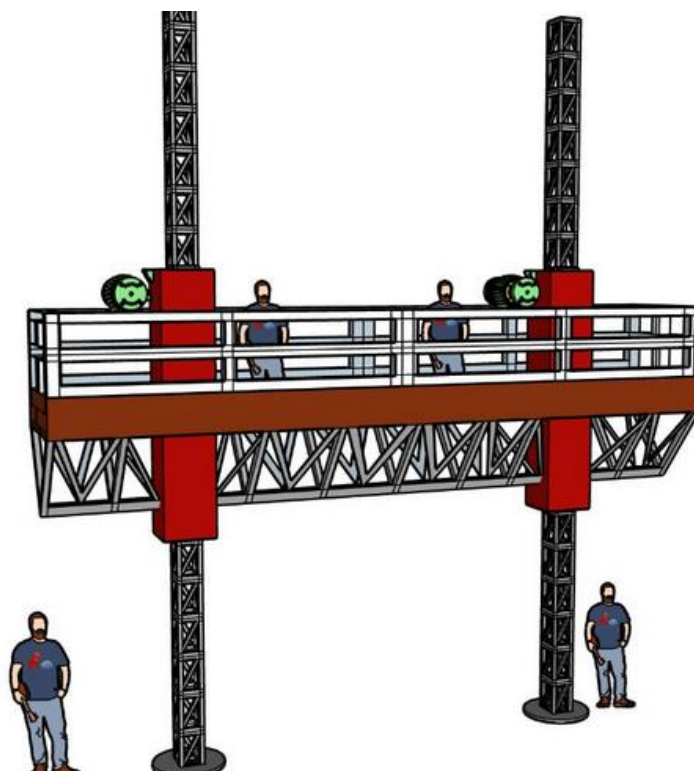


Figura 15. Diseño de un andamio tipo cremallera.

En la Tabla 5 se presenta ventajas y desventajas del andamio tipo cremallera.

Tabla 5. Ventajas y desventajas del andamio tipo cremallera.

Ventajas	Desventajas
Fácil montaje	Mantenimiento costoso
Estructura resistente	No soportan cargas pesadas
Transportación de materiales y personas	Deben estar siempre anclados
Funcionamiento sencillo	Precio elevado

2.1.2. Andamio de marco cerrado

Los andamios tubulares son andamios metálicos los cuales tienen una sola posición es decir no son modulares, son conformados por unión de tubos sueltos unidos mediante abrazaderas, de esta manera forman estructuras provisionales las cuales son fáciles de montar y desmontar, a la vez que su adaptabilidad a las necesidades de la construcción es muy buena, pero no son muy capaces de resistir grandes cargas e izar perfiles de mucho peso [6]. Este tipo de andamio es el

más comercial y utilizado en obras civiles ya que tiene un costo muy accesible, con una maniobrabilidad eficaz, por lo general este andamio es utilizado con frecuencia en la construcción y remodelación de casas o edificios pequeños, en el izaje de perfiles o cargas no es muy fiable por los materiales en los que está realizado, además que su forma estructural no está diseñada para resistir grandes pesos como el de vigas. La Figura 16 presenta el diseño de un andamio tubular de marco cerrado.



Figura 16. Diseño de un andamio tipo marco cerrado.

La Tabla 6 describe las ventajas y desventajas del andamio tipo marco cerrado.

Tabla 6. Ventajas y desventajas del andamio tipo marco cerrado.

Ventajas	Desventajas
Precio accesible	Baja durabilidad
Fácil montaje	No soportan cargas pesadas
Mantenimiento sencillo	Poco versátil
Ligero y fácil de transportar	Límite de altura

2.1.3. Andamio modular reforzado

Los andamios modulares reforzados son estructuras prefabricadas para una determinada actividad en una obra civil, dependiendo cual sea su fin de uso se puede habilitar para cumplir la función de izaje de cargas estas pueden ser de perfiles, estructuras, máquinas, equipos o herramientas dependiendo el caso, trabajos de remodelación de estructuras o edificaciones, trabajos de construcción de casas y edificios, entre otros, el ser modulares les brinda la facilidad de poder ajustarse a cualquier ángulo que sea necesario y al ser reforzados pueden soportar cargas altas de peso [9]. Este tipo de andamio suele estar conformado por dos torres unidas por vigas o tubos de un grosor considerable para que la estructura tenga una alta resistencia para izar vigas u objetos de gran peso, tamaño o volumen, son de materiales muy duraderos, resistentes y su corrosión no es inmediata por el tipo de recubrimiento que suelen tener, a la vez que su diseño es específicamente para soportar grandes cargas y no corre peligro de volcamiento por cargas de viento u otro factor que pueda intervenir en su correcto funcionamiento. En la Figura 17, se muestra el esquema para un andamio modular reforzado.

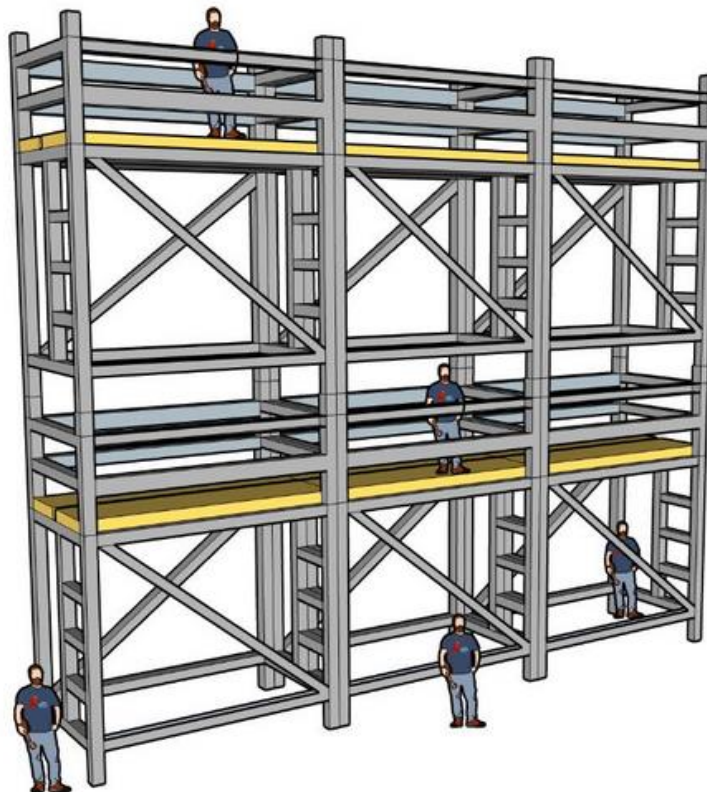


Figura 17. Diseño de un andamio tipo modular.

La Tabla 7 presenta las ventajas y desventajas del andamio tipo modular reforzado.

Tabla 7. Ventajas y desventajas del andamio tipo modular reforzado.

Ventajas	Desventajas
Durabilidad alta	Precio elevado
Resisten cargas pesadas	Robusto y pesado
Fácil mantenimiento	Diseño complejo
Versátiles y seguros	

Ante la información presentada y el análisis detallado Barros y Bautista [18] presentan en su trabajo una tabla comparativa entre los tipos de andamios, pudiendo ser una guía de selección de acuerdo con los recursos y necesidades del constructor, misma que es presentada y modificada en la Tabla 8, dicha información manifiesta un alto rendimiento para estructuras elevadas como andamios colgantes, más aún se refleja al clasificado como tipo cremallera entre los más sobresalientes.

Tabla 8. Factores de análisis en tipos de andamios [18].

Factor de análisis	Tipos de andamio			
	Tubulares	Cremallera	Colgantes	Multidireccionales
Resistencia	X	X	X	X
Estabilidad		X		X
Durabilidad	X	X	X	X
Maniobrabilidad		X	X	

De acuerdo con las necesidades presentadas a nivel de industria ecuatoriana, se ha establecido la necesidad de presentar un sistema de andamiaje con uso de teclé eléctrico para pesos no mayores a una tonelada enfocándonos así, a izar vigas o elementos ligeros, por ende, exigiendo altas características de estabilidad y seguridad para la estructura, en la Figura 18 se muestra un esquema referencial del andamio modular reforzado para izaje.

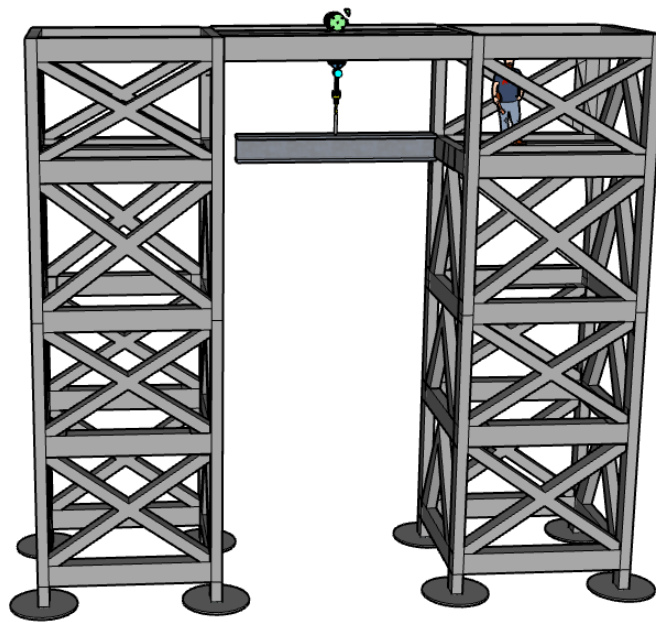


Figura 18. Esquema de diseño de andamio reforzado modular para izaje propuesto.

2.2 Selección de alternativas

El proceso de selección de un tipo de andamio para ajuste al objetivo de izaje de vigas se calificará con niveles del uno al cinco, siendo el cinco el nivel calificación más alta y uno el nivel de calificación más bajo, las tres alternativas de andamios serán evaluadas de acuerdo con cinco parámetros fundamentales en el análisis de alternativas. Mediante la Tabla 9 se presenta como se realizará la ponderación y la interpretación para su posterior uso en la calificación del análisis.

Tabla 9. Escala de calificación de mayor a menor.

Calificación	Significado
5	Excelente
4	Muy Bueno
3	Bueno
2	Regular
1	No aceptable

Las alternativas serán calificadas en base a los siguientes parámetros:

- Resistencia
- Estabilidad
- Durabilidad
- Maniobrabilidad
- Costo

2.2.1. Resistencia

El andamio que se va a diseñar está enfocado a la industria de la construcción, ya que mediante él se podrá realizar diferentes actividades tanto de albañilería como de izaje de cargas, por lo cual su resistencia es de suma importancia para que los elementos que conforman el andamio no tiendan a deformarse con facilidad.

Los diferentes tipos de andamios tienen varias características, por lo cual su resistencia va a ser diferente dependiendo la geometría que tengas y el material que generalmente se utiliza para su construcción. Las tres alternativas son muy resistentes en el ámbito que se las desarrolla generalmente, pero al intervenir el izaje de una carga la alternativa 2 tiende a ser más débil por los materiales en los que está realizada. La Tabla 10 califica la resistencia del andamio en función al tipo de alternativa puesto que cada andamio tiene características diferentes.

Tabla 10. Análisis y calificación de resistencia.

Alternativa	Análisis	Calificación
1	El andamio cremallera es resistente a cargas ya que generalmente se usa para subir mediante motores a trabajadores, herramientas, equipos y materiales.	5
2	Este andamio es el más utilizado, pero para pequeñas obras en las cuales el propósito principal es de transportarse de un punto a otro, a la vez que no se puede izar cargas muy pesadas por el tipo de material del que está hecho.	2
3	Al ser un andamio tubular reforzado quiere decir que los materiales del que está formado son más resistentes y su geometría es perfecta para izar cargas.	5

2.2.2. Estabilidad

Una estructura estable es aquella que puede resistir tanto cargas puntuales como distribuidas, a la vez que en estas estructuras por lo general también actúa la carga del viento la cual puede hacer que una estructura tienda a volcarse fácilmente, por lo cual la estabilidad es muy fundamental en el diseño de un andamio.

En el caso de la estabilidad la alternativa 1 es estable siempre y cuando este anclada al piso y a una superficie vertical por lo cual no lo hace una opción muy viable, por otra parte, la alternativa 2 y 3 son más estables al formar una estructura cuadrada sin necesidad de anclarse a alguna superficie. En la siguiente Tabla 11, se presenta la calificación del andamio en base a su estabilidad.

Tabla 11. Análisis y calificación de estabilidad.

Alternativa	Análisis	Calificación
1	Este andamio consta de solo dos pilares los cuales siempre deben estar anclados para que sea una estructura estable por lo cual solo en ese caso se hace una estructura estable.	3
2	El andamio al ser de marco cerrado es más estable y a la vez que si se lo ancla al suelo su estabilidad es aún mayor.	4
3	Esta alternativa al ser un andamio para izar vigas por ser reforzado resiste mucha carga entre una de ellas las cargas del viento lo cual hace este andamio uno de los más estables.	5

2.2.3. Durabilidad

La durabilidad es un parámetro muy importante en una estructura que va a estar a la intemperie sometida a diferentes cargas y condiciones climáticas por lo cual en este apartado interviene tanto la parte de diseño como la selección del material con el cual se realizaron los elementos de los diferentes tipos de andamios para que estos resistan mejor a las diligencias que se presenten en las obras de carácter civil.

Las tres alternativas tienden a estar en una buena escala de durabilidad, pero la alternativa 1 y 3 son las que sobresalen más por sus geometrías y materiales con los que se realizaron cada uno de sus elementos. En la siguiente Tabla 12, se muestra la calificación frente al parámetro de durabilidad.

Tabla 12. Análisis y calificación de durabilidad.

Alternativa	Análisis	Calificación
1	Los andamios de este tipo tienen una buena durabilidad ya que transportan cargas mediante su sistema cremallera, además que sus elementos son de materiales resistentes.	4
2	Este andamio tiene buena durabilidad mientras no se exceda de su límite de carga, al no ser un andamio reforzado tiene a que su durabilidad disminuya.	3
3	El andamio modular reforzado es el que mayor durabilidad tiene por el hecho de que sus elementos son de tubos de espesor mayor a los comunes para que resistan grandes cargas.	5

2.2.4. Maniobrabilidad

Este parámetro se enfoca en la capacidad que tiene los andamios para adaptarse a los diferentes tipos de construcción, ya que existen casos en los que se necesita que el andamio cumpla con ciertos ángulos para que facilite las actividades a realizarse en las obras civiles.

La alternativa 1 es difícil que se adapte a cualquier tipo de edificación ya que se compone por dos pilares, la alternativa 2 por lo general se forman bloques para poder envolver a la edificación, y la alternativa 3 al ser modular se adapta fácilmente a cualquier edificación. En la Tabla 13, se muestra el análisis y calificación de la maniobrabilidad de cada alternativa.

Tabla 13. Análisis y calificación de maniobrabilidad.

Alternativa	Análisis	Calificación
1	Una de las deficiencias de este tipo de andamios es que solo pueden usarse en superficies verticales rectas por lo cual su maniobrabilidad se reduce.	2
2	Este andamio suele envolver a la edificación para así poder llegar a todos los lugares requeridos, pero para lograrlo se suele utilizar muchos más andamios lo cual incrementa el número de estructuras en una obra civil.	4
3	Por el hecho de ser un andamio modular puede tomar ciertos ángulos que un andamio tradicional no puede, de esta forma facilita que los trabajadores se puedan mover sin dificultad alguna por la obra civil.	5

2.2.5. Costo

El costo por lo general es el parámetro que influye más en las personas que buscan andamios para realizar una determinada construcción, pues al ser estructuras provisionales no se necesita tenerlas por largos periodos de tiempo en la obra civil pues de lo contrario se convertirían en un gasto innecesario.

La alternativa 1 y 3 pueden llegar a ser las más costosas por diferentes factores, además que su diseño es enfocado a ser un andamio muy resistente y ergonómico, a diferencia de la alternativa 2 que es el andamio más comercial y de bajo costo que se utiliza generalmente para obras civiles. En la Tabla 14, se muestra el análisis y la calificación del costo de cada alternativa.

Tabla 14. Análisis y calificación de costos.

Alternativa	Análisis	Calificación
1	Al tener un sistema tipo cremallera y dos motores que ayudan a subir y bajar la estructura para realizar las diferentes actividades en la obra civil esta se convierte en una alternativa muy costosa.	3
2	Este tipo de andamio tiene un diseño muy básico y suele ser hecho con tubos de poco espesor por lo cual reduce mucho su costo de fabricación haciéndolo muy accesible para todas las personas.	5
3	Este al ser un andamio enfocado en el izaje de vigas o cargas su diseño y fabricación es más costoso, pues es también un andamio reforzado para así evitar que la estructura llegue a fallar o fatigarse.	4

2.2.6. Ponderación final

Para obtener la ponderación final en base a las calificaciones de los parámetros, se debe tomar en consideración al costo como uno de los parámetros más importantes, seguido por la resistencia, estabilidad, durabilidad y maniobrabilidad de esta manera se escoge la mejor alternativa para diseñar y simular un andamio que cumpla con los estándares actuales del mercado. A continuación, mediante la siguiente Tabla 15 se obtendrá un resumen de cada parámetro con su respectiva ponderación, de esta manera cada alternativa estará siendo calificada sobre 5 puntos.

Tabla 15. Ponderación final de calificaciones en base a los parámetros analizados.

Parámetro	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costo	30 %	3	5	4
Resistencia	20 %	5	2	5
Estabilidad	15 %	3	4	5
Durabilidad	15 %	4	3	5
Maniobrabilidad	20 %	2	4	5
Calificación final ponderada		3.35	3.75	4.70

Mediante la calificación ponderada de la Tabla 15, se tiene la alternativa 3 como la más viable para realizar el diseño y simulación de la misma, la cual es un andamio modular reforzado, esta alternativa tuvo una calificación final ponderada de 4.70 debido a que sus aspectos cumple con los parámetros de diseño dispuestos en la selección, de esta manera se simulara un tipo de andamio modular reforzado para izar vigas el cual pueda resistir cargas hasta de una tonelada, donde su estabilidad y durabilidad no se vean afectadas al igual que otros aspectos importantes en la geometría de la estructura propuesta.

CAPÍTULO III

MODELADO Y DISEÑO ESTRUCTURA ANDAMIO MODULAR

3.1 Criterios para el diseño

Para el desarrollo correcto del cálculo de un diseño de andamiaje este dependerá de la elección de ciertos criterios, entre ellos se encuentran normados por la NTE-INEN 12810-1 y NTE-INEN 12811-1, entre los aspectos más generalizados para la determinación de estas estructuras de trabajo se encuentran altura efectiva, ancho efectivo de área de trabajo, estos están determinados para que el desarrollo del trabajo sea llevado de forma adecuada y segura satisfaciendo las necesidades ergonómicas para el propio trabajo.

La altura mínima para la cual debería estimarse el largo de montantes obviando espacios ocupados por conexiones es de mínimo 1.80 metros, mientras que el ancho de la estructura de trabajo debe abarcar un área de 1.5 metros cuadrados. Bajo dicho preámbulo se establece que la longitud para elementos de columnas y vigas serán trabajadas en un largo de 2 m efectivas. Incluyendo obstrucción de elementos de conexión no mayores de 200 mm.

3.2 Diseño de elementos

Teniéndose como referencia la adaptabilidad de armado modular por medio de elementos y o subconjuntos prefabricados se procede al detallado de los elementos diseñados.

3.2.1. Placas base regulables

El uso de placas base para regulación permite el mejor desempeño de la estructura de andamiaje pues, a presencia de irregularidades en superficies de trabajo debido a desnivel, este permite una modulación por medio de un sistema de rosca y tornillo, que a posterior es conectado con el primer montante de base. El análisis se mantiene enfocado a la resistencia del elemento laminado en frío, manteniendo dos posibilidades de adquisición para la misma, debido a que se plantea el uso de un tornillo de 3 in y paso de 7.257 mm de rosca Whitworth en un paso grueso, de posible adquisición comercial o de diseño a través de torno, esta será unida por medio de cordones de soldadura de 6 mm a una placa de acero estructural A36 en 8 mm en dimensiones de 300·300 mm, este sistema finalmente será modulado por medio de un perno apto para el dimensionamiento de la rosca al cual se soldará agarraderas de varillas de 12 mm para el

manejo del trayecto de subida o bajada de los mismos como es presentado en la Figura 19, adicional de la tuerca esta deberá estar soldada a un tubo 4 in, asegurando el ingreso del diámetro de los tubos utilizados a los montantes.

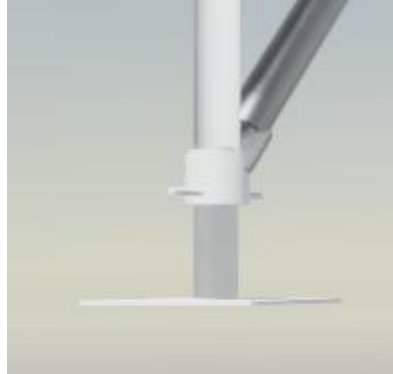


Figura 19. Placa base regulable.

3.2.2. Montante base

Este elemento hace uso de tubos de acero estructural de 3 in de diámetro y un espesor de 3mm, este diseño se maneja bajo el criterio de aseguramiento por copa haciendo uso de una placa con un espesor de 5mm, este asegura el no deslizamiento de elementos de forma axial debido a la compresión, mientras que en la parte superior del elemento es soldado un collar circular para permitir la aplicación de sistemas multidireccionales, con ello permite la fijación de elementos horizontales al sistema con el uso de una cuña de fijación de 15·8 mm ayudando también a la disminución de elementos de conexión como pernos, adicional al aseguramiento por copa los montantes en su extremo superior a 50 mm de extremo cuentan con perforaciones de 10 mm de diámetro por los cuales serán atravesado pasadores de un diámetro equivalente, siendo un sistema adicional para evitar desplazamientos indeseados este elemento es mostrado por medio de la Figura 20.



Figura 20. Montante base.

3.2.3. Montante modular

Este elemento a diferencia del anterior es usado para el incremento de los niveles pues cuenta con 2 perforaciones a los extremos de los mismo para el acople y aseguramiento por medio de pasadores, manteniendo también su distancia de 2000 mm y el uso de collarín modular y copa de aseguramiento, como es mostrado por la Figura 21.

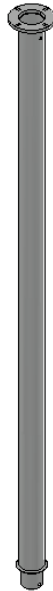


Figura 21. Montante modular.

3.2.4. Collarín de sistema multidireccional

Este collarín de 5 mm de espesor como es mostrado en la Figura 22 tiene como objetivo ayudar al servicio de unión multidireccional de forma horizontal para los niveles trabajados este debe ser soldado al tubo del tipo de elemento de trabajo.

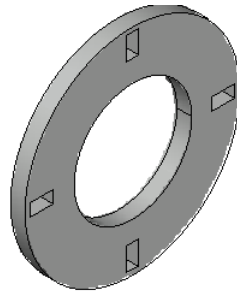


Figura 22. Collarín.

3.2.5. Horizontal

El elemento de horizontal es usado para asegurar la no deformación entre niveles a lo largo de esta estructura, para su elaboración será necesario el uso de placas soldados a los extremos del tubo de 3 in de 1900 mm, manteniendo en las placas horizontales el corte de dimensión necesaria para la cuña de trabajo, viéndose su forma por medio de la Figura 23.



Figura 23. Horizontal.

3.2.6. Riostra

En un sistema de riostra se enfoca la no deformación de los marcos constituidos por montantes y horizontales este elemento, resulta asegurado entre elementos con usos de un sistema de perforación de pernos M12 a sus extremos, mostrándose en la Figura 24.



Figura 24. Rostro.

3.2.7. Montante para viga IPE en servicio de carga

La Figura 25, muestra un montante capaz de brindar un sistema de sujeción por placas adaptadas al extremo superior de este adaptado para un perfil IPE en 140 mm, por los cuales deberán distribuirse las cargas más próximas presentes en el trabajo de izaje con el tecele.

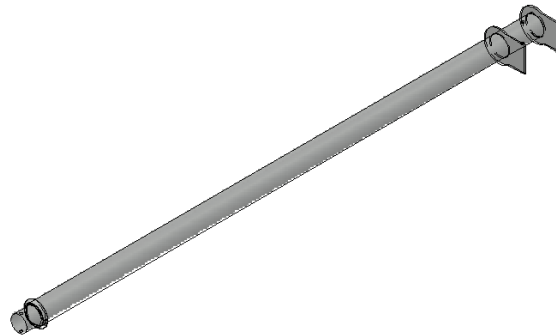


Figura 25. Montante para viga IPE.

3.2.8. Viga IPE relacionada al servicio de carga de tecele

Entre los elementos más indispensables se encuentran las vigas IPE 140 con carga puntual céntrica y la IPE 140 horizontal de apoyo unidas por sistema de conexión de viga a viga con uso de pernos M10X40 y modificando su forma para acople entre elementos detallados en los planos de parte de elementos se puede visualizar de mejor manera en la Figura 26.



Figura 26. Viga IPE 140 destinada al servicio de carga.

3.3 Análisis de cargas

3.3.1. Dimensionamiento de plataforma provisional de trabajo

Los factores predominantes para la selección y diseño de la estructura provisional de andamios resultan de la clasificación según el tipo de trabajo de operación y cargas de elementos adicionales al peso propio predestinado al diseño. Debido a ello se ha preestablecido el uso de perfiles tanto tubulares como tipo IPE, que mantienen una distribución regular en el mercado ecuatoriano, ejemplo de ello se ubican a los catálogos de tubería estructural e industrial de IPAC. Partiendo del estudio iniciado en el primer capítulo se ha logrado determinar los parámetros básicos dimensionales a los cuales se pretende ajustar el diseño, si bien la industria de construcción del Ecuador pos-pandemia ha reducido la construcción del sector industrial a gran escala, ha mantenido un nicho de mercado estructural a obras civiles de viviendas de más de 5 metros, lo que permite cierta inferencia que la construcción de una plataforma provisional de 8 metros de alto, que permitirá mantener la relación de estabilidad igual a 4 para entornos abiertos, y con incidencia de corrientes de viento, y cumpla con capacidad de carga de hasta 1T, que resultaría una alternativa en el modelo de izaje en situaciones en las cuales carros grúa u otro tipo de medio se vea limitado. Si bien el criterio de estabilidad es dividido en dos apartados sobre los cuales la incidencia de corrientes de aire en espacios abiertos o cerrados afecta la estabilidad de este, por medio de los parámetros obtenidos en la Tabla 16, se considera la incidencia de cargas de viento al exterior mediante la fórmula (1):

$$\frac{H}{a} \leq 4 \quad (1)$$

Dónde: **H**: Altura total de estructura de andamio; **a**:Ancho total, obteniendo por lo tanto una relación.

$$\frac{8}{2} \leq 4$$

Tabla 16. Parámetros de dimensión generalizada utilizados para el diseño

Altura (m)	Largo (m)	Ancho (m)
8	6	2

3.3.2. Criterio de diseño

El criterio de diseño aplicado a una estructura de acero puede catalogarse en LRFD O ASD, donde la primera aplica el uso de factores de resistencia y mientras que el método ASD hace usos de factores de seguridad de forma diferente, pero con el objetivo de que en ambos casos se ofrezca un rango numérico de resistencia versus carga. El presente enfoque hace uso del método de diseño por esfuerzos admisibles, llevando a elección del tipo de acero estructural A36 por sus propiedades presentadas en la resistencia de material y la facilidad de soldabilidad con un esfuerzo de fluencia de 2548.42 kg/cm².

3.3.3. Determinación de cargas de servicio

Los perfiles tubulares de construcción estructural en grado A36 de mayor uso comercial van desde los diámetros externos de 1,5 in hasta 6 in, siendo fundamental el uso correcto de perfiles que no sobrepasen sus esfuerzos admisibles ni tampoco presenten un sobredimensionamiento que incremente el valor monetario del sistema, con lo cual, por el tipo de trabajo que prestará el presente proyecto se ha optado por el uso de perfiles tubulares en diámetro de 3 in en espesores variados de 2 mm y 3 mm en elementos como montantes, largueros y horizontales. Adicionando el peso de perfiles de acero tipo IPE de 140 que permitirán la fijación del tecele para el sistema de izaje. Si bien en consideración total se plantea el uso de una torre de trabajo con 8 m de altura total, resulta fundamental el análisis individual por nivel de trabajo y cantidad de combinación de cargas, evaluándose la capacidad de carga desde los 2, 4, 6 y 8 m; dichos estudios serán presentados durante el presente apartado.

3.3.4. Análisis de cargas

Tipo de trabajo: Izaje de perfiles hasta 1T, soporte de personal y herramientas.

Análisis de peso propio estructural

Por medio de software especializado se hace uso del análisis de tablas de pesos y longitud de elementos utilizados, con el objetivo de estimar la carga de peso propio. A continuación de la Tabla 17 a la 21, se presenta el análisis de peso de la estructura y por aplicación de cargas externas.

Tabla 17. Tabla de evaluación de peso propio estructural.

Cantidad	Item	Longitud total (m)	Peso KN
120	Tubo de 3" en 3 mm	227.38	12.174
20	Tubo de 3" en 2 mm	40	1.430
9	Vigas IPE 140	18	2.270
Total			15.874

$$P_{P\ Total} = 15.874\ \text{KN}$$

Carga muerta por sistema de izaje y carga

Para el desarrollo del proceso de izaje de perfiles resulta necesario la presencia de equipos que permitan ejecutar dicha actividad, siendo necesario estimar los pesos que estos añaden a la estructura, esta información es evaluada en la Tabla 18.

Tabla 18. Análisis de carga muerta para sistema de izaje

Item	Tipo de material	Peso (Kg)	Peso KN
Tecele BP01953	Acero reforzado	30	0.294
Perfil en carga	Acero estructural	1000	9.807
Total		1030	10.101

$$P_{Total\ se\ sistema\ de\ izaje} = 10.101\ \text{KN}$$

Carga viva por operarios de sistema

La Tabla 19 presenta información relacionada al peso de operarios que ejecutarán trabajos en la estructura, añadiendo peso al diseño y estimándose un mínimo de 4 operarios en el nivel máximo.

Tabla 19. Análisis carga viva por operarios

Cantidad de operarios	Peso unitario	Peso total Kg	Peso total KN
4	80	320	3.138

$$P_{lop} = 3.138 \text{ KN}$$

Carga muerta por materiales o herramientas

Debido al tipo de aplicación, esta tendrá que soportar pesos adicionales al propio, con lo que se contempla máquinas y herramientas empleadas normalmente en armado estructural como se establece en la Tabla 20.

Tabla 20. Análisis carga muerta por materiales o herramientas

Tipo	Peso Unitario(kg)	Peso total KN
Soldadora	60	0.588
Herramientas	40	0.392
Total		0.981

$$P_{dmh} = 0.981 \text{ KN}$$

Cargas totales últimas en el andamio

Tras la evaluación individual de los casos de cargas presentes en el diseño y aplicación de la misma se presenta la Tabla 21, que enlista los pesos totales contemplados en el diseño y simulación, determinando así la necesidad de una estructura capaz de soportar 30.094 KN.

Tabla 21. Análisis de carga totales en el andamio

Tipo de carga	Peso KN
Peso propio estructural	15.874
Carga muerta por sistema de izaje y carga	10.101
Carga muerta por materiales o herramientas	0.981
Carga viva por operarios de sistema	3.138
Total	30.094

Uso de factor de seguridad

Pricop et al. [21] argumentan que el factor de seguridad (Fs), es el parámetro que describe la capacidad estructural de un sistema contemplando un rango mayor a las cargas previstas o las cargas reales aplicadas, es decir que describe cuan resistente puede ser dicho sistema normalmente en una carga prevista. En la Tabla 22 se presenta recomendaciones de factores de seguridad.

Tabla 22. Recomendaciones de factores de seguridad según aplicación, [22].

Tipo de aplicación	Factor de seguridad Fs
Materiales altamente confiables los cuales su carga junto con las condiciones ambientales es despreciable y donde el peso es importante.	1.3-1.5
Materiales confiables los cuales su carga junto con las condiciones ambientales es despreciable.	1.5-2
Materiales ordinarios los cuales su carga junto con las condiciones ambientales es despreciable.	2-2.5
Materiales menos probados y quebradizos los cuales su carga junto con las condiciones ambientales es despreciable.	2.5-3
Materiales donde sus propiedades no son fiables junto con las condiciones ambientales y su carga es despreciable.	3-4

Si bien la normativa aplicada para el sistema diseñado no determina un denominado valor F_s , el criterio de diseño estructural permite asegurar que de existir el caso de un incremento de cargas tanto por operadores, máquinas o existencia de vibraciones por el uso de maquinaria esta se podrá mantener estructuralmente hábil y confiable, de forma generalizada cualquier factor de seguridad que sea necesario para realizar el diseño de una estructura está publicado la norma técnica de los sistemas, no obstante de forma particular no existe una norma específica para el tema, más aún se hacen recomendaciones generales según el tipo de aplicación del diseño, siendo así se estima el uso de un factor de seguridad de 4, justificado por el tipo de aplicación [21].

Por consiguiente si F_n es el esfuerzo de falla, F_s el factor de seguridad seleccionado por lo que (2) F_{perm} será el esfuerzo permisible para la estructura.

$$F_{perm} = \frac{F_n}{F_s} \quad (2)$$

$$F_{perm} = \frac{250 \text{ MPa}}{4}$$

$$F_{perm} = 62.5 \text{ Mpa}$$

Donde se ocupará el cálculo (3) de Área del perfil tubular seleccionado en 3 in, cuyos datos utilizados son determinados en el sistema métrico obteniéndose $R = 0.0762 \text{ m}$; $r = 0.0732 \text{ m}$ para los 2 m efectivos de uso por nivel.

$$A_{(tubo)} = 2\pi(R^2 - r^2) + 2\pi h(R + r) \quad (3)$$

$$A_{(tubo)} = 2\pi(0.0762^2 - 0.0732^2) + 2\pi(2)(0.0762 + 0.0732)$$

$$A_{(tubo)} = 1.88 \text{ m}^2$$

Por tanto, si se utiliza el esfuerzo máximo del acero estructural A36 y el área con su altura efectiva de trabajo, es posible realizar el despeje de ecuaciones que ayuden a determinar el valor numérico respecto de cargas máximas a ser suministradas en su totalidad al diseño,

$$P_{perm} = \sigma \cdot A \quad (4)$$

$$P_{perm} = 62.5 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \cdot 1.88 \text{ m}^2$$

$$P_{perm} = 117.5 \text{ KN}$$

Sin embargo, al tratarse de una estructura con 8 puntos de apoyo de forma teórica podría predecirse que cada punto de apoyo tiene la capacidad de carga en casos extremos de 14.68 KN por apoyo esto cumple con el rango máximo de cargas asumidas totales para el diseño de 30KN en un sistema no ideal, dicha distribución de cargas se representa en la Figura 27, en uso del software especializado Sap2000, empleado para la verificación de cargas, esfuerzos máximos, deformación y reacciones.

Análisis de cargas de viento

Para la carga de viento generalmente se debe tomar una presión dinámica que sea uniformemente distribuida en toda la superficie de carga en la estructura [20], por lo tanto, se puede obtener una presión del viento de servicio y una presión del viento máxima.

- Presión del viento:
 - Viento de servicio: 0.20 kN/m^2 (Coeficiente en situación ideal)
 - Viento máximo: variable entre 0.8 kN/m^2 y 1 kN/m^2 ;

Entonces se establece, los siguientes coeficientes de carga del viento máximo:

- C_f paralelo: 0.1
- C_f perpendicular: 1.3
- C_s lonas: 1.0 cuando no se tiene lonas el coeficiente se convierte en 0.25

Entonces la carga de 0.2 kN/m^2 , es para un caso de presión de viento ideal tomando en cuenta las máquinas, equipos y herramientas en el espacio de trabajo. Por otra parte, para el uso de una máxima carga del viento se debe tener en cuenta los coeficientes los cuales ayudan a calcular el viento perpendicular y paralelo.

- Caso 1 (ideal):
- Viento de servicio:

$$V_s = l \cdot h(\text{planta}) \cdot C_v(\text{ideal}) \quad (5)$$

$$V_s = 6m \cdot 2m \cdot 0.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 2.4 \text{ kN}$$

- Caso 2 (viento máximo):

- Viento máximo perpendicular:

$$Vm(perpend.) = l \cdot h(planta) \cdot [Cf(pe) \cdot Cs \cdot Vm(variable)] \quad (6)$$

$$Vm(perpendicular) = 6m \cdot 2m \cdot \left[1.3 \cdot 1.0 \cdot 1 \frac{kN}{m^2} \right] = 15.6 kN$$

- Viento máximo paralelo:

$$Vm(paral.) = l \cdot h(planta) \cdot [Cf(pa) \cdot Cs \cdot Vm(variable)] \quad (7)$$

$$Vm(paralelo) = 6m \cdot 2m \cdot \left[0.1 \cdot 1.0 \cdot 1 \frac{kN}{m^2} \right] = 1.2 kN$$

Ante los dos casos planteados se pretende utilizar una presión de viento ideal en la que se distribuya la carga de viento por igual en todos los niveles de esta manera la carga del viento para la simulación es de 2.4 kN representada mediante la Figura 27, donde en las cargas aplicadas en nodos paralelos contrarios al eje “x” de todos los niveles, al igual que son aplicadas a nodos paralelos al eje “y” en ambos sentidos únicamente a los extremos de las columnas principales.

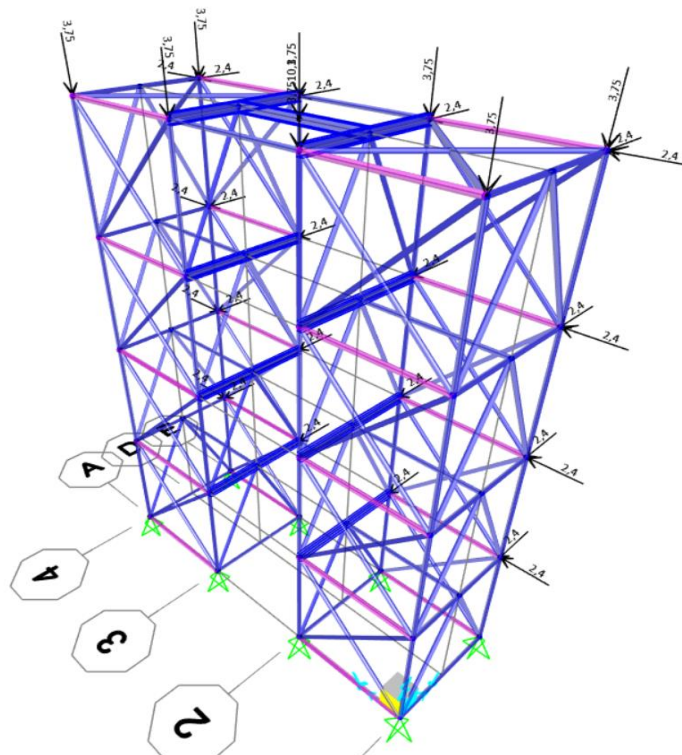


Figura 27. Representación de cargas últimas y cargas de viento en sistema de andamiaje para izaje de vigas.

3.4 Selección de perfiles

3.4.1 Criterio de esbeltez

De acuerdo con el criterio de esbeltez (λ) aceptable este debería estar en un rango de 50 a 100, ofreciendo mayor estabilidad a los elementos estructurales, por tanto, se realiza el análisis de esfuerzo máximo y admisible de los elementos críticos por componente al nivel máximo de trabajo de la plataforma. Entre los elementos más críticos en diseño por compresión se encuentran las riostras o travesaños verticales y montantes, estos primeros deben soportar la viga tipo IPE 140 de 2 m de longitud que servirá de riel de transporte para el tecele.

La Figura 28 muestra a los elementos que conforman la estructura, en una distribución de colores desde el azul en rango de 70 MPa al morado -60MPa respecto a la compresión del sistema, significando que los esfuerzos en la estructura al pintarse de amarillo son equivalentes a 20 MPa no sobrepasan su límite de fluencia de 250 MPa del acero trabajado. Los anexos 1 y 2 muestran las cargas suministradas en los elementos más críticos del diseño, que son tomados para la evaluación del diseño.

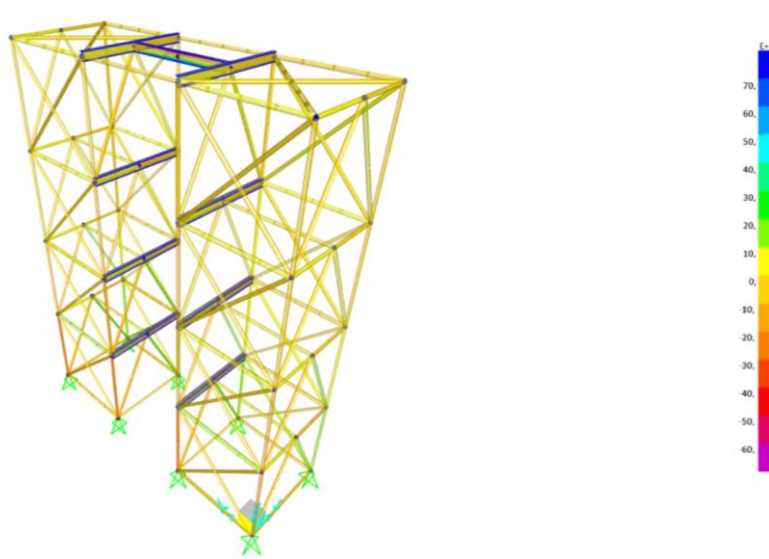


Figura 28. Análisis gráfico de esfuerzos axiales máximos en MPa.

Análisis de elementos a compresión representado en las Figuras 29 y 30.

- Travesaño Vertical

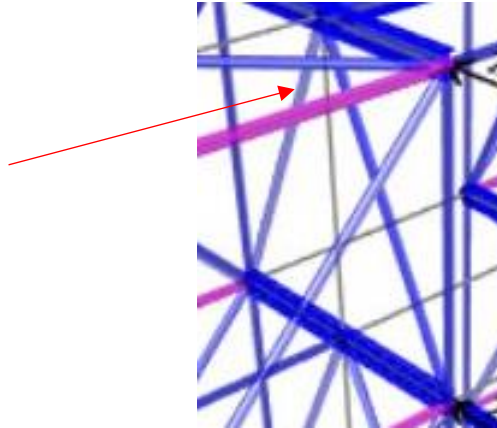


Figura 29. Elemento de travesaño en análisis de cálculo.

⇒ Se asume que $\lambda = 50$

$$fa = \frac{P}{A} = Fa \quad (8)$$

Para $\lambda = 50$; $Fa = 18.35$ [Ksi]

Comprobar el área A de perfil tubular

$$A = \frac{P}{Fa} \quad (9)$$

$$A = \frac{1.28209 \text{ [Klb]}}{18.35 \left[\frac{\text{Klb}}{\text{in}^2} \right]}$$

$$A = 0.069[\text{in}^2] \approx 0.1 [\text{in}^2]$$

∴ Se escoge perfil $\emptyset 3[\text{in}]$ sch 40, $A = 2.23[\text{in}^2]$ c y espesor = 3mm

$$fa = \frac{P}{A} \quad (10)$$

$$\frac{1.28209 \text{ [Klb]}}{2.23[\text{in}^2]} = 0.575 \text{ [KSI]}$$

$K = 1$ por apoyos articulados

$r = 1,16 [in]$; dato suministrado por manual AISC

$$\lambda = \frac{KL}{r} \Rightarrow \frac{(1) 88.034 [in]}{1.16[in]} = 75.891$$

$$\Rightarrow \lambda = 75.891 \Rightarrow Fa = 15.802 [Ksi]$$

$$fa < Fa$$

$$0.575 [Ksi] < Fa = 15.802 [Ksi]$$

∴ Esbeltez del diseño de elemento resulta < de 140, obedeciendo a la recomendación establecida por manual AISC.

- Montante

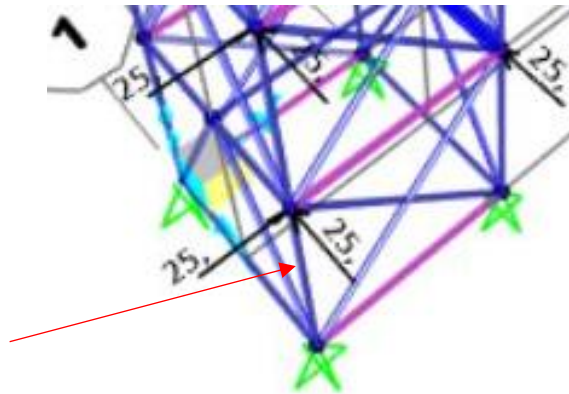


Figura 30. Elemento de montante en análisis.

Comprobar el área (A) de perfil tubular

$$A = \frac{P}{Fa} \tag{911}$$

$$A = \frac{3.404 [Klb]}{18.35 \left[\frac{Klb}{in^2} \right]}$$

$$A = 0.18[in^2]$$

∴ Se escoge perfil sch 40 en 3[in] y $A = 2.23[in^2]$

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

$$\frac{3.404 [Klb]}{2.23[in^2]} = 1.526 [Ksi]$$

$K = 1$ por apoyos articulados

$r = 1.16 [in]$; dato suministrado por software

$$\lambda = \frac{KL}{r} \tag{11}$$

$$\frac{(1)78.7402 [in]}{1.16[in]} = 67.879$$

$$\Rightarrow \lambda = 67.879 \Rightarrow Fa = 16.6521 [Ksi]$$

$$fa < Fa$$

$$1.526 [Ksi] < Fa = 16.6521 [Ksi]$$

Análisis de esfuerzo de elementos en Figura 31:

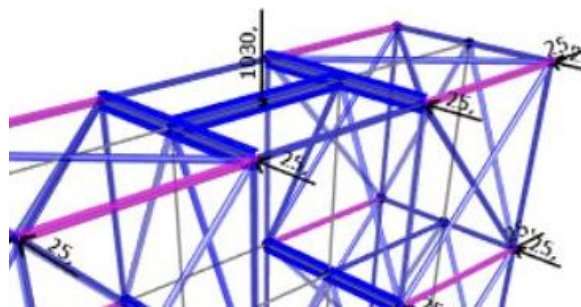


Figura 31. Elementos de vigas IPE sometido a análisis.

- Viga IPE 140 con carga puntual céntrica.

\Rightarrow Se calcula esfuerzo

$$M = \frac{PL}{4} \tag{12}$$

$$M = \frac{10.1 [kN] \cdot (2[m])}{4}$$

$$M = 5.05 [kN]$$

$$Fb = 0.6 \cdot (2535)$$

$$Fb = 149159.147 \text{ kN/m}^2$$

$$Sx = \frac{Mx}{Fb} \quad (13)$$

$$Sx = \frac{5.05 \text{ kN} \cdot \text{m}}{149159.147 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}$$

$$Sx_1 = 3.38 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 33.8 \text{ cm}^3$$

Valor de Sx_2 correspondiente a tabla del anexo 3 de perfiles IPE-140.

$$Sx_2 = 77.3 \text{ cm}^3$$

$$\therefore Sx_1 = 33.8 \text{ cm}^3 < Sx_2 = 77.3 \text{ cm}^3$$

- Viga IPE 140 horizontal de apoyo.

⇒ Se calcula esfuerzo

$$M = \frac{PL}{4} \quad (1412)$$

$$M = \frac{2,65 \text{ [kN]} \cdot (2\text{[m]})}{4}$$

$$M = 1.325 \text{ [kN]}$$

$$Fb = 0.6 \cdot (2535)$$

$$Fb = 149159.147 \text{ kN/m}^2$$

$$Sx = \frac{Mx}{Fb} \quad (15)$$

$$Sx = \frac{1.325 \text{ kN} \cdot \text{m}}{149159.147 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}$$

$$Sx_1 = 8.88 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 8.88 \text{ cm}^3$$

Valor de Sx_2 correspondiente a tabla del anexo 3 de perfiles IPE – 140.

$$Sx_2 = 77.3 \text{ cm}^3$$

$$Sx_1 = 8.88 \text{ cm}^3 < Sx_2 = 77.3 \text{ cm}^3$$

Análisis a deflexión de elementos:

- Viga IPE 140 respecto a carga puntual céntrica

⇒ Se calcula deflexión

$$\Delta = \frac{PL^3}{48EI} \quad (13)$$

$$\Delta = \frac{2270.57[lbf] \cdot (78.7402[in])^3}{48 \cdot (29 \cdot 10^6 \left[\frac{lbf}{in^2} \right]) \cdot 12.99[in^4]}$$

$$\Delta = 0.061[in]$$

Donde la deflexión admisible

$$[\Delta] = \frac{L}{500} \quad (14)$$

$$[\Delta] = \frac{78.7402[in]}{500}$$

$$\Delta = 0.061[in] < [\Delta] = 0.157[in]$$

- Viga IPE 140 horizontal a unión

⇒ Se calcula deflexión

$$\Delta = \frac{PL^3}{48EI}$$

$$\Delta = \frac{595.744[lbf] \cdot (78.7402[in])^3}{48 \cdot (9 \cdot 10^6 \left[\frac{lbf}{in^2} \right]) \cdot 12.99[in^4]}$$

$$\Delta = 0.0161[in]$$

Donde la deflexión admisible

$$[\Delta] = \frac{L}{500} \quad (15)$$

$$[\Delta] = \frac{78.7402[in]}{500}$$

$$\Delta = 0.0161[in] < [\Delta] = 0.157[in]$$

Análisis del soporte tecla eléctrico

- Área neta tecla-viga

⇒ Se calcula área neta

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

$$F = 0.6(36) = 21.6 \text{ KSI}$$

$$A = \frac{P}{F} \tag{9}$$

$$= \frac{2270.61 \text{ lbf}}{21.6 \text{ KSI} \cdot 1000}$$

$$A = 0.1051 \text{ in}^2 \cong A = 0.678 \text{ cm}^2$$

Las reacciones en las bases del diseño en el sentido negativo del eje “z” confirma la estimación de la actuación de las cargas a lo largo de los montantes hasta las bases, ejerciendo fuerzas de compresión no mayores a 29.20 KN distribuidas puntualmente entre los 8 puntos de base como es mostrado por la simulación de la Figura 32.

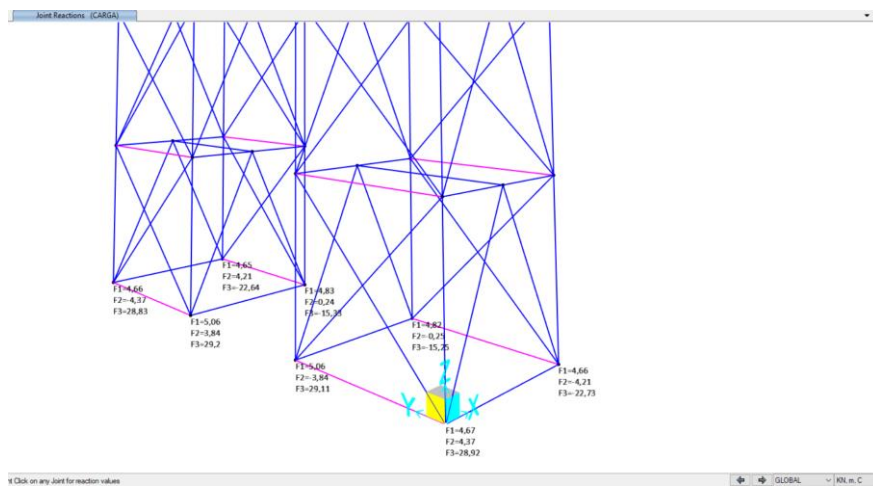


Figura 32. Representación de reacciones en puntos base de estructura.

De modo similar por medio de la simulación se obtienen las valoraciones numéricas del desplazamiento de los elementos durante la actuación de las cargas aplicadas al estudio, representada en la Figura 33 del gráfico de segmentación de colores, para los cuales el mayor desplazamiento lo presentan aquellos elementos con hasta 3.5 mm de desplazamiento en sentido contrario a “z” debido a la compresión ejercida al momento de realizar el izaje del perfil estimado en 1 tonelada, mientras que la menor deformación es presentada en color azul en la base de esta estructura siendo menor a 1 mm, lo cual aporta mayor confiabilidad dentro de un sistema regulable para la base.

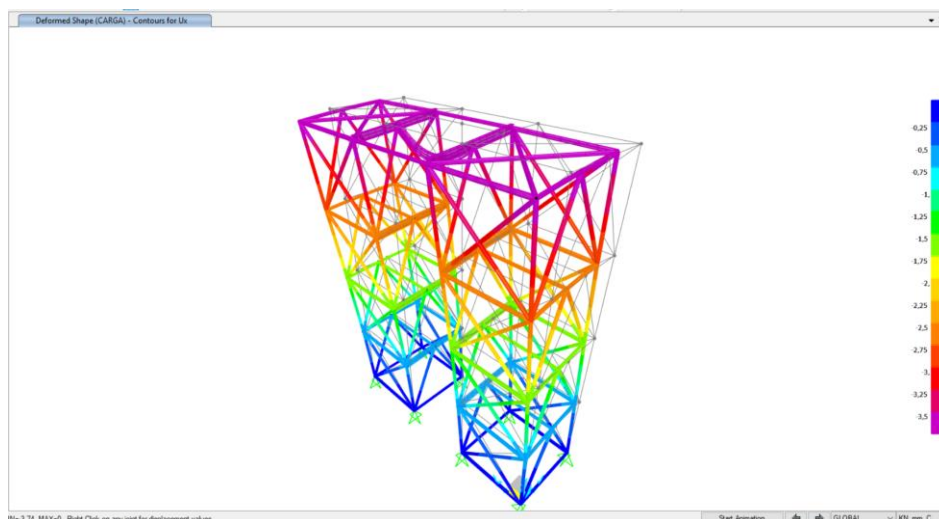
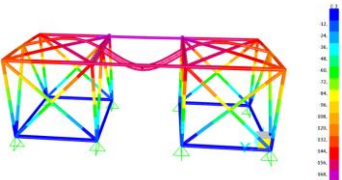


Figura 33. Análisis de deformación general de la estructura durante la ejecución de cargas.

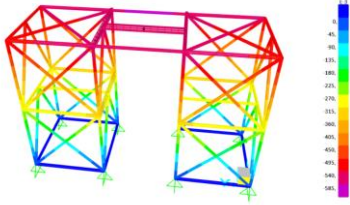
3.4.2 Análisis de resultados izaje de vigas a diferentes niveles

Mediante el análisis de la simulación de la estructura se puede observar que la selección de perfiles fue adecuada para que resista las cargas que se pusieron en diferentes puntos de la estructura por lo cual partiendo desde esta primera simulación se puede analizar tres casos más los cuales son cuando la estructura tiene 2, 4 y 6 m de altura, y así se puede comparar los resultados de las simulaciones para obtener el caso más crítico. En la Tabla 23 mediante la simulación analizara los resultados obtenidos.

Tabla 23. Análisis de resultados de izaje de vigas a diferentes niveles.

Caso	Andamio	Dimensiones	Resultados
1		Largo: 6 m Altura: 2 m Ancho: 2 m	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desplazamiento máximo de la estructura 0.168 mm. ✓ Reacciones máximas en dos apoyos $F_1=2.59\text{kN}$; $F_2\text{kN}=0.75$; $F_3=8.78\text{kN}$. ✓ Elemento sometido a estrés máximo con un valor de 63373.03 kN/m^2. ✓ Carga axial máxima de un elemento con un valor de 3 kN.

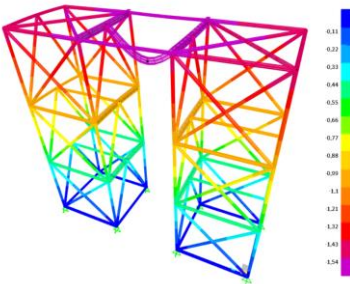
2



Largo: 6 m
Altura: 4 m
Ancho: 2 m

- ✓ Desplazamiento máximo de la estructura 0.585 mm.
- ✓ Reacciones máximas en dos apoyos $F_1=2.42\text{kN}$; $F_2=1.3\text{kN}$; $F_3=12.89\text{kN}$.
- ✓ Elemento sometido a estrés máximo con un valor de 65177.26 kN/m^2 .
- ✓ Carga axial máxima de un elemento con un valor de 6.32 kN.

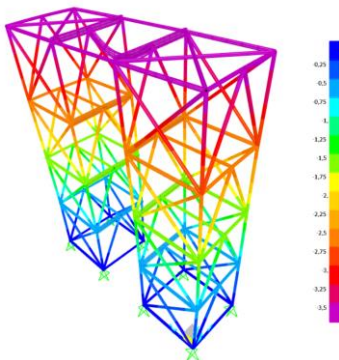
3



Largo: 6 m
Altura: 6 m
Ancho: 2 m

- ✓ Desplazamiento máximo de la estructura 1.54 mm.
- ✓ Reacciones máximas en dos apoyos $F_1=3.83\text{kN}$; $F_2=2.29\text{kN}$; $F_3=19.67\text{kN}$.
- ✓ Elemento sometido a estrés máximo con un valor de 65193.41 kN/m^2 .
- ✓ Carga axial máxima de un elemento con un valor de 9.73 kN.

4



Largo: 6 m
Altura: 8 m
Ancho: 2 m

- ✓ Desplazamiento máximo de la estructura 3.5 mm.
- ✓ Reacciones máximas en dos apoyos $F_1=5.06\text{kN}$; $F_2=3.84\text{kN}$; $F_3=29.2\text{kN}$.
- ✓ Elemento sometido a estrés máximo con un valor de 65339.21 kN/m^2 .
- ✓ Carga axial máxima de un elemento con un valor de 15.23 kN.

Con los resultados de cada simulación se puede determinar que la simulación más crítica es el andamio de dimensión 6 m de largo, 8 m de alto y 2 m de ancho, ya que el desplazamiento máximo en algunos de sus elementos es de 3.5 mm, las reacciones máximas en dos de sus apoyos es de $F_1=5.06\text{kN}$; $F_2=3.84\text{kN}$; $F_3=29.2\text{kN}$, el elemento con un estrés máximo de 65339.21 kN/m^2 y Carga axial máxima un elemento vertical de 15.23 kN, por lo cual la estructura es la más crítica, esto debido a que mientras más altura tenga la estructura las cargas serán mayores debido a que en cada piso que sube intervienen cargas de viento, cargas vivas entre otras, por lo cual hasta la altura de 8 m aún se tiene una estructura muy resistente, durable, maniobrable y estable.

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS ECONÓMICO DEL DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN ANDAMIO
MODULAR REFORZADO PARA IZAJE DE VIGAS

4.1 Análisis Económico del andamio

Una vez realizado el diseño y simulación del andamio modular reforzado para izaje de vigas hasta una tonelada, se efectúa un análisis económico enfocado al diseño del andamio junto con todos los elementos que lo conforman, por lo cual con ciertas variables definidas se procede a indicar la rentabilidad de la propuesta tecnológica para el izaje de vigas hasta una tonelada, las principales variables a considerar son: los beneficios que brinda el proyecto, la inversión inicial y los costos que representara el andamio modular reforzado para izaje de vigas a lo largo de su vida útil.

4.1.1 Materiales del diseño

En conformidad con el diseño del andamio, los materiales empleados obedecen al sistema ASTM A36, empleando elementos como: tubos de acero negro, placas, vigas, ángulos y platinas, se plantea una inversión inicial acorde a los costos actuales en el mercado nacional de Ecuador. Mediante la Tabla 24 se define los materiales con sus dimensiones, cantidad y costos.

Tabla 24. Lista de materiales y costos de la producción del andamio.

Materiales	Dimensiones	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Tubo redondo	$\varnothing = 3'' \cdot 6m, e=3mm$	50	10.74	496.50
Tubo redondo	$\varnothing = 3'' \cdot 6m, e=2mm$	7	10.54	73.78
Tubo cuadrado	$A=20\text{ mm} \cdot 6\text{ m},$ $e=1.5\text{ mm}$	4	10.34	41.36
Viga IPE 140	$6m \cdot 0.14m \cdot 0.073m,$ $e_1=4.7, e_2=6.9$	3	15.78	47.34
Placa de acero	$30m \cdot 30m, e=5mm$	4	10.00	40.00
Plancha de acero antideslizante	$2.44m \cdot 1.22\text{ m},$ $e=3mm$	12	5.00	60.00
			Total	792.64

4.1.2 Insumos del diseño

En el diseño del andamio modular reforzado se ha considerado insumos o consumibles de diferentes materiales y dimensiones, en la Tabla 25 donde se detalla el material, dimensión, cantidad y costo el cual se lo calculara en dólares (USD).

Tabla 25. Lista de insumos para producción de andamio.

Insumos	Dimensiones	Cantidad	Costo unitario	Costo total
			(USD)	(USD)
Pernos de Acero	M10 x 1,5 L=50 mm	48	0.95	45.60
Tuercas de Acero	M10 x 1,5	48	0.13	6.24
			Total	51.84

4.1.3 Costos de fabricación de andamio

La lista de costos que se presenta en este apartado se obtuvo en junio de 2023, cortesía de Pablo Crisanto, representante legal de la Metalmecánica Crisanto, ubicado en Amaguaña, Avenida Huancavilca y calle Manuel Jijón, Quito.

a. Corte elementos

Los cortes de elementos se calcula su costo en base a la dimensión y grosor mostrados en la Tabla 26.

Tabla 26. Costos cortes a elementos para fabricación de andamio.

Elementos a cortar	Cantidad	Costo unitario	Costo total
		(USD)	(USD)
Tubo redondo	50	0.20	10.00
Tubo redondo	7	0.20	1.40
Tubo cuadrado	4	0.20	0.80
Viga IPE 140	3	1.40	4.20
Placa de acero	4	1.20	4.80
Plancha de acero antideslizante	12	0.90	10.80
		Total	32.00

Para la fabricación del andamio modular reforzado se ha cotizado el costo de producción, tomando en cuenta los diferentes procesos que se debe realizar a la materia prima para que esta pueda tener las dimensiones propuestas mediante el diseño y simulación. Esta información brindada obedece a los costos asignados para el primer periodo del 2023, por tanto, es necesario considerar la variabilidad de los costos en función de los precios establecidos por las casas comerciales en materia prima, suministros y tablas de remuneración salarial para soldadores, ayudantes y operarios.

b. Fabricación piezas para conexiones

La fabricación de las piezas para conexiones se detalla en la Tabla 27.

Tabla 27. Costos fabricación de conexiones para el andamio.

Piezas a fabricar	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Roseta	16	5.00	80.00
Bases regulables	8	3.00	24.00
Enganches	16	1.00	16.00
		Total	120.00

c. Perforado

Las perforaciones de todos los elementos se detallan en la Tabla 28.

Tabla 28. Costos perforado elementos del andamio.

Elementos a perforar	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Tubos	280 (aprox.)	0.05	14.00
Vigas	48 (aprox.)	0.05	2.40
Planchas	16 (aprox.)	0.05	0.80
		Total	17.20

d. Soldadura

Las soldaduras de los elementos se detallan en la Tabla 29.

Tabla 29. Costos de elementos y piezas a soldar del andamio.

Elementos a soldar	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Soldadura bases para andamio	8	1.00	8.00
Soldadura tubos	64 (aprox.)	0.25	16.00
Soldadura vigas	16 (aprox.)	0.50	8.00
		Total	32.00

e. Esmerilado y acabado

El esmerilado y acabado de soldaduras se detallan en la Tabla 30.

Tabla 30. Costo esmerilado de elementos del andamio.

Elementos a esmerilar	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Soldaduras salientes y extremos punzo cortantes	88(aprox.)	0.15	13.20
		Total	13.20

f. Pintura

El costo de pintura de toda la estructura se detalla en la Tabla 31.

Tabla 31. Costos pintura del andamio.

Elementos a pintar	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Pulido de superficies y pintado con pintura anticorrosiva de todo el andamio.	1	50.00	50.00
		Total	50.00

g. Elementos mecánicos

En el diseño del andamio modular reforzado se considera el uso de un tecele electro por el hecho que es el elemento mecánico mediante el cual se puede izar vigas hasta una tonelada de peso. A continuación, se presenta el elemento mecánico en la Tabla 32, se detalla el costo actual en el mercado nacional de Ecuador.

Tabla 32. Elementos mecánicos para andamio.

Elemento	Marca	Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Tecele eléctrico	KITO	Modelo: BP01953, Peso: 30 Kg, Capacidad: 1000 Kg Potencia: 0,5 a 1,5 kW.	1	349.99	349.99
				Total	349.99

4.1.4 Costos directos

Los costos directos hacen referencia a la estructura terminada o en proceso de elaboración, en este caso mediante la cotización de los materiales y costo de producción se puede estimar cual es el costo del andamio modular reforzado. A continuación, se presenta la Tabla 33 donde se aprecia los diferentes gastos de producción directos.

Tabla 33. Costos directos de producción de andamios reforzados modulares.

Costos directos	Costo (USD)
Materiales	792.64
Insumos	51.84
Costo de fabricación	264.40
Elementos mecánicos	349.99
Total	1458.87

4.1.5 Costos indirectos

El costo indirecto referencia a gastos los cuales no intervienen de forma concreta en la producción del andamio modular reforzado, pero son importantes en el proceso de creación y finalización. A continuación, en la Tabla 34, se detalla indirectos para el diseño y simulación de la propuesta tecnológica.

Tabla 34. Costos indirectos del diseño y simulación.

Costos indirectos	Costos (USD)
Tiempo de diseño	500.00
Movilización	150.00
Normativa	100.00
Costos varios	100.00
Total	850.00

4.1.6 Costo total

Los costos totales generalmente se calculan mediante la adición entre costos directos de fabricación y producción e indirectos de diseño, simulación, movilidad, entre otros, de esta manera se puede tener un estimado del costo de producción del andamio modular reforzado para izaje de vigas hasta una tonelada. En la siguiente Tabla 35, se presenta el total que se invertiría en la producción de la propuesta tecnológica.

Tabla 35. Costos totales propuesta tecnológica.

Costos totales	Costos (USD)
Gastos directos	1458.87
Gastos indirectos	850.00
Total	2308.87

4.1.7 Retorno de inversión

El retorno de inversión consiste en un tiempo determinado en el cual se recuperará la inversión inicial, a partir del tiempo de recuperación de la inversión los ingresos por alquiler del andamio

directamente son ganancias. El presente apartado tiene mucha relevancia, ya que de este depende la viabilidad de la propuesta tecnológica, el retorno de inversión se define por la siguiente fórmula:

$$\text{Retorno de inversión} = \frac{\text{Costo total de la inversión}}{\text{Ingreso obtenido}} \quad (16)$$

4.1.8 Costo de la inversión

En el anterior apartado, mediante un análisis económico de costos se obtuvo el valor de inversión inicial de 2308.87 USD, esto incluye tanto los costos directos de fabricación y producción e indirectos de diseño, simulación, normativa, de toda la propuesta tecnológica.

4.1.9 Ingreso obtenido

El ingreso obtenido del diseño hace referencia al ahorro en varios aspectos como: mantenimiento, calidad, producción y mano de obra. Principalmente se tiene este ahorro en el área de obras civiles, para calcular el precio de alquiler mediante investigación y cotizaciones observamos que un andamio de marco cerrado tradicional ronda un precio de 0.75 a 2.40 USD (por elemento al día), en cambio los elementos adicionales el valor es más alto ya que estos pueden ser mucho más costosos por lo cual se necesita darles un precio más alto.

Tabla 36. Alquiler andamio 30 días sin IVA.

Ítem	Elemento	Cantidad	Valor alquiler diario	Tiempo días	Total (USD)
1	Bases regulables	8	3.15	30	94.50
2	Plataformas	6	3.15	30	94.50
3	Diagonales	64	3.15	30	94.50
4	Rosetas	16	3.15	30	94.50
5	Vigas laterales	32	3.15	30	94.50
6	Vigas horizontales	32	3.15	30	94.50
7	Refuerzos	16	3.15	30	94.50
8	Escaleras	8	3.15	30	94.50
9	Teclé eléctrico	1	5.00	30	150.00
TOTAL					906.00

En nuestra propuesta tecnológica se ha evaluado la complejidad y los costos totales de producción por lo cual por cada elemento se pondrá un precio de 3.15 USD (por día) y por el tecele eléctrico un valor de 5 USD (por día), cabe recalcar que el uso del tecele eléctrico puede variar dependiendo el usuario y los días que lo necesite en la obra civil. En la siguiente Tabla 36 se presenta el costo de alquiler del andamio al cabo de 30 días sin IVA, teniendo en cuenta un alquiler del tecele eléctrico de 30 días, por otra parte, el impuesto a la renta en Ecuador es de 12 %.

Por lo tanto, mediante la Tabla 36 se obtiene un valor de retorno de inversión de 906 USD al mes, con este dato a continuación se aplica fórmula de retorno de inversión antes presentada.

$$\text{Retorno de inversión} = \frac{\text{Costo total de la inversión}}{\text{Ingreso obtenido}} \quad (17)$$

$$\frac{2308,87}{906} = 2.54 \cong 2 \text{ meses y } 15 \text{ días}$$

Entonces el retorno de inversión para nuestro andamio sería en 2 meses y 15 días, a partir de este periodo de tiempo netamente los ingresos por alquiler del andamio son ganancias para la empresa fabricante del andamio modular reforzado.

4.1.10 Precio alquiler al publico

El costo total de fabricación del andamio es 308.87 USD por lo cual, para alquilarlo en obrar civiles de construcción, remodelación o izaje de perfiles hasta 1 T, a un valor diario de 3.15 USD por elemento y 5 USD por el tecele eléctrico, se lo alquilaría dependiendo los días que el usuario requiera y los niveles que desee para su construcción, ya que el andamio puede armarse de 2 a 8 m de altura. La Tabla 37 presenta un procesamiento de datos del precio de alquiler al tiempo de 15 días por el andamio de dimensiones de 6 m de largo, 8 m de alto y 2 m de altura, donde también se incluye el IVA.

Tabla 37. Alquiler andamio modular reforzado para izaje de vigas hasta 1T por 15 días.

Ítem	Elemento	Cantidad	Valor alquiler diario	Tiempo días	Total (USD)
1	Bases regulables	8	3.15	15	47.25
2	Plataformas	6	3.15	15	47.25
3	Diagonales	64	3.15	15	47.25
4	Rosetas	16	3.15	15	47.25
5	Vigas laterales	32	3.15	15	47.25
6	Vigas horizontales	32	3.15	15	47.25
7	Refuerzos	16	3.15	15	47.25
8	Escaleras	8	3.15	15	47.25
9	Tecele eléctrico	1	5.00	15	75.00
SUB TOTAL					453.00
IVA				12 %	54.36
TOTAL					507.36

4.1.11 Análisis de viabilidad de propuesta tecnológica

Para analizar si la propuesta tecnológica es viable, en este caso la producción de un andamio modular reforzado para izaje de vigas hasta una tonelada, se puede comparar su costo de producción frente al costo de izar vigas mediante andamio de marco cerrado y el izaje con una grúa. La presente Tabla 34 detalla los costos totales por cada opción para su posterior análisis de viabilidad y costo-beneficio, se adjunta en el anexo 4 las cotizaciones.

Tabla 38. Costos opciones para izaje de vigas hasta 1 tonelada.

Opciones izaje de vigas	Costos (USD)
Andamios de marco cerrado	390.00 USD (por 15 días)
Andamios modulares reforzados	507.36 USD (por 15 días)
Grúa de carga	480.00 USD (por día)

Al ver los costos de la Tabla 38, se puede observar que el andamio de marco cerrado es el menos costoso pero en relación costo-beneficio este es de muy mala calidad porque no es un andamio

óptimo para izaje de vigas entonces la estructura podría colapsar y provocar pérdidas a la empresa constructora, en cambio la grúa de carga es una muy buena opción de izaje además de ser muy segura pero su costo es muy elevado, ya que la grúa cobra sus servicios por hora lo cual lo hace una opción no muy factible y accesible para todas las empresas. Por último se puede analizar que el andamio modular reforzado es la opción más viable porque este andamio fue diseñado y simulado para soportar cargas e izar vigas hasta una tonelada, por otra parte su relación costo-beneficio es la mejor pues su precio está acorde al producto que se ofrece, por lo cual el andamio modular reforzado tiene muchas ventajas que ya se las ha presentado en los capítulos anteriores, por esta razón la propuesta tecnológica que se diseñó y simulo es la más viable y accesible.

CONCLUSIONES

1. Por medio de la investigación y la selección de alternativas se logró identificar el mejor tipo de andamio que se adapte a los parámetros de resistencia, durabilidad, estabilidad, maniobrabilidad y costo, los cuales fueron de suma importancia para posteriormente realizar el diseño y simulación, además que al ser un andamio modular reforzado brinda una mayor confiabilidad al momento de realizarse una obra civil de construcción, remodelación o izaje de perfiles.
2. Mediante el cálculo de esbeltez logramos seleccionar las mejores alternativas de tubos y vigas para diseño del andamio puesto que la estructura debe ser capaz de soportar cargas de viento, cargas vivas y cargas puntuales, de esta manera al seleccionar tubos con espesores de 3 mm y 2 mm de espesor, junto con vigas IPE 140 para montar el tecele y izar vigas hasta 1 T, se logró obtener una esbeltez menor a 100 lo cual demuestra que es una estructura muy confiable con poco peligro de volcamiento y deformación de sus elementos.
3. Los elementos diseñados cumplen con criterios de esfuerzos máximos a compresión y deflexión ofreciendo características favorables para la reducción de pandeo con un rango máximo de 70 % de esbeltez, cubriendo también las necesidades de cargas utilizadas y asumiendo también un factor de seguridad de 4 ayudando a preveer la posibilidad de sobrecarga en la estructura que de cumplirse no representa un riesgo estructural, pues no se ha sobrepasado la capacidad de fluencia del acero estructural A36, llegando a ser el elemento más crítico aquel utilizado para la sujeción del elemento de viga IPE transversal al mismo tipo de perfil predestinado a cargar la riel del Tecele con un esfuerzo máximo de 0.575 Ksi menor a $F_a = 15.802$ Ksi considerado permisible.
4. Con el análisis de casos de la estructura mediante la simulación a distintos niveles, es decir, 2, 4, 6 y 8 m de altura, se logró entender que el andamio en su nivel más crítico es el de dimensiones de 6 m de largo, 8 m de alto y 2 m de ancho, ya que el desplazamiento en varios elementos es de 3.5 mm valor que no es muy alto para el peso que debe izar, las reacciones máximas producidas en sus apoyos de $F_1 = 5.06$ kN; $F_2 = 3.84$ kN; $F_3 = 29.2$ kN, elemento sometido a mayor estrés con un valor de 65339.21 kN/m², y carga axial máxima en uno de los elementos de 15.23 kN, por lo cual al obtener estos resultados concluimos que el andamio en el nivel más bajo va a tender a ser más estable y a medida que va subiendo de nivel tiende a subir su inestabilidad esto

por las cargas que se suman en cada nivel, pero aún sigue siendo un andamio que cumple con los parámetros de funcionamiento ya que no tiende a deformarse con facilidad.

5. Finalmente al realizar el análisis de costos del andamio modular reforzado para izaje de vigas se obtuvo un precio aproximado en el mercado actual teniendo este un valor aproximado de 507.36 USD, al compararlo con una grúa y un andamio de marco cerrado, determinamos que es muy viable puesto que el andamio de marco cerrado es el de menor precio pero no suele ser sometido a cargas pesadas y la grúa es una buena opción para izaje pero su costo por hora es muy alto, por lo cual el andamio modular reforzado cumple con la relación costo-beneficio a la vez que es la opción más viable y segura para realización de obras civiles pesadas.

RECOMENDACIONES

- Mediante el trabajo realizado se recomienda hacer un estudio preliminar sobre los andamios actualmente más utilizados en el mercado nacional para obtener referencias más exactas de alternativas, diseños de geometrías y precios, para de esta manera obtener un andamio que supere por mucho a las alternativas actuales.
- El diseño y simulación con los programas actuales facilitan mucho el análisis de resistencia y estabilidad, por lo cual se recomienda que se el empleo de perfiles sea en base a la esbeltez para así evitar tener una estructura sobre dimensionada o una estructura que se deforma con facilidad.
- Se recomienda un análisis profundo de materiales para seleccionar los mejores perfiles que sean confiables y con un costo adecuado, y que se encuentren disponibles en el mercado nacional actual.

REFERENCIAS

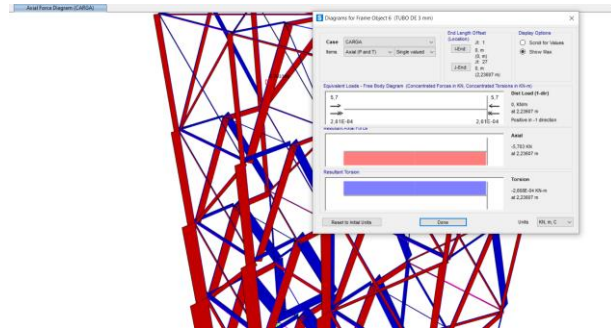
- [1] A. Gracia, “Hacia el nacimiento de la Historia de la Construcción. Origen y devenir de una Ciencia”.
- [2] A. Ghafooripour, “Member ’ s Perspective,” no. July, 2020.
- [3] LOCKATONG, “Una breve historia de la ingeniería estructural (infografía) - Nueva Jersey.” <https://www.lockatong.com/a-brief-history-of-structural-engineering> (accessed May 11, 2023).
- [4] Banco Central del Ecuador, “Análisis sectorial La Industria de la Construcción es el mayor empleador del mundo,” *Dir. Estadísticas Económicas, INEC.*, Dec. 2012, Accessed: Apr. 17, 2023. [Online]. Available: http://www.inec.gob.ec/cenec/index.php?option=com_
- [5] “Cuatro razones por las que los precios del acero para la construcción están al alza - Nutec Materias primas plásticos , metales , papeles , químicos para la industria del ecuador Guayaquil Quito.” <https://nutecamerica.com/cuatro-razones-por-las-que-los-precios-del-acero-para-la-construccion-estan-al-alza/> (accessed May 15, 2023).
- [6] “La construcción fue la industria que menos creció en 2022 - El Comercio.” <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/sector-construccion-inmobiliario-ecuador-inversiones.html> (accessed May 15, 2023).
- [7] L. Ramos, “Estadísticas de Edificaciones (ESED) II Trimestre 2022,” 2022.
- [8] “LA CÁMARA- Accidentes laborales en la construcción – CAMICON.” <https://www.camicon.ec/la-camara-accidentes-laborales-en-la-construccion/> (accessed Apr. 17, 2023).
- [9] L. Taco, “Riesgos en trabajos en altura en las actividades de construcción y su impacto en el índice de accidentabilidad del personal operativo del Cuerpo de Ingenieros del Ejército,” 2016.
- [10] L. Urbiztondo and G. Mirada, “Preguntas y respuestas,” *Vacunas*, vol. 16, no. 2, pp. 78–80, 2015, doi: 10.1016/j.vacun.2015.07.006.
- [11] C. Almonacid, “Prevencion de riesgos profesionales en obras de construccion enfocada

- en andamios,” 2005, [Online]. Available: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcia452p/doc/bmfcia452p.pdf>
- [12] RAE, “andamio | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE.” <https://dle.rae.es/andamio>
- [13] INEN, “ANDAMIOS DE FACHADA DE COMPONENTES PREFABRICADOS -NTE INEN-EN 12810-1,” 2003.
- [14] M. Sáez, “Evaluacion De Riesgos Laborales En El Uso De Los Andamios Más Comunes En Construcción.,” 2016, [Online]. Available: [http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3389/1/Saez Abellan%2C Mariano TFM.pdf](http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3389/1/Saez%20Abellan%2C%20Mariano%20TFM.pdf)
- [15] I. Oliver, “Medios auxiliares en obras de edificación: andamios de fachada o de exterior”.
- [16] M. de Trabajo and de España migraciones y seguridad social, “Andamio de cremallera- Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social de España.,” 2008.
- [17] M. VALENCIA, C. ARIAS, J. RINCON, and C. MATEUS, “Lineamientos de Seguridad y Salud Ocupacional en espacios laborales. Universidad Nacional,” p. 104, 2006, [Online]. Available: http://www.unal.edu.co/dnp/Archivos_base/Manual_Adquisicion_Andamios.pdf
- [18] P. Barros and M. D. Bautista Paredes, “Diseño de una plataforma suspendida de nivel variable y desplazamiento horizontal para realizar trabajos de mantenimiento en fachadas de edificios,” 2019, [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18170>
- [19] “J&L Equipos S.A.S.” <https://www.jylequipos.com/site/andamio-modular-layher/> (accessed May 17, 2023).
- [20] Morales Juan Carlos *et al.*, “Organización Internacional de Normalización. (2018). ISO 45001: Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo — Requisitos con orientación para su uso. Ginebre, Suiza: Secretaría Central de ISO.,” Quito, Apr. 2019.

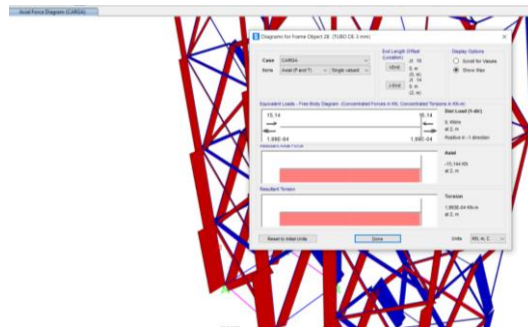
ANEXOS

Anexo 1.

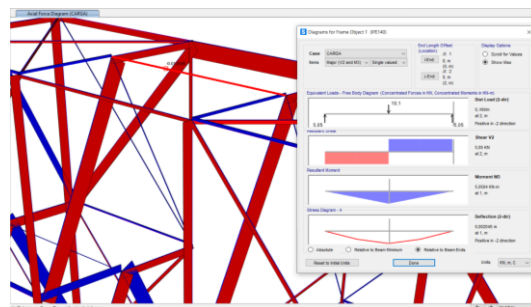
Carga de elemento crítico a compresión de travesaño.



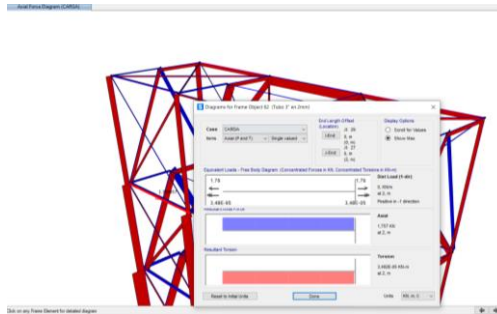
Carga de montante.



Carga en viga carril IPE 140.



Carga larguero horizontal.



Resultado tabulado de esfuerzos y cortes máximos parte 1.

Element Stresses - Frames

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	Point Text	X2 m	X3 m	S11 KN/m2	S12 KN/m2	S13 KN/m2	SMax KN/m2	SMin KN/m2	SVM KN/m2	Is S11Max Yes/No	Is S12Max Yes/No	Is S13Max Yes/No	Is SMaxMax Yes/No	Is SMinMax Yes/No	Is SVT Yes
1	1	CARGA	LinStatic	2	-0.07	0	65339.21	0	-2266.73	65417.89	-78.68	65457.27	No	No	No	Yes	No	N
1	1	CARGA	LinStatic	2	-0.07	0	65339.21	0	2266.53	65417.74	-78.53	65457.04	No	No	No	Yes	No	N
1	1	CARGA	LinStatic	1	-0.07	-0.0365	65339.21	0	-1.1	65339.21	-1.849E-05	65339.21	Yes	Yes	No	No	Yes	N
1	1	CARGA	LinStatic	3	-0.07	0.0365	65339.21	0	-1.1	65339.21	-1.849E-05	65339.21	No	No	No	No	No	N
1	1	CARGA	LinStatic	1	-0.07	-0.0365	65339.21	0	-1.1	65339.21	-1.849E-05	65339.21	No	No	No	No	Yes	N
1	1	CARGA	LinStatic	3	-0.07	0.0365	65339.21	0	-1.1	65339.21	-1.849E-05	65339.21	Yes	No	No	No	No	N
1	1	CARGA	LinStatic	4	-0.0631	0	58897.82	6656.89	0	59641.28	-743.46	60016.46	No	No	No	No	No	N
1	1	CARGA	LinStatic	4	-0.0631	0	58897.82	-6657.39	0	59640.95	-743.13	60015.96	No	No	No	No	No	N
1	0.5	CARGA	LinStatic	2	-0.07	0	32665.49	0	-2266.73	32822.3	-156.82	32900.99	No	No	No	Yes	No	N
1	1.5	CARGA	LinStatic	2	-0.07	0	32665.49	0	2266.53	32822.3	-156.52	32900.54	No	No	No	Yes	No	N
1	0.5	CARGA	LinStatic	1	-0.07	-0.0365	32665.49	0	-1.1	32665.49	-3.698E-05	32665.49	Yes	Yes	No	No	Yes	N
1	0.5	CARGA	LinStatic	3	-0.07	0.0365	32665.49	0	-1.1	32665.49	-3.698E-05	32665.49	No	No	No	No	No	N
1	1.5	CARGA	LinStatic	1	-0.07	-0.0365	32665.49	0	-1.1	32665.49	-3.698E-05	32665.49	No	No	No	No	Yes	N
1	1.5	CARGA	LinStatic	3	-0.07	0.0365	32665.49	0	-1.1	32665.49	-3.698E-05	32665.49	Yes	No	No	No	No	N
1	1.5	CARGA	LinStatic	4	-0.0631	0	29444.79	6656.89	0	30880.66	-1435.88	31623.06	No	No	No	No	No	N
1	0.5	CARGA	LinStatic	4	-0.0631	0	29444.79	-6657.39	0	30880.05	-1435.26	31622.11	No	No	No	No	No	N
32	0	CARGA	LinStatic	1	-0.03175	0	18925.25	0	-17.39	18925.26	-0.01598	18925.27	Yes	No	No	Yes	Yes	Yr
32	0	CARGA	LinStatic	2	-0.022451	-0.022451	18925.25	12.3	-12.3	18925.26	-0.01598	18925.27	No	No	No	No	No	N
32	0	CARGA	LinStatic	3	-0.022451	0.022451	18925.25	-12.3	-12.3	18925.26	-0.01598	18925.27	No	No	No	No	No	N
32	0	CARGA	LinStatic	4	0	-0.03175	18925.25	17.39	0	18925.26	-0.01598	18925.27	No	Yes	No	No	No	N
32	0	CARGA	LinStatic	5	0	0.03175	18925.25	-17.39	0	18925.26	-0.01598	18925.27	No	No	No	No	No	N
32	0	CARGA	LinStatic	6	0.022451	-0.022451	18925.25	12.3	12.3	18925.26	-0.01598	18925.27	No	No	No	No	No	N
32	0	CARGA	LinStatic	7	0.022451	0.022451	18925.25	-12.3	-12.3	18925.26	-0.01598	18925.27	No	No	No	No	No	N
32	0	CARGA	LinStatic	8	0.03175	0	18925.25	0	17.39	18925.26	-0.01598	18925.27	No	No	Yes	No	No	N
32	1,11803	CARGA	LinStatic	1	-0.03175	0	18925.25	0	-17.39	18925.26	-0.01598	18925.27	Yes	No	No	Yes	Yes	Yr
32	1,11803	CARGA	LinStatic	2	-0.022451	-0.022451	18925.25	12.3	-12.3	18925.26	-0.01598	18925.27	No	No	No	No	No	N
32	1,11803	CARGA	LinStatic	3	-0.022451	0.022451	18925.25	-12.3	-12.3	18925.26	-0.01598	18925.27	No	No	No	No	No	N
32	1,11803	CARGA	LinStatic	4	0	-0.03175	18925.25	17.39	0	18925.26	-0.01598	18925.27	No	Yes	No	No	No	N
32	1,11803	CARGA	LinStatic	5	0	0.03175	18925.25	-17.39	0	18925.26	-0.01598	18925.27	No	No	No	No	No	N
32	1,11803	CARGA	LinStatic	6	0.022451	-0.022451	18925.25	12.3	12.3	18925.26	-0.01598	18925.27	No	No	No	No	No	N
32	1,11803	CARGA	LinStatic	7	0.022451	0.022451	18925.25	-12.3	-12.3	18925.26	-0.01598	18925.27	No	No	No	No	No	N

Record: 1 of 4678

Add Tables... Done

Resultado tabulado de esfuerzos y cortes máximos parte 2.

Element Stresses - Frames

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	Point Text	X2 m	X3 m	S11 KN/m2	S12 KN/m2	S13 KN/m2	SMax KN/m2	SMin KN/m2	SVM KN/m2	IsS11Max Yes-No	IsS12Max Yes-No	IsS13Max Yes-No	IsSMaxMax Yes-No	IsSMinMax Yes-No	IsSVM Yes	
1	1	CARGA	LinStatic	6	0,07	-0,0365	-65355,7	0	1,1	1,848E-05	-65355,7	65355,7	No	No	Yes	No	No	No	
1	1	CARGA	LinStatic	8	0,07	0,0365	-65355,7	0	1,1	1,848E-05	-65355,7	65355,7	No	No	No	No	No	No	No
1	1	CARGA	LinStatic	6	0,07	-0,0365	-65355,7	0	1,1	1,848E-05	-65355,7	65355,7	No	No	No	No	No	No	No
1	1	CARGA	LinStatic	8	0,07	0,0365	-65355,7	0	1,1	1,848E-05	-65355,7	65355,7	No	No	No	No	No	No	No
66	0	CARGA	LinStatic	4	0	-0,03175	-3068	-0,29	0	2,722E-05	-3068	3068	No	No	No	No	No	Yes	No
66	0,5	CARGA	LinStatic	4	0	-0,03175	-3064,25	-0,29	0	2,722E-05	-3064,25	3064,25	No	No	No	No	No	No	No
66	1	CARGA	LinStatic	4	0	-0,03175	-3060,5	-0,29	0	2,722E-05	-3060,5	3060,5	No	No	No	No	No	No	No
100	0	CARGA	LinStatic	1	-0,03175	0	-10838,83	0	-0,6	3,272E-05	-10838,83	10838,83	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
100	0	CARGA	LinStatic	2	-0,022451	-0,022451	-10838,83	0,42	-0,42	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	0	CARGA	LinStatic	3	-0,022451	0,022451	-10838,83	-0,42	-0,42	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	0	CARGA	LinStatic	4	0	-0,03175	-10838,83	0,6	0	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	Yes	No	No	No	No	No
100	0	CARGA	LinStatic	5	0	0,03175	-10838,83	-0,6	0	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	0	CARGA	LinStatic	6	0,022451	-0,022451	-10838,83	0,42	0,42	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	0	CARGA	LinStatic	7	0,022451	0,022451	-10838,83	-0,42	0,42	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	0	CARGA	LinStatic	8	0,03175	0	-10838,83	0	0,6	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	Yes	No	No	No	No
100	1,41421	CARGA	LinStatic	1	-0,03175	0	-10838,83	0	-0,6	3,272E-05	-10838,83	10838,83	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
100	1,41421	CARGA	LinStatic	2	-0,022451	-0,022451	-10838,83	0,42	-0,42	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	1,41421	CARGA	LinStatic	3	-0,022451	0,022451	-10838,83	-0,42	-0,42	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	1,41421	CARGA	LinStatic	4	0	-0,03175	-10838,83	0,6	0	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	Yes	No	No	No	No	No
100	1,41421	CARGA	LinStatic	5	0	0,03175	-10838,83	-0,6	0	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	1,41421	CARGA	LinStatic	6	0,022451	-0,022451	-10838,83	0,42	0,42	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	1,41421	CARGA	LinStatic	7	0,022451	0,022451	-10838,83	-0,42	0,42	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	1,41421	CARGA	LinStatic	8	0,03175	0	-10838,83	0	0,6	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	Yes	No	No	No	No
100	2,82843	CARGA	LinStatic	1	-0,03175	0	-10838,83	0	-0,6	3,272E-05	-10838,83	10838,83	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
100	2,82843	CARGA	LinStatic	2	-0,022451	-0,022451	-10838,83	0,42	-0,42	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	2,82843	CARGA	LinStatic	3	-0,022451	0,022451	-10838,83	-0,42	-0,42	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	2,82843	CARGA	LinStatic	4	0	-0,03175	-10838,83	0,6	0	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	Yes	No	No	No	No	No
100	2,82843	CARGA	LinStatic	5	0	0,03175	-10838,83	-0,6	0	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	2,82843	CARGA	LinStatic	6	0,022451	-0,022451	-10838,83	0,42	0,42	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	2,82843	CARGA	LinStatic	7	0,022451	0,022451	-10838,83	-0,42	0,42	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	No	No	No	No	No
100	2,82843	CARGA	LinStatic	8	0,03175	0	-10838,83	0	0,6	3,272E-05	-10838,83	10838,83	No	No	Yes	No	No	No	No

Record: << < 21 > >> of 4678

Add Tables... Done

Anexo 2.

Tabla de factores según el tipo de apoyo[23]

Table C-C2.1

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Buckled shape of column is shown by dashed line						
Theoretical K values	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value when ideal conditions are approximated	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
End condition code		Rotation fixed and translation fixed Rotation free and translation fixed Rotation fixed and translation free Rotation free and translation free				

Tabla de esfuerzos permisibles para miembros de compresión de acero de límite elástico especificado de 36 Ksi [23].

Table C-36 Allowable Stress For Compression Members of 36-ksi Specified Yield Stress Steel ^a										
$F_y = 36 \text{ ksi}$	$\frac{KL}{r}$	F_a (ksi)	$\frac{KL}{r}$	F_a (ksi)	$\frac{KL}{r}$	F_a (ksi)	$\frac{KL}{r}$	F_a (ksi)	$\frac{KL}{r}$	F_a (ksi)
		1	21.56	41	19.11	81	15.24	121	10.14	161
	2	21.52	42	19.03	82	15.13	122	9.99	162	5.69
	3	21.48	43	18.95	83	15.02	123	9.85	163	5.62
	4	21.44	44	18.86	84	14.90	124	9.70	164	5.55
	5	21.39	45	18.78	85	14.79	125	9.55	165	5.49
	6	21.35	46	18.70	86	14.67	126	9.41	166	5.42
	7	21.30	47	18.61	87	14.56	127	9.26	167	5.35
	8	21.25	48	18.53	88	14.44	128	9.11	168	5.29
	9	21.21	49	18.44	89	14.32	129	8.97	169	5.23
	10	21.16	50	18.35	90	14.20	130	8.84	170	5.17
	11	21.10	51	18.26	91	14.09	131	8.70	171	5.11
	12	21.05	52	18.17	92	13.97	132	8.57	172	5.05
	13	21.00	53	18.08	93	13.84	133	8.44	173	4.99
	14	20.95	54	17.99	94	13.72	134	8.32	174	4.93
	15	20.89	55	17.90	95	13.60	135	8.19	175	4.88
	16	20.83	56	17.81	96	13.48	136	8.07	176	4.82
	17	20.78	57	17.71	97	13.35	137	7.96	177	4.77
	18	20.72	58	17.62	98	13.23	138	7.84	178	4.71
	19	20.66	59	17.53	99	13.10	139	7.73	179	4.66
	20	20.60	60	17.43	100	12.98	140	7.62	180	4.61
	21	20.54	61	17.33	101	12.85	141	7.51	181	4.56
	22	20.48	62	17.24	102	12.72	142	7.41	182	4.51
	23	20.41	63	17.14	103	12.59	143	7.30	183	4.46
	24	20.35	64	17.04	104	12.47	144	7.20	184	4.41
	25	20.28	65	16.94	105	12.33	145	7.10	185	4.36
	26	20.22	66	16.84	106	12.20	146	7.01	186	4.32
	27	20.15	67	16.74	107	12.07	147	6.91	187	4.27
	28	20.08	68	16.64	108	11.94	148	6.82	188	4.23
	29	20.01	69	16.53	109	11.81	149	6.73	189	4.18
	30	19.94	70	16.43	110	11.67	150	6.64	190	4.14
	31	19.87	71	16.33	111	11.54	151	6.55	191	4.09
	32	19.80	72	16.22	112	11.40	152	6.46	192	4.05
	33	19.73	73	16.12	113	11.26	153	6.38	193	4.01
	34	19.65	74	16.01	114	11.13	154	6.30	194	3.97
	35	19.58	75	15.90	115	10.99	155	6.22	195	3.93
	36	19.50	76	15.79	116	10.85	156	6.14	196	3.89
	37	19.42	77	15.69	117	10.71	157	6.06	197	3.85
	38	19.35	78	15.58	118	10.57	158	5.98	198	3.81
	39	19.27	79	15.47	119	10.43	159	5.91	199	3.77
	40	19.19	80	15.36	120	10.28	160	5.83	200	3.73

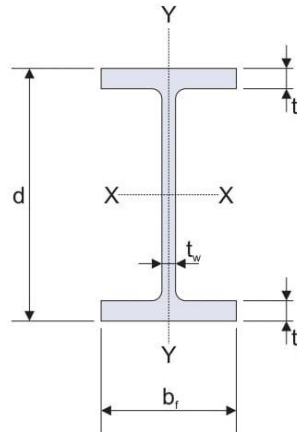
^aWhen element width-to-thickness ratio exceeds noncompact section limits of Sect. B5.1, see Appendix B5.
Note: $C_c = 126.1$

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

Anexo 3.

Tablas de especificaciones técnicas perfil IPE

PERFIL IPE
DIMENSIONES Y PROPIEDADES PARA EL DISEÑO



Designación	Peso	Área	Dimensiones				Propiedades						Constantes	
			Alta		Alas		Alma		Eje X-X			Eje Y-Y		
IPEd	P	A	d	b _f	t _f	t _w	I _x	S _x	r _x	I _y	S _y	r _y	r _t	d/A _f
mm	kgf/m	cm ²	mm				cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁻¹
IPE 80	6,0	7,64	80	46	5,20	3,80	80,1	20,0	3,24	8,48	3,69	1,05	1,22	3,34
IPE 100	8,1	10,3	100	55	5,70	4,10	171,0	34,2	4,07	15,9	5,78	1,24	1,45	3,19
120	10,4	13,2	120	64	6,30	4,40	318,0	53,0	4,90	27,6	8,64	1,45	1,69	2,98
140	12,9	16,4	140	73	6,90	4,70	541,0	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65	1,93	2,78
160	15,8	20,1	160	82	7,40	5,00	869,0	109	6,58	68,2	16,6	1,84	2,16	2,64
180	18,8	23,9	180	91	8,00	5,30	1.320,0	146	7,42	101	22,1	2,05	2,40	2,47
IPE 200	22,4	28,5	200	100	8,50	5,60	1.940,0	194	8,26	142	28,4	2,23	2,64	2,35
220	26,2	33,4	220	110	9,20	5,90	2.770,0	252	9,11	205	37,2	2,48	2,90	2,17
240	30,7	39,1	240	120	9,80	6,20	3.890,0	324	9,97	283	47,2	2,69	3,17	2,04
270	36,1	45,9	270	135	10,20	6,60	5.790,0	429	11,2	419	62,1	3,02	3,56	1,96
IPE 300	42,2	53,8	300	150	10,70	7,10	8.360,0	557	12,5	603	80,4	3,35	3,94	1,87
330	49,1	62,6	330	160	11,50	7,50	11.800,0	713	13,7	787	98,4	3,55	4,20	1,79
360	57,1	72,7	360	170	12,70	8,00	16.300,0	904	15,0	1.040	123	3,79	4,47	1,67
IPE 400	66,3	84,5	400	180	13,50	8,60	23.100,0	1.160	16,5	1.320	146	3,95	4,71	1,65
450	77,6	98,8	450	190	14,60	9,40	33.700,0	1.500	18,5	1.670	176	4,12	4,93	1,62
IPE 500	90,7	116	500	200	16,00	10,20	48.200,0	1.930	20,4	2.140	214	4,30	5,17	1,56
550	106	134	550	210	17,20	11,10	67.100,0	2.440	22,3	2.660	254	4,45	5,39	1,52
600	122	156	600	220	19,00	12,00	92.100,0	3.070	24,3	3.380	308	4,66	5,64	1,44

Tabla de selección de rosca y tornillo para placa base regulable.

1.2. ROSCA EN PULGADAS

1.2.3 Rosca Whitworth BSW y BSF

Rosca Whitworth BSW

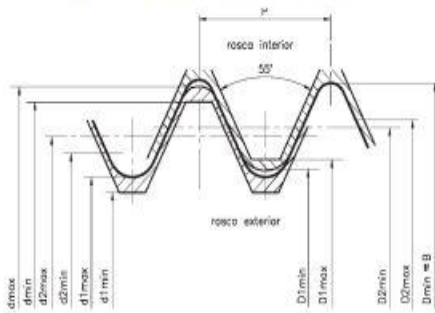
NORMA

BS: 84 (1956)

DIN: 11 (1930)

NF: -

Perfil de base y perfil de los límites



Las líneas de trazo fuerte son las de los perfiles máximos de material.

B = diámetro exterior = diámetro nominal

P = paso

n = número de hilos por pulgada

d = diámetro exterior
 d₂ = diámetro sobre flancos
 d₁ = diámetro interior

D = diámetro exterior
 D₂ = diámetro sobre flancos
 D₁ = diámetro interior

Límites de las dimensiones de la rosca Whitworth de paso grueso BSW, clase de tolerancia media

Ø nominal	Nº hilos por pulgada	Paso	Rosca exterior. Bulones y tornillos						Rosca interior. Tuercas					Sección Ø interior π/4 d ₁ ² A _{d1} mm ²
			Diámetro exterior		Diámetro sobre flancos		Diámetro interior		Ø exterior	Diámetro sobre flancos		Diámetro interior		
B pulgadas	n	P	d _{máx.}	d _{mín.}	d _{2máx.}	d _{2mín.}	d _{1máx.}	d _{1mín.}	D _{mín.} = B	D _{2mín.}	D _{2máx.}	D _{1mín.}	D _{1máx.}	
1/8	40	0,635	3,155	3,035	2,769	2,689	2,362	2,202	3,175	2,769	2,849	2,382	2,622	4,39
5/32	32	0,794	3,949	3,814	3,461	3,371	2,953	2,773	3,969	3,461	3,551	2,973	3,243	6,85
3/16	24	1,058	4,743	4,587	4,084	3,980	3,406	3,198	4,763	4,084	4,188	3,426	3,738	9,10
1/4	20	1,270	6,330	6,000	5,537	5,424	4,724	4,422	6,350	5,537	5,650	4,744	5,224	17,55
5/16	18	1,411	7,918	7,600	7,034	6,915	6,131	5,813	7,938	7,034	7,153	6,151	6,661	29,48
3/8	16	1,588	9,505	9,100	8,509	8,382	7,492	7,154	9,525	8,509	8,636	7,512	8,052	44,06
7/16	14	1,814	11,093	10,700	9,951	9,816	8,789	8,430	11,113	9,951	10,086	8,809	9,379	60,71
1/2	12	2,117	12,675	12,200	11,345	11,199	9,990	9,600	12,700	11,345	11,491	10,015	10,610	78,32
9/16	12	2,117	14,263	13,800	12,933	12,787	11,578	11,188	14,288	12,993	13,079	11,603	12,198	105
5/8	11	2,309	15,846	15,400	14,397	14,244	12,918	12,510	15,876	14,397	14,550	12,948	13,598	131
11/16	11	2,309	17,433	17,000	15,985	15,832	14,507	14,099	17,463	15,985	16,138	14,537	15,187	165
3/4	10	2,540	19,018	18,500	17,424	17,264	15,798	15,371	19,051	17,424	17,584	15,831	16,538	196
7/8	9	2,822	22,190	21,600	20,419	20,250	18,611	18,161	22,226	20,419	20,588	18,647	19,411	272
1	8	3,175	25,361	24,800	23,368	23,189	21,335	20,858	25,401	23,368	23,547	21,375	22,185	358
1 1/8	7	3,629	28,529	27,900	26,253	26,062	23,929	23,419	28,576	26,253	26,444	23,976	24,879	450
1 1/4	7	3,629	31,704	31,000	29,428	29,237	27,104	26,594	31,751	29,428	29,619	27,151	28,054	577
1 1/2	6	4,233	38,048	37,300	35,391	35,184	32,680	32,128	38,101	35,391	35,598	32,733	33,730	839
1 3/4	5	5,080	44,389	43,500	41,199	40,972	37,946	37,341	44,452	41,199	41,426	38,009	39,096	1131
2	4,5	5,645	50,732	49,800	47,187	46,948	43,573	42,936	50,802	47,187	47,426	43,643	44,823	1491
2 1/4	4	6,350	57,072	56,200	53,086	52,833	49,020	48,345	57,152	53,086	53,339	49,100	50,420	1887
2 1/2	4	6,350	63,422	62,500	59,436	59,183	55,370	54,695	63,502	59,436	59,689	55,450	56,770	2408
2 3/4	3,5	7,257	69,763	68,800	65,205	64,934	60,558	59,836	69,853	65,205	65,476	60,648	62,108	2880
3	3,5	7,257	76,113	75,100	71,556	71,285	66,909	66,187	76,203	71,556	71,827	66,999	68,459	3515

Dimensiones en mm.

KITO



Aumento de la productividad

Polipasto eléctrico de cadena EQ

- ▶ Hasta 1.000 kg de capacidad de carga
- ▶ 380-440 V 50 / 60 Hz trifásico y 230 V / 50 Hz monofásico
- ▶ Voltaje de control de 24 V
- ▶ Convertidor de frecuencia para el posicionamiento preciso de la carga
- ▶ Suspensión ocular
- ▶ Protección contra sobrecargas gracias al convertidor de frecuencia y al embrague de fricción
- ▶ Contador de horas de funcionamiento / contador de ciclos de carga
- ▶ Limitador de alcance para elevación / descenso
- ▶ Freno de anclaje de cilindro
- ▶ Cadena de carga niquelada grado T, serie DAT (G80) según la norma EN 818-7



EQ003

Opciones

- ▶ Gancho superior
- ▶ Control remoto por radio
- ▶ Carro sencillo, de engranajes o motorizado (página 58-63)



Gancho superior opcional

Información técnica

Tipo	Capacidad de carga kg	Tamaño del cuerpo m	Altura de elevación estándar m	Motor de elevación		Velocidad de elevación, m / min			Diámetro de la cadena de carga mm	Ramales	Ramales FEM	Peso kg	Altura C mm	Longitud total mm
				Potencia, kW	Calificación, % ED	*Alta (carga ligera), 0 - 30%	*Alta, 30 - 100%	Baja						
EQ001IS	125	C	3	0,5	40 / 20	22,0	17,0	2,8	5,6 x 15,7	1	3m	30	395	417
EQ003IS	250	C	3	0,5	40 / 20	13,0	10,0	1,7	5,6 x 15,7	1	3m	30	395	417
EQ005IS	500	C	3	0,75	40 / 20	9,9	7,6	1,3	5,6 x 15,7	1	3m	32	410	417
EQ010IS	1.000	D	3	1,5	40 / 20	9,2	7,1	1,2	7,1 x 19,9	1	2m	42	465	433

*% de WLL

Anexo 4.

Cotizaciones de sistema de andamiaje certificado



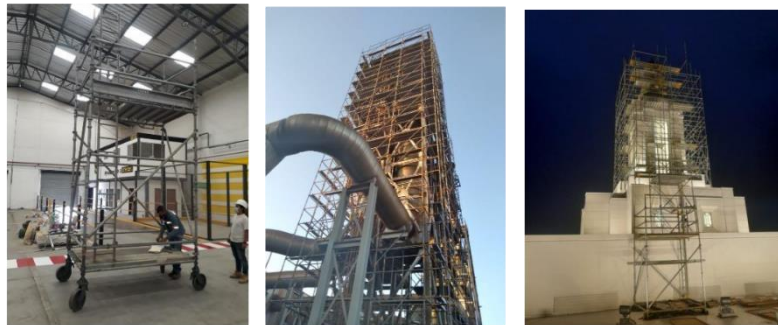
COTIZACION: DM-170323-01

Señores
PROYECTOS INTEGRALES DEL ECUADOR PIL S.A
RUC 1715474068001
Ciudad. –

Att. Dave Escobar
Telf.: 0960577665

ASUNTO: COTIZACION DE ALQUILER DE ANDAMIOS CERTIFICADOS CUP LOCK

En atención a su solicitud tenemos el agrado de presentar nuestra mejor oferta para el alquiler de andamios certificados multidireccionales para su proyecto.



El sistema Cuplock es un andamio modular compuesto por elementos verticales, horizontales y diagonales que se conectan entre sí formando una estructura rígida. La conexión es un nudo compuesto por una copa con 4 posiciones, situados a una distancia de 0,50 m en las verticales.

El sistema de andamio Cuplock de Ecuandamios se fabrica con aceros de gran resistencia y procesos de soldadura óptimos. Esto garantiza que la estabilidad de los andamios sea mayor que la de los productos habituales.

El sistema de andamios Cuplock es muy versátil, pues se adapta a las diversas formas geométricas y alturas de las estructuras a las cuales se requiere acceder, así como a los desniveles del terreno de apoyo. Es muy apropiado para el trabajo en fachadas, mantenimiento industrial, refinerías, montaje de maquinaria y demás actividades que requieran de trabajo seguro en altura, y con él se pueden crear plataformas de trabajo seguras para todas las clases de carga hasta 600 kg/m², tal y como establece la norma EN12811



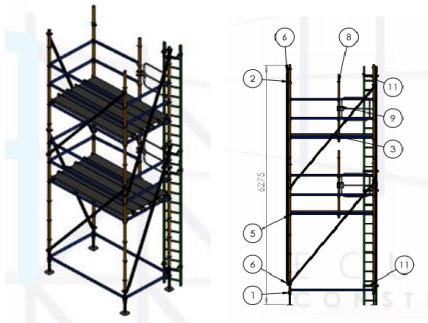
Oficina: Home Design Plaza - Local 12 -PB
Bodega: Quito Norte – Sector Marianitas
(593) 604-4015 (593) 99 5617 992
www.ecuandamios.com



1. PRECIO DE LA OFERTA

DESCRIPCION:	TORRE DE ANDAMIOS 1,20X2,10X6,20 - ESCALERAS EXTERNAS
Altura de trabajo con bases regulables:	6,7 metros
Altura de trabajo con ruedas:	7,3 metros

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	Valor Alquiler diario	Tiempo (dias)	Cantidad	TOTAL
1	ECUV3000	VERTICAL 3 MTS 6 COPAS (VERTICAL 9' 10")	\$0.08	15	8	\$9.60
3	ECUV1500	VERTICAL 1,5 MTS 3 COPAS (VERTICAL 5')	\$0.08	15	2	\$2.40
18	ECUAROMET-2,10	RODAPIES METALICOS 2,10 MTS (STEEL BASEBOARDS)	\$0.08	15	2	\$2.40
21	ECUAROMET-1,20	RODAPIES METALICOS 1,20 MTS (STEEL BASEBOARDS)	\$0.08	15	6	\$7.20
23	ECUAPUERTA-EXP	PUERTA EXPANDIBLE (GUARD RAIL GATE - EXPANDIBLE)	\$0.08	15	2	\$2.40
27	ECUAPLAT-2,13	PLATAFORMA METALICA 2,13 MTS. (7'0" STEEL PLANK)	\$0.08	15	10	\$12.00
38	ECUH-2100	HORIZONTAL 2,10 MTS (HORIZONTAL 7' 0")	\$0.08	15	10	\$12.00
42	ECUH-1200	HORIZONTAL 1,27 MTS (HORIZONTAL 4' 2")	\$0.08	15	18	\$21.60
46	ECUAGANESC	GANCHOS DE ESCALERA CUP LOCK (CUPLOCK LADDER BRACKET)	\$0.08	15	3	\$3.60
48	ECUAESC-3	ESCALERA CUP LOCK DE 3 MTS. (CUPLOCK LADDER 10')	\$0.08	15	2	\$2.40
57	ECUD-3200	DIAGONAL CON ABRAZADERA 3,20 MTS	\$0.08	15	6	\$7.20
59	ECUABASE-F	BASES FIJAS (REGULABLES 0,61 M) + TUERCAS (SCREW JACK / BASE PLATE)	\$0.08	15	4	\$4.80
65	ECUABRA-F	ABRAZADERA FIJA (RIGHT ANGLE CLAMP)	\$0.08	15	2	\$2.40
SUBTOTAL					75	\$90.00
IVA					12%	\$10.80
TOTAL						\$100,80



PESO TOTAL (Kg)	645,04
-----------------	--------

TOTAL PIEZAS	75
--------------	----

ACCESORIOS ADICIONALES:

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	Valor Alquiler diario	Tiempo (dias)	Cantidad	TOTAL
14	ECUARU-12"	RUEDAS DE 12" -CON ADAPTADOR COPA (CASTOR 12" URETHANE)	0.50	15	4	\$30.00



Oficina: Home Design Plaza - Local 12 -PB
 Bodega: Quito Norte - Sector Marianitas
 (593) 604-4015 (593) 99 5617 992
www.ecuandamios.com

Cotización de sistema de izaje por grúa



TORNO

SERVICIOS INDUSTRIALES
GARZON VALENZUELA
JAVIER EGIDIO

RUC. 1708803547001
VIA AL QUINCHE KM. 35 S/N, QUITO – ECUADOR
tornoservicio@yahoo.es
TELF: 2777-951 / 0995201551
CEL. 09-99216-131

Quito, 20 de junio del 2023.

COTIZACIÓN No 4497

CLIENTE: Ing. Alexander Filiph Bravo
DIRECCIÓN: Puenbo

IZAJE VIGAS

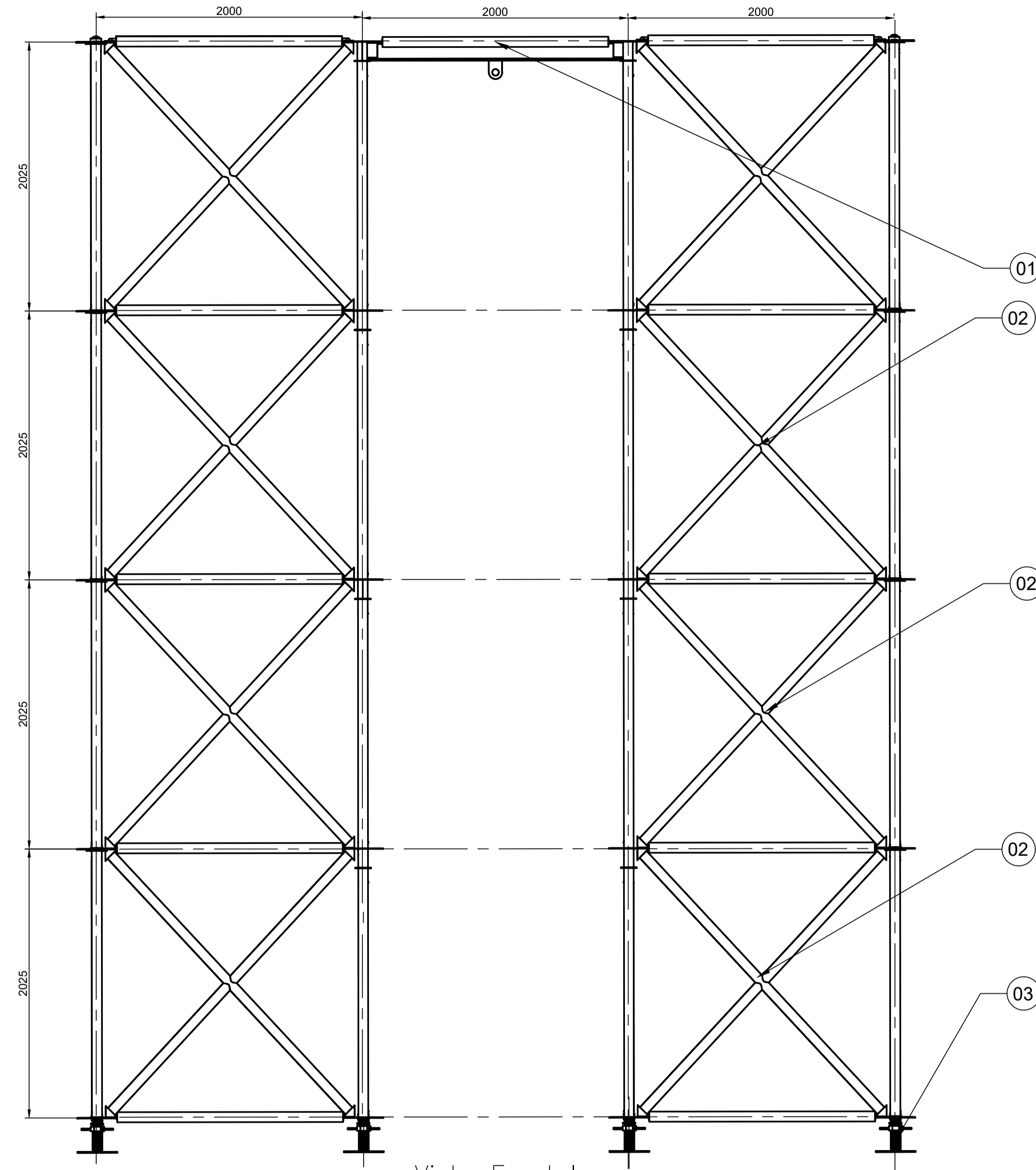
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Izaje de vigas de 1 tonelada	3	\$60	\$180
TOTAL				\$180

NOTA: Nuestro servicio no genera IVA

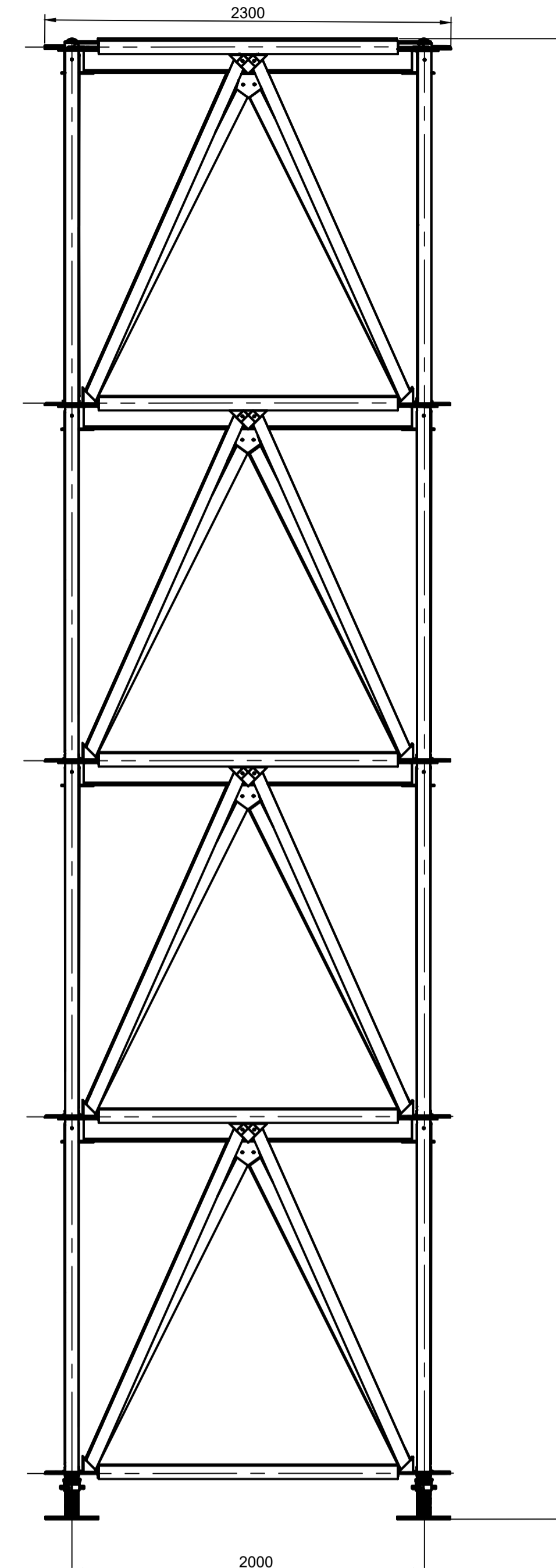
Ing. Javier Garzón
0999216131/ 0995201551 / 022777951

Anexo 5.

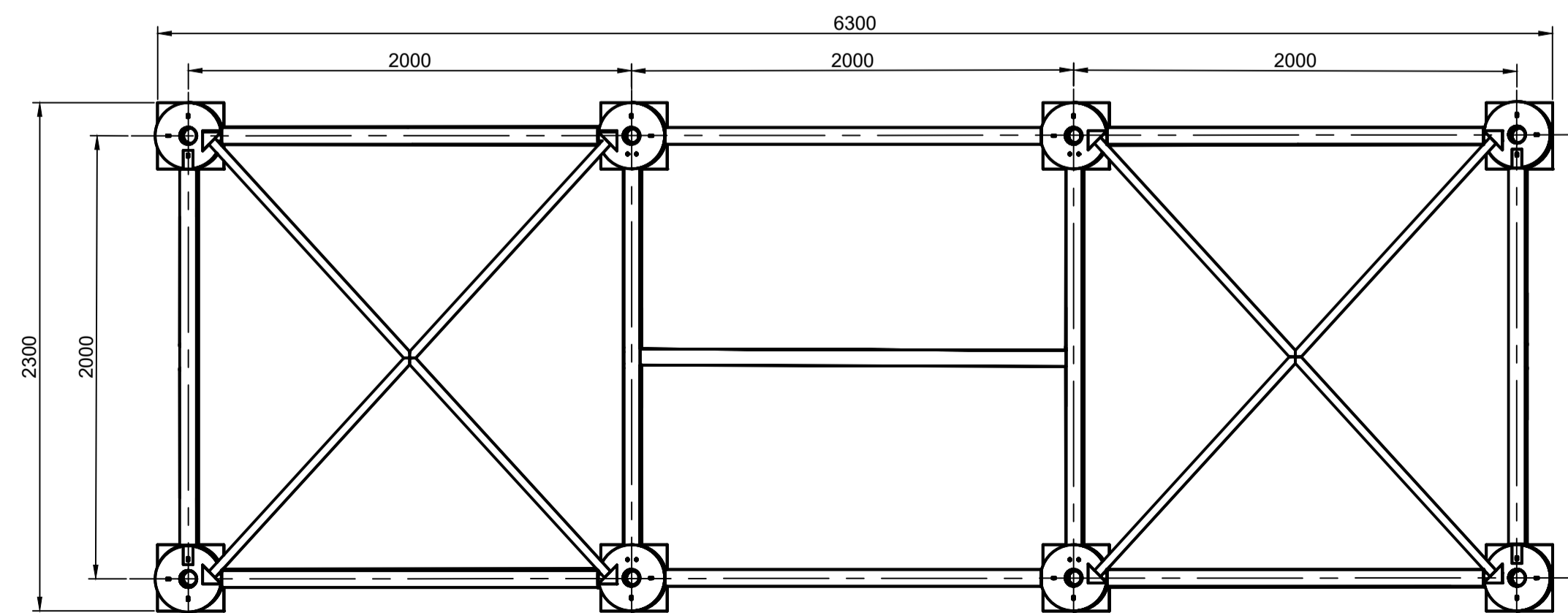
Planos andamio modular reforzado para izaje de vigas hasta 1 T



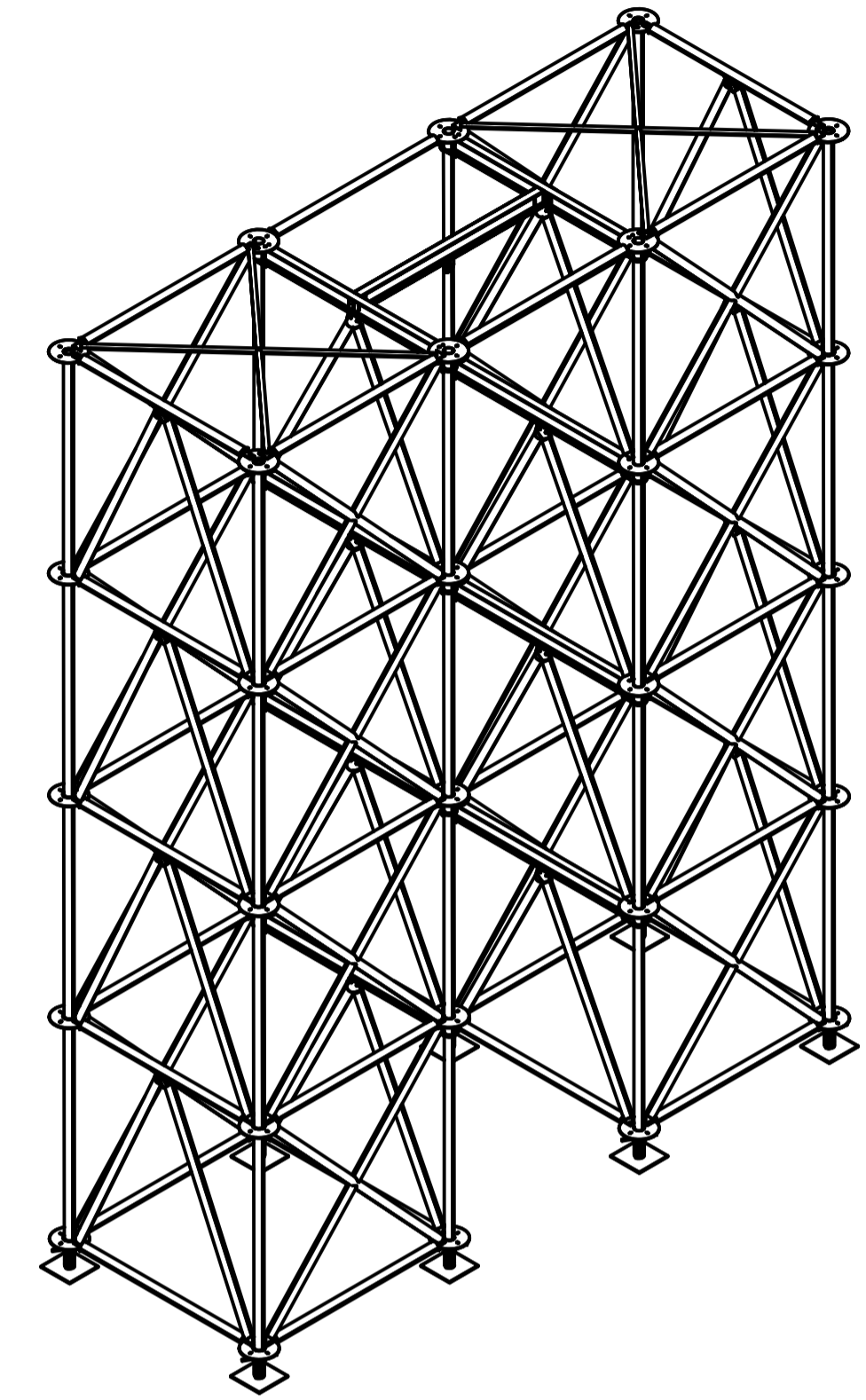
Vista Frontal



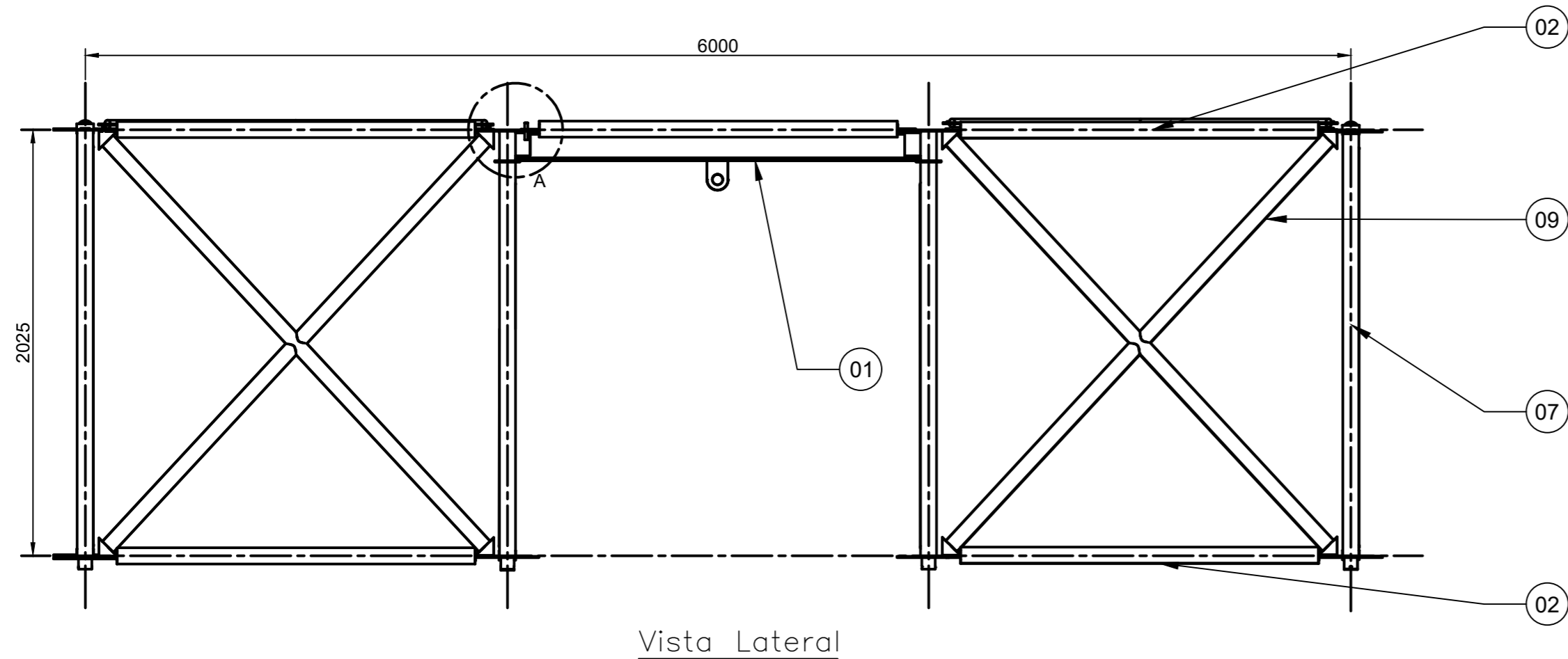
Vista Lateral



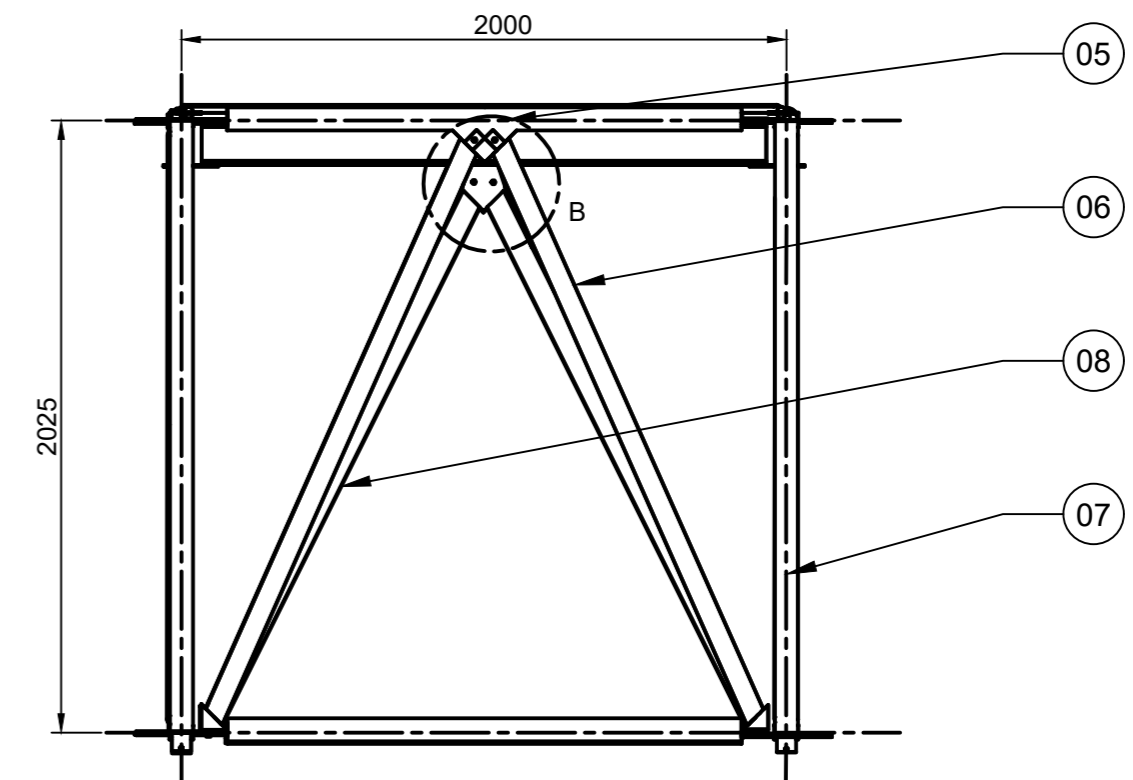
Vista Superior



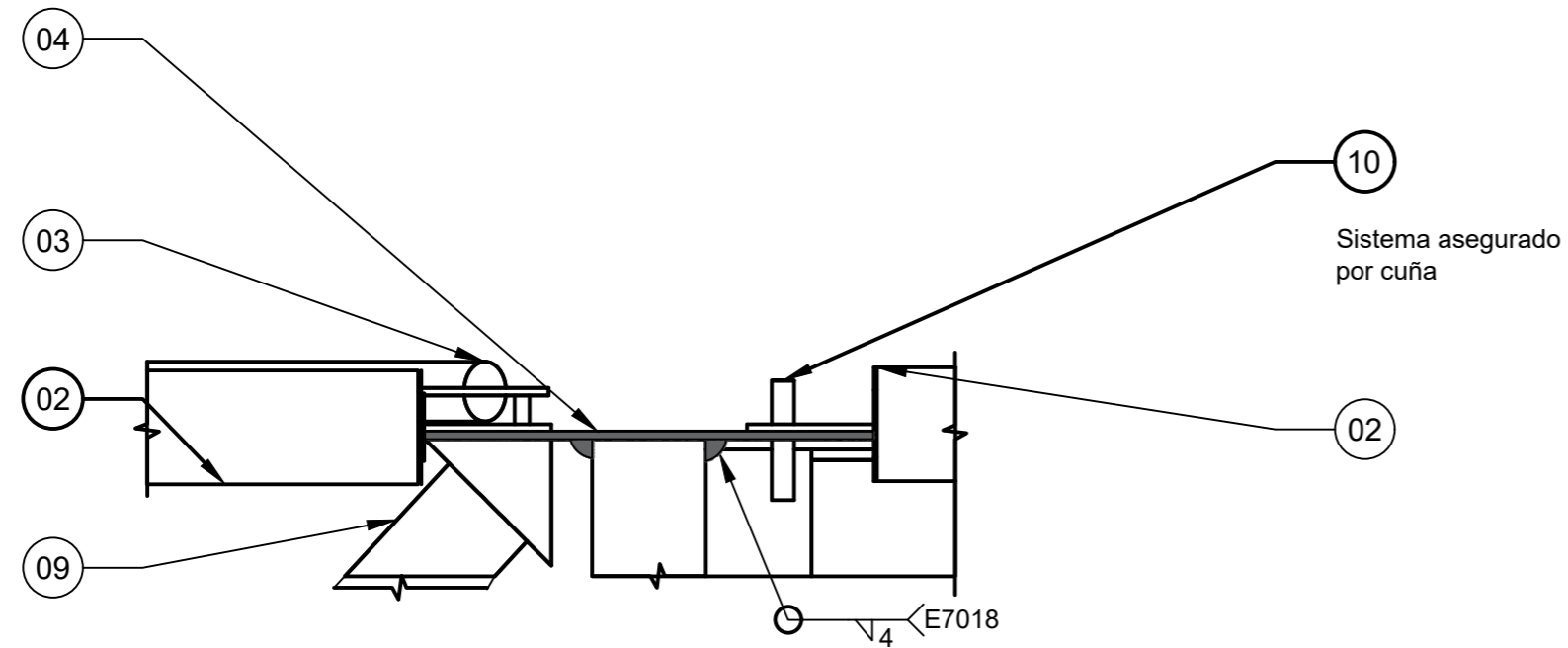
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones																																																	
04	PERNOS M10x40	52	AISI 304	ASTM A325	M10x40	Normalizado																																																	
03	SUB CONJUNTO PRINCIPAL 3	8	003.00.00.03.00.00.00	ASTM A36	300x260x300	Construcción																																																	
02	SUB CONJUNTO PRINCIPAL 2	6	003.00.00.02.00.00.00	ASTM A36	2300x2100x2300	Construcción																																																	
01	SUB CONJUNTO PRINCIPAL 1	1	003.00.00.01.00.00.00	ASTM A36	2300x6300x2100	Construcción																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">PESO TOTAL</th> <th>800 Kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6">CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</td> <td>UPS</td> </tr> <tr> <td colspan="6">ANDAMIO EN 12810-6N-SW 15-H2-A-LS</td> <td>Escala: 1:25</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Diseño: Bravo F. & Crisanto V</td> <td>2023-06-29</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Dibujo: Bravo F. & Crisanto V</td> <td>2023-06-29</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Revisó: Ing. Díaz William</td> <td>2023-07-21</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Código: 003.00.00.00.00.00.00</td> <td>Tol. Gral.: ±3</td> </tr> </tbody> </table>							PESO TOTAL						800 Kg	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						UPS	ANDAMIO EN 12810-6N-SW 15-H2-A-LS						Escala: 1:25	Diseño: Bravo F. & Crisanto V						2023-06-29	Dibujo: Bravo F. & Crisanto V						2023-06-29	Revisó: Ing. Díaz William						2023-07-21	Código: 003.00.00.00.00.00.00						Tol. Gral.: ±3
PESO TOTAL						800 Kg																																																	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						UPS																																																	
ANDAMIO EN 12810-6N-SW 15-H2-A-LS						Escala: 1:25																																																	
Diseño: Bravo F. & Crisanto V						2023-06-29																																																	
Dibujo: Bravo F. & Crisanto V						2023-06-29																																																	
Revisó: Ing. Díaz William						2023-07-21																																																	
Código: 003.00.00.00.00.00.00						Tol. Gral.: ±3																																																	



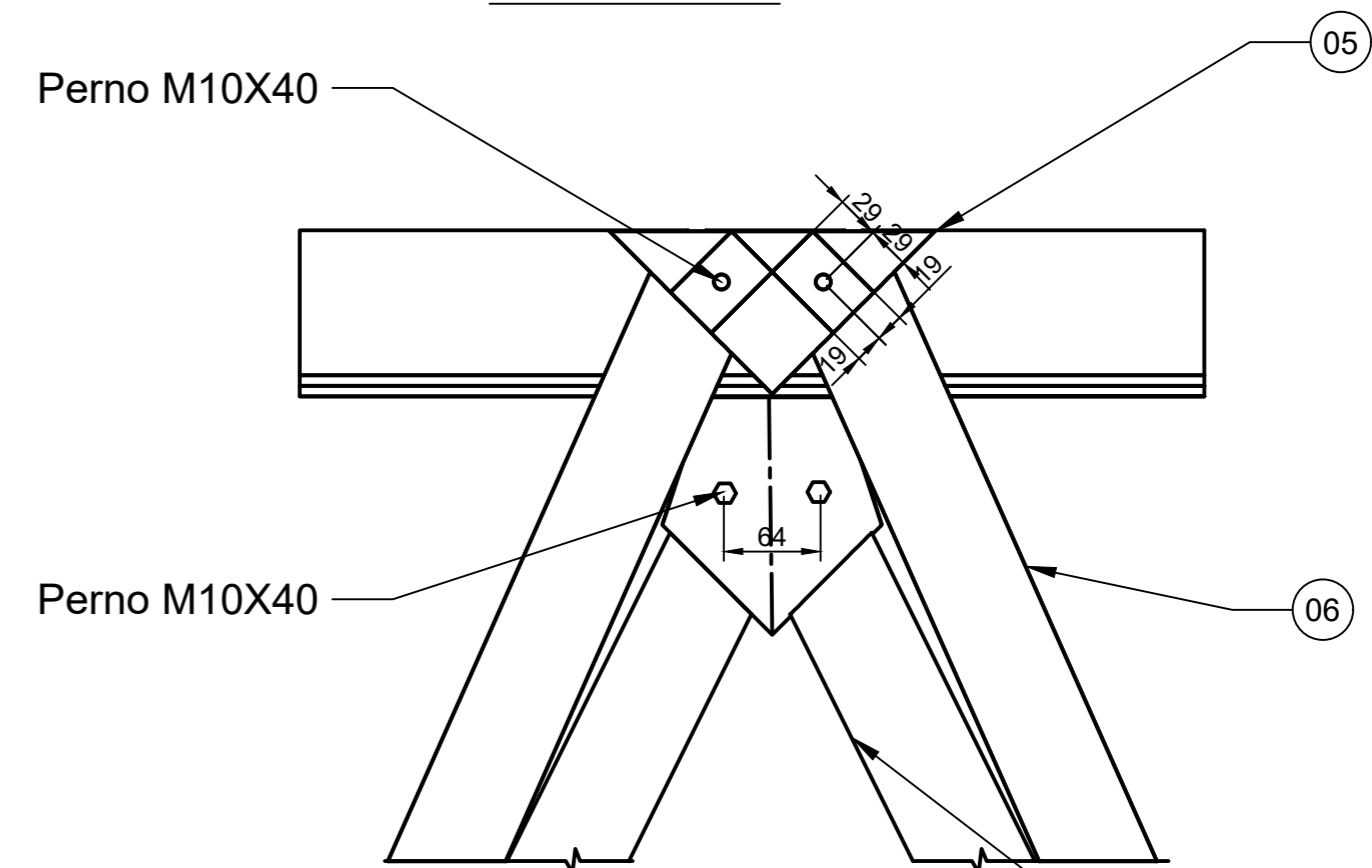
Vista Lateral



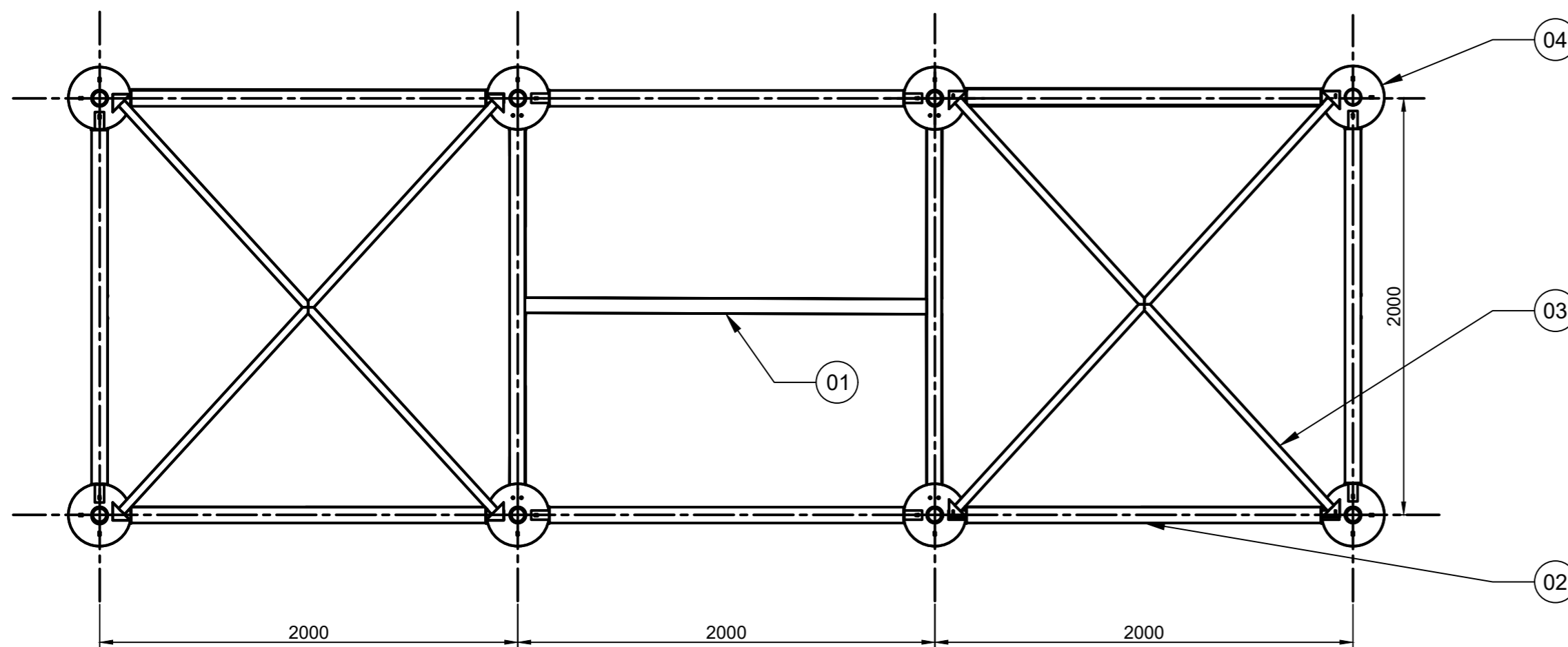
Vista Frontal



Detalle A
Esc: 1:5



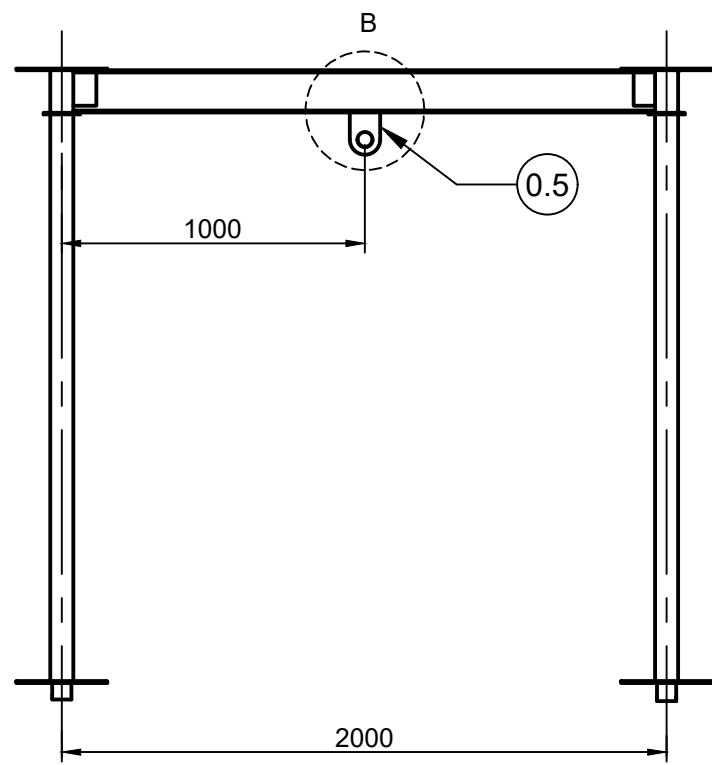
Detalle B
Esc: 1:5



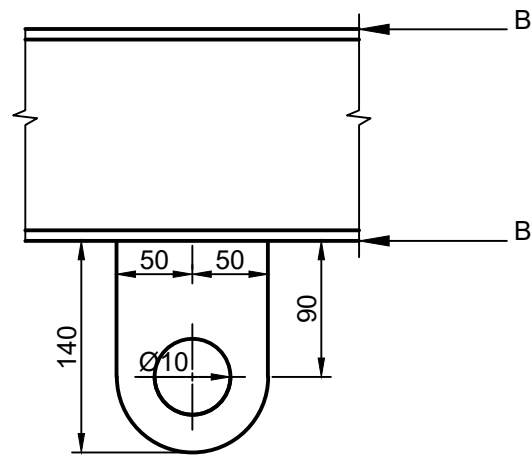
Vista Superior

*Nota: Los detalles de cada elemento construido o armado se detalla en planos de despiece a partir de este apartado.

Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones																												
09	Pernos M10x40	8	AISI 304	ASTM A325	M10X40	Normalizado																												
10	Cuña	8	003.00.00.01.00.00.02	ASTM A36	75x18x15	Construcción																												
09	Tijera travesaño 1	4	003.00.00.01.08.00.00	ASTM A36	1877x2018	Construcción																												
08	V travesaño IPE 1	2	003.00.00.01.07.00.00	ASTM A36	1877	Construcción																												
07	Montante 1	4	003.00.00.01.06.00.00	ASTM A36	2028	Construcción																												
06	Travesaño HV. 1	4	003.00.00.01.05.00.00	ASTM A36	1891	Construcción																												
05	Horizontal V. 1	2	003.00.00.01.04.00.00	ASTM A36	1877	Construcción																												
04	Placa collarin 1	12	003.00.00.01.00.00.01	ASTM A36	160x160x10	Construcción																												
03	Tijeras H. 1	2	003.00.00.01.03.00.00	ASTM A36	2048X1877	Construcción																												
02	Horizontales conexión 1	14	003.00.00.01.02.00.00	ASTM A36	1877	Construcción																												
01	Subconjunto carga	1	003.00.00.01.01.00.00	ASTM A36	2100x2090x2100	Construcción																												
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</td> <td colspan="2">UPS</td> <td colspan="2">Diseño: Bravo F. & Crisanto V</td> <td>2023-06-29</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Dibujó: Bravo F. & Crisanto V</td> <td>2023-06-29</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Revisó: Ing. Díaz William</td> <td>2023-07-21</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SUB CONJUNTO PRINCIPAL 1</td> <td colspan="2">Escala: 1:25</td> <td colspan="2">Código: 003.00.00.01.00.00.00</td> <td>Tol. Gral.: ± 2</td> </tr> </table>							CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS		Diseño: Bravo F. & Crisanto V		2023-06-29					Dibujó: Bravo F. & Crisanto V		2023-06-29					Revisó: Ing. Díaz William		2023-07-21	SUB CONJUNTO PRINCIPAL 1		Escala: 1:25		Código: 003.00.00.01.00.00.00		Tol. Gral.: ± 2
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS		Diseño: Bravo F. & Crisanto V		2023-06-29																												
				Dibujó: Bravo F. & Crisanto V		2023-06-29																												
				Revisó: Ing. Díaz William		2023-07-21																												
SUB CONJUNTO PRINCIPAL 1		Escala: 1:25		Código: 003.00.00.01.00.00.00		Tol. Gral.: ± 2																												

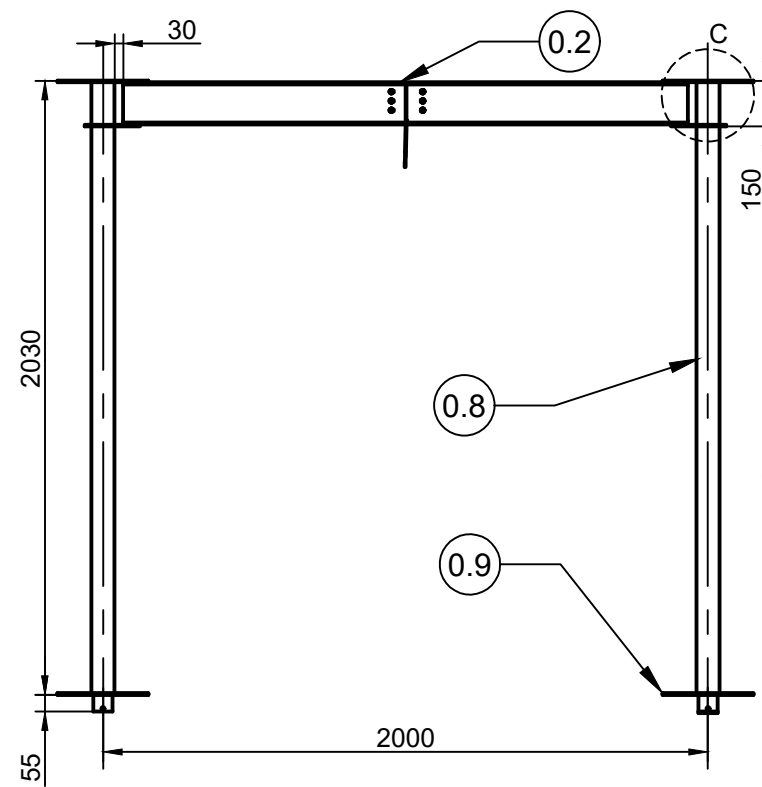


Vista Lateral

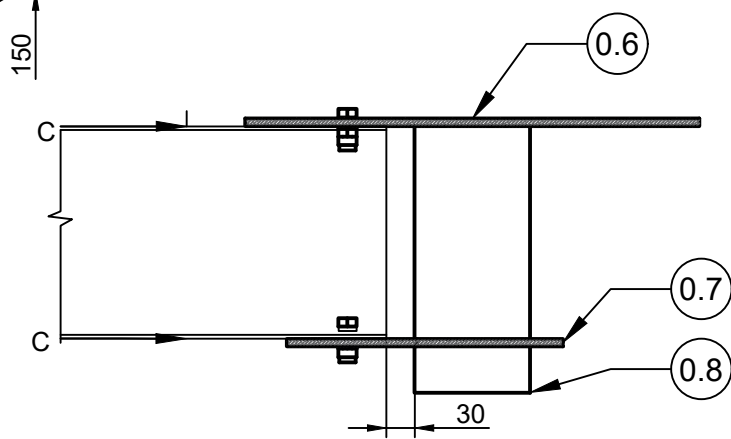


Detalle B

Esc: 1:5

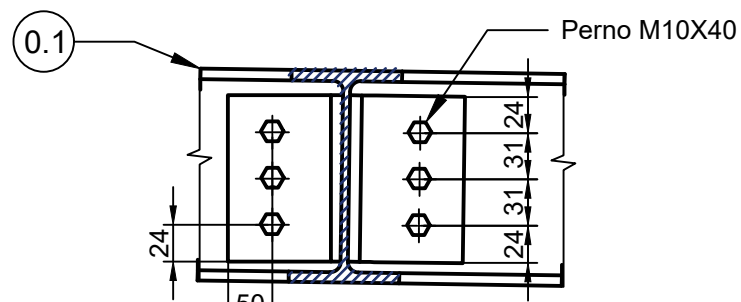


Vista Frontal



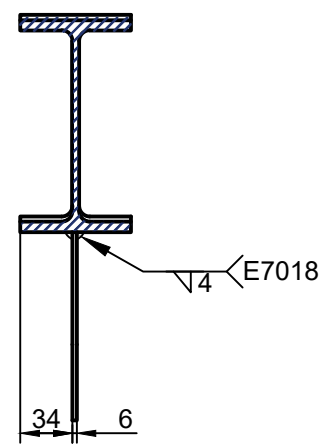
Detalle C

Esc: 1:5



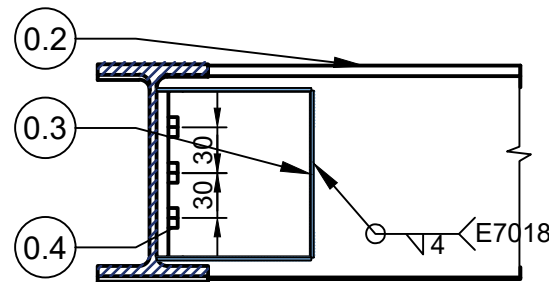
Vista 1A

Esc: 1:5



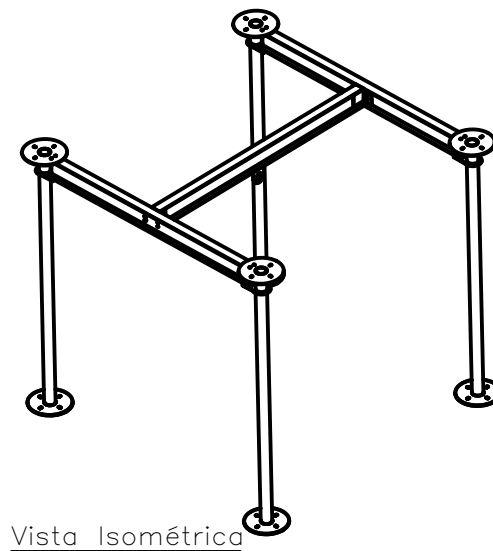
Vista B

Esc: 1:5



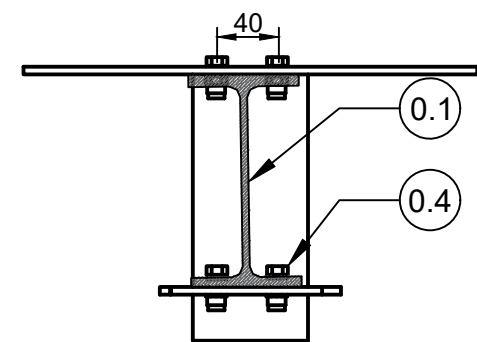
Vista 2A

Esc: 1:5



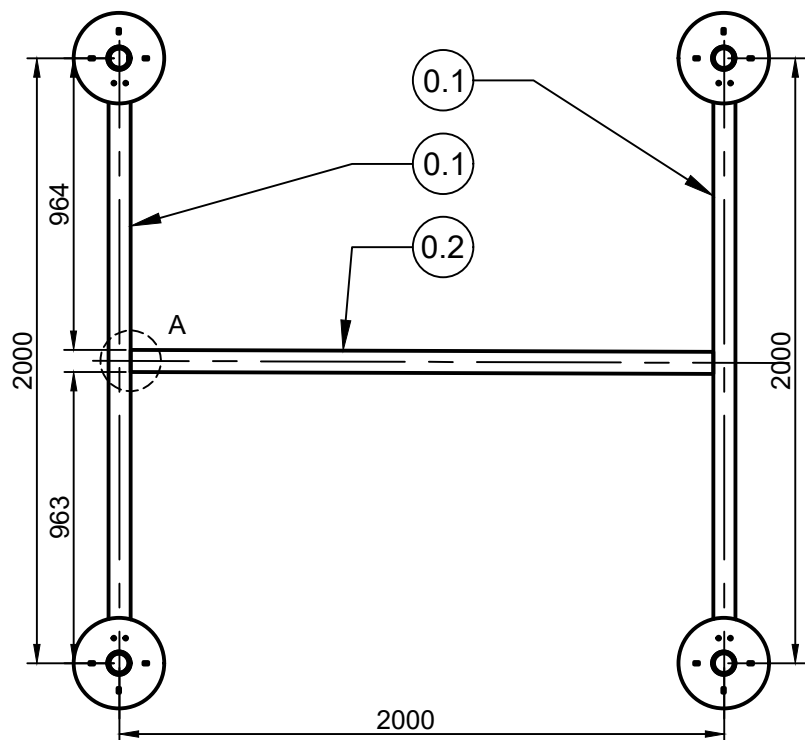
Vista Isométrica

Esc: 1:50

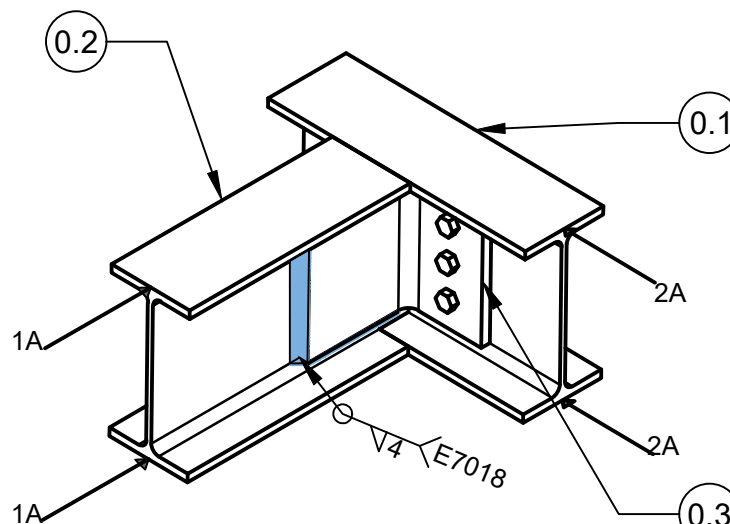


Vista C

Esc: 1:5



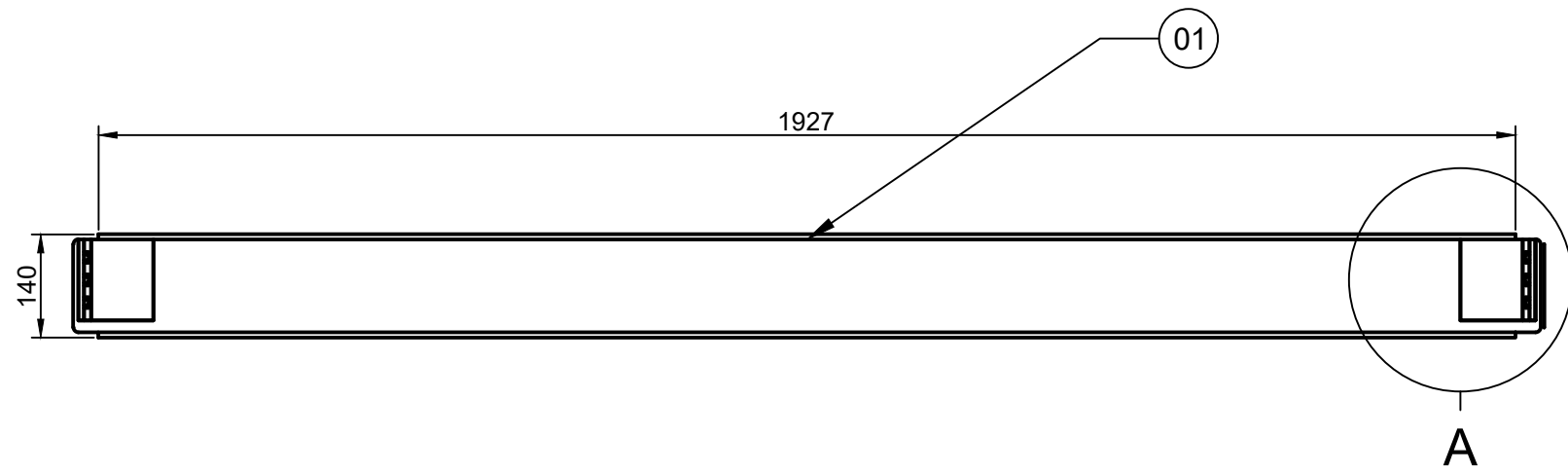
Vista Superior



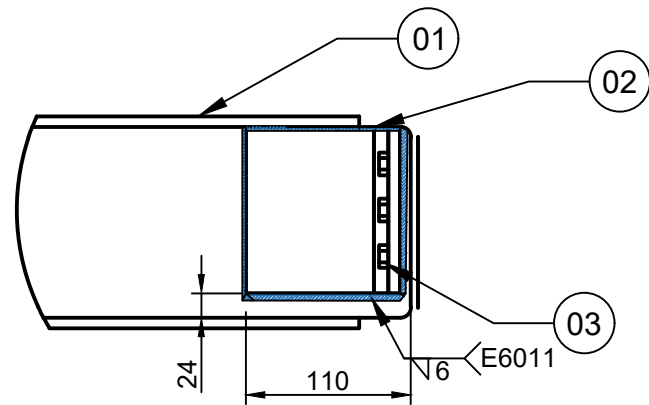
Detalle A

Esc: 1:5

09	Placa collarin 1	4	003.00.00.01.00.00.01	ASTM A36	160X160X10	Construcción
08	Montante 1	4	003.00.00.01.06.00.00	ASTM A36	2028	Construcción
07	Placa inferior 1	4	003.00.00.01.01.00.04	ASTM A36	186X123X5	Construcción
06	Placa collarin 1.2	4	003.00.00.01.01.00.03	ASTM A36	305X305X5	Construcción
05	Placa sujeción	1	003.00.00.01.01.00.02	ASTM A36	143X103X6	Construcción
04	Pernos M10X40	20	AISI 304	ASTM A325	M10X40	Normalizado
03	Placa L 100x100x8	4	003.00.00.01.01.01.02	ASTM A36	115	Construcción
02	Viga S1-IPE 140	1	003.00.00.01.01.01.00	ASTM A36	2000	Construcción
01	Viga P1-IPE 140	2	003.00.00.01.01.00.01	ASTM A36	2000	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Diseño: Bravo F. & Crisanto V 2023-06-29	
					Dibujó: Bravo F. & Crisanto V 2023-06-29	
					Revisó: Ing. Díaz William 2023-07-21	
SUBCONJUNTO CARGA				Escala: 1:25	Código: 003.00.00.01.01.00.00	Tol. Gral.: ± 2

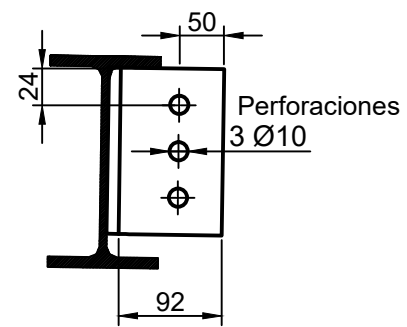


Vista Frontal



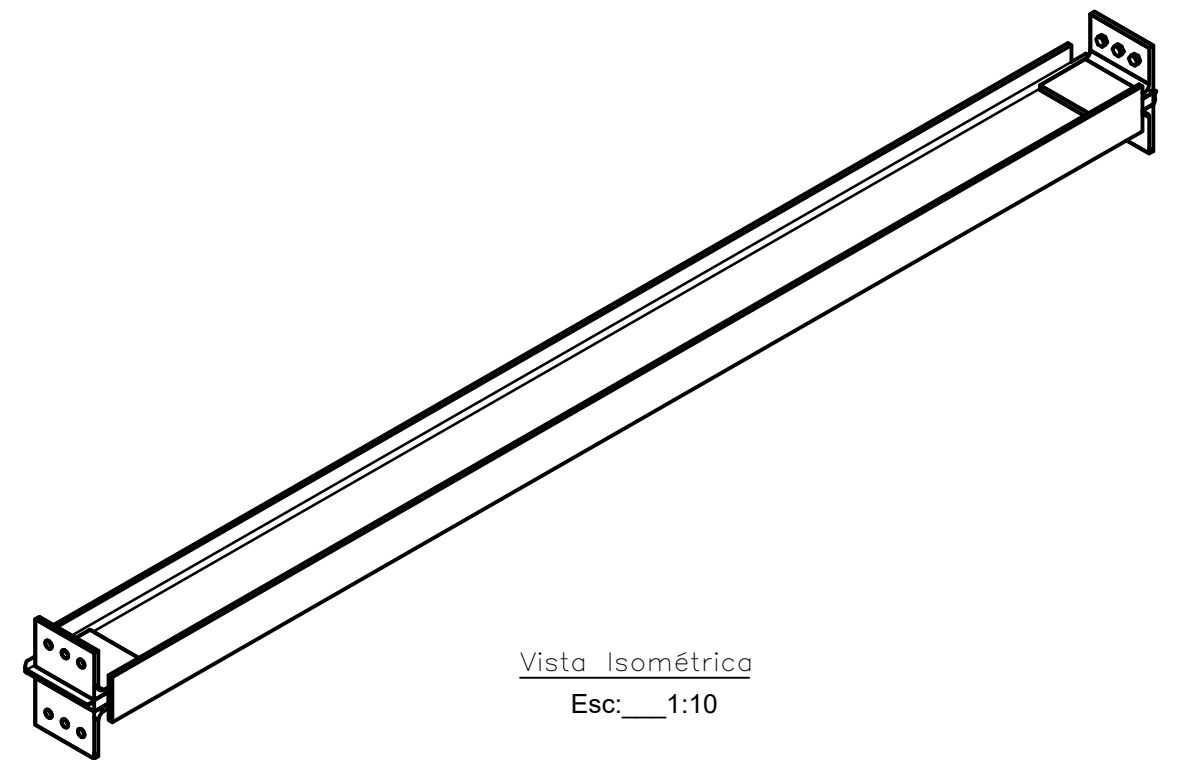
Detalle A

Esc: 1:5



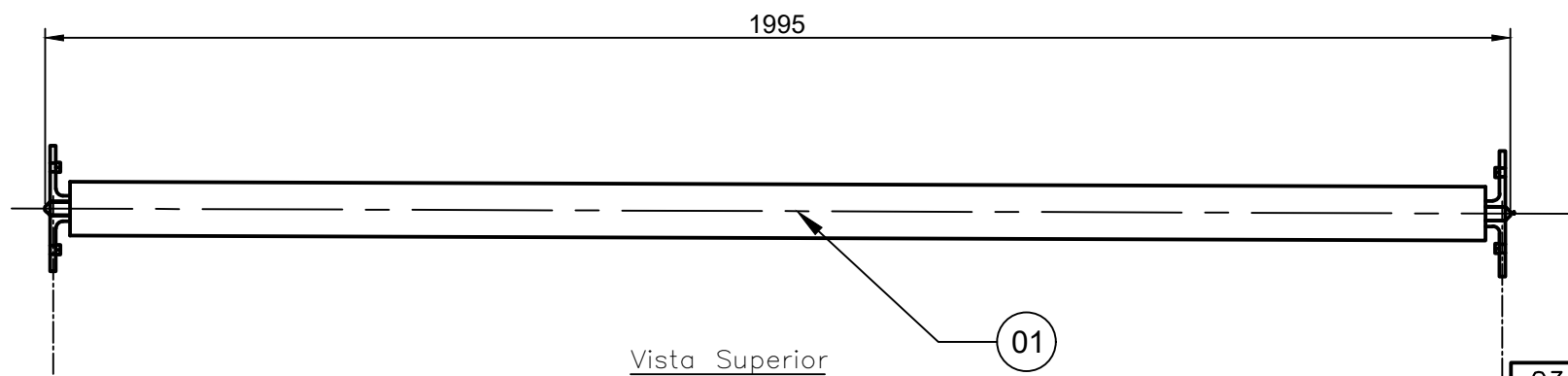
Vista A

Esc: 1:5



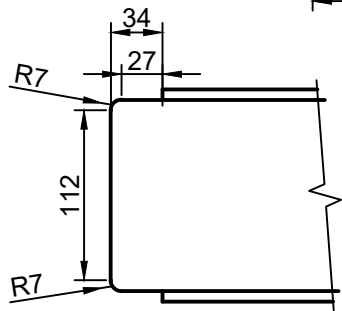
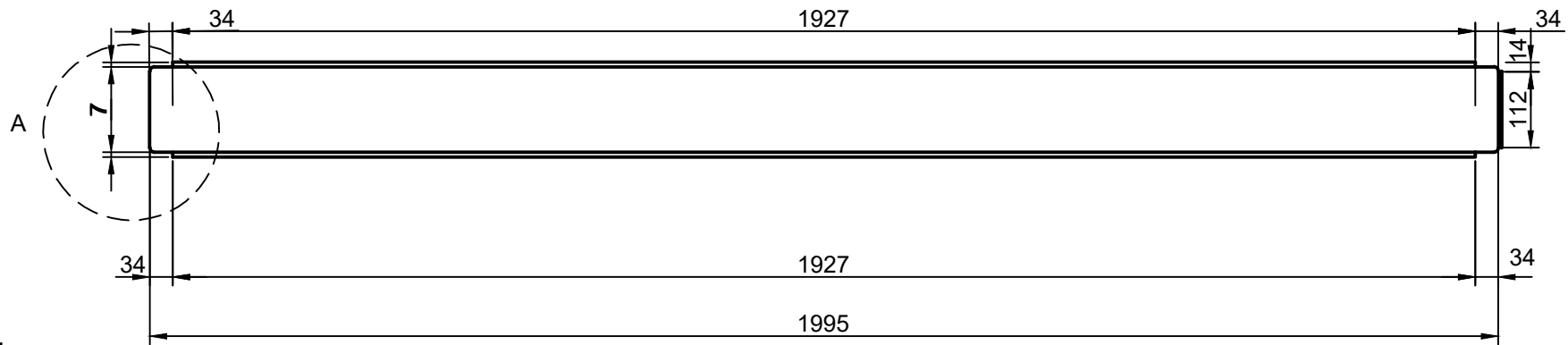
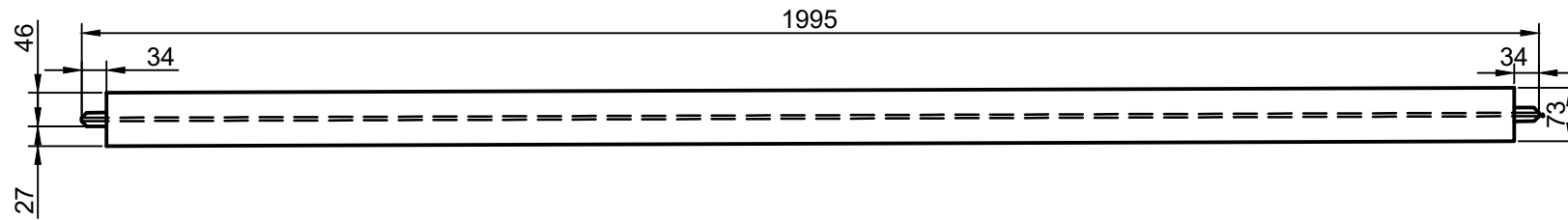
Vista Isométrica

Esc: 1:10



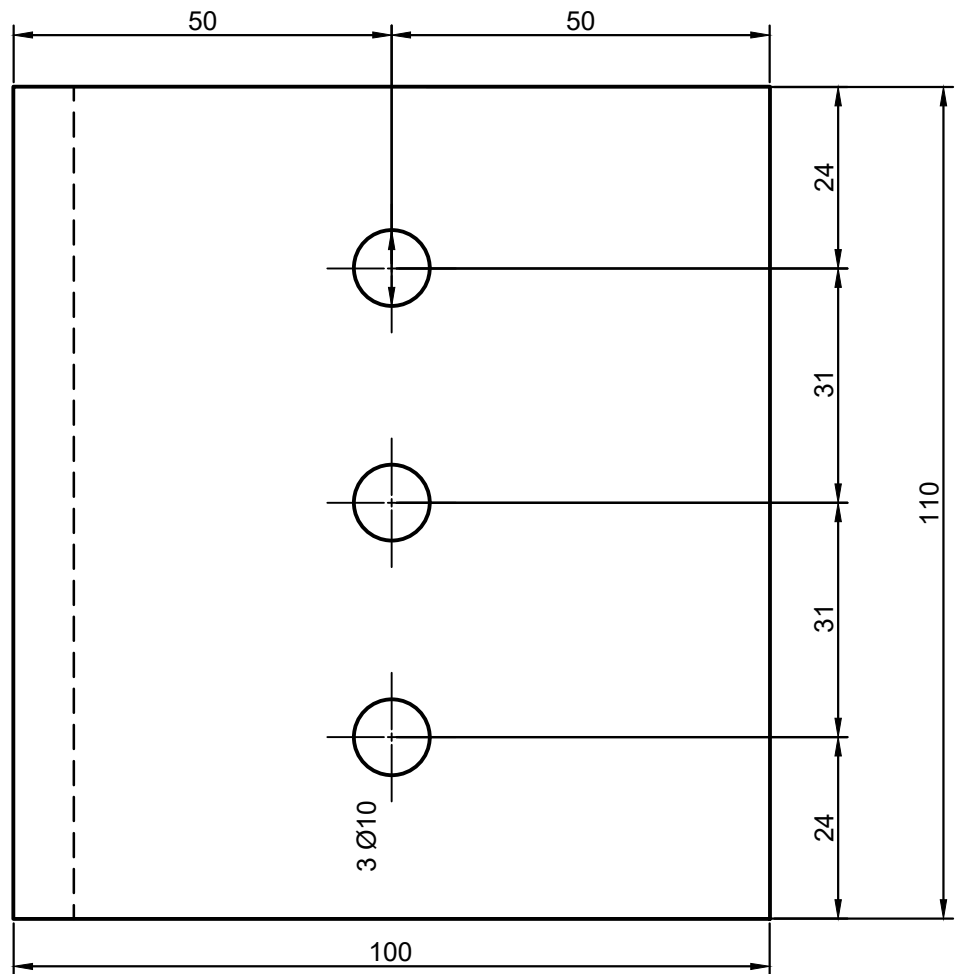
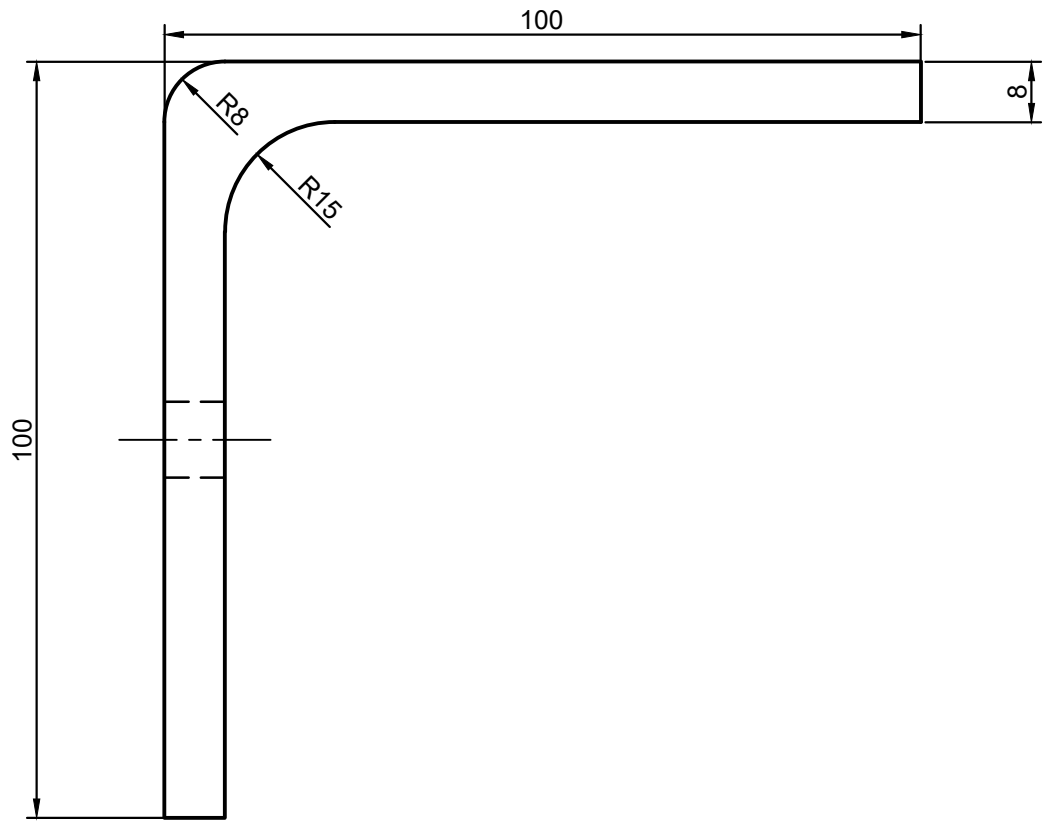
Vista Superior

03	Pernos M10X40	12	AISI 304	ASTM A325	M10X40	Normalizado
02	Placa L 100x100x8	4	003.00.00.01.01.01.02	ASTM A36	115	Construcción
01	Viga IPE 140	1	003.00.00.01.01.01.01	ASTM A36	2000	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V 2023-06-29
					Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V 2023-06-29
					Revisó:	Ing. Díaz William 2023-07-21
Viga S1-IPE 140				Escala:	Código:	Tol. Gral.:
				1:10	003.00.00.01.01.01.00	± 2

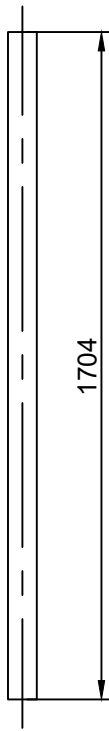


Detalle A
Esc: __1:5

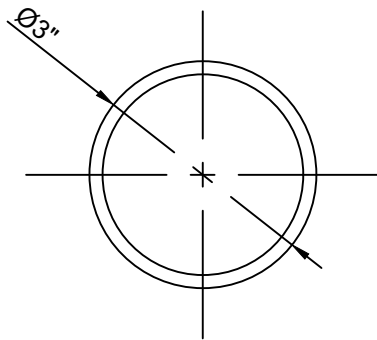
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	L=2000
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22
			Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22
			Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28
Viga IPE 140	Escala: 1:10	Código:	003.00.00.01.01.01.01	Tol. Gral.:	±1



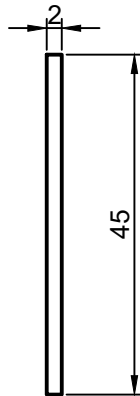
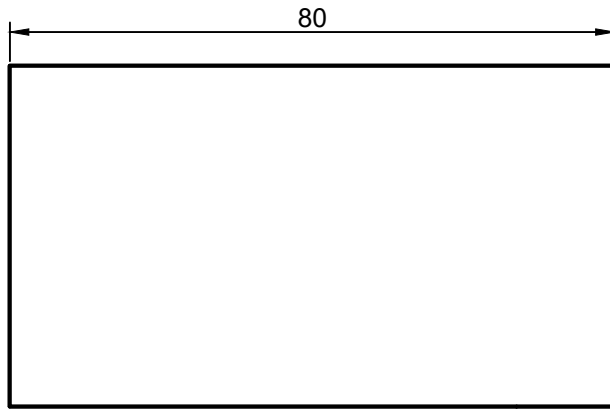
Tratamiento térmico:	NA	Material:	Acero A36	Dim. brutas:	L=115
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28	
Placa L 100X100X8	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.01.01.02	Tol. Gral.:	±1



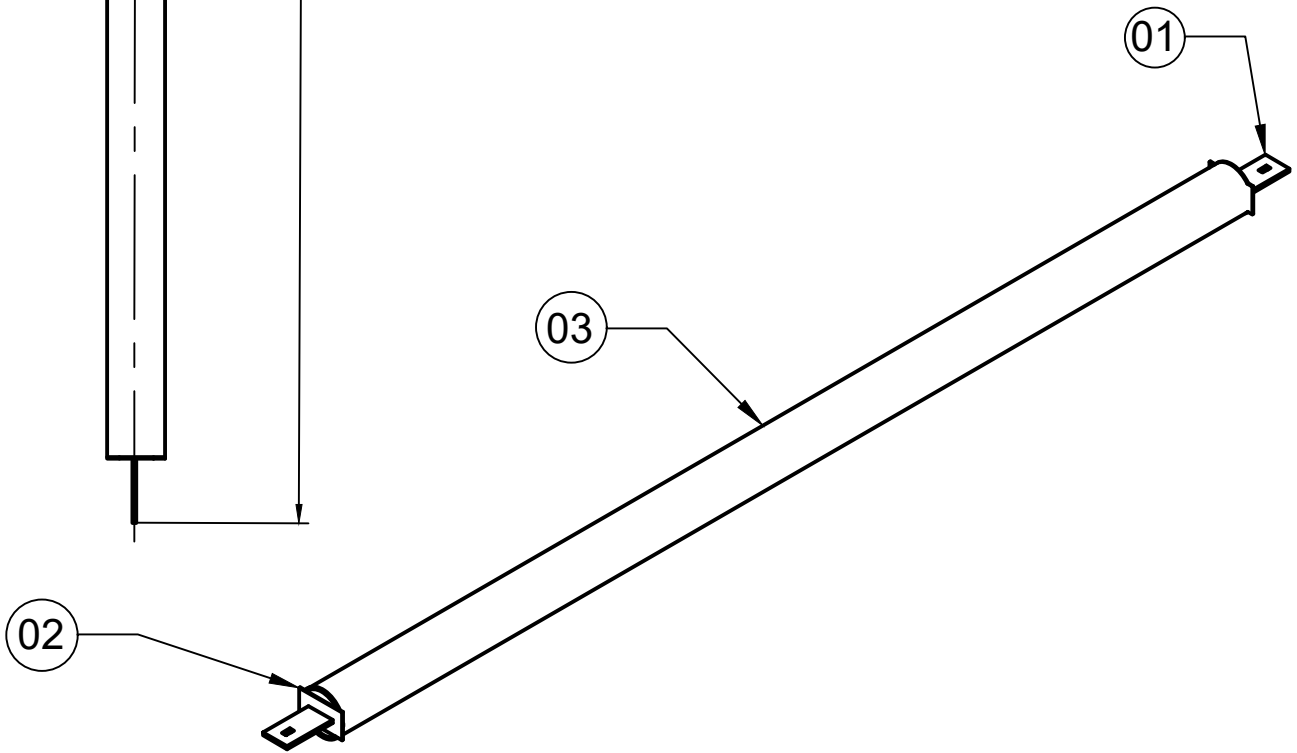
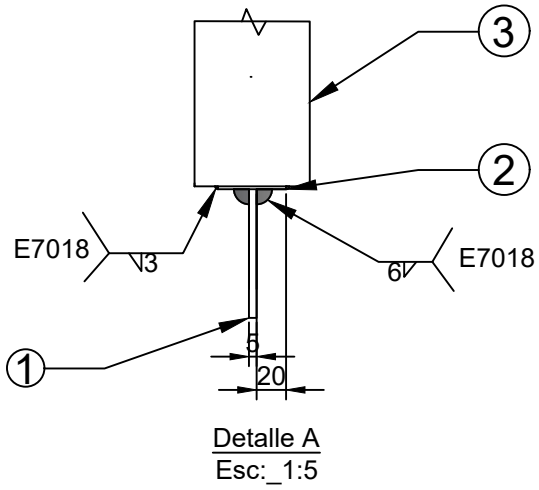
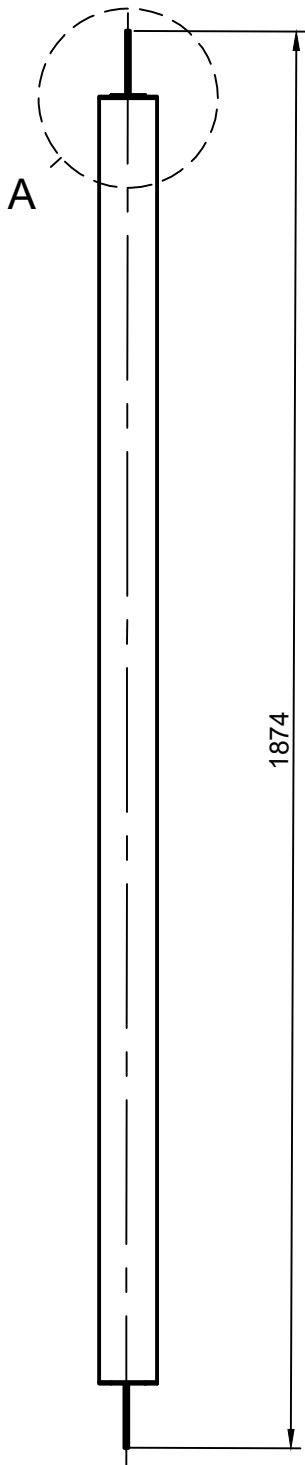
Vista superior
Esc: 1:5



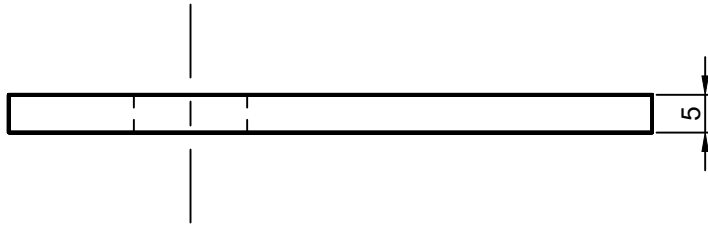
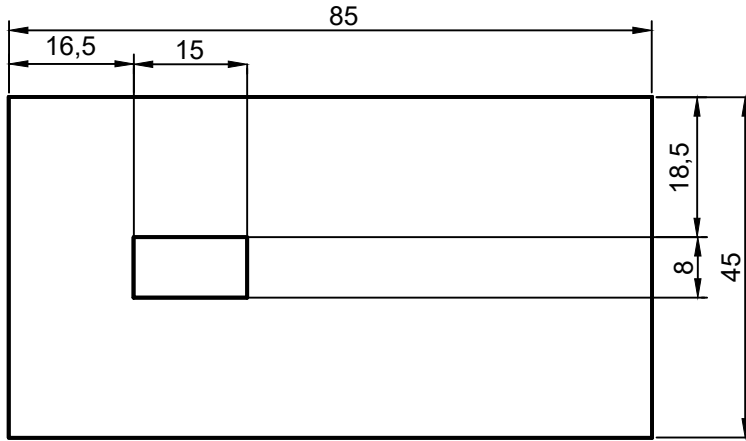
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	1707
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TUBO Ø3" de 3mm l	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.02.00.03	Tol. Gral.:	± 1



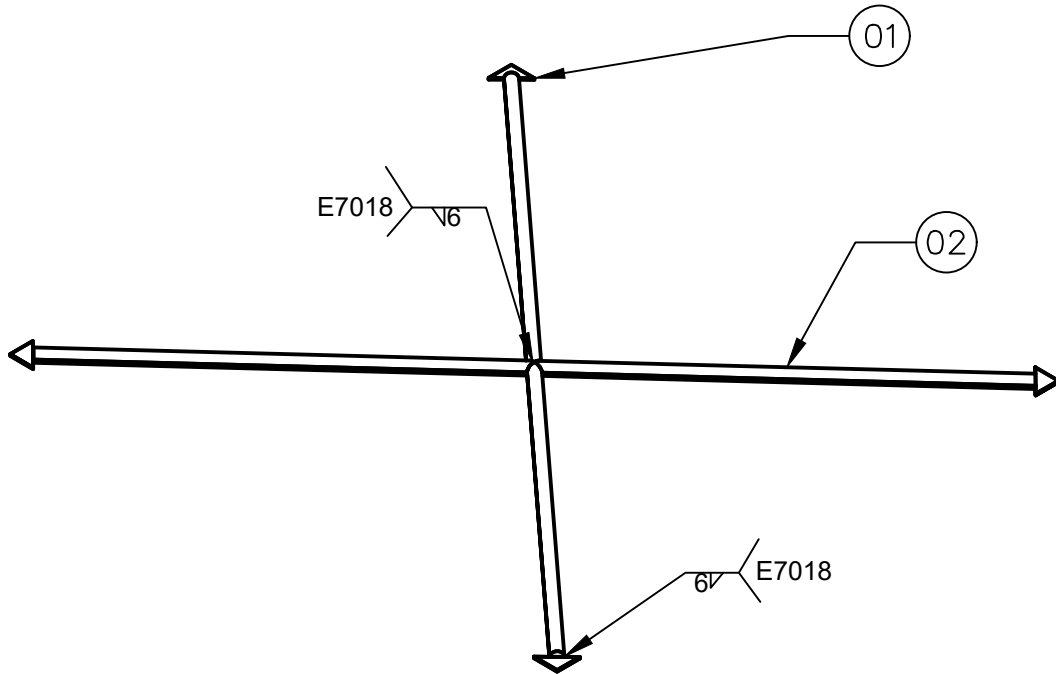
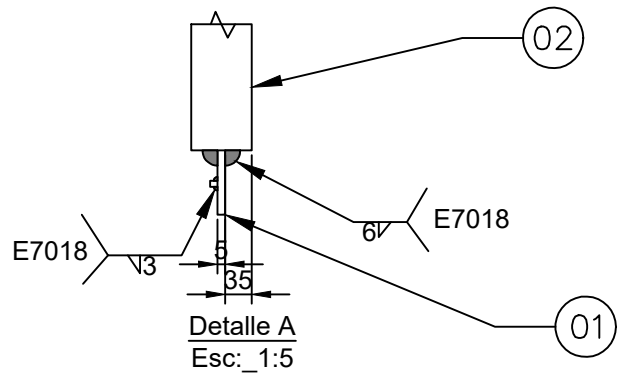
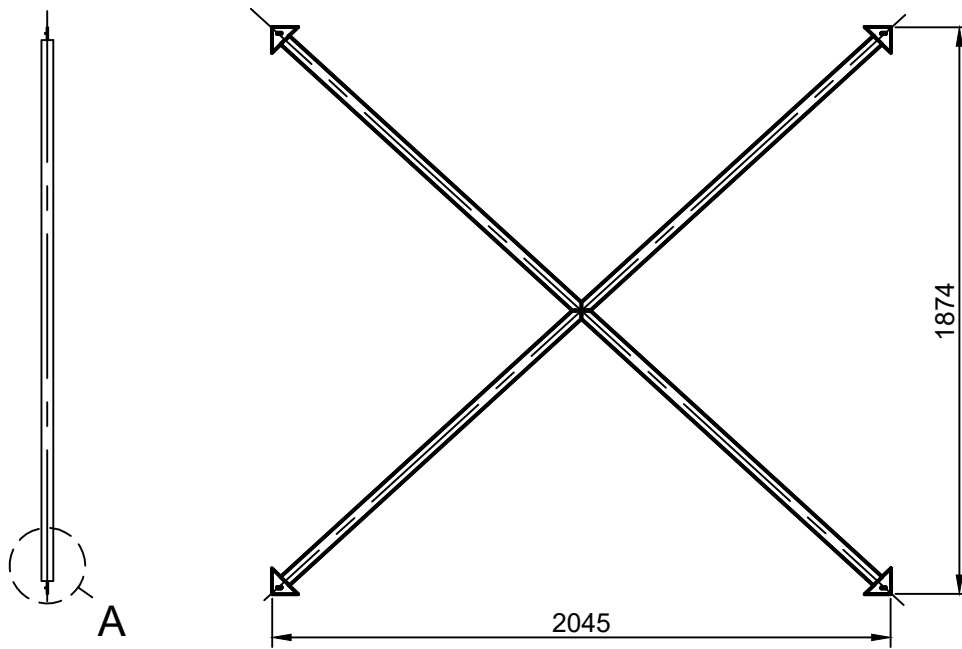
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	83X48X2
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
PLACA EXT. 1	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.02.00.02	Tol. Gral.:	± 1



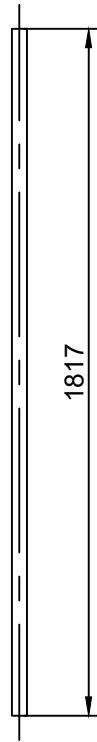
03	TUBO Ø3"de 3mm l	1	003.00.00.01.02.00.03	ASTM A36	1707	Construcción
02	PLACA EXT. 1	2	003.00.00.01.02.00.02	ASTM A36	83x48x2	Construcción
01	PLACA EXT. 2	2	003.00.00.01.02.00.01	ASTM A36	88x48x5	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
HORIZONTALES CONEXIÓN			Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.02.00.00	Tol. Gral.: ± 2



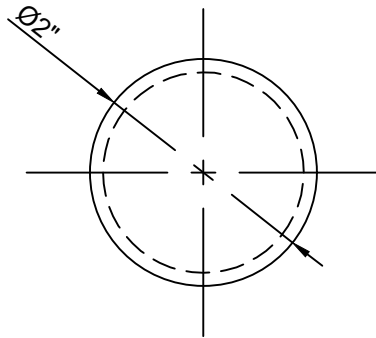
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	88X48X5
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
PLACA EXT. 2	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.02.00.01	Tol. Gral.:	± 1



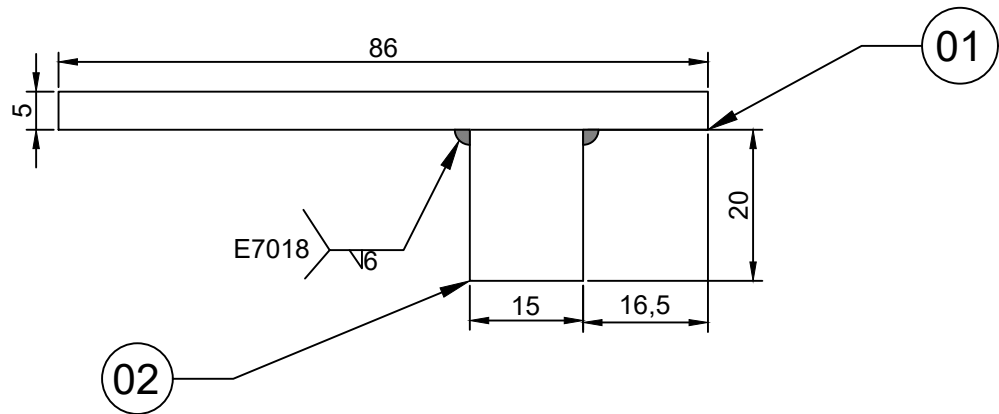
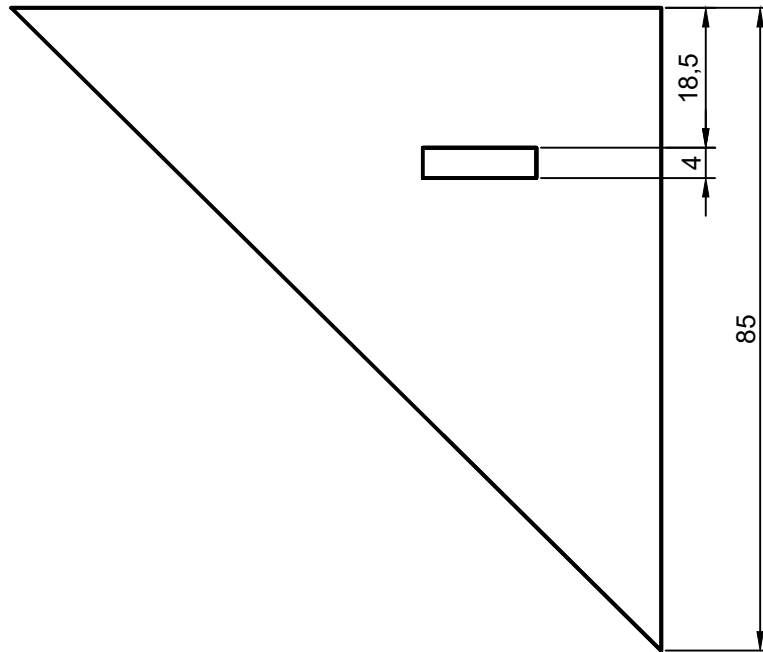
02	TUBO Ø2"de 3mm	2	003.00.00.01.03.00.01	ASTM A36	1820	Construcción
01	SEGURO T. SUP.	4	003.00.00.01.03.01.00	ASTM A36	89x88x5	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
TIJERAS H. 1			Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.03.00.00	Tol. Gral.: ± 2



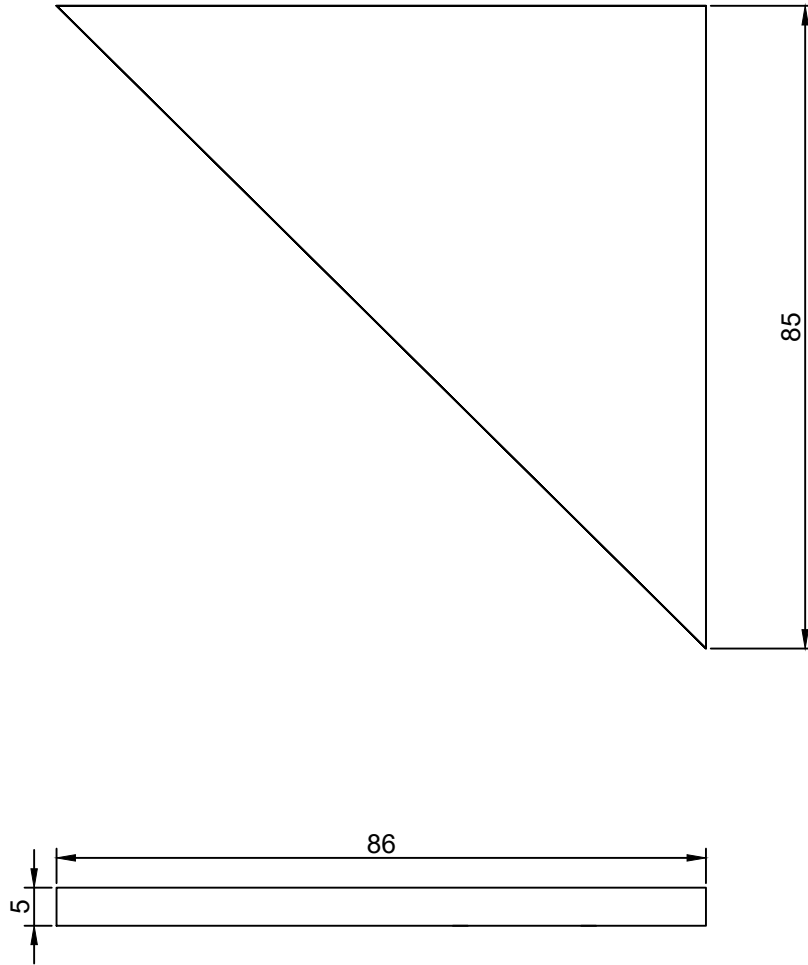
Vista superior
Esc: 1:5



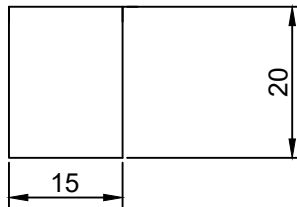
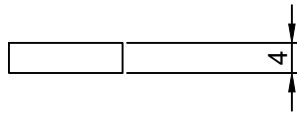
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	1820
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TUBO $\text{Ø}2''$ de 3mm	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.03.00.01	Tol. Gral.:	± 1



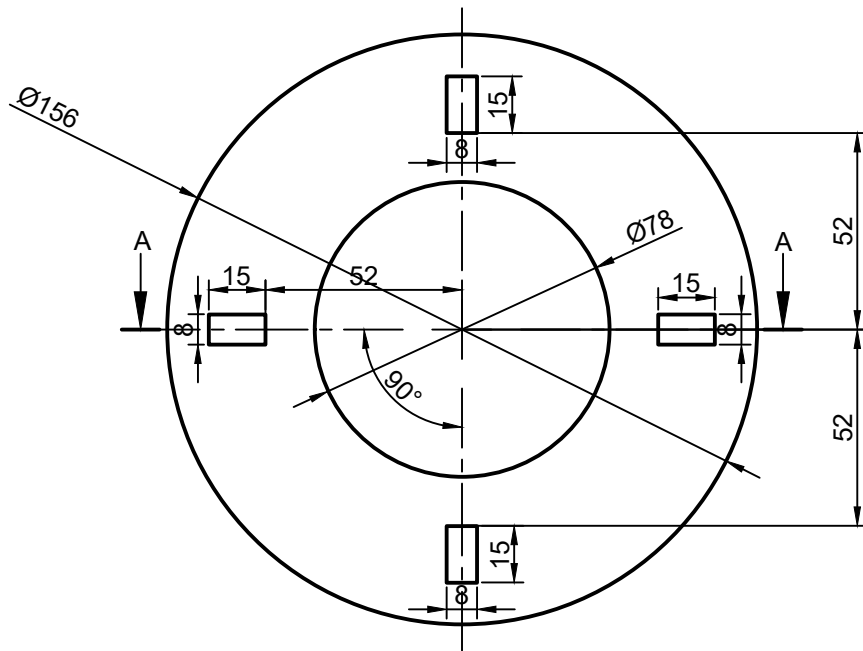
02	SEGURO L	1	003.00.00.01.03.01.02	ASTM A36	18x23x4	Construcción
01	SEGURO T	1	003.00.00.01.03.01.01	ASTM A36	89x88x5	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
SEGURO T. SUP.			Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.03.01.00	Tol. Gral.: ± 2



Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	89x88x5
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
		Revisó:	Ing. Diaz William	2023-06-22	
SEGURO T	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.03.01.01	Tol. Gral.:	± 1

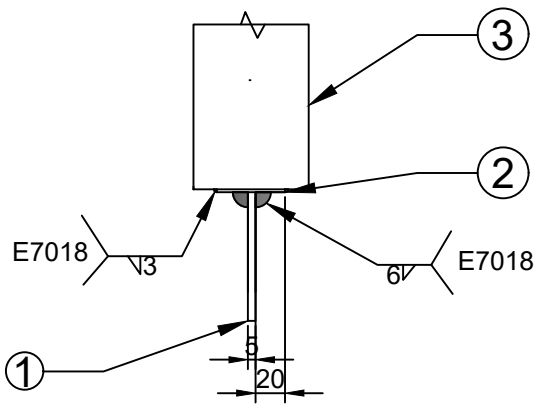
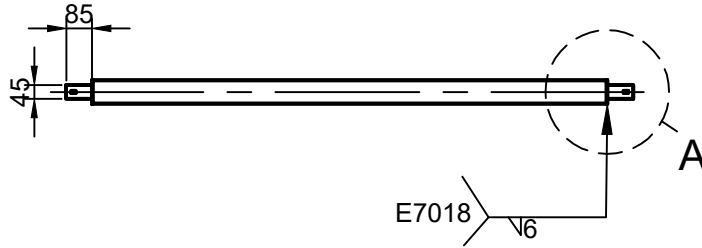
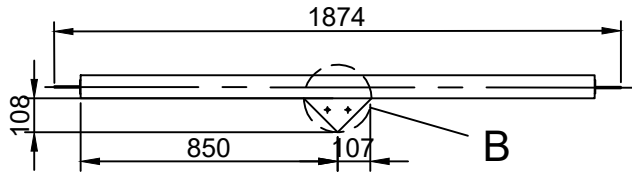


Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	18x23x4
Recubrimiento:	Pintura esmalte	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
		Revisó:	Ing. Diaz William	2023-06-22	
SEGURO L	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.03.01.02	Tol. Gral.:	± 1

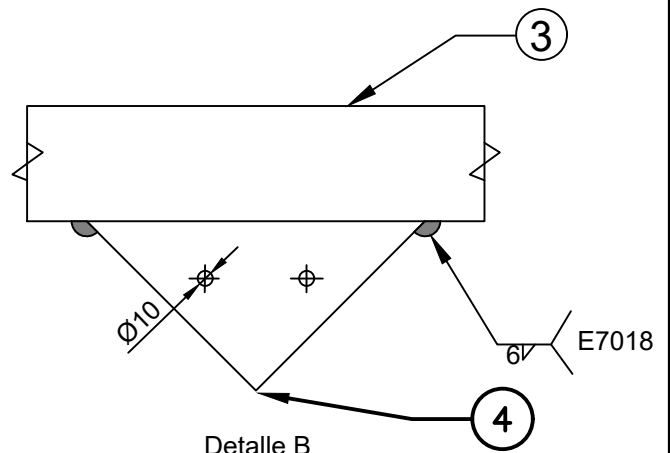


Corte A-A
Esc: __ 1:2

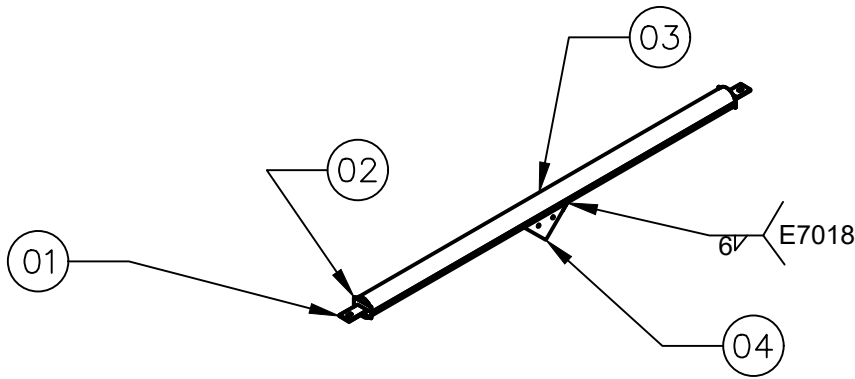
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	160X160X10
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28	
Placa collarín 1	Escala: 1:2	Código:	003.00.00.01.00.00.01	Tol. Gral.:	±1



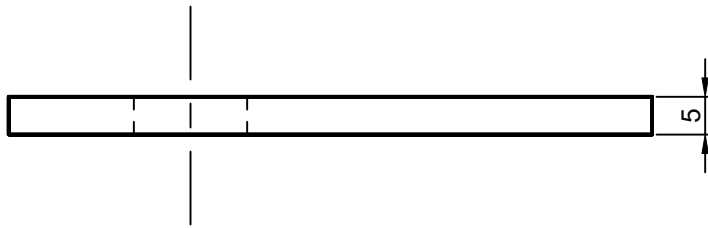
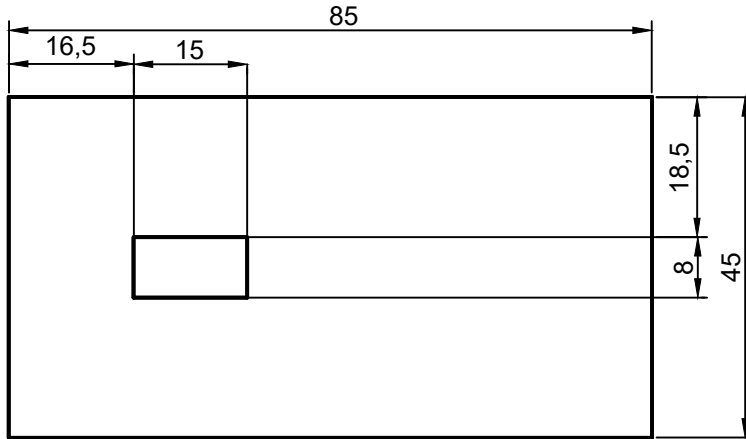
Detalle A
Esc.: 1:5



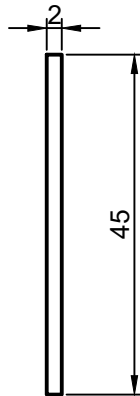
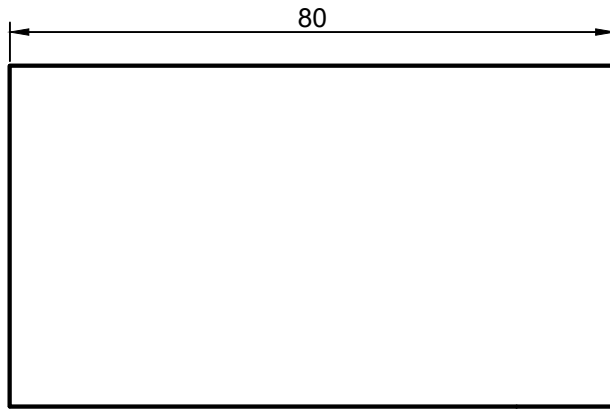
Detalle B
Esc.: 1:5



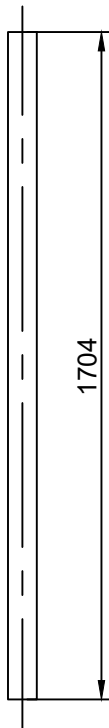
04	TRIÁNGULO CONEXIÓN	1	003.00.00.01.04.00.04	ASTM A36	218x111x5	Construcción
03	TUBO Ø3" de 3mm II	1	003.00.00.01.04.00.03	ASTM A36	1707	Construcción
02	PLACA EXT. 3	2	003.00.00.01.04.00.02	ASTM A36	83x48x2	Construcción
01	PLACA EXT. 4	2	003.00.00.01.04.00.01	ASTM A36	88x48x5	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
HORIZONTAL V. 1			Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.04.00.00	Tol. Gral.: ± 2



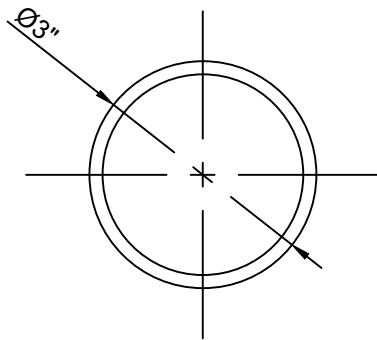
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	88X48X5
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
PLACA EXT. 4	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.04.00.01	Tol. Gral.:	± 1



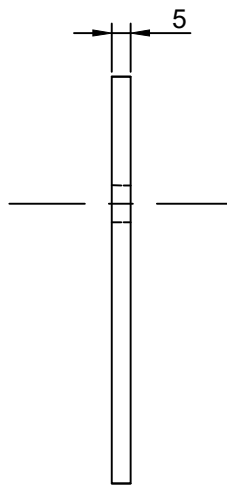
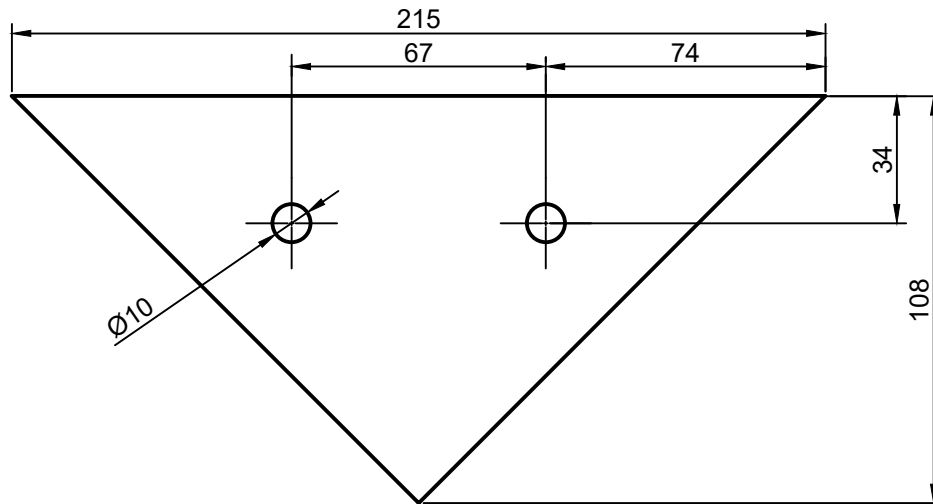
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	83X48X2
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
PLACA EXT. 3	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.04.00.02	Tol. Gral.:	± 1



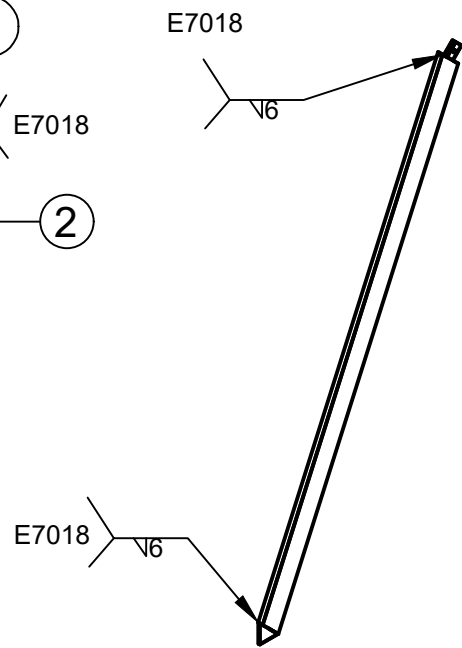
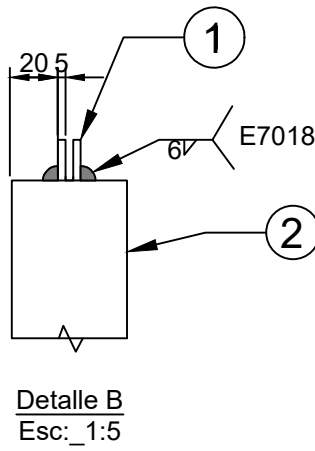
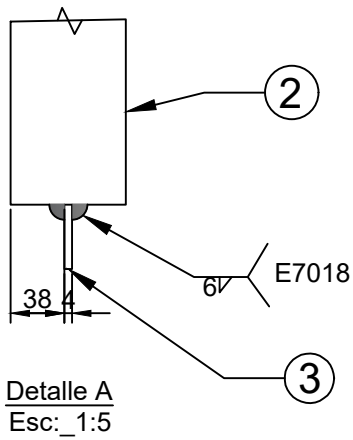
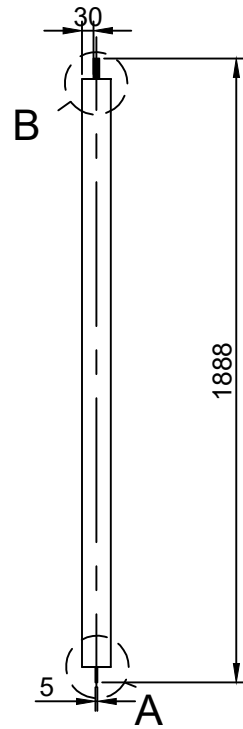
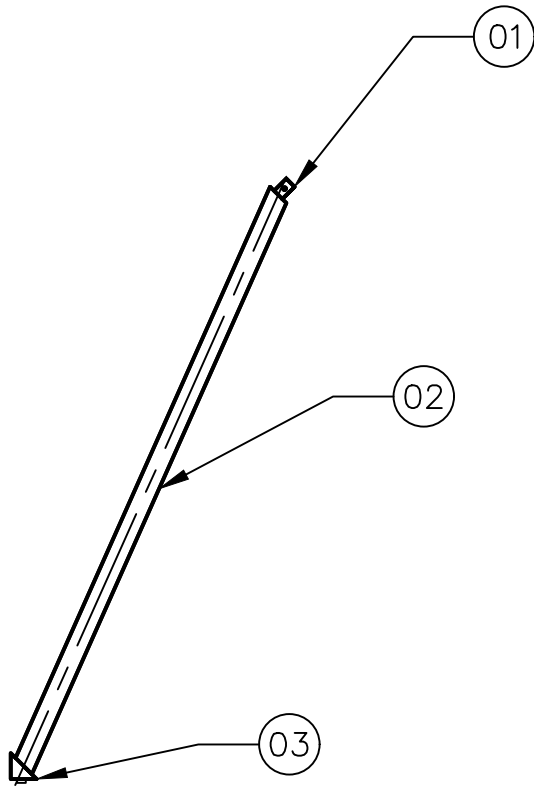
Vista superior
Esc: 1:5



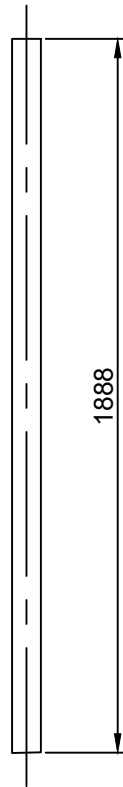
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	1707
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TUBO Ø3" de 3mm II	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.04.00.03	Tol. Gral.:	± 1



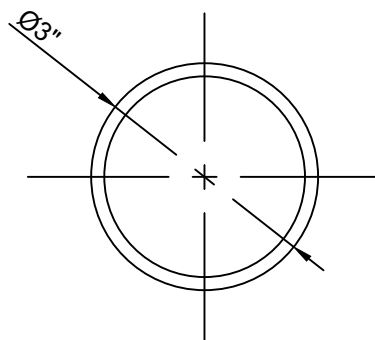
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	218x111x5
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TRIÁNGULO CONEXIÓN	Escala: 1:2	Código:	003.00.00.01.04.00.04	Tol. Gral.:	± 1



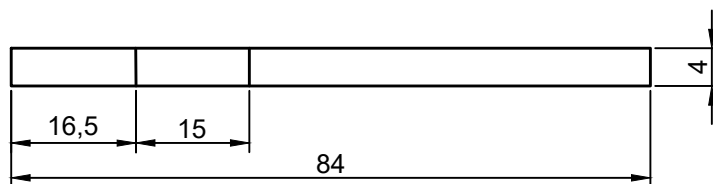
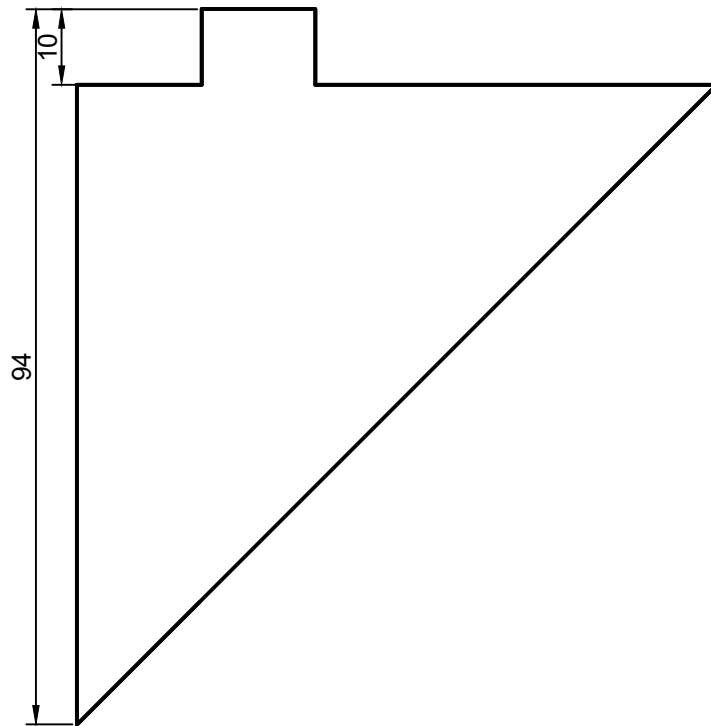
03	SEGURO TRIANGULAR	1	003.00.00.01.05.00.03	ASTM A36	97x87x4	Construcción
02	TUBO Ø3" de 3mm III	1	003.00.00.01.05.00.02	ASTM A36	1891	Construcción
01	SEGURO REC.	2	003.00.00.01.05.00.01	ASTM A36	41x60x5	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
TRAVESAÑO HV. 1			Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.05.00.00	Tol. Gral.: ± 2



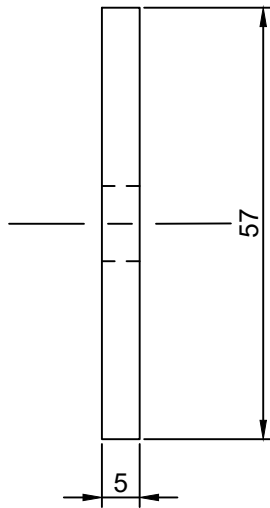
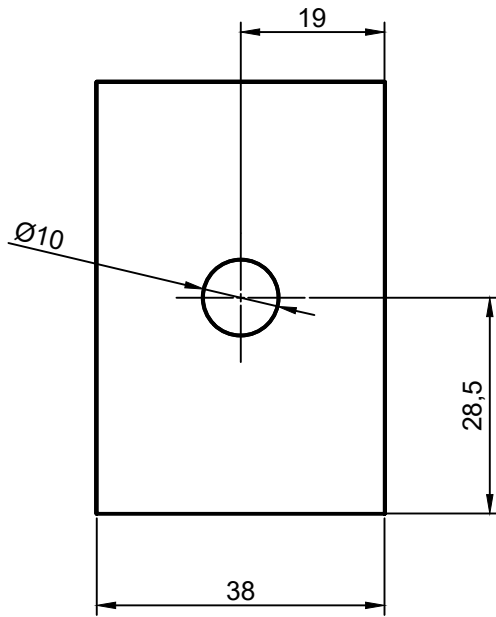
Vista superior
Esc: 1:5



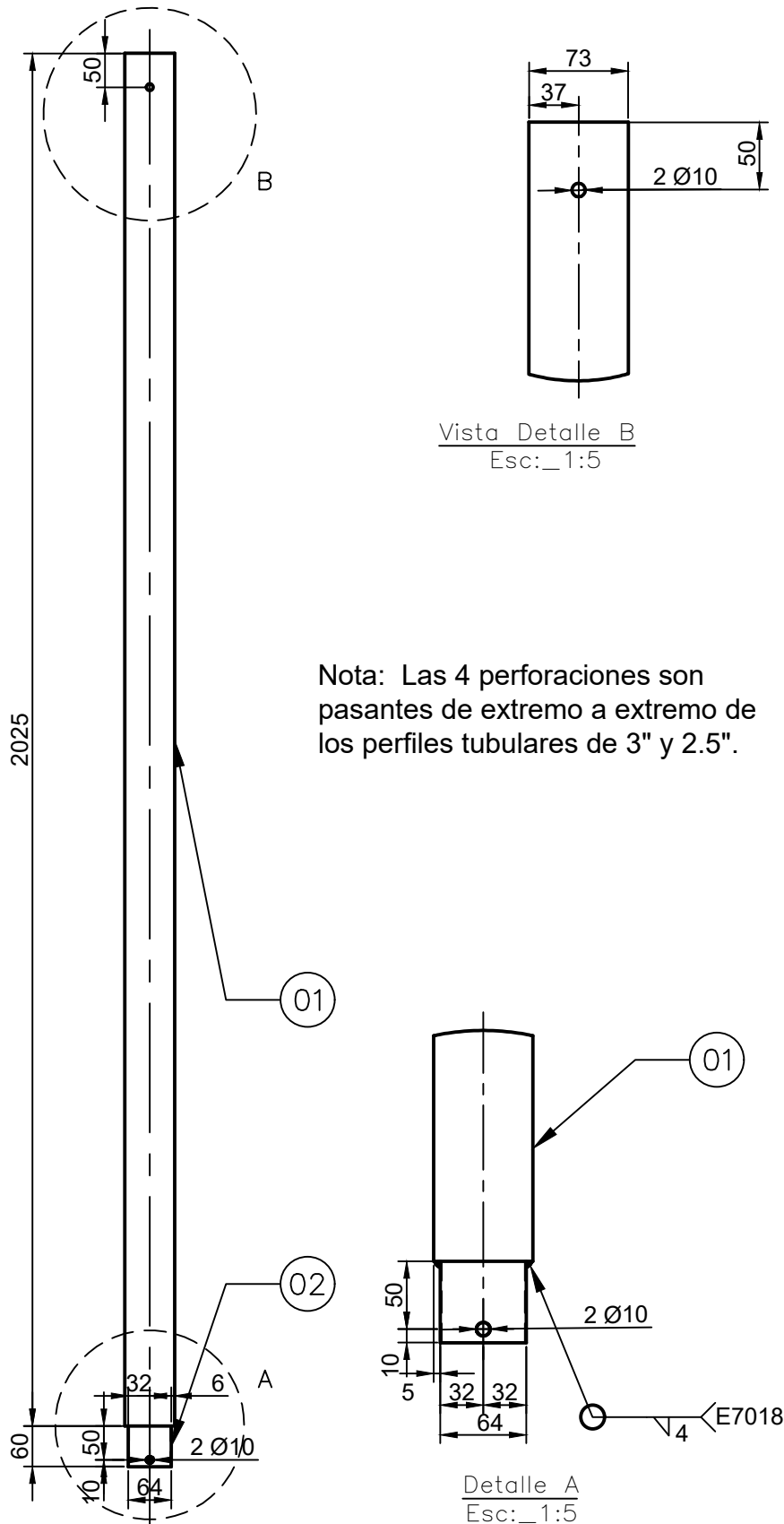
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	1891
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TUBO Ø3" de 3mm III	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.05.00.02	Tol. Gral.:	± 1



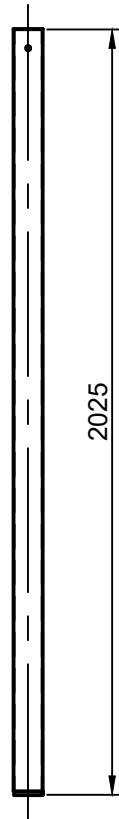
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	97x87x4
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz Wiliam	2023-06-30	
SEGURO TRIANGULAR 1	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.05.00.03	Tol. Gral.:	± 1



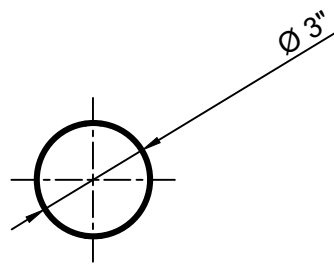
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	41x60x5
Recubrimiento:	Pintura esmalte	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
SEGURO REC.	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.05.00.01	Tol. Gral.:	± 1



02	Tubo C Ø2.5" en 1mm	1	003.00.00.01.06.00.02	ASTM A36	75	Construcción
01	Tubo M1 Ø3" en 3mm	1	003.00.00.01.06.00.01	ASTM A36	2030	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
Montante 1			Escala: 1:10	Código:	003.00.00.01.06.00.00	Tol. Gral.: ± 1

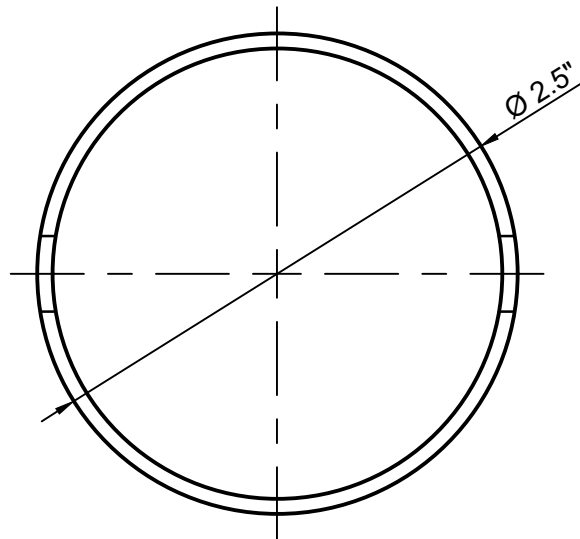
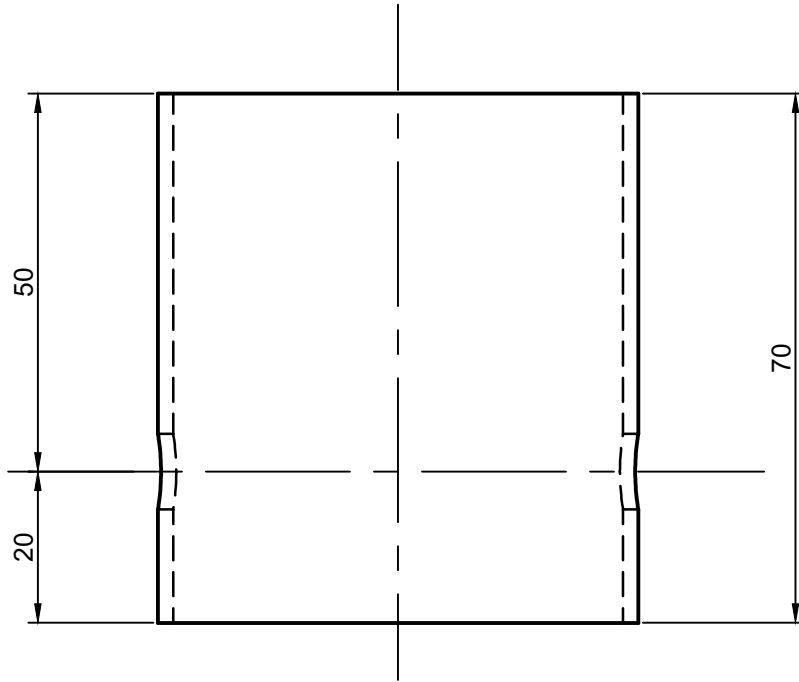


Vista Frontal

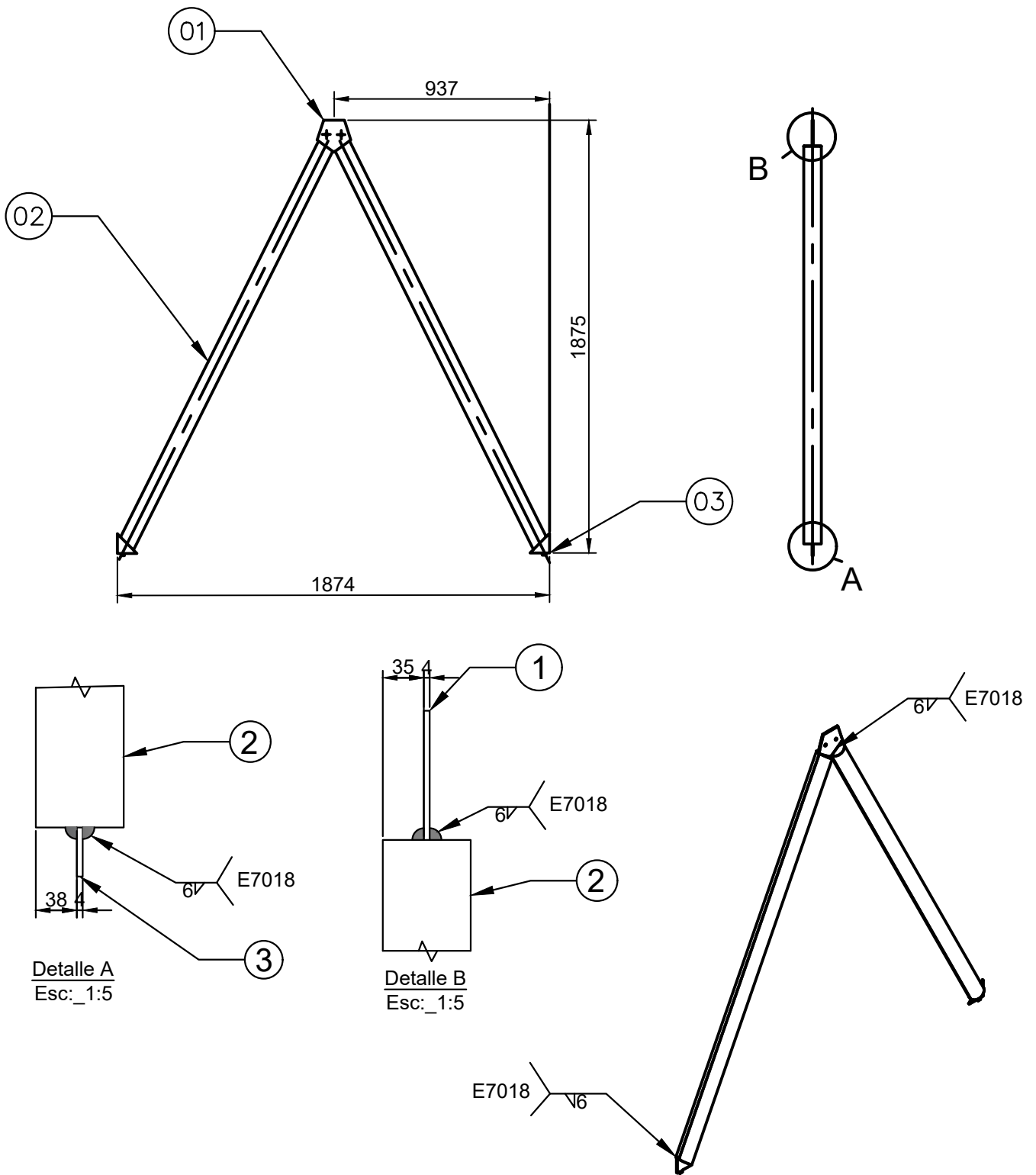


Vista Superior
Esc: 1:5

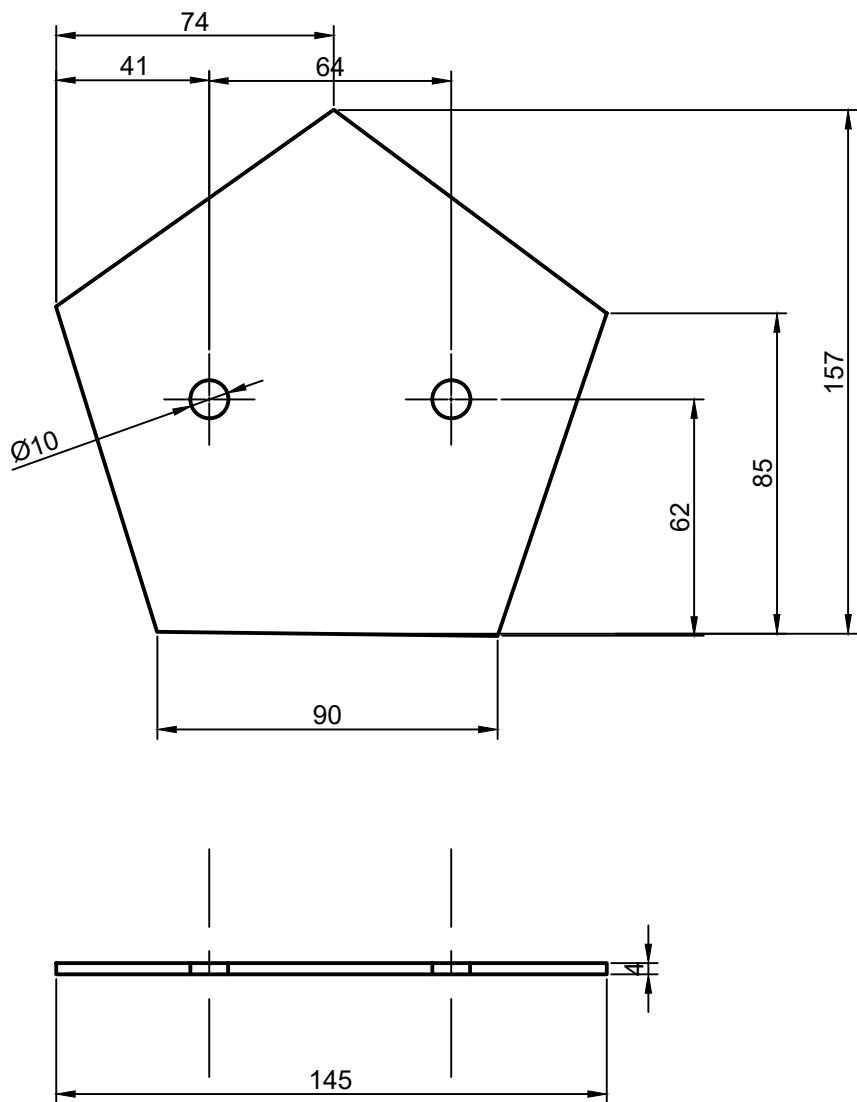
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	2030
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28	
Tubo M1 Ø3" en 3mm	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.06.00.01	Tol. Gral.:	±1




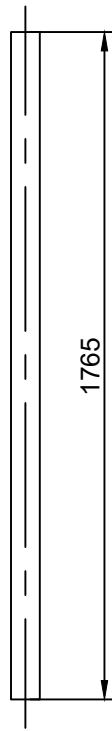
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	75
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28	
Tubo C Ø2.5" en 1mm	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.06.00.02	Tol. Gral.:	±1



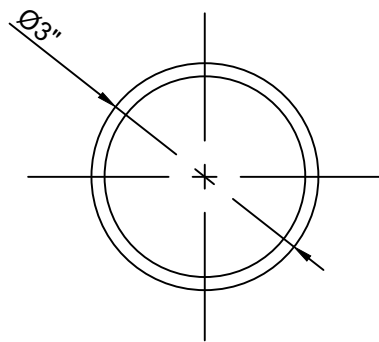
03	SEGURO TRIANGULAR.2	2	003.00.00.01.07.00.03	ASTM A36	97X87X4	Construcción
02	TUBO Ø3"de 3mm IV	2	003.00.00.01.07.00.02	ASTM A36	1768	Construcción
01	PLACA RIOSTRA T.	1	003.00.00.01.07.00.01	ASTM A36	148x141x4	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
V TRAVESAÑO IPE 1			Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.07.00.00	Tol. Gral.: ± 2



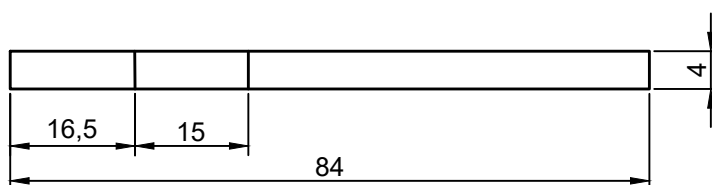
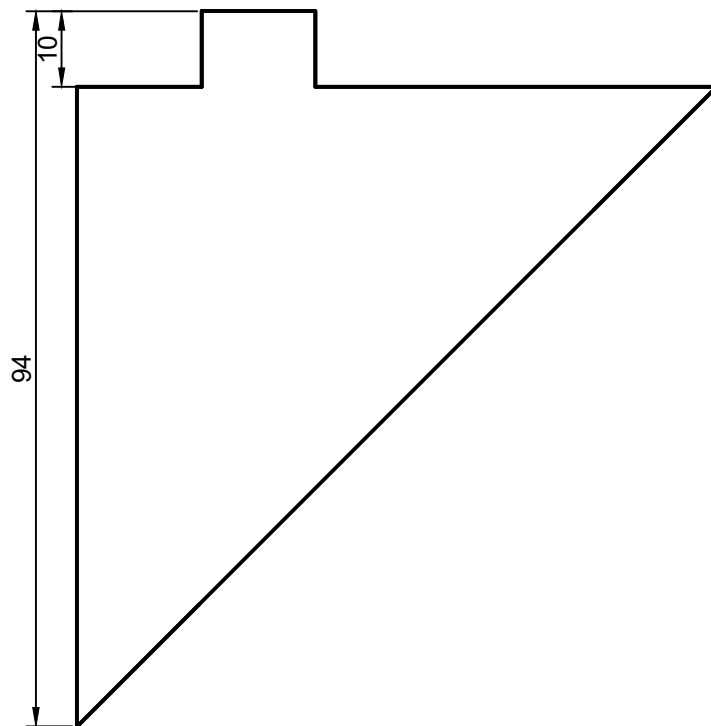
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	148x141x4
Recubrimiento:	Pintura esmalte	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Diaz William	2023-06-26	
PLACA RIOSTRA T.	Escala: 1:2	Código:	003.00.00.01.07.00.01	Tol. Gral.:	± 1



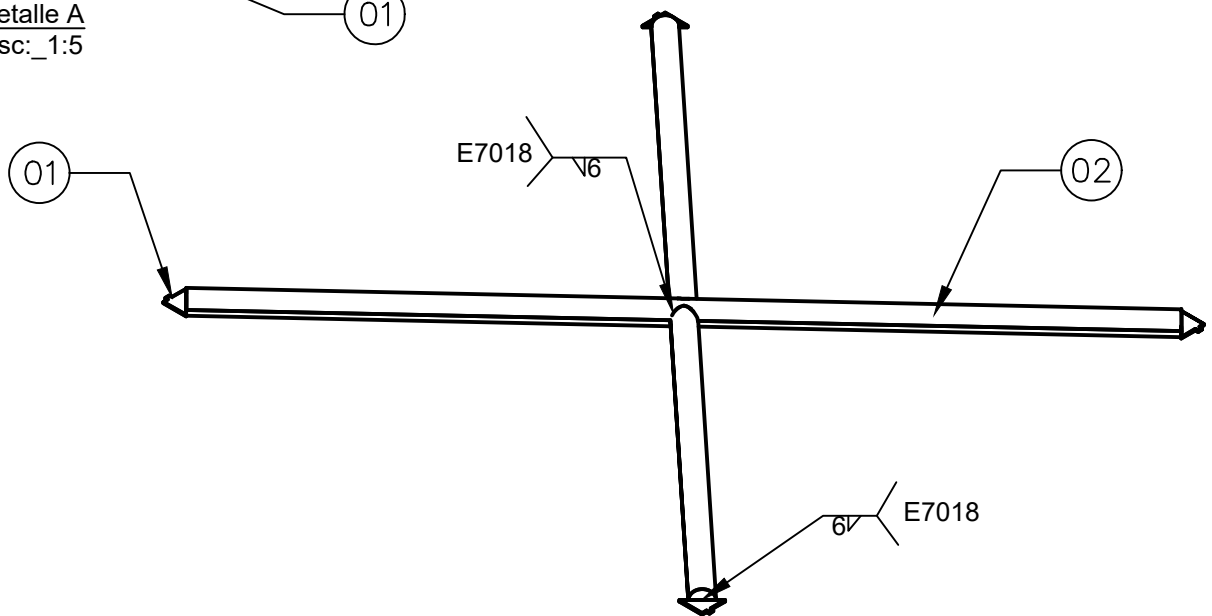
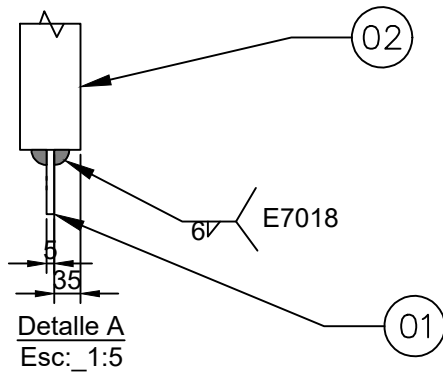
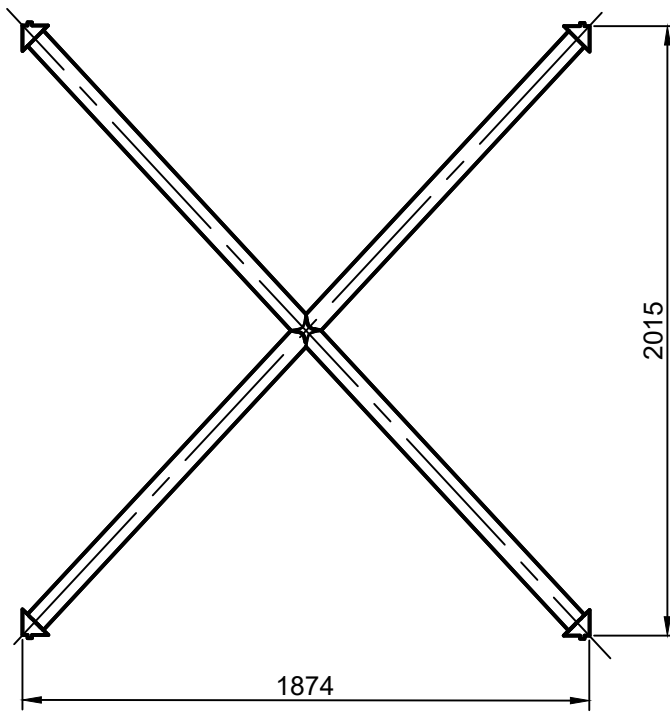
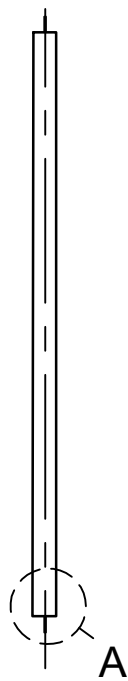
Vista superior
Esc: 1:5



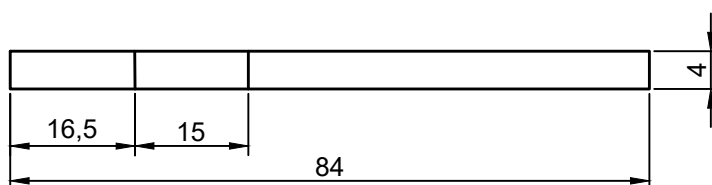
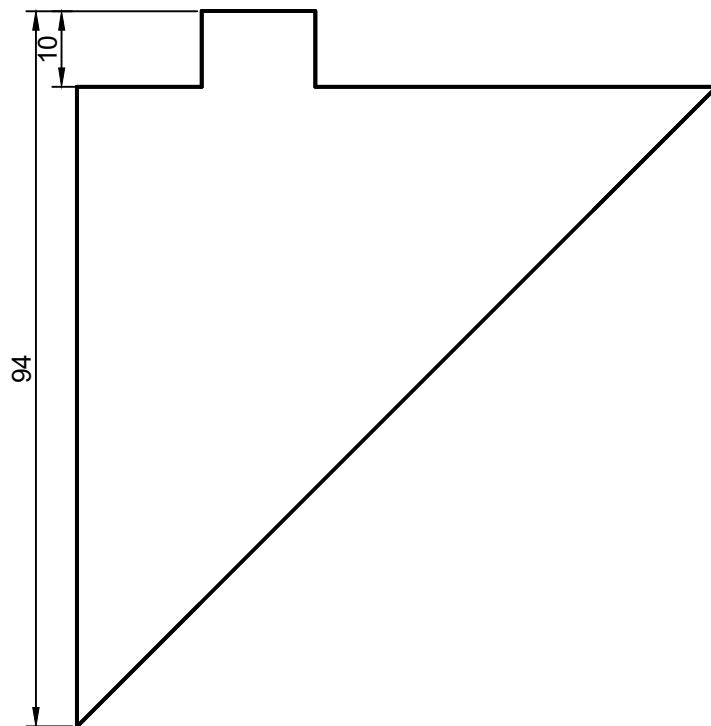
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	1768
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TUBO Ø3" de 3mm IV	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.07.00.02	Tol. Gral.:	± 1



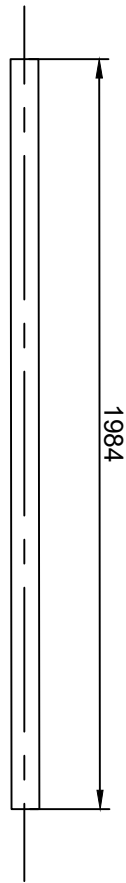
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	97x87x4
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz Wiliam	2023-06-30	
SEGURO TRIANGULAR.2	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.07.00.03	Tol. Gral.:	± 1



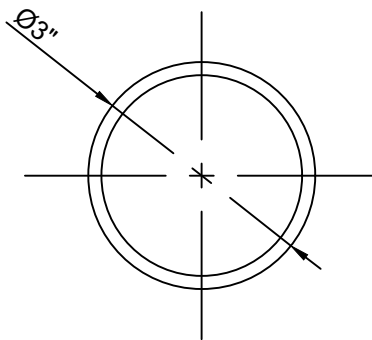
02	TUBO Ø3"de 3mm V	2	003.00.00.01.08.00.02	ASTM A36	1987	Construcción
01	SEGURO TRIANGULAR.3	4	003.00.00.01.08.00.01	ASTM A36	97x87x4	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
TIJERA TRAVESAÑO 1			Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.08.00.00	Tol. Gral.: ± 2



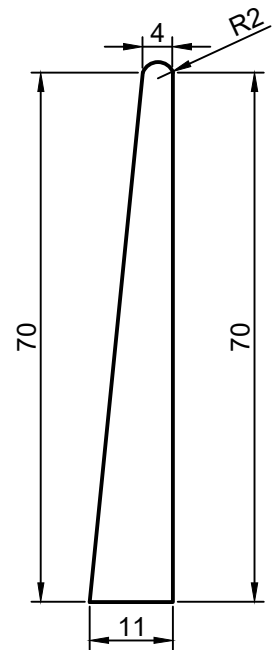
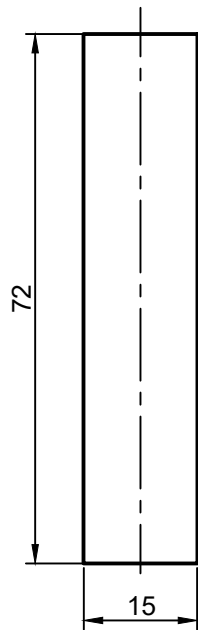
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	97x87x4
Recubrimiento:	Pintura esmalte	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz Wiliam	2023-06-30	
SEGURO TRIANGULAR.3	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.08.00.01	Tol. Gral.:	± 1



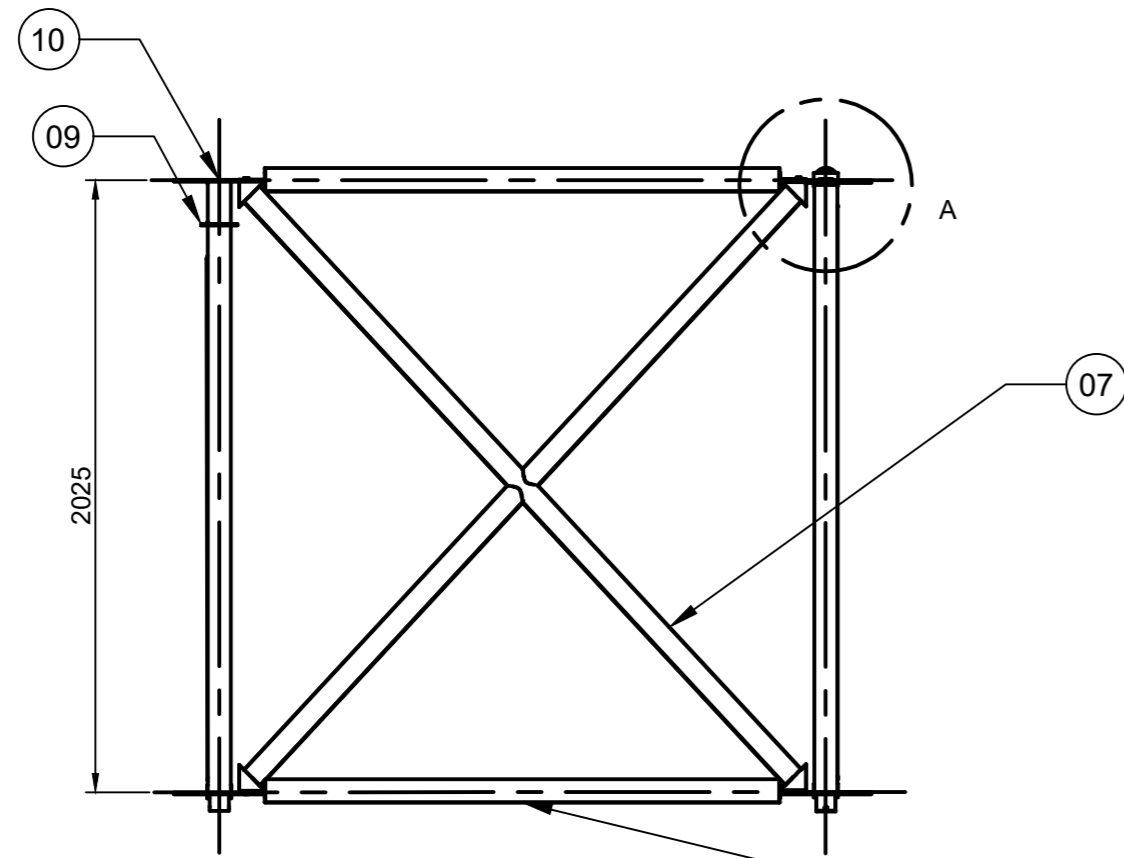
Vista superior
Esc: 1:5



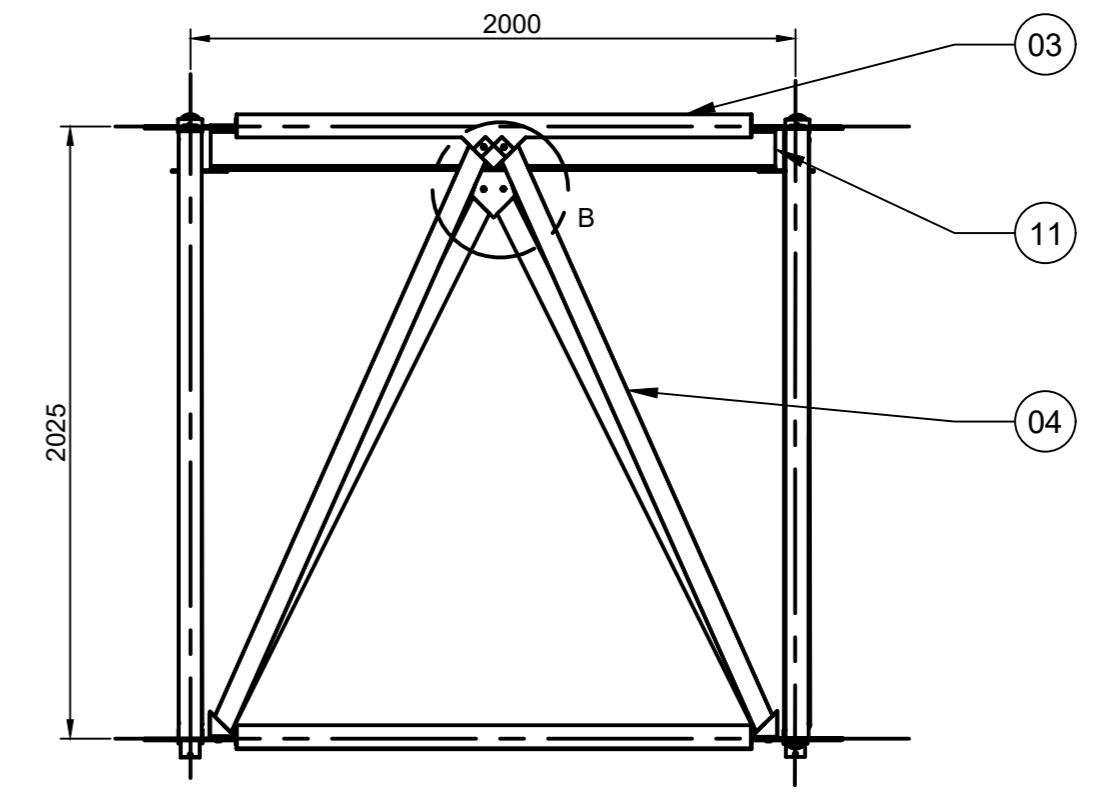
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	1987
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TUBO Ø3" de 3mm V	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.01.08.00.02	Tol. Gral.:	± 1



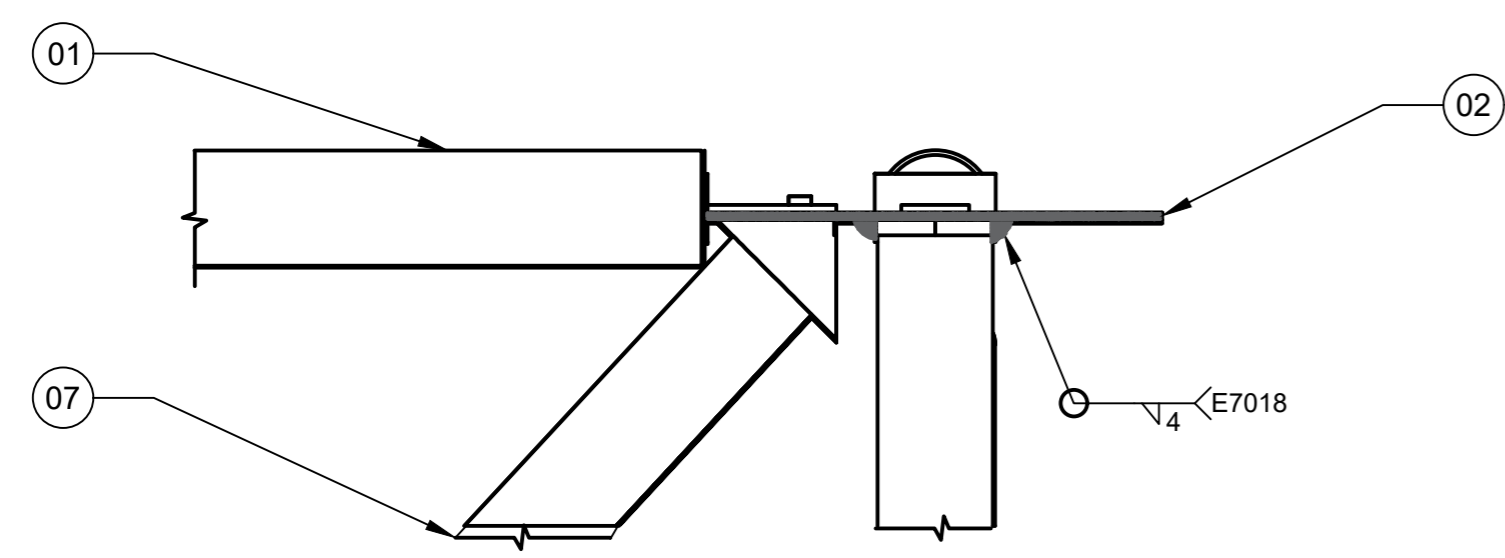
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	78X18X15
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28	
Cuña individual	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.01.00.00.02	Tol. Gral.:	±1



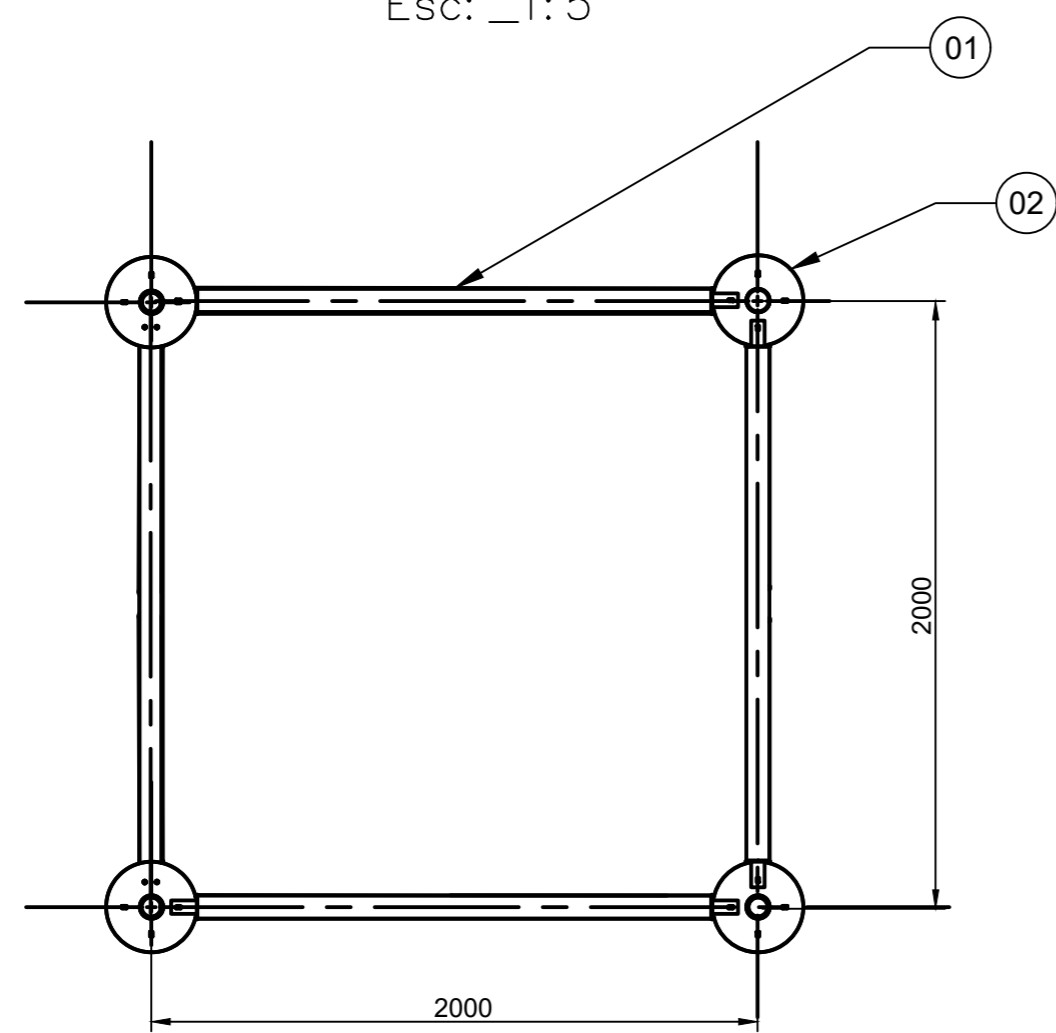
Vista Lateral



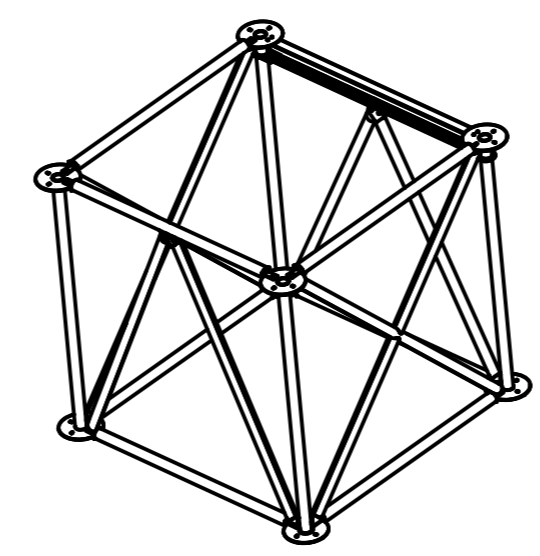
Vista Frontal



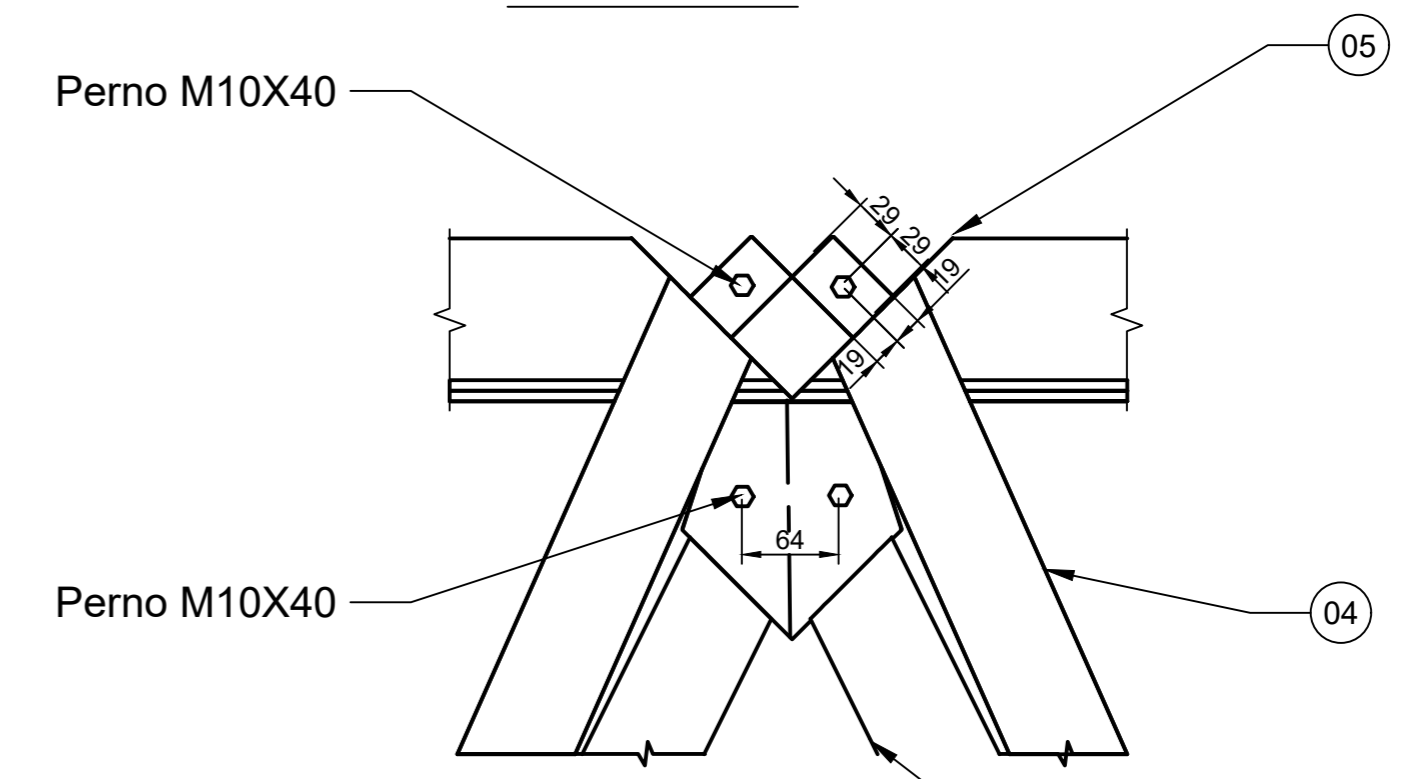
Detalle A
Esc: 1:5



Vista Superior



Vista Isométrica

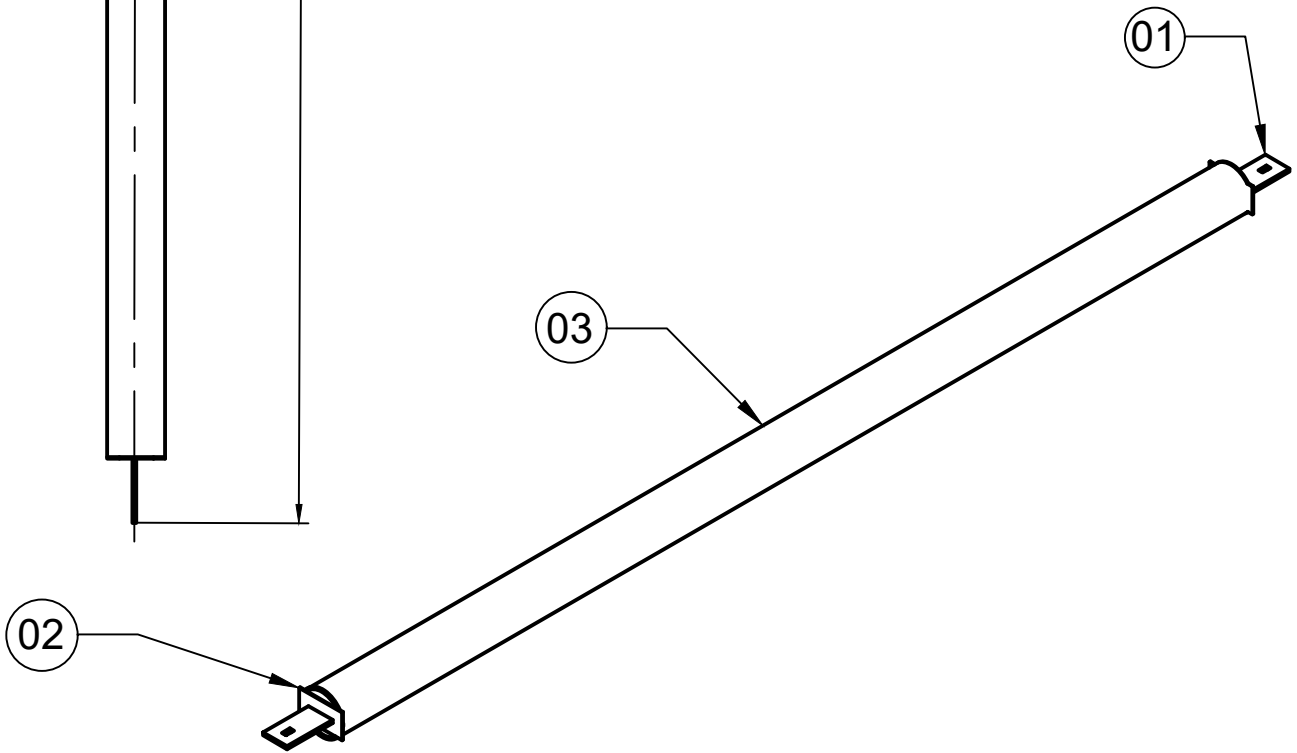
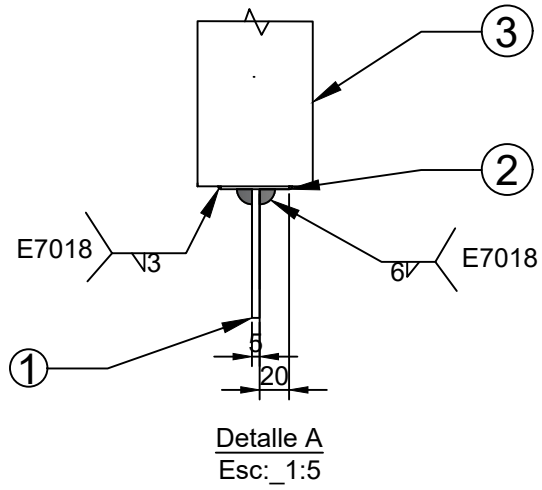
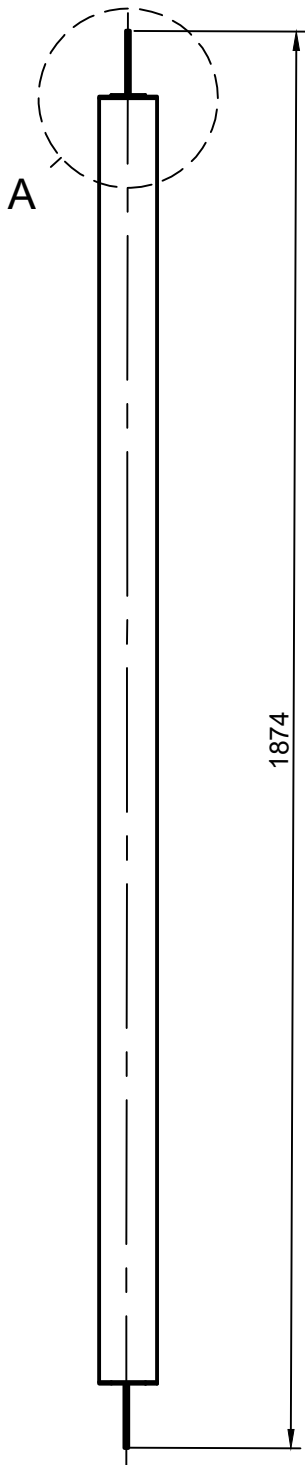


Detalle B
Esc: 1:5

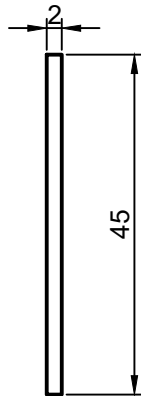
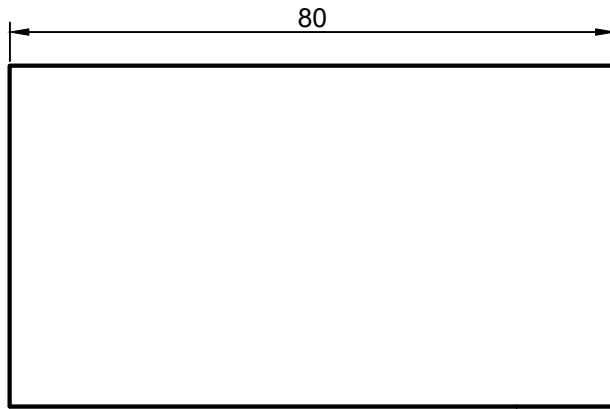
*Nota:

- Los detalles de cada elemento construido o armado se detalla en planos de despiece a partir de este apartado.
- La cantidad presentada estipula el armado de 6 subconjuntos del tipo 2.

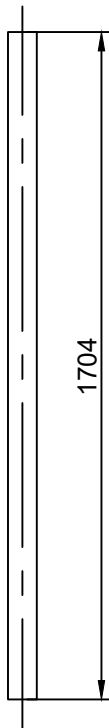
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones																
11	Viga P2-IPE 140	6	003.00.00.02.00.00.04	ASTM A36	2000	Construcción																
10	Placa collarin 2.2	12	003.00.00.02.00.00.03	ASTM A36	305X305X5	Construcción																
09	Placa inferior 2	12	003.00.00.02.00.00.02	ASTM A36	186X123X5	Construcción																
08	Pernos M10x40	72	003.00.00.02.00.00.02	ASTM A325 AISI 304	M10X40	Normalizado																
07	Tijera travesaño 2	12	003.00.00.02.06.00.00	ASTM A36	1877x2018	Construcción																
06	V travesaño IPE 2	6	003.00.00.02.05.00.00	ASTM A36	1877	Construcción																
05	Montante 2	24	003.00.00.02.04.00.00	ASTM A36	2028	Construcción																
04	Travesaño HV. 2	12	003.00.00.02.03.00.00	ASTM A36	1891	Construcción																
03	Horizontal V. 2	6	003.00.00.02.02.00.00	ASTM A36	1877	Construcción																
02	Placa collarin 2	16	003.00.00.02.00.00.01	ASTM A36	160X160X10	Construcción																
01	Horizontales conexión 2	36	003.00.00.02.01.00.00	ASTM A36	1877	Construcción																
<table border="1"> <tr> <td>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</td> <td>UPS</td> <td>Diseño: Bravo F. & Crisanto V</td> <td>2023-06-29</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Dibujó: Bravo F. & Crisanto V</td> <td>2023-06-29</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Revisó: Ing. Díaz William</td> <td>2023-07-21</td> </tr> <tr> <td>SUB CONJUNTO PRINCIPAL 2</td> <td>Escala: 1:25</td> <td>Código: 003.00.00.02.00.00.00</td> <td>Tol. Gral.: ± 2</td> </tr> </table>							CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño: Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29			Dibujó: Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29			Revisó: Ing. Díaz William	2023-07-21	SUB CONJUNTO PRINCIPAL 2	Escala: 1:25	Código: 003.00.00.02.00.00.00	Tol. Gral.: ± 2
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño: Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29																			
		Dibujó: Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29																			
		Revisó: Ing. Díaz William	2023-07-21																			
SUB CONJUNTO PRINCIPAL 2	Escala: 1:25	Código: 003.00.00.02.00.00.00	Tol. Gral.: ± 2																			



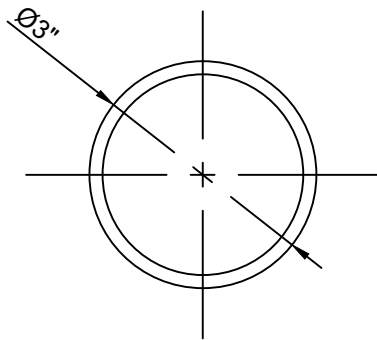
03	TUBO Ø3"de 3mm VI	1	003.00.00.02.01.00.03	ASTM A36	1707	Construcción
02	PLACA EXT. 5	2	003.00.00.02.01.00.02	ASTM A36	83x48x2	Construcción
01	PLACA EXT. 6	2	003.00.00.02.01.00.01	ASTM A36	88x48x5	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
HORIZONTALES CONEXIÓN 2			Escala: 1:25	Código:	003.00.00.02.01.00.00	Tol. Gral.: ± 2



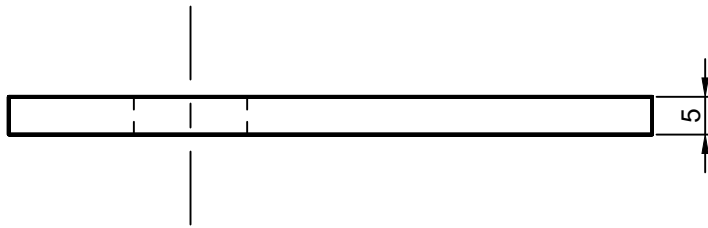
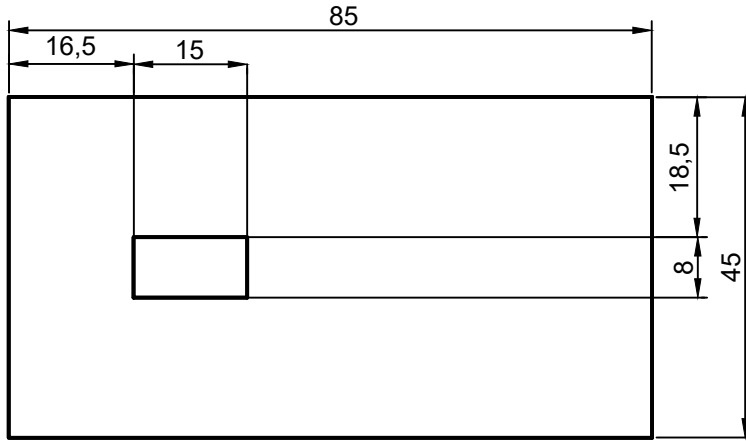
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	83X48X2
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
PLACA EXT. 5	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.02.01.00.02	Tol. Gral.:	± 1



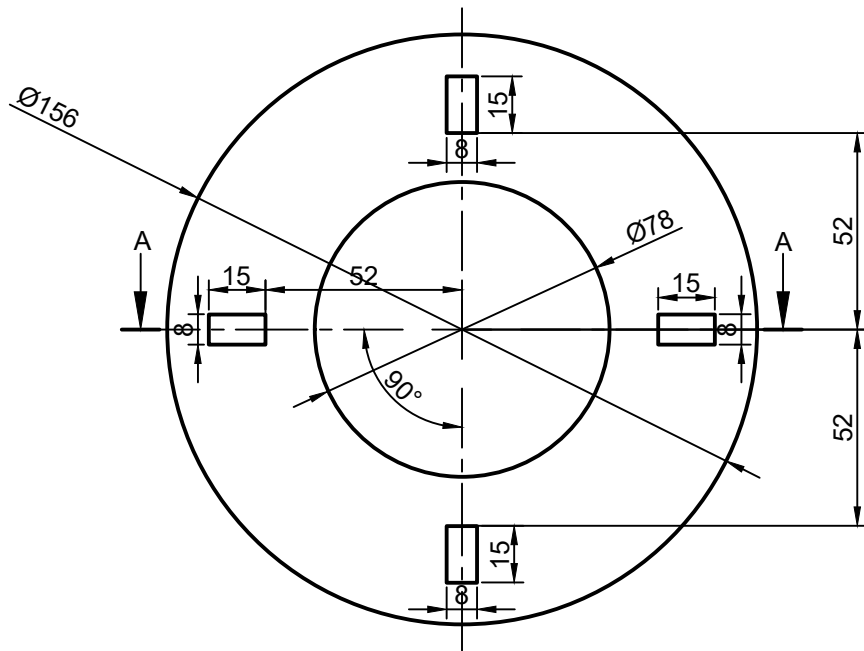
Vista superior
Esc: 1:5



Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	1707
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TUBO Ø3" de 3mm VI	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.02.01.00.03	Tol. Gral.:	± 1

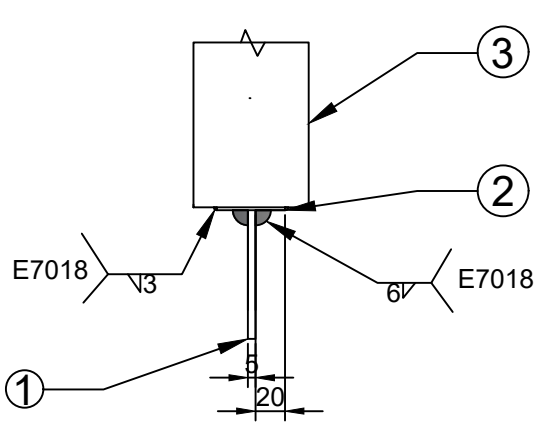
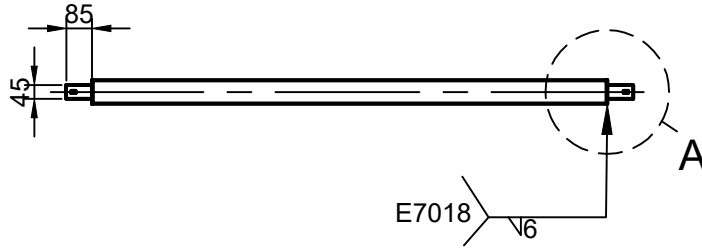
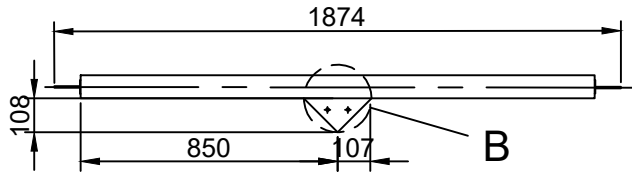


Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	88X48X5
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
PLACA EXT. 6	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.02.01.00.01	Tol. Gral.:	± 1

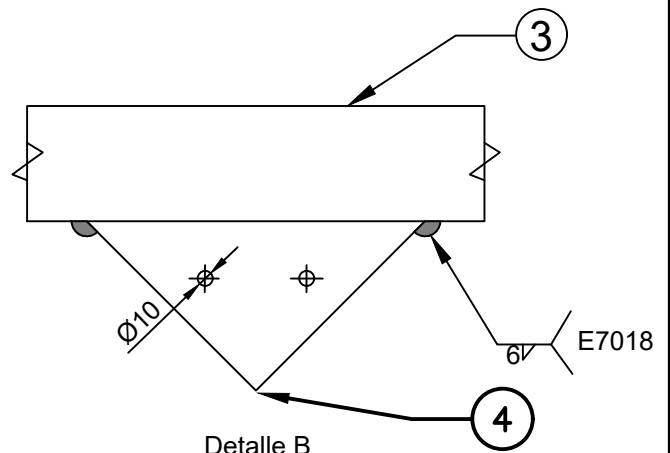


Corte A-A
Esc: 1:2

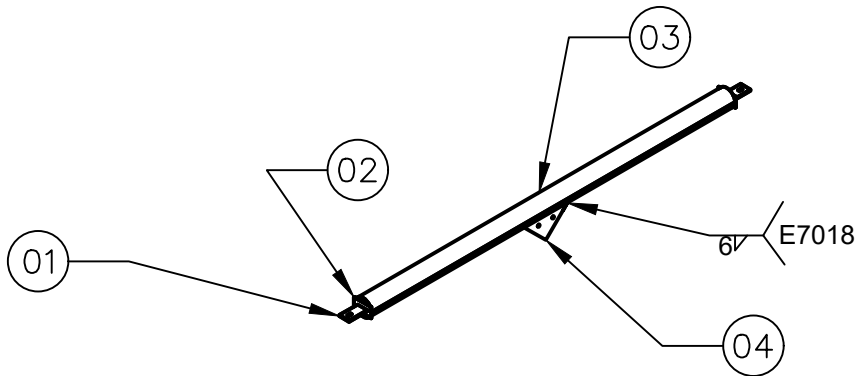
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	160X160X10
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28	
Placa collarín 2	Escala: 1:2	Código:	003.00.00.02.00.00.01	Tol. Gral.:	±1



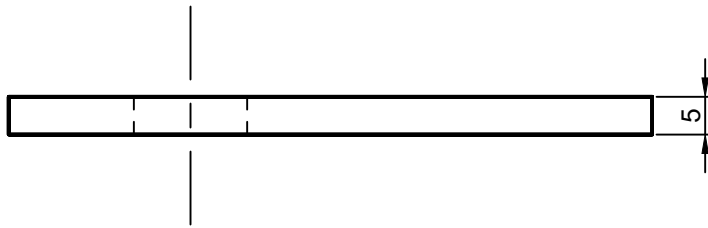
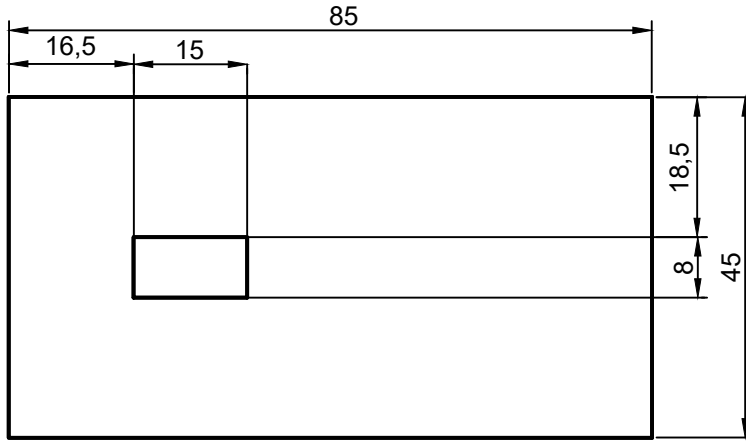
Detalle A
Esc.: 1:5



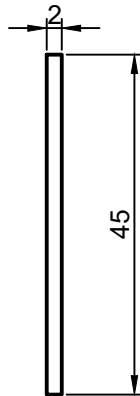
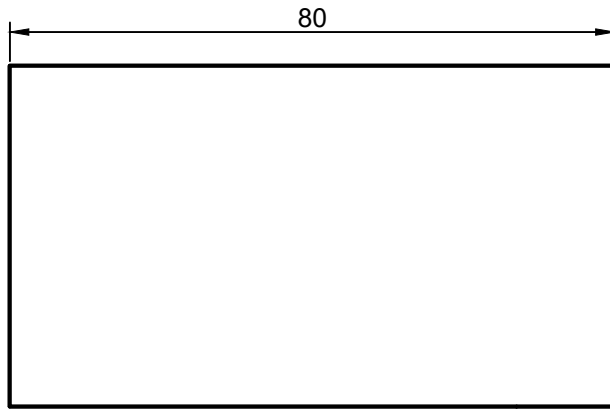
Detalle B
Esc.: 1:5



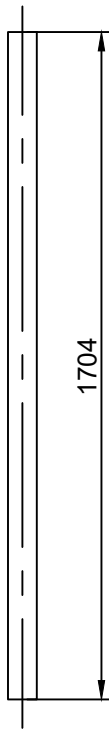
04	TRIÁNGULO CONEXIÓN2	1	003.00.00.02.02.00.04	ASTM A36	218x111x5	Construcción
03	TUBO Ø3"de 3mm VII	1	003.00.00.02.02.00.03	ASTM A36	1707	Construcción
02	PLACA EXT. 7	2	003.00.00.02.02.00.02	ASTM A36	83x48x2	Construcción
01	PLACA EXT. 8	2	003.00.00.02.02.00.01	ASTM A36	88x48x5	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
HORIZONTAL V. 2			Escala: 1:25	Código:	003.00.00.02.02.00.00	Tol. Gral.: ± 2



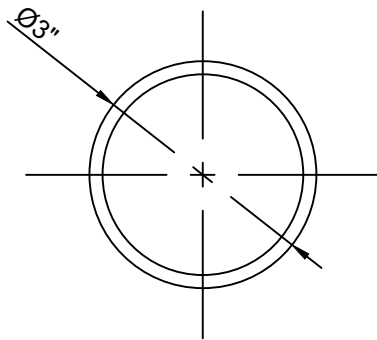
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	88X48X5
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
PLACA EXT. 8	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.02.02.00.01	Tol. Gral.:	± 1



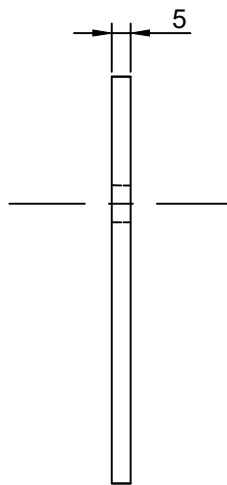
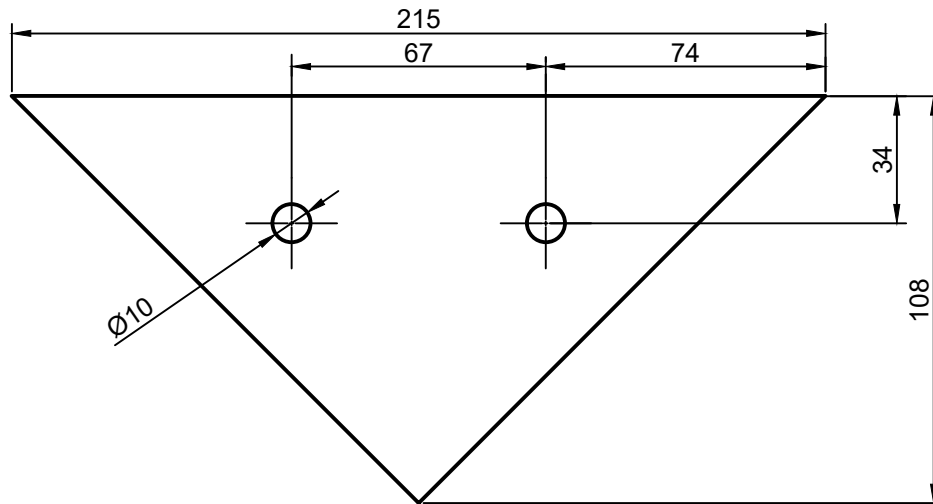
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	83X48X2
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
PLACA EXT. 7	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.02.02.00.02	Tol. Gral.:	± 1



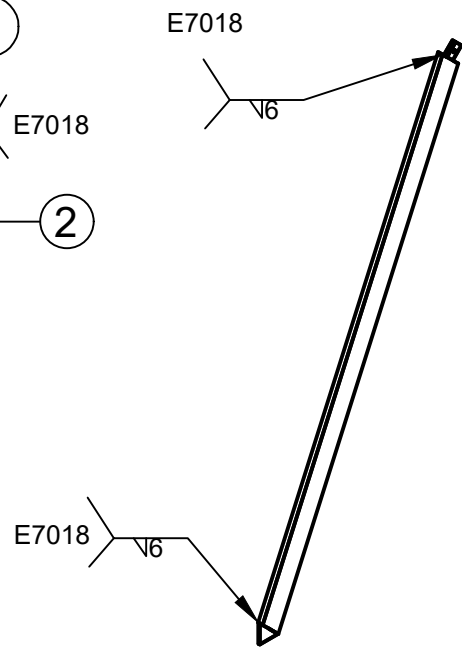
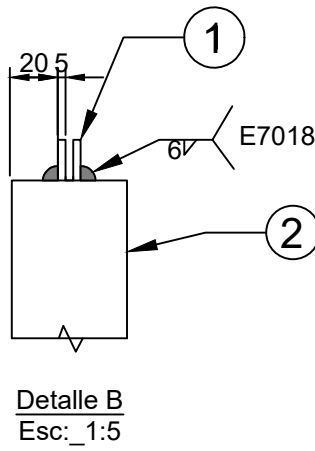
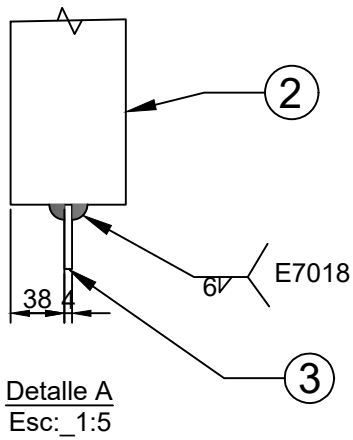
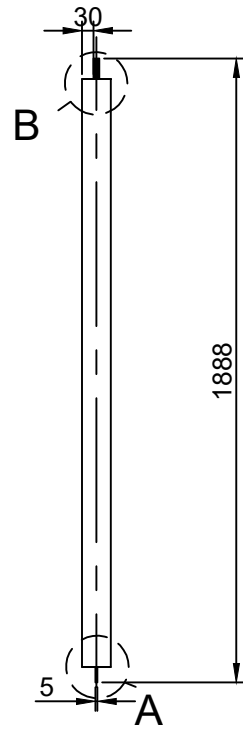
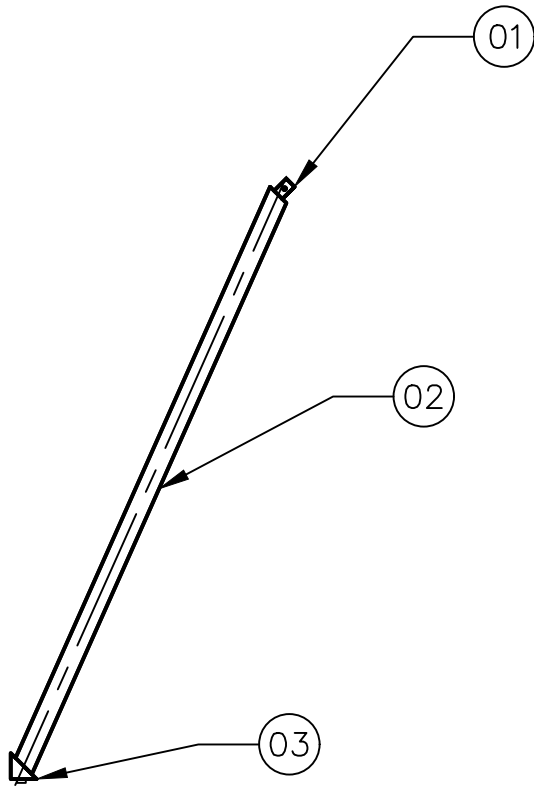
Vista superior
Esc: 1:5



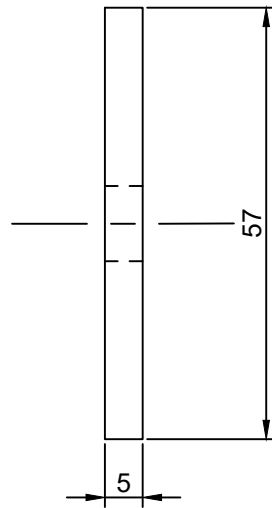
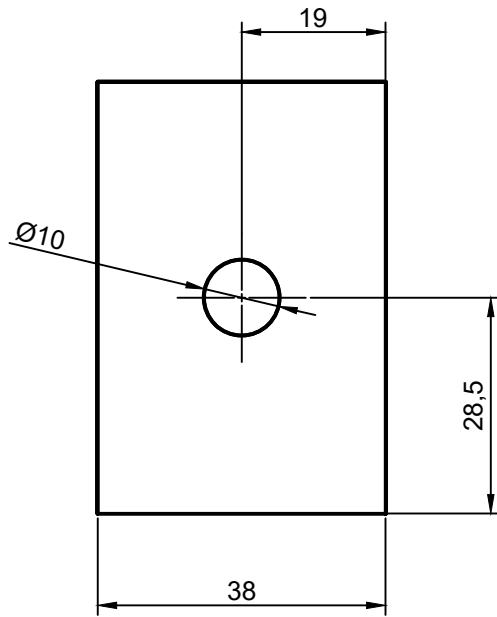
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	1707
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TUBO Ø3" de 3mm VII	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.02.02.00.03	Tol. Gral.:	± 1



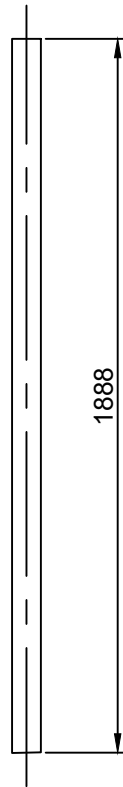
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	218x111x5
Recubrimiento:	Pintura esmalte	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TRIÁNGULO CONEXIÓN 2	Escala: 1:2	Código:	003.00.00.02.02.00.04	Tol. Gral.:	± 1



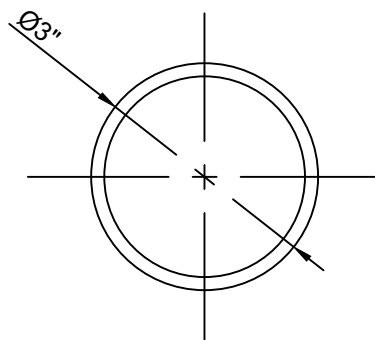
03	SEGURO TRIANGULAR.4	1	003.00.00.02.03.00.03	ASTM A36	97x87x4	Construcción
02	TUBO Ø3"de 3mm VIII	1	003.00.00.02.03.00.02	ASTM A36	1891	Construcción
01	SEGURO REC. 2	2	003.00.00.02.03.00.01	ASTM A36	41x60x5	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
TRAVESAÑO HV. 2			Escala: 1:25	Código:	003.00.00.02.03.00.00	Tol. Gral.: ± 2



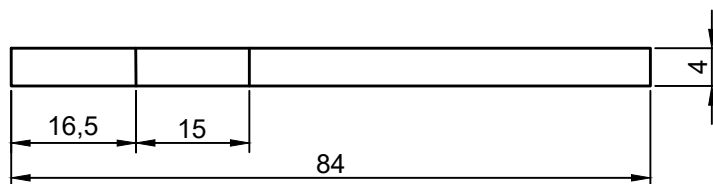
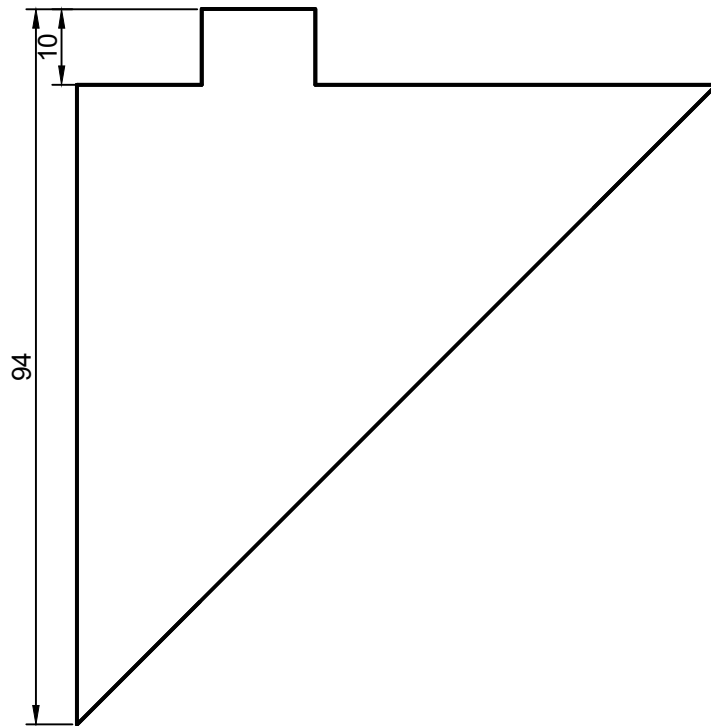
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	41x60x5
Recubrimiento:	Pintura esmalte	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
SEGURO REC. 2	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.02.03.00.01	Tol. Gral.:	± 1



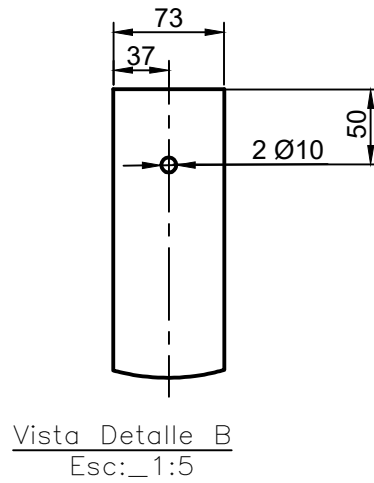
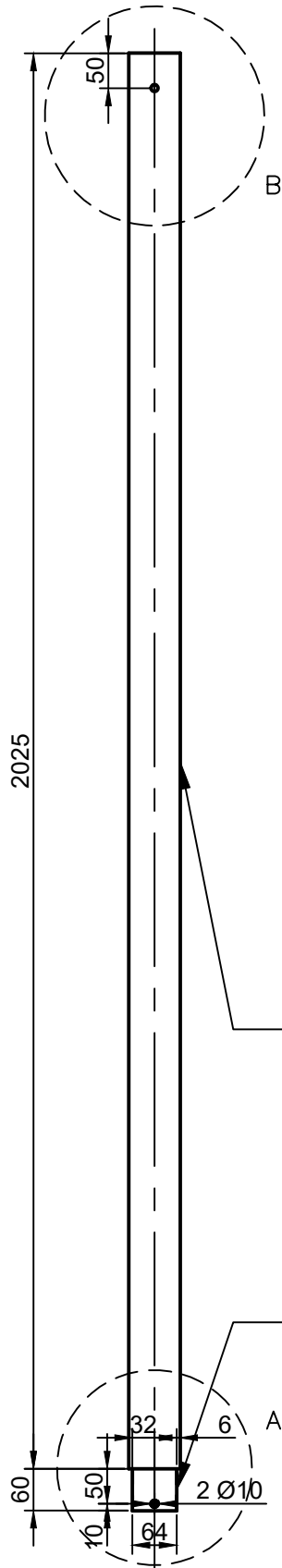
Vista superior
Esc: 1:5



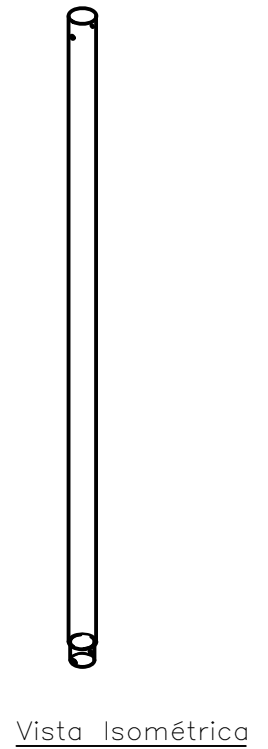
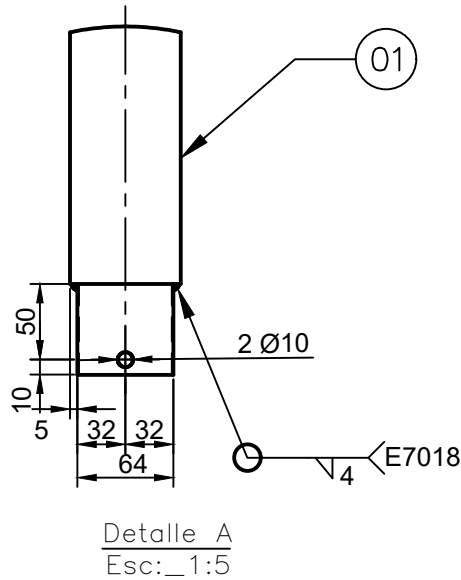
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	1891
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TUBO Ø3" de 3mm VIII	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.02.03.00.02	Tol. Gral.:	± 1



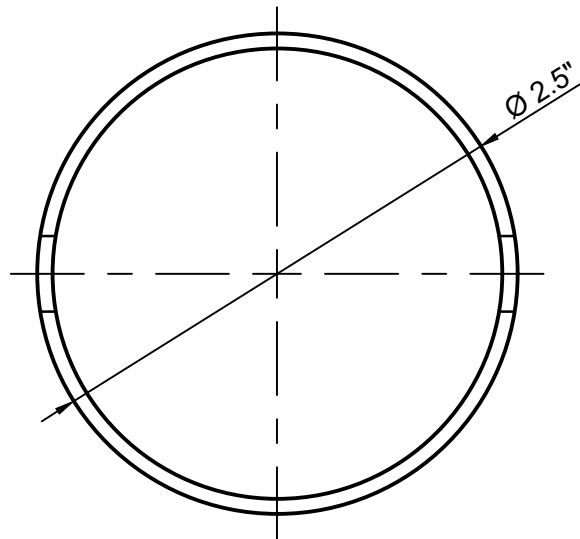
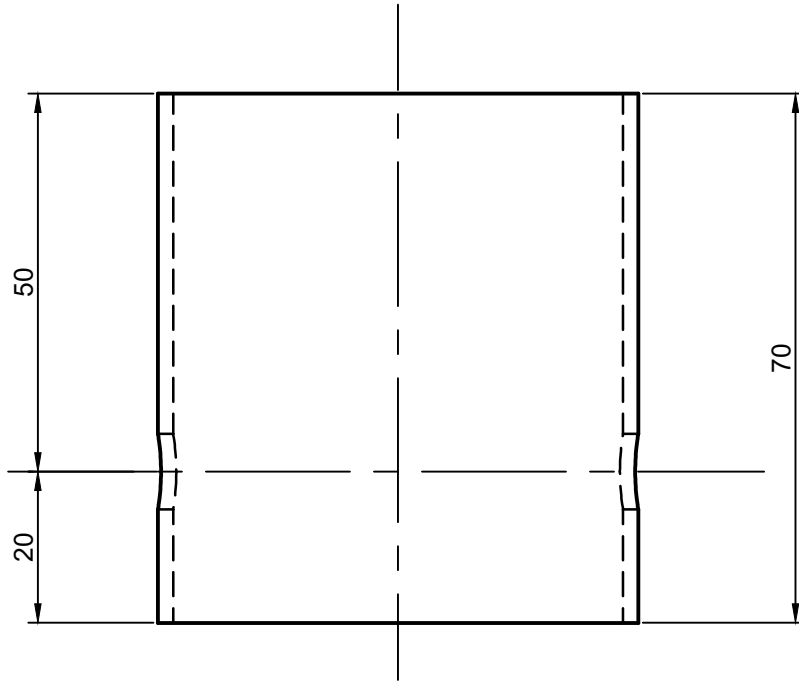
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	97x87x4
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
SEGURO TRIANGULAR.4	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.02.03.00.03	Tol. Gral.:	± 1



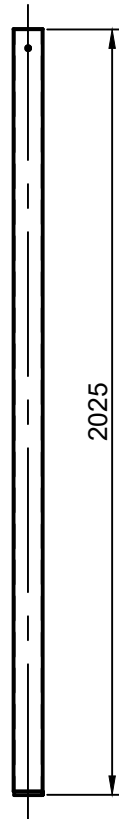
Nota: Las 4 perforaciones son pasantes de extremo a extremo de los perfiles tubulares de 3" y 2.5".



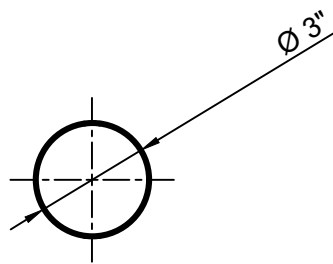
02	Tubo C Ø2.5" en 1mm	1	003.00.00.01.06.00.02	ASTM A36	75	Construcción
01	Tubo M2 Ø3" en 3mm	1	003.00.00.01.06.00.01	ASTM A36	2030	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
Montante 2			Escala: 1:10	Código:	003.00.00.02.04.00.00	Tol. Gral.: ± 1



Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	75
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28	
Tubo C Ø2.5" en 1mm	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.02.04.00.02	Tol. Gral.:	±1

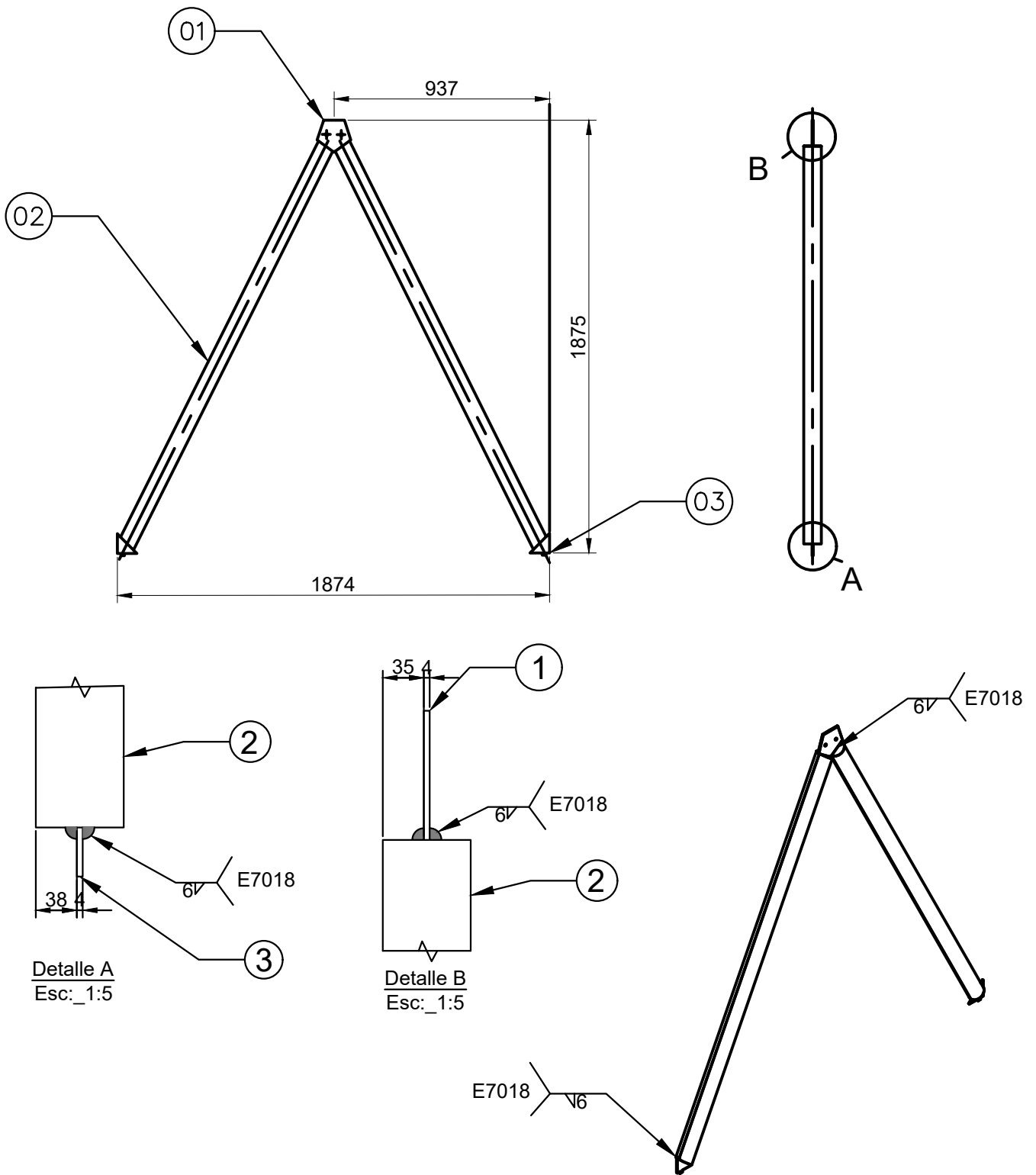


Vista Frontal

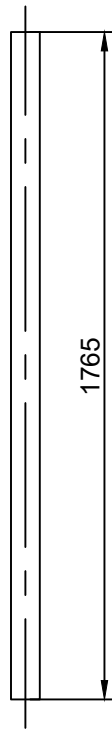


Vista Superior
Esc: 1:5

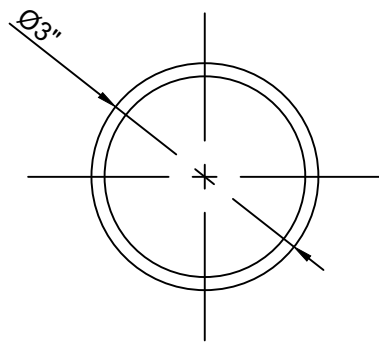
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	2030
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28	
Tubo M2 Ø3" en 3mm	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.0204.00.01	Tol. Gral.:	±1



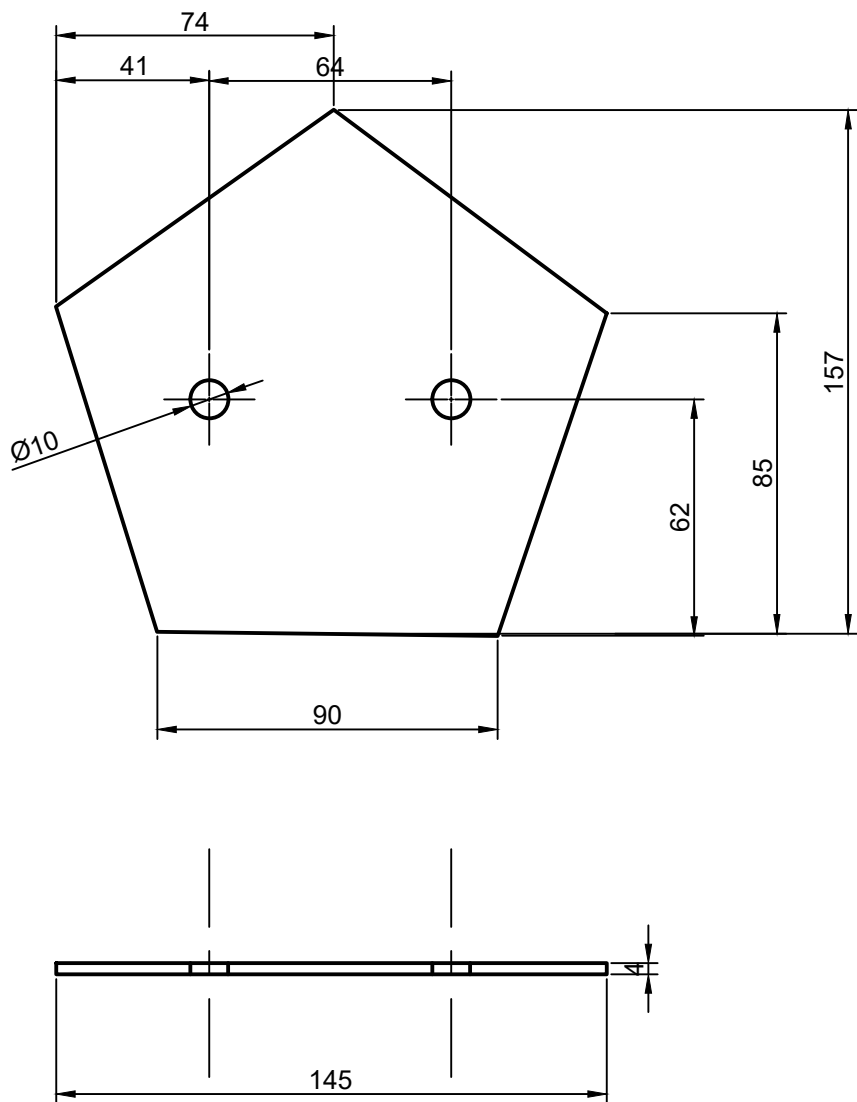
03	SEGURO TRIANGULAR.5	2	003.00.00.02.05.00.03	ASTM A36	97X87X4	Construcción
02	TUBO Ø3"de 3mm IX	2	003.00.00.02.05.00.02	ASTM A36	1768	Construcción
01	PLACA RIOSTRA T. 2	1	003.00.00.02.05.00.01	ASTM A36	148x141x4	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
V TRAVESAÑO IPE 2			Escala: 1:25	Código:	003.00.00.02.05.00.00	Tol. Gral.: ± 2




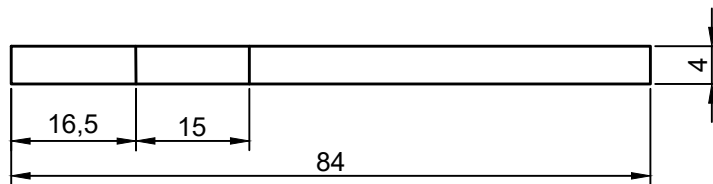
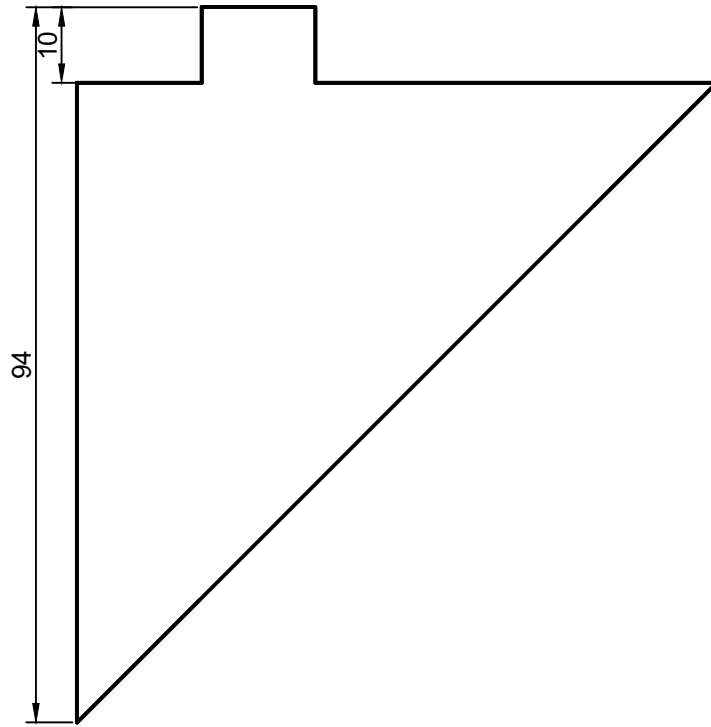
Vista superior
Esc: 1:5



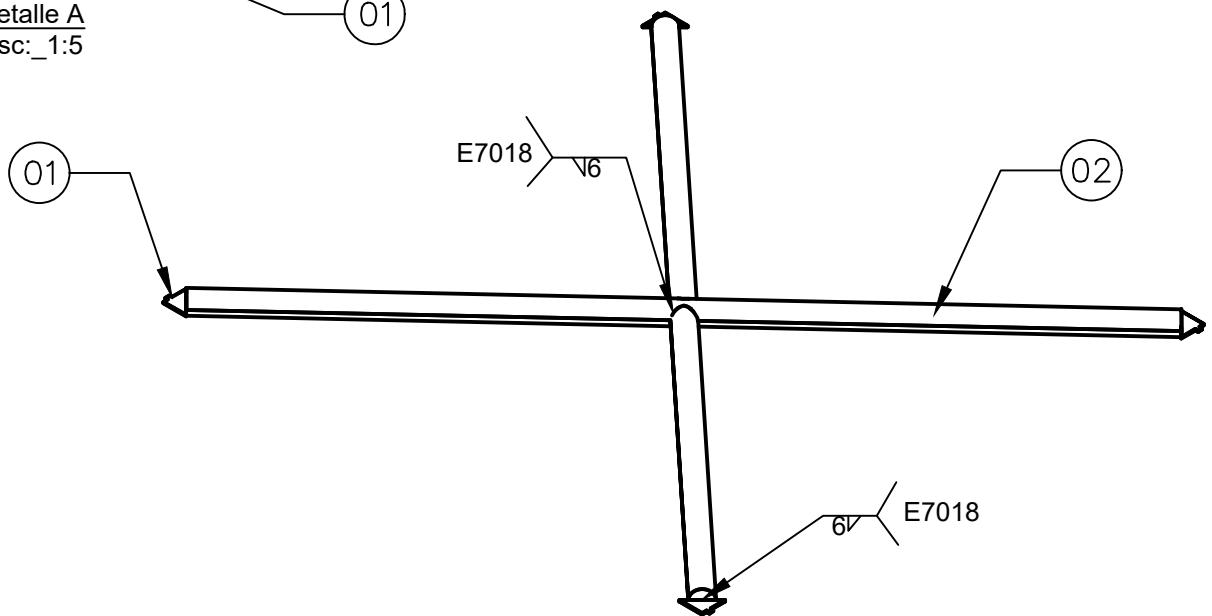
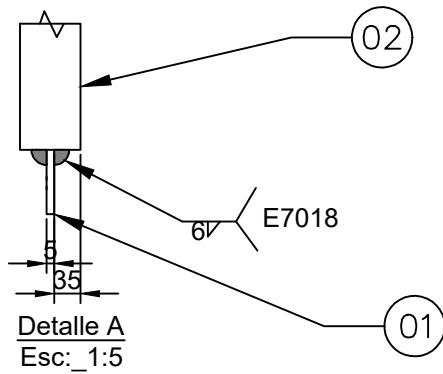
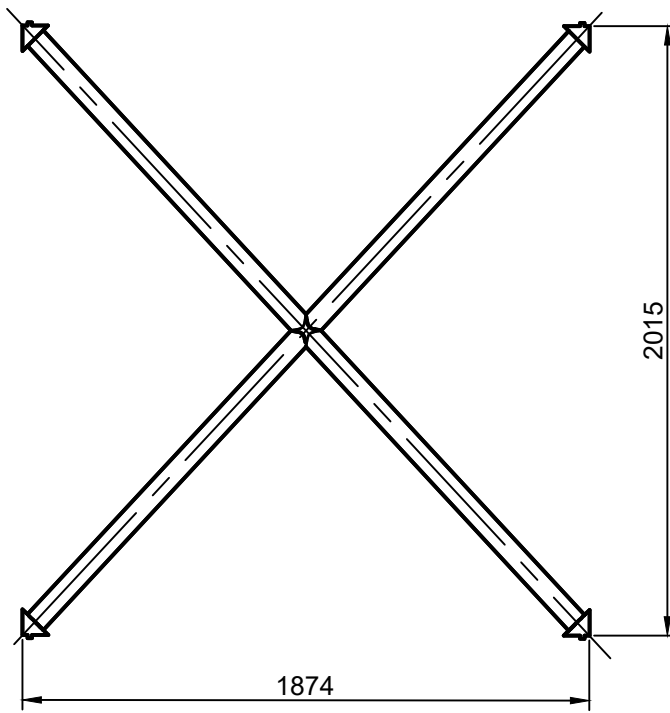
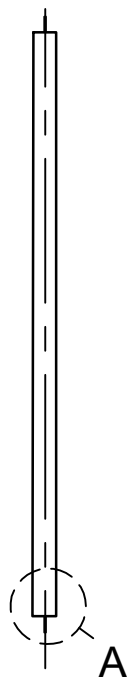
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	1768
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TUBO Ø3" de 3mm IX	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.02.05.00.02	Tol. Gral.:	± 1



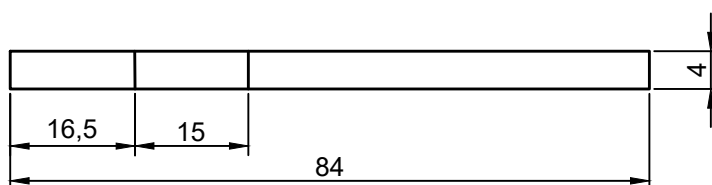
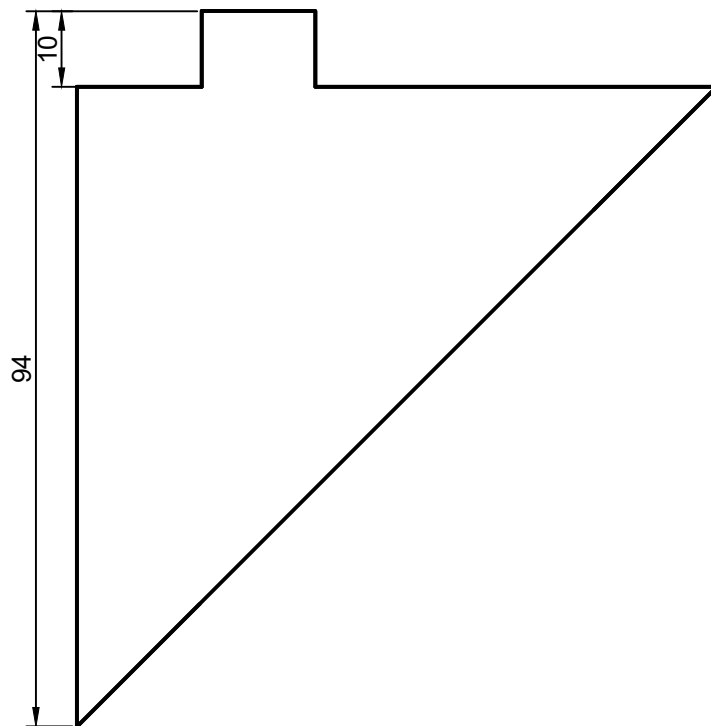
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	148x141x4
Recubrimiento:	Pintura esmalte	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Diaz William	2023-06-26	
PLACA RIOSTRA T. 2	Escala: 1:2	Código:	003.00.00.02.05.00.01	Tol. Gral.: ± 1	



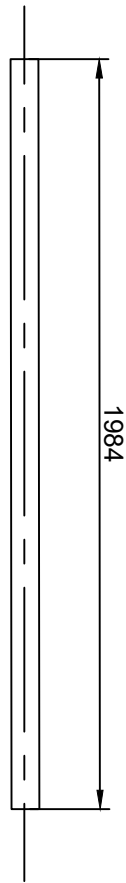
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	97x87x4
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
SEGURO TRIANGULAR.5	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.02.05.00.03	Tol. Gral.:	± 1



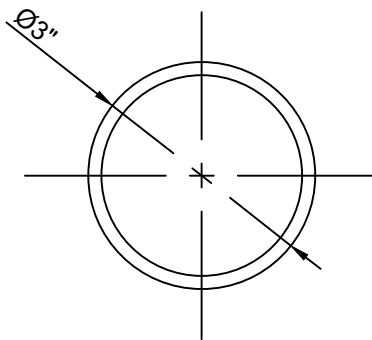
02	TUBO Ø3"de 3mm X	2	003.00.00.02.06.00.02	ASTM A36	1987	Construcción
01	SEGURO TRIANGULAR.6	4	003.00.00.02.06.00.01	ASTM A36	97x87x4	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
TIJERA TRAVESAÑO 2			Escala: 1:25	Código:	003.00.00.02.06.00.00	Tol. Gral.: ± 2



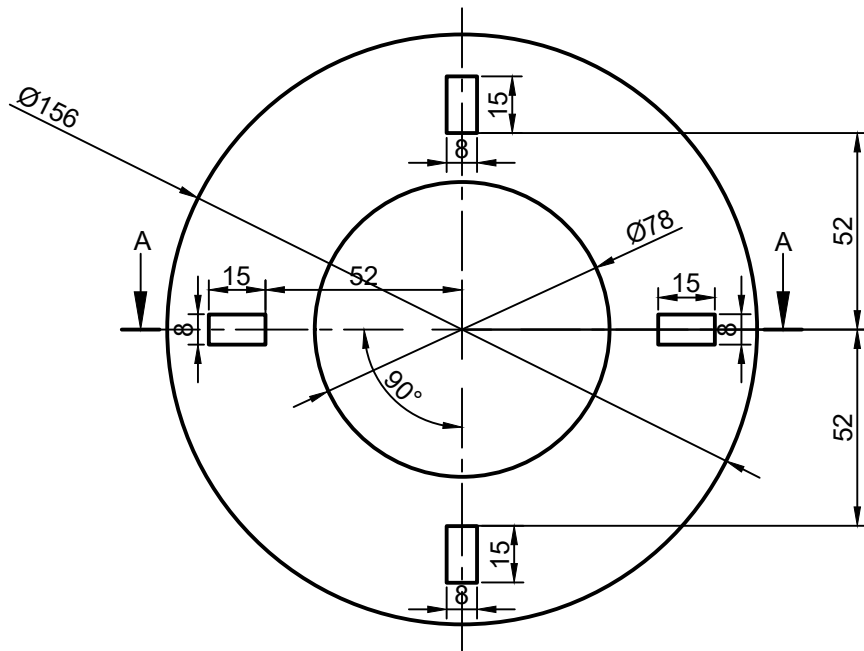
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	97x87x4
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz Wiliam	2023-06-30	
SEGURO TRIANGULAR.6	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.02.06.00.01	Tol. Gral.:	± 1



Vista superior
Esc: 1:5

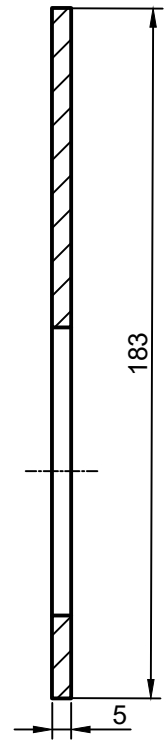
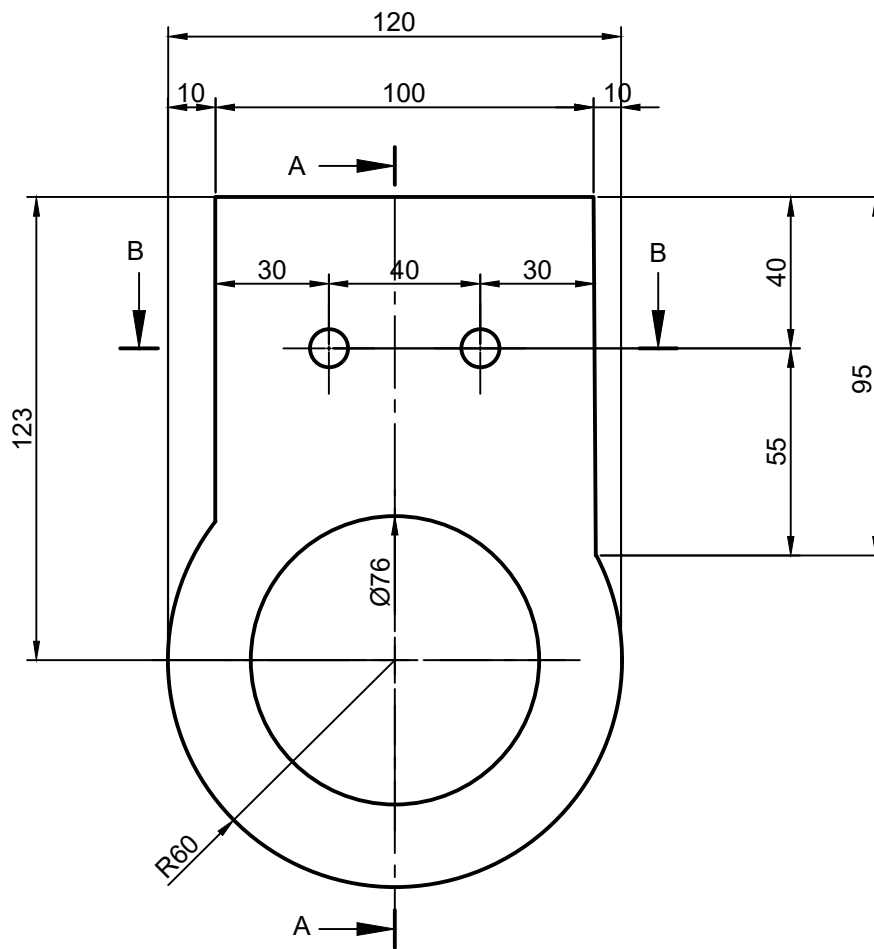


Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	1987
Recubrimiento:	Pintura esmalte				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-30	
TUBO Ø3" de 3mm X	Escala: 1:25	Código:	003.00.00.02.06.00.02	Tol. Gral.:	± 1

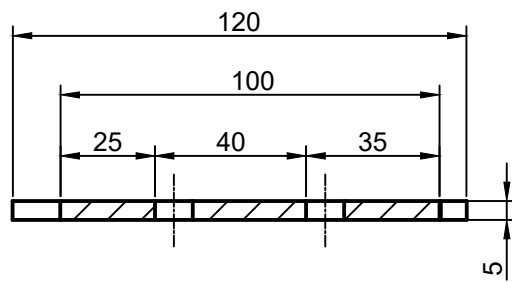


Corte A-A
Esc: 1:2

Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	160X160X10
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28	
Placa collarín 2	Escala: 1:2	Código:	003.00.00.02.00.00.01	Tol. Gral.:	±1

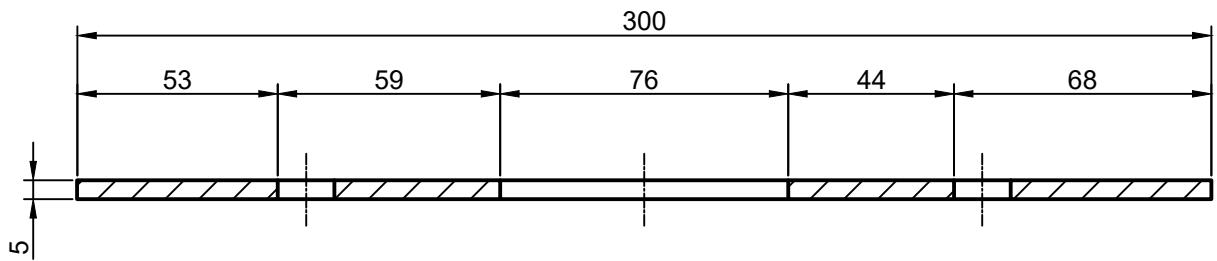
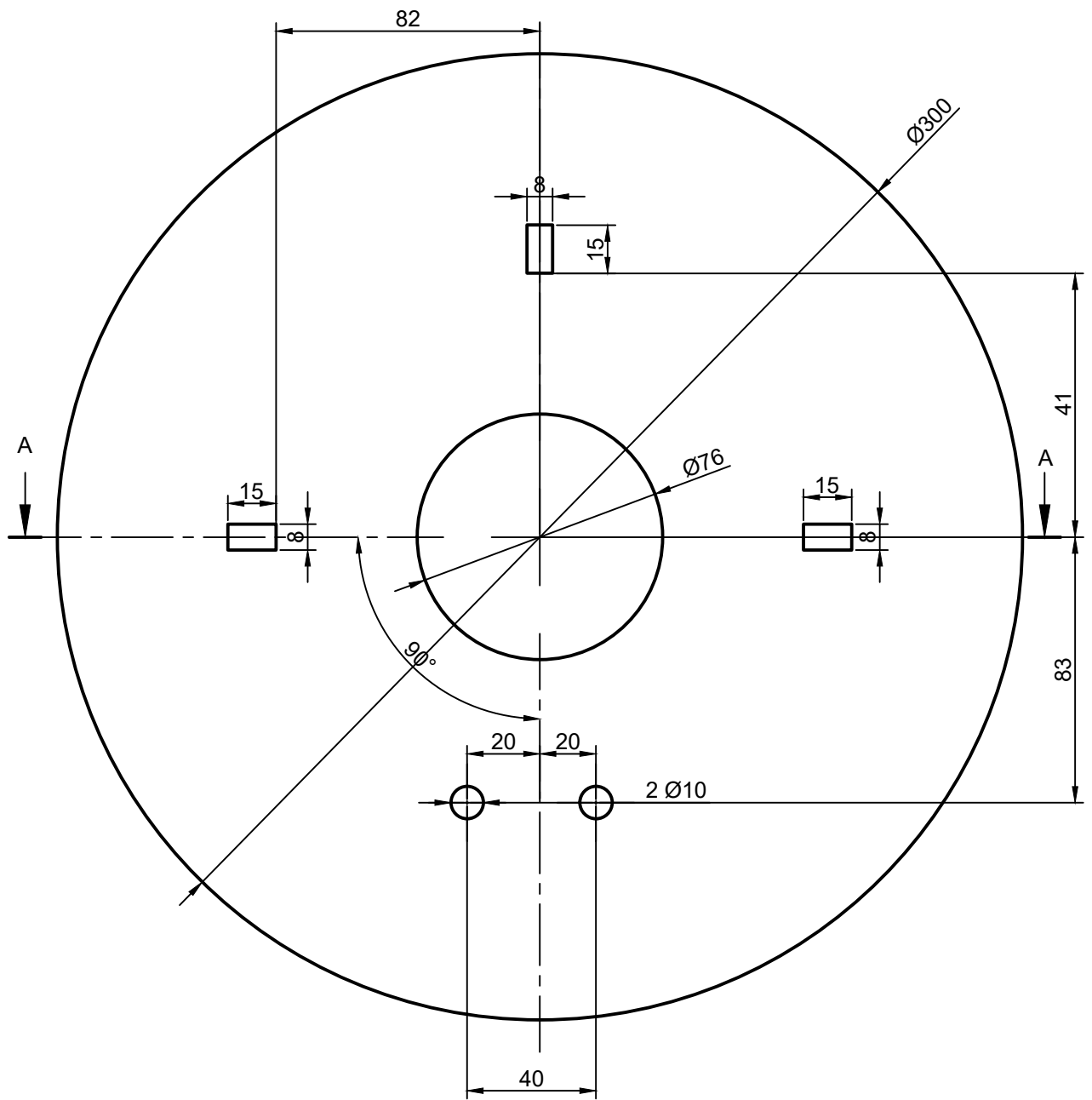


Corte A-A
Esc: 1:2



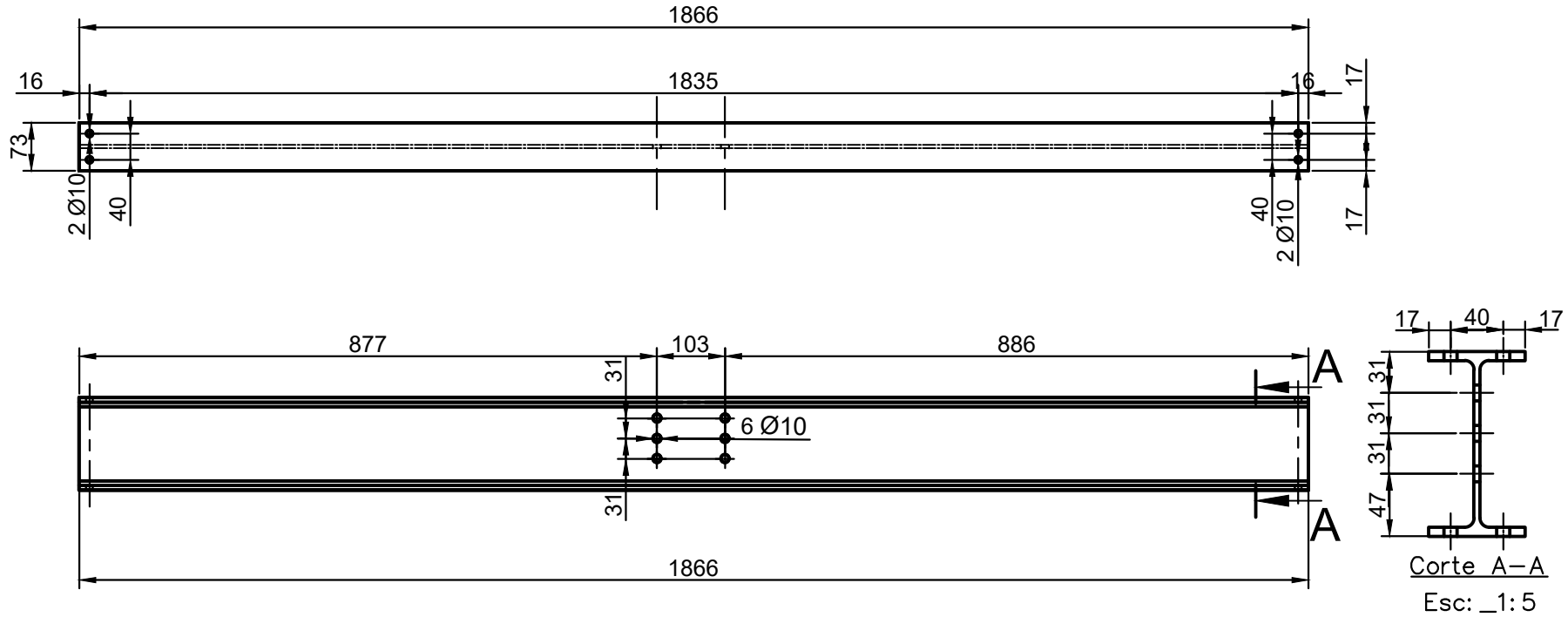
Corte B-B
Esc: 1:2

Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	186x123x5
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28	
Placa inferior 2	Escala: 1:2	Código:	003.00.00.02.00.00.02	Tol. Gral.:	±1

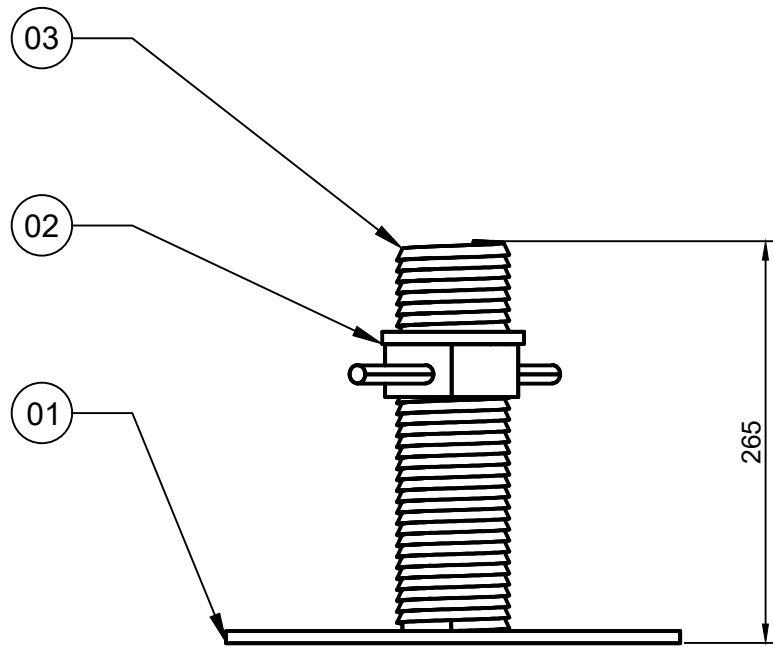


Corte A-A
Esc: 1:2

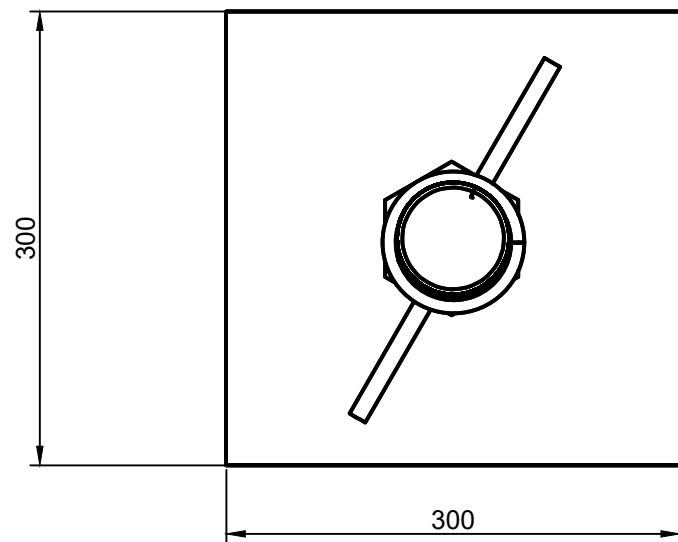
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	305 X 305 X 5
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28	
Placa collarín 2.2	Escala: 1:2	Código:	003.00.00.02.00.00.03	Tol. Gral.:	±1



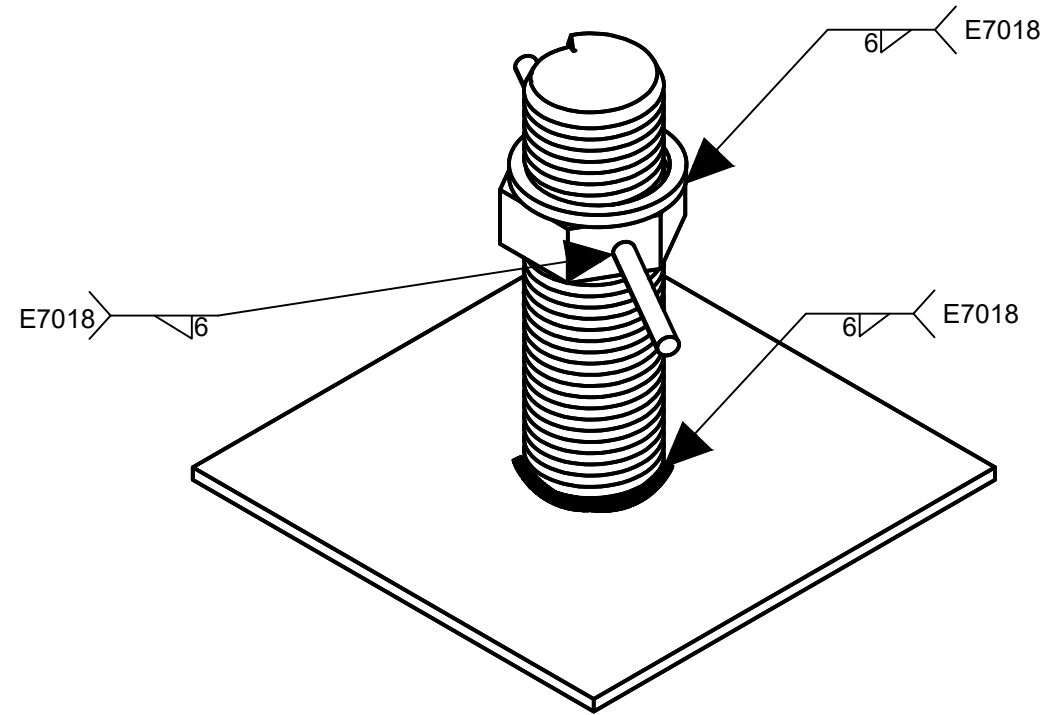
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	L=2000
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-22	
		Revisó:	Ing. Díaz William	2023-06-28	
Viga P2-IPE 140	Escala: 1:10	Código:	003.00.00.0200.00.04	Tol. Gral.: ±1	



Vista Frontal

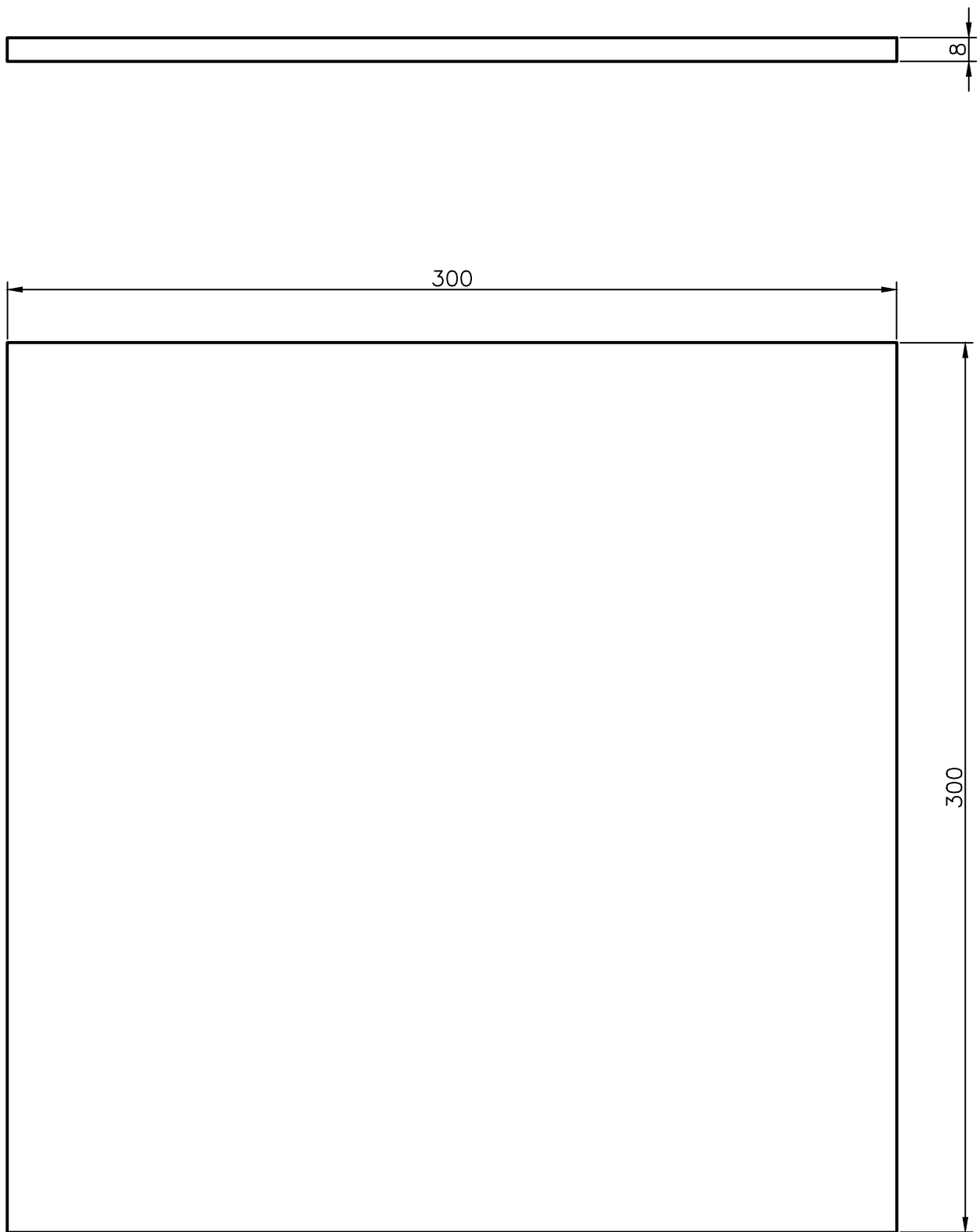



Vista Superior

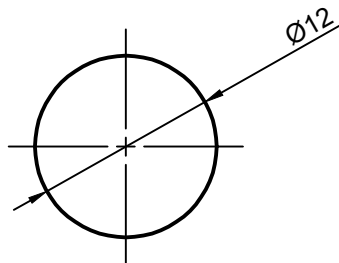
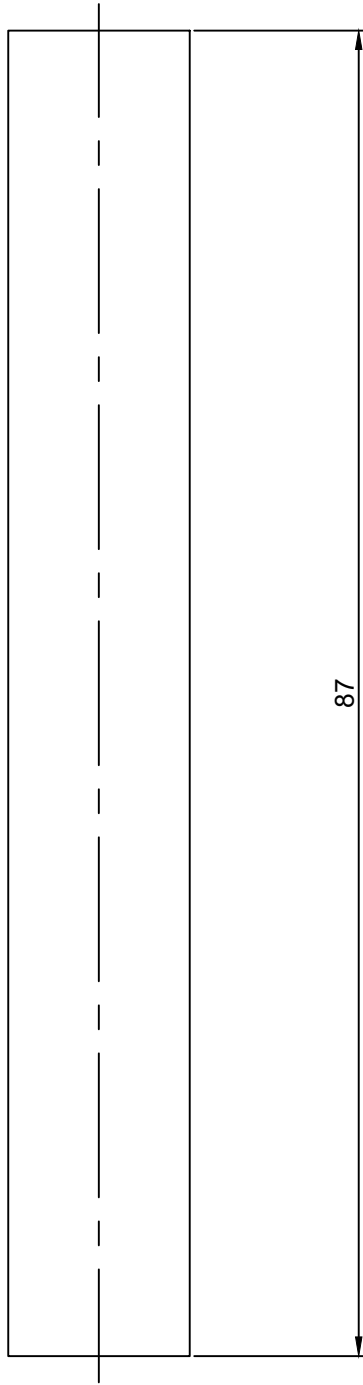



*NOTA: TORNILLO Y ROSCA COMERCIALES DE Ø3" Y PASO 7.257 mm WHITWORT EN PASO GRUESO.

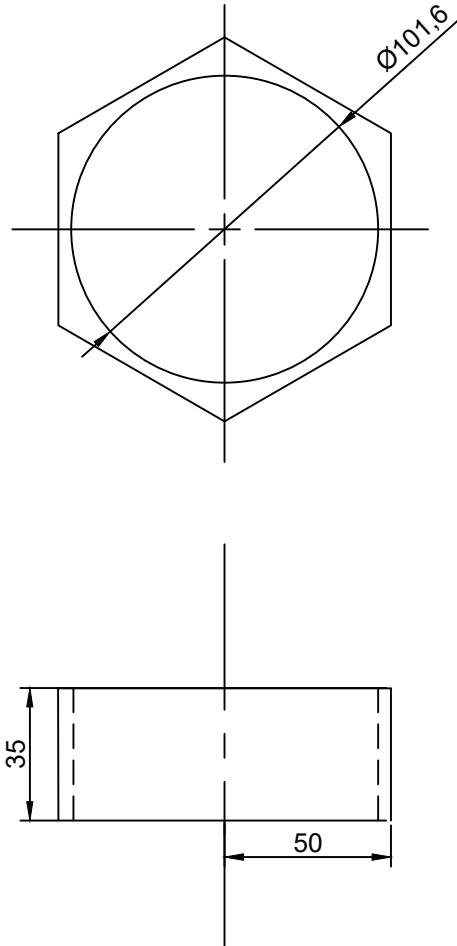
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
03	Varilla roscada Ø3"	8	003.00.00.03.00.00.02	ASTM A36	258	Normalizada
02	Sistema modular	8	003.00.00.03.01.00.00	ASTM A36	279x90x104	Construcción
01	Placa base	8	003.00.00.03.00.00.01	ASTM A36	303x303x8	Construcción
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseño: Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
				Dibujó: Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29	
				Revisó: Ing. Díaz William	2023-07-21	
SUB CONJUNTO PRINCIPAL 3			Escala: 1:5	Código: 003.00.00.03.00.00.00	Tol. Gral.: ± 0.5	




Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	303x303x8
Recubrimiento:	Pintura esmalte	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
		Revisó:	Ing. Diaz William	2023-06-22	
PLACA BASE	Escala: 1:2	Código:	003.00.00.03.00.00.01	Tol. Gral.:	± 1

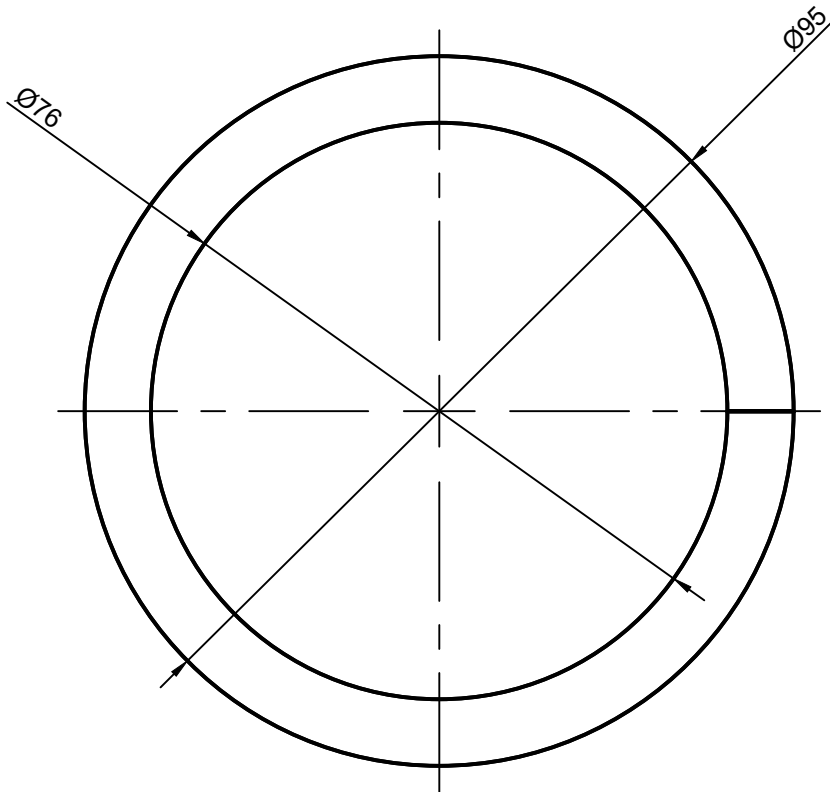
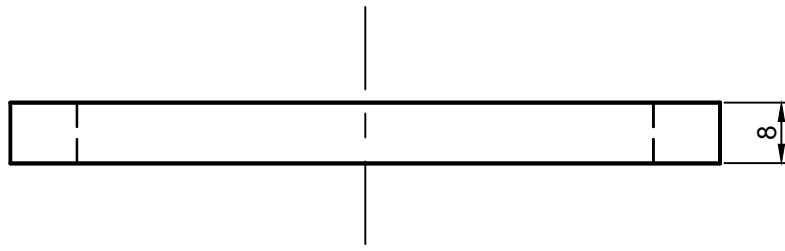



Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	Ø12x90
Recubrimiento:	Pintura esmalte	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
		Revisó:	Ing. Diaz William	2023-06-22	
AGARRADERAS	Escala: 2:1	Código:	003.00.00.03.01.00.03	Tol. Gral.:	± 1

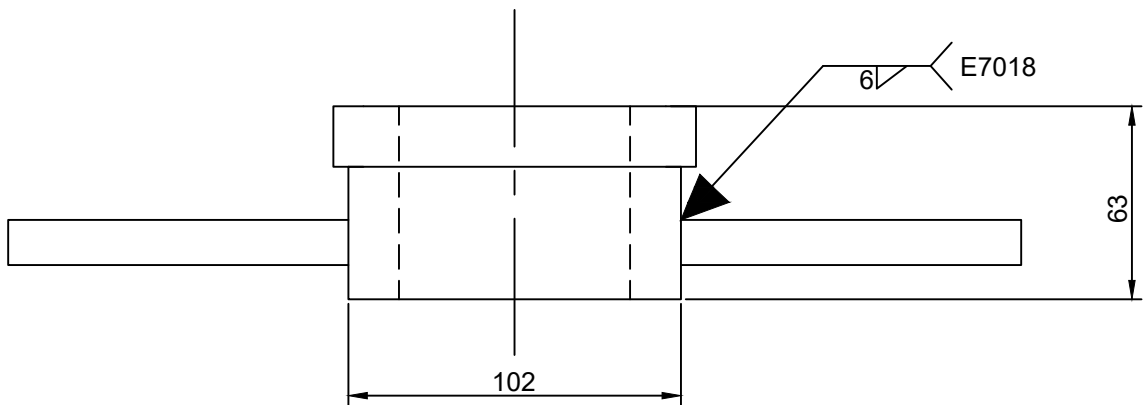
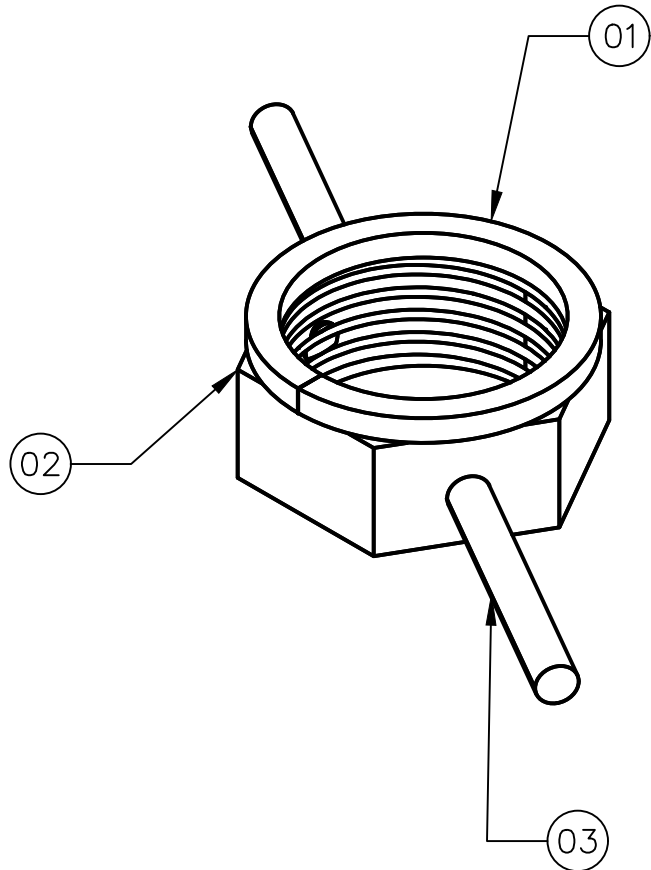
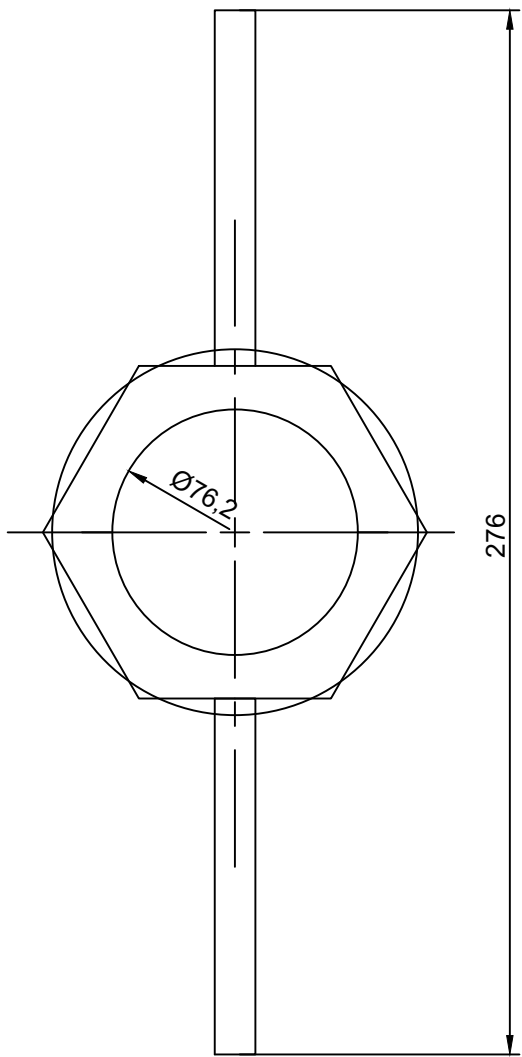


Nota: Tuerca y rosca comercial de Ø3" y paso 7.257 mm Whitwort en paso grueso.

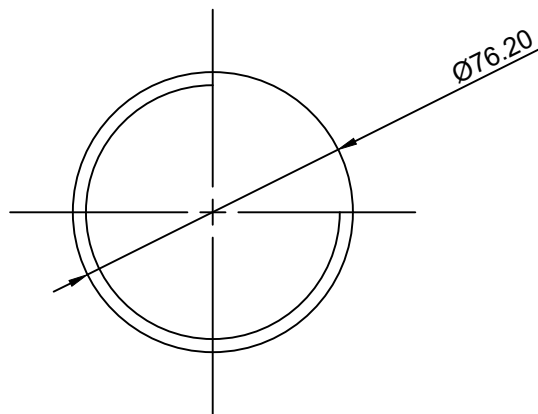
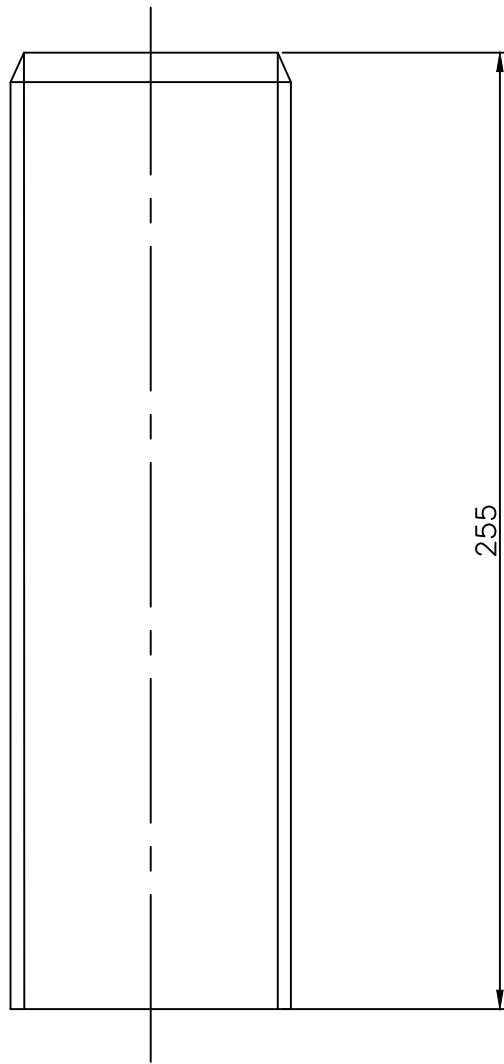
Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	Ø3"x37
Recubrimiento:	Pintura esmalte	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
		Revisó:	Ing. Diaz William	2023-06-22	
TUERCA BASE	Escala: 1:2	Código:	003.00.00.03.01.00.02	Tol. Gral.:	± 1




Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	Ø95x10
Recubrimiento:	Pintura esmalte	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
		Revisó:	Ing. Diaz William	2023-06-22	
PLACA SEGURO BASE	Escala: 1:1	Código:	003.00.00.03.01.00.01	Tol. Gral.:	± 1



03	AGARRADERAS	2	003.00.00.03.01.00.03	ASTM A36	Ø12x90	Construcción
02	TUERCA BASE	1	003.00.00.03.01.00.02	ASTM A36	Ø3"x37	Construcción
01	PLACA SEGURO BASE	1	003.00.00.03.01.00.01	ASTM A36	Ø95x10	Construcción
Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Material	Dim. brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Diseñó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-29
				Revisó:	Ing. Díaz William	2023-07-21
SISTEMA MODULAR			Escala: 1:2	Código:	003.00.00.03.01.00.00	Tol. Gral.: ± 1



Nota: Varrilla roscada comercial de $\text{Ø} 3''$ y paso 7.257 mm Whitwort en paso grueso (Pieza Normalizada)

Tratamiento térmico:	NA	Material:	ASTM A36	Dim. brutas:	$\text{Ø}77 \times 255$
Recubrimiento:	NA	Diseño:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujó:	Bravo F. & Crisanto V	2023-06-21	
		Revisó:	Ing. Diaz William	2023-06-22	
VARILLA ROSCADA $\text{Ø}3''$	Escala: 1:2	Código:	003.00.00.03.00.00.02	Tol. Gral.:	± 1