

DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA LA INMOVILIZACIÓN DE BOVINOS DE
DIFERENTES EDADES

GERMAN ALBERTO MANCERA CARDONA
JUAN SEBASTIAN JIMÉNEZ DÍAZ

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2.019

DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA LA INMOVILIZACIÓN DE BOVINOS DE
DIFERENTES EDADES.

GERMAN ALBERTO MANCERA CARDONA
JUAN SEBASTIAN JIMÉNEZ DÍAZ

Proyecto integral de grado para optar el título de
INGENIERO MECÁNICO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2.019

Nota de Aceptación:

Ing. Daniel Eduardo Villalobos Correa

Ing. Scherazada Calderón Vega

Bogotá D.C. noviembre de 2.019

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Decano Facultad de Ingenierías

Dr. Julio Cesar Fuentes Arismendi

Director Programa de Ingeniería Mecánica

Ing. Carlos Mauricio Veloza Villamil

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

Este documento va dedicado primeramente a Dios y después a cada una de las personas que durante el desarrollo de nuestra carrera estuvieron presentes acompañándonos y dándonos su apoyo para culminar esta etapa de nuestra vida.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. GENERALIDADES	20
1.1 INMOVILIZACIÓN DE BOVINOS	20
1.1.1 Métodos artesanales	20
1.1.2 Brete	22
1.1.2.1 ventajas del uso de bretes	23
1.2 PROCEDIMIENTOS VETERINARIOS EN BOVINOS	24
1.2.1 Procedimientos en terneros	24
1.2.1.1 Vacunación	24
1.2.1.2 Destete	25
1.2.1.3 Descorné y topizado	25
1.2.1.4 Marcaje	25
1.2.2 procedimientos en bovinos adultos o mayores a un año	26
1.2.2.1 Procedimientos quirúrgicos	26
1.2.2.3 Inseminación	26
2. PARÁMETROS Y REQUERIMIENTOS BÁSICOS	27
2.1 COMPONENTES DE UN BRETE	27
2.2 ESPECIFICACIONES MÍNIMAS DE UN BRETE	28
2.2.1 Requerimientos dimensionales	28
2.3 MATERIALES	30
2.4 MEDIOS DE UNIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	31
2.5 SISTEMA DE ANCLAJE	33
2.6 RAZAS DE BOVINOS EN COLOMBIA	34
2.6.1 Raza de ganado Holstein	34
2.6.2 Raza de ganado Brahma	35
3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	37
3.1 ALTERNATIVAS DE SUJECIÓN DE LA CABEZA DEL ANIMAL	37
3.1.1 Alternativa 1	37
3.1.2 Alternativa 2	38
3.1.3 Alternativa 3	39
3.2 MÉTODO DE EVALUACIÓN	40
3.3 EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA	41
3.3.1 Criterios	41
3.3.2 Matriz de ponderación	42
4. DISEÑO DETALLADO	44
4.1 ESTRUCTURA	45

4.1.1 Marco	46
4.1.2 Cálculo soldadura de estructura	47
4.1.3 Uniones laterales	49
4.1.4 Plataforma	51
4.2 PUERTA DE INGRESO	52
4.2.1 Diseño de soporte puerta de ingreso	54
4.2.2 Cálculo de uniones atornilladas	55
4.2.3 Cálculo de soldadura del riel	57
4.3 SUBSISTEMA DE APRIETE DE LA CABEZA	59
4.3.1 Subsistema de apriete inferior	59
4.3.1.1 Cálculos palanca de cierre	59
4.3.1.2 Cálculos de las bisagras	61
4.3.1.3 Cálculo de unión atornillada tubo-bisagra	67
4.3.2 Subsistema de apriete superior	67
4.3.2.1 Cadena	68
4.4 SISTEMA DE ANCLAJE DE LA ESTRUCTURA	72
5. ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS	75
5.1 ANÁLISIS DEL SOPORTE DE LA PUERTA DE INGRESO	75
5.1.1 Análisis con un perfil SCH 10 de 1 ½"	76
5.1.1.1 Análisis de desplazamiento del eje de la puerta de ingreso	76
5.1.1.2 Análisis por tensión de Von Misses para un perfil de 1 ½"	78
5.1.2 Análisis de la puerta de ingreso con un perfil de 2"	79
5.1.2.1 Análisis del desplazamiento del eje de la puerta de ingreso de 2"	79
5.1.2.2 Análisis de tensión perfil 2"	80
5.1.2.3. Factor de seguridad 2"	80
5.1.3 Análisis de resultados de la puerta de ingreso	81
5.2 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA	82
5.2.1. Análisis de la estructura con apoyos de 1 ¾" x ¼"	83
5.2.1.1 Análisis de tensión de Von Misses 1 ¾" x ¼"	83
5.2.1.2 Análisis del desplazamiento de la estructura 1 ¾" x ¼"	84
5.2.1.3 Factor de seguridad 1 ¾" x ¼"	85
5.2.2 Análisis con apoyos de 1x1/2 x 3/16"	85
5.2.2.1 Análisis de tensión de 1 x 1/2 x 3/16" en los apoyos soldados	85
5.2.2.2 Análisis de desplazamiento de un perfil soldado de 1 x 1/2 x 3/16"	86
5.2.3 Comparación de perfiles en la estructura	86
5.3 ANÁLISIS DE LA PALANCA DE CIERRE	87
5.3.1 Palanca de cierre de 2 ¼"	87
5.3.1.1 Análisis de tensión para la palanca de cierre de 2 ¼"	87
5.3.1.2 Análisis de deformación de la palanca de cierre de 2 ¼"	88
5.3.2 Palanca de cierre de 2 ½" x ¼"	89
5.3.2.1 Análisis del desplazamiento de la palanca de cierre de 2 ½" x ¼"	89
5.3.2.2 Análisis de tensión de la palanca de cierre 2 ½" x ¼"	90
5.3.2.3 Comparación perfiles de la palanca de cierre	90
5.4 ANÁLISIS DE LA PLATAFORMA	91

5.4.1 Análisis tensión plataforma	91
5.4.2 Análisis del desplazamiento de la plataforma	92
5.4.3 Factor de seguridad de la plataforma	93
6 MANUALES	95
6.1 MANUAL DE ENSAMBLE	95
6.2 MANUAL DE OPERACIÓN	111
6.3 MANUAL DE MANTENIMIENTO	118
6.3.1 Mantenimiento de la estructura	118
6.3.2 Mantenimiento de la puerta de ingreso	119
6.2.3 Mantenimiento del subsistema de apriete	120
6.4 MANUAL DE UBICACIÓN	123
7. ANÁLISIS DE COSTOS	124
7.1 COSTO DE INGENIERÍA	124
7.2 COSTO DE MATERIAL	124
7.3 COSTOS DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS	125
7.4 COSTO DE MANO DE OBRA	126
7.5 COSTO TOTAL	127
7.6 COMPARACIÓN DEL COSTO TOTAL Y OTROS DISEÑOS	127
8. CONCLUSIONES	128
9. RECOMENDACIONES	129
BIBLIOGRAFÍA	130
ANEXOS	134

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Dimensiones bovinas	29
Tabla 2. Dimensiones de corrales	29
Tabla 3. Peso de bovinos	30
Tabla 4. Valores de ponderación	40
Tabla 5. Valores de satisfacción	40
Tabla 6. Ponderación de criterios	42
Tabla 7. Dimensionamiento de cadena	69
Tabla 8. Dimensionamiento aditamento	70

LISTA DE DIAGRAMAS

	pág.
Diagrama 1. Diagrama de cuerpo libre soporte puerta de ingreso	54
Diagrama 2. Carga sobre la bisagra	62
Diagrama 3. Reacciones sobre la bisagra	63
Diagrama 4. Fuerza cortante y momento flector en las bisagras	66

LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1. Sujeción por cuernos y sujeción por cuello	20
Imagen 2. Sujeción por nariz	21
Imagen 3. Sujeción de cuerpo y derribamiento	21
Imagen 4. Brete acero	22
Imagen 5. Brete de madera	23
Imagen 6. Vacunación	24
Imagen 7. Anillo de destete	25
Imagen 8. Hierro caliente	26
Imagen 9. Elementos de un brete	27
Imagen 10. Medición del cuello	30
Imagen 11. Ganado Holstein	34
Imagen 12. Ganado Brahma	35
Imagen 13. Modelo v de sistema de sujeción de la cabeza	37
Imagen 14. Sujeción por apriete horizontal	38
Imagen 15. Sistema guillotina de sacrificio	39
Imagen 16. Diseño brete	44
Imagen 17. Subconjuntos	45
Imagen 18. Marco	46
Imagen 19. Perfiles de los apoyos	47
Imagen 20. Chaflan	48
Imagen 21. Parámetros chaflan en paralelo	49
Imagen 22. Simulación uniones laterales del brete	50
Imagen 23. Sistema cierre de muelle	50
Imagen 24. Plataforma	51
Imagen 25. Rejillas tipo T METALGRATING	52
Imagen 26. Puerta de ingreso	52
Imagen 27. Apoyos puerta de entrada	53
Imagen 28. Puerta abierta	53
Imagen 29. Tornillos	55
Imagen 30. Esfuerzo cortante	56
Imagen 31. Soldadura empotrada	57
Imagen 32. Parámetros chaflán tubería	57
Imagen 33. Ajuste de la cabeza	58
Imagen 34. Palanca de cierre	60
Imagen 35. Cálculo de bisagras	62
Imagen 36. Unión tubo-bisagra	68
Imagen 37. Dimensionamiento de cadena	69
Imagen 38. Dimensionamiento aditamento	69
Imagen 39. Dimensionamiento del piñón	71
Imagen 40. Cuñas cuadradas	73
Imagen 41. Perno expansivo	73

Imagen 42. Instalación anclaje metálico de expansión 1	74
Imagen 43. Instalación anclaje metálico de expansión 2	74
Imagen 44. Cargas aplicadas en soporte de puerta de ingreso	76
Imagen 45. Resultados de desplazamiento perfil 1 ½"	77
Imagen 46. Tensión de Von Misses para un perfil 1 ½"	78
Imagen 47. Análisis de deformación del eje de la puerta de ingreso	79
Imagen 48. Análisis tensión del soporte de la puerta de ingreso 2"	79
Imagen 49. Factor de seguridad 2"	81
Imagen 50. Apoyos en la estructura para las plataformas	82
Imagen 51. Resultados de tensión de Von Mises de la estructura	83
Imagen 52. Resultados de deformación de la estructura	84
Imagen 53. Análisis de tensión apoyos soldados de 1 x 1/2 x 3/16"	85
Imagen 54. Desplazamiento de perfil en los apoyos 1 x 1/2 x 3/16"	86
Imagen 55. Resultados a tensión de la palanca de cierre	87
Imagen 56. Resultados de deformación de la palanca de cierre 2 ¼"	88
Imagen 57. Desplazamiento de palanca de 2 ½ x ¼"	89
Imagen 58. Tensión de Von Misses palanca de cierre 2 ½ x ¼"	90
Imagen 59. Análisis de tensión de Von Mises de la plataforma	92
Imagen 60. Análisis del desplazamiento o deformación de la plataforma	93
Imagen 61. Factor de seguridad plataforma	94
Imagen 62. Ensamble rejilla-estructura	96
Imagen 63. Ubicación rejilla-estructura	97
Imagen 64. Ensamble puerta inferior	98
Imagen 65. Ubicación puertas	98
Imagen 66. Ensamble riel-estructura	98
Imagen 67. Ubicación riel	99
Imagen 68. Ensamble puerta de ingreso	99
Imagen 69. Conjunto puerta	100
Imagen 70. Ubicación puerta de ingreso-riel	100
Imagen 71. Ubicación puerta estructura	101
Imagen 72. Ensamble freno-estructura	101
Imagen 73. Ubicación freno estructura	102
Imagen 74. Ensamble eje-estructura	102
Imagen 75. Ubicación eje-estructura	103
Imagen 76. Ensamble de disco de freno y piñón conducido	103
Imagen 77. Ubicación discos de freno y piñón	104
Imagen 78. Ensamble de transmisión	104
Imagen 79. Sistema de transmisión	105
Imagen 80. Piñones conductores	105
Imagen 81. Ubicación cadenas	106
Imagen 82. Ensamble marco de cierre superior	106
Imagen 83. Marco de cierre superior	107
Imagen 84. Instalación guarda cadena	107
Imagen 85. Guarda cadenas	108
Imagen 86. Ensamble puerta abatible	108

Imagen 87. Puerta abatible	109
Imagen 88. Ensamble tubo bisagra	109
Imagen 89. Ajuste tubo bisagra	110
Imagen 90. Ubicación puertas	110
Imagen 91. Instalación palanca	111
Imagen 92. Proceso de funcionamiento	112
Imagen 93. Posición inicial	112
Imagen 94. Accionamiento de freno	113
Imagen 95. Cierre puerta delantera	113
Imagen 96. Abrazaderas tipo Clamp	114
Imagen 97. Accionamiento puerta de ingreso	114
Imagen 98. Cierre de puerta de ingreso	115
Imagen 99. Accionamiento puerta superior	115
Imagen 100. Apriete superior	116
Imagen 101. Accionamiento puertas laterales	116
Imagen 102. Apertura puerta inferior	119
Imagen 103. Salida del bovino	119
Imagen 104. Posición final	118
Imagen 105. Rieles parte superior puerta de ingreso	119
Imagen 106. Canaletas de deslizamiento inferior	119
Imagen 107. Aplicación de espray	121
Imagen 108. Deslizamiento apriete inferior	121

LISTS DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Dimisiones de cuello	29
Cuadro 2. Resumen datos	36
Cuadro 3. Matriz de ponderación (scoring)	41
Cuadro 4. Matriz de evaluación de alternativa	43
Cuadro 5. Dimensiones máximas del brete	46
Cuadro 6. Geometría de estudio	54
Cuadro 7. Propiedades del material	54
Cuadro 8. Restricciones	55
Cuadro 9. Dimensionamiento piñón	71
Cuadro 10. Propiedades del acero	75
Cuadro 11. Datos de la pieza	75
Cuadro 12. Desplazamiento por deformación del perfil 1 ½”	77
Cuadro 13. Máxima tensión de Von Mises en un perfil 1 ½”	78
Cuadro 14. Resultados de deformación del eje de la puerta de ingreso	79
Cuadro 15. Resultados de tensión Von Mises eje de puerta de ingreso	80
Cuadro 16. Resultados de los 3 perfiles simulados	81
Cuadro 17. Datos de la estructura	82
Cuadro 18. Resultados tensión de Von Mises de la estructura	83
Cuadro 19. Resultado del desplazamiento o deformación de la estructura	84
Cuadro 20. Tensión para el perfil en los apoyos de 1 x 1/2 x 3/16	85
Cuadro 21. Desplazamiento en la estructura con apoyo 1 x 1/2 x 3/16“	86
Cuadro 22. Resultados de los 2 perfiles simulados	86
Cuadro 23. Resultados de tensión de Von Mises para la palanca de cierre	88
Cuadro 24. Desplazamiento máximo palanca de cierre	88
Cuadro 25. Desplazamiento máximo en la palanca de cierre 2 ½ x ¼	89
Cuadro 26. Resultados Tensión de Von Mises palanca de cierre 2 ½ x ¼”	90
Cuadro 27. Comparación de perfiles palanca de cierre	91
Cuadro 28. Datos de la plataforma	91
Cuadro 29. Resultados de tensión Von Mises plataforma	92
Cuadro 30. Resultados del desplazamiento o deformación de la plataforma	93
Cuadro 31. Elementos de ensamble	95
Cuadro 32. Inspecciones y tipos de falla de subsistemas	122
Cuadro 33. Periodicidad de las inspecciones	123
Cuadro 34. Costos del proyecto	124
Cuadro 35. Cuantificación del material	125
Cuadro 36. Costos por material	125
Cuadro 37. Partes complementarias	126
Cuadro 38. Cotización	126
Cuadro 39. Costo total	127
Cuadro 40. Comparación del mercado	127
Cuadro 41. Porcentaje de ahorro o competencia	127

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Acero estructural	135
Anexo B. Tubería SCHEDULE 10 con costura	137
Anexo C. Catalogo productos 2015 Menbel	139
Anexo D. Cadenas SKF	141
Anexo E. Aditamentos SKF	143
Anexo F. Piñones Intermecc	145
Anexo G. Tabla de capacidad de piñón	147
Anexo H. Especificaciones del anclaje	149
Anexo I. Planos	151

RESUMEN

El presente proyecto inició debido a la identificación del problema sobre la falta de un diseño para inmovilización de bovinos. Se realizó, el diagnóstico de la situación actual de las máquinas de inmovilización de semovientes existentes, las cuales no se adecuaban a las condiciones de las fincas ganaderas de pequeña y mediana producción en Colombia. Luego, se establecieron parámetros dimensionales, propiedades requeridas para el diseño de la estructura. Con base en lo anterior, se plantearon alternativas de diseño para el subsistema de sujeción de cabeza, procediendo a seleccionar el más adecuado. Por último, se desarrolló un diseño final de la máquina gracias a las habilidades obtenidas a lo largo de la carrera. Lo anterior, permitió culminar con el análisis de la estructura por medio del método de elementos finitos, utilizando el programa Solid Edge de simulación y corroborando de esta forma el correcto funcionamiento de la máquina.

Partiendo del diseño de la máquina se elaboraron los respectivos planos de ubicación y de diseño. De la misma forma, se hicieron los manuales correspondientes al ensamble, operación y ubicación y mantenimiento del diseño. Para finalizar, se prosiguió a hacer el análisis financiero del proyecto para establecer la viabilidad de este.

PALABRAS CLAVES: Diseño, máquina, inmovilización bovinos

INTRODUCCIÓN

A lo largo del desarrollo ganadero como actividad económica, se han creado diferentes técnicas para el manejo de bovinos de manera artesanal o poco tecnificadas. De aquí, nace la *importancia* de dar una solución efectiva a esta problemática, diseñando una estructura que permita realizar procedimientos veterinarios al ganado, sin poner en riesgo la integridad del animal o la del operario que esté llevando a cabo el procedimiento.

Considerando el problema, se han diseñado distintos elementos estructurales en países como Brasil y Estados Unidos denominados bretes, dando *origen* a una solución del problema. Grandes empresas, con capacidad adquisitiva, han implementado máquinas de madera o acero que permiten sujetar las extremidades, el cuerpo y la cabeza del bovino de manera segura. Dichas máquinas, tienen costos elevados, por lo tanto, los ganaderos de mediano o pequeño alcance productivo no pueden acceder a las mismas. Debido a lo anterior, es necesario desarrollar una máquina que se ajuste a la realidad económica colombiana y a las necesidades de las fincas de pequeña y mediana producción.

Teniendo en cuenta la importancia del desarrollo del presente proyecto, se plantea el siguiente *objetivo*: “Diseñar una máquina para la inmovilización de bovinos de diferentes edades”. El mismo se planea realizar, por medio del cumplimiento de los siguientes objetivos específicos;

- ❖ Diagnosticar la situación actual de las máquinas de inmovilización existentes en el mercado
- ❖ Establecer parámetros y requerimientos básicos para el diseño
- ❖ Plantear alternativas de diseño del subsistema de sujeción (apriete) de cabeza de los bovinos, así como de la estructura en general
- ❖ Desarrollar el diseño detallado
- ❖ Hacer análisis por el método de elementos finitos de la estructura
- ❖ Elaborar planos de ensamble y ubicación.
- ❖ Elaborar manual de operación, mantenimiento y ubicación.
- ❖ Realizar un estudio de costos del proyecto

El *alcance* del proyecto conlleva al diseño de un sistema que permita inmovilizar la cabeza de bovinos (Brahma) para realizar procedimientos veterinarios. Para este proyecto, se presenta *como limitante* el desarrollo en forma teórica, para efectos de

implementación y construcción de la máquina. Se realizarán únicamente los planos de ensamble, fabricación y ubicación de este.

El desarrollo del proyecto permitirá la apertura de un nuevo mercado en Colombia trayendo consigo otras ventajas como la disminución de los accidentes laborales al momento de realizar algún procedimiento veterinario, que ponen en peligro la integridad del operario y del animal. Así como, se dará la oportunidad a pequeños y medianos productores de ganado de tecnificar sus procesos y mejorar la productividad de sus empresas agroindustriales.

El proyecto se llevará a cabo bajo una *metodología* de diagnóstico de la situación actual y de trabajo investigativo, donde se plantearán diferentes alternativas de solución al subsistema de sujeción de la cabeza del bovino como sistema principal de inmovilización y a su vez, del diseño estructural del brete que compone el subsistema ya mencionado.

El diseño será evaluado con sus respectivos cálculos de ingeniería, por medio de un software de modelamiento y simulación, que implicará el análisis por elementos finitos, debido a que su campo de *aplicación* está enfocado a solucionar un problema que compromete la integridad de vidas animales y humanas. Finalmente, se determinará la evaluación financiera del diseño, teniendo en cuenta los costos de fabricación y el mercado en el que se pretende implementar.

1. GENERALIDADES

1.1 INMOVILIZACIÓN DE BOVINOS

Muchas fincas en la actualidad cuentan con la siguiente infraestructura para el de manejo de bovinos: corrales; embudos y mangas, pero no cuenta con algún elemento que permita inmovilizar el ganado de manera eficiente. Regularmente, en las fincas se realizan diferentes trabajos como: sujetar, derribar e inmovilizar, estos permiten realizar distintos procesos entre ellos: la castración, identificación, administración de medicamentos, curaciones, cirugías, entre otros.

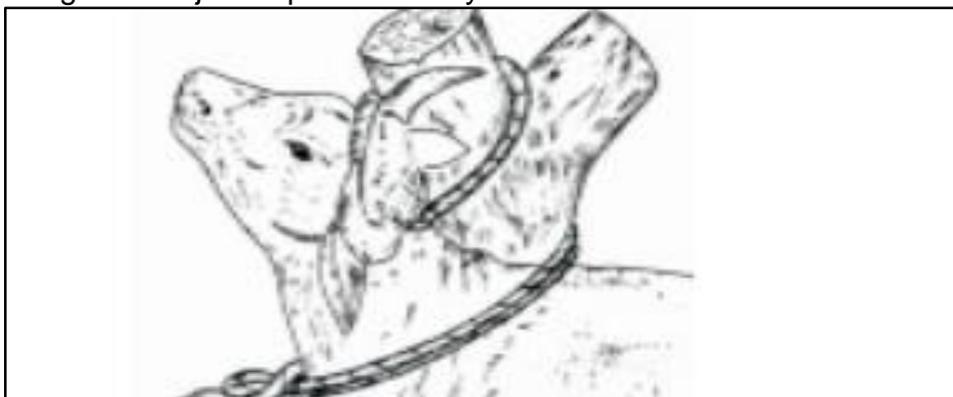
Para sujetar, derribar e inmovilizar los bovinos se deben aplicar métodos¹ prácticos, técnicos y seguros, que impliquen poco riesgo para los involucrados (animal y operario). El procedimiento de sujeción depende de: la docilidad, edad, sexo del animal, tipo de explotación y tipo de práctica a realizar.

A continuación, se explica los métodos artesanales y el brete

1.1.1 Métodos artesanales. Diferentes técnicas para inmovilizar que comprenden el uso de la fuerza del operario y el uso de instrumentos adicionales.

Los métodos más comunes en los llanos orientales pueden verse representados en la imagen 1 y la imagen 2.

Imagen 1. Sujeción por cuernos y cuello



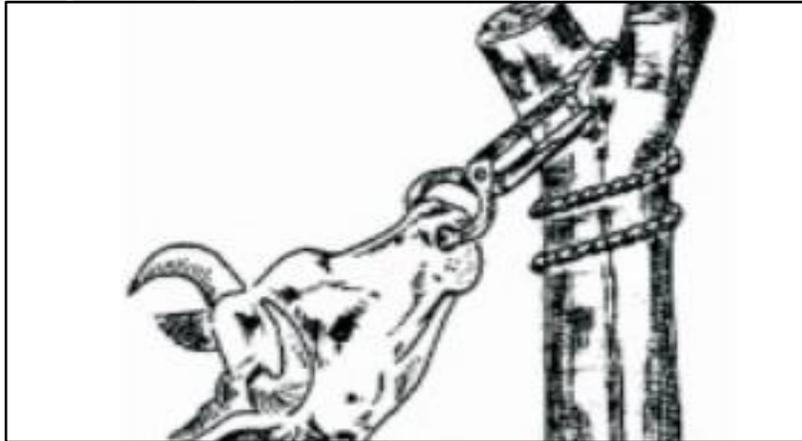
Fuente: GARAVITO y Euclides, Capacitación campesina, [En línea] <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3920/1/20061024173821_Sujecion%20de%20bovinos.pdf> [10 de octubre del 2018]

¹ GARAVITO, Euclides. Capacitación campesina (métodos de sujetar bovinos) [en línea]. 1ª ed. Bogotá abril 1985. [consultado 10 de octubre del 2018] disponible en internet: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3920/1/20061024173821_Sujecion%20de%20bovinos.pdf.

En la imagen 1 podemos ver como el animal es inmovilizado ajustando su cuello cuernos a un poste de madera comúnmente llamado botalón.

En la imagen dos se aprecia como se somete por medio de un instrumento de trabajo llamado nariguera el cual permite sujetar por la nariz, Uno de los problemas más frecuentes, debido al movimiento abrupto del mismo, es el desgarramiento del musculo de ligamiento en esa zona. aunque este método es de los menos efectivos ya que permite moverse fácilmente alrededor del botalón.

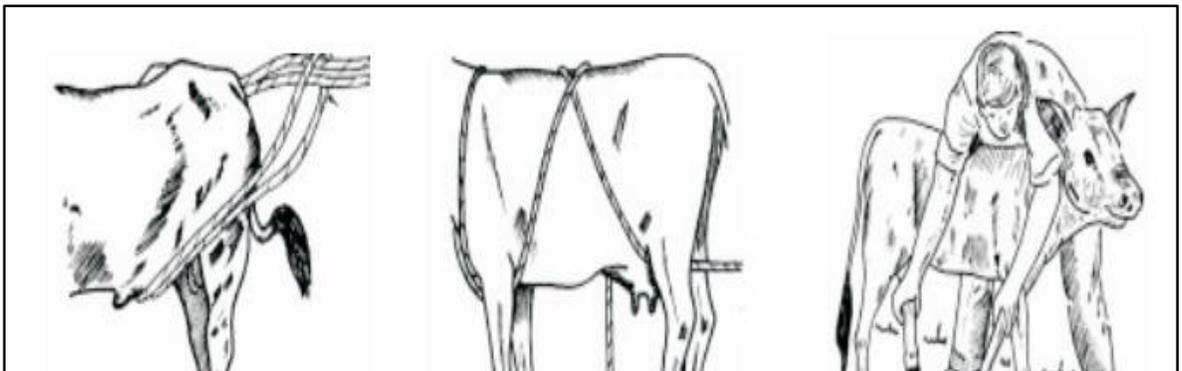
Imagen 2. Sujeción por nariz



Fuente: GARAVITO y Euclides. Capacitación campesina, [En línea] <[http://bibliotecadigital.Agronet.gov.co/bitstream/11348/3920/20061024173821_Sujecion%20de%20b ovinos.pdf](http://bibliotecadigital.Agronet.gov.co/bitstream/11348/3920/20061024173821_Sujecion%20de%20b%20ovinos.pdf)> [10 de octubre del 2018]

Otros ejemplos, de inmovilización se puede apreciar en la imagen 3.

Imagen 3. Sujeción de cuerpo y derribamiento



Fuente: GARAVITO y Euclides. Capacitación campesina, [En línea] <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3920/1/20061024173821_Sujecion%20de%20bovinos.pdf> [10 de octubre del 2018]

Los primeros dos métodos en la imagen 3. son a partir de sogas con las cuales se induce a que el bovino caiga de costado, aunque estos métodos se vuelven complejos requiriendo a una persona hábil en el uso de la soga.

El método más común para la sujeción de bovinos es el derribamiento, representado en el método 3 de la imagen 3, que requiere la fuerza del operario para someter al animal, con lo cual se impide completamente el movimiento del animal al amarrar las extremidades después del derribamiento. Esto causa laceraciones al animal debido al movimiento de las cuerdas de sujeción, de igual forma es un método que pone en riesgo la integridad del trabajador.

1.1.2 Brete. Un brete ganadero tiene la función de inmovilizar al ganado de manera segura, tanto para el animal como para la persona que va a realizar el procedimiento, facilitando la realización de ciertos procedimientos como la vacunación y la inseminación. En general, lleva al mejoramiento de la salud y bienestar del animal y del operario.

Imagen 4. Brete acero



Fuente: BASCULAS MEDIGAN S.A.S. Bretes ganaderos [En línea] <<https://www.basculasmedigan.com/brete-ganadero-cual-es-la-funcion/>> [25 de noviembre de 2018]

Los semovientes son inmovilizados de manera adecuada, gracias a la utilización de los bretes. Además, evitar estrés adicional a los animales y contribuye al ahorro de tiempo.

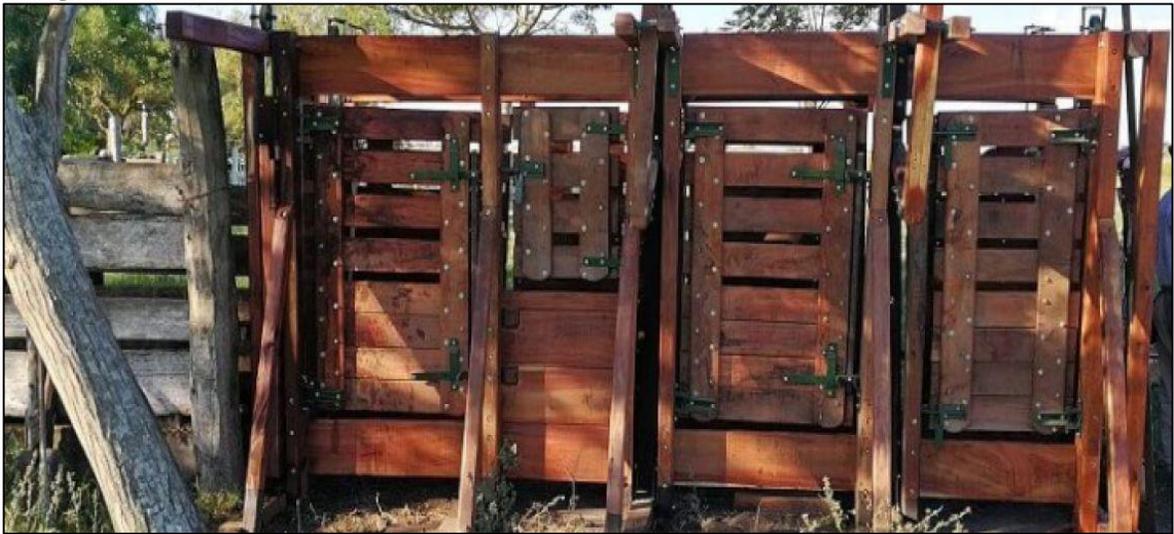
El bienestar y confort del animal mejora con la utilización de bretes ganaderos². El brete no sólo hace alusión al trato que se tiene con los animales, sino la manera en

²BASCULAS MEDIGAN S.A.S, Bretes ganaderos [En línea] <<https://www.basculasmedigan.com/brete-ganadero-cual-es-la-funcion/>> [25 de noviembre de 2018]

la que son sometidos a dichos procedimientos. El brete, es un dispositivo ideal como herramienta de inmovilización de ganado, que contribuye al ahorro de tiempo para los productores ganaderos.

Los bretes pueden ser fabricados con madera o acero. Una de las grandes desventajas que tienen estas máquinas de inmovilización en madera es su elevado costo y peso. Por su peso, dicho mecanismo de inmovilización dificulta el transporte de la estructura. Por la razón anteriormente expuesta, el brete de madera no ha funcionado en el mercado colombiano como en otros países.

Imagen 5. Brete de madera



Fuente: RINCON DEL NORTE. Brete Completo Para Manejo De Hacienda [En línea] <<https://www.elrincondelnorte.com/productos/brete-completo-para-manejo-de-hacienda/>> [10 de diciembre de 2018]

1.1.2.1 Ventajas del uso de bretes. La gran ventaja de estas estructuras es la reducción de accidentes de los animales. Los académicos ³han concluido que el comportamiento animal cuando se realizan procedimientos como los mencionados anteriormente es imprevisible.

La imprevisibilidad puede aumentar cuando estos son más ariscos y están poco acostumbrados con la presencia humana.

Otra de las ventajas del brete, es la reducción del estrés que puede llegar a sufrir el animal a lo largo del proceso veterinario, pues permite que el proceso sea realizado con mayor rapidez y eficiencia

³ CONTEXTO GANADERO. Artículo sobre el comportamiento de las vacas [En línea] <<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/5-factores-que-alteran-el-comportamiento-de-las-vacas>> [10 de agosto del 2019]

1.2 PROCEDIMIENTOS VETERINARIOS EN BOVINOS

En una finca de producción ganadera se encontrarán procedimientos rutinarios, los cuales se realizan a todo el ganado periódicamente y otros que consisten en operaciones específicas.

Estos procedimientos veterinarios se pueden dividir en dos:

- ❖ Procedimientos en terneros (menor a 1 años)
- ❖ Procedimientos en animales mayores a 1 años

1.2.1 Procedimiento en terneros. Son los mas comunes a realizar a corta edad aunque algunos de ellos pueden llevarse a cabo después de su desarrollo físico.

1.2.1.1 Vacunación. Es un medio de protección contra las enfermedades que puede presentar el ganado. La vacunación es una práctica, mediante lo cual el Instituto Colombiano Agropecuario ICA obliga a los ganaderos a vacunar⁴ hasta dos veces al año el ganado. Esta operación, se realiza a nivel intramuscular o subcutáneo como lo muestra la imagen 6.

Imagen 6. Vacunación de ganado bovino



Fuente; vacunación de ganado bovino, [En línea] < <http://elproductor.com/articulos-tecnicos/articulos-tecnicos-salud-animal/vacunacion-de-ganado-bovino/> > [20 de noviembre de 2018]

Es necesario que el cuerpo del animal se inmovilice, de lo contrario podrá sufrir lesiones el bovino y el operario. La vacunación contra Fiebre Aftosa y la brucelosis

⁴ASOCEBU COLOMBIA. Plan sanitario. Vacunación (2017) [En línea] <<http://www.asocebu.com/index.php/blog/2014-08-27-14-06-32>> [6 de noviembre del 2018]

es obligatoria. Adicionalmente, es importante inyectar con vitaminas a los bovinos periódicamente y aplicar igualmente antibióticos. Los ganaderos se han visto impulsados a aumentar el consumo de bretes debido a que, dicha estructura hace más ágil y eficaz la operación.

1.2.1.2 Destete. Este procedimiento se utiliza para separar intencionalmente a la cría de la madre. Se inmovilizan el cuerpo y la cabeza para luego introducir en la nariz un anillo, impidiendo a la cría tomar leche de la ubre, generalmente la pieza utilizada es la que se encuentra representada en la imagen 7. El proceso se hace entre los 8 y 12 meses.

Imagen 7. Anillo de destete



Fuente; MIL ANUNCIOS, anillo de destete, [En línea] <<https://www.mlanuncios.com/vacas/anillo-destete-plastico-284157552.html>> [20 de noviembre de 2018]

1.2.1.3 Descorne y topizado. Esta práctica consiste, en detener el crecimiento de los cuernos, lo que evita riesgos futuros en el manejo de ganado. Dicho método, se puede realizar mediante la utilización de químicos, como la pasta caustica, que es aplicada en el botón de crecimiento del cuerno o por métodos físicos, en los cuales se corta y cauteriza por medio de un sistema eléctrico o un hierro candente.

Para llevar a cabo este procedimiento, se debe inmovilizar el cuerpo y la cabeza. Se puede realizar tan pronto comienzan a aparecer o en algunos casos en la adultez.

1.2.1.4 Marcaje. Es necesario realizar este proceso para tener un control detallado del ganado que incluya los siguientes datos: lugar de origen, información de crecimiento, reconocimiento de propietario, entre otras. Es posible realizar el mismo, por medio de tatuajes, agujeros en la oreja o marcación por medio de calor en el cuerpo del animal, como se ve en la imagen 6. Para ejecutar esta operación el

animal debe estar inmovilizado en totalidad; pues de lo contrario, no será posible hacerlo de manera efectiva. el proceso se lleva acabo normalmente antes del primer año.

Imagen 8. Hierro caliente



Fuente:IDENTIFICACION DE GANADO VACUNO Y BUFALINO, Hierro caliente. [En línea] <<http://identificaciondeganadovb.blogspot.com/2012/06/hierro-caliente.html>> [20 de noviembre de 2018]

1.2.2 Procedimientos en bovinos adultos o mayores a un año.

1.2.2.1 Procedimientos quirúrgicos. Dentro de estos, podremos incluir operaciones veterinarias como la castración de los novillos y el procedimiento de entablillar una extremidad partida, entre otras.

1.2.2.2 Inseminación. Para inseminar⁵ es necesario inmovilizar el cuerpo del animal y las patas traseras. Después se procede a tomar una pajilla que contiene el semen extraído de un toro con características idóneas y se lleva al lugar ideal dentro del aparato genital de la hembra, gracias a un aplicador. Todo esto, con fines de conseguir una cría de raza superior.

Este procedimiento se puede realizar a partir de los 16 meses o más dependiendo del desarrollo físico del animal, según se considere que puede soportar el parto.

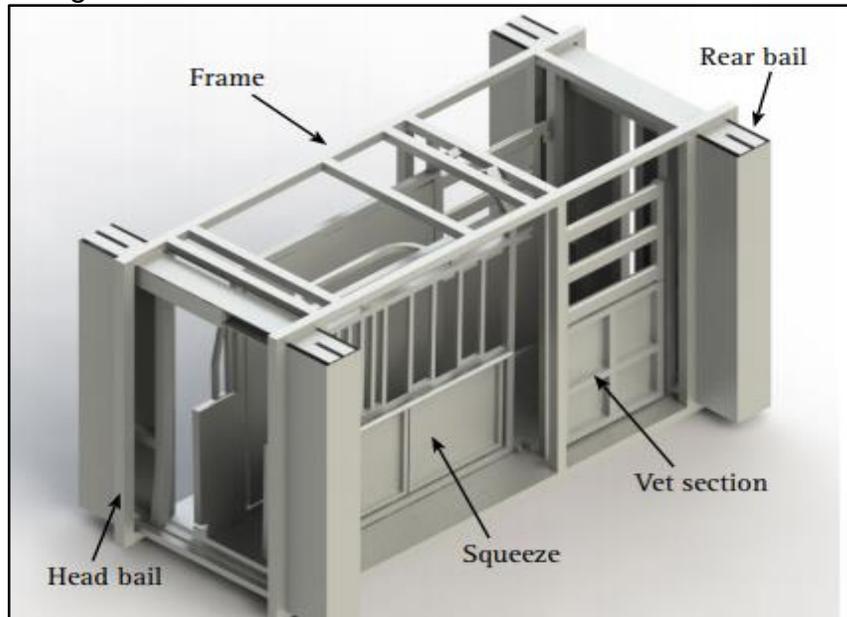
⁵ AGROCOR. Curso teórico practico de inseminación artificial en bovinos, (2011) (marcaje) [En línea] <<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6922/636213O65.pdf?sequence=1>> [18 de noviembre del 2018]

2. PARÁMETROS Y REQUERIMIENTOS BÁSICOS

2.1 COMPONENTES DE UN BRETE

Para el diseño⁶ de un brete se deben tener en cuenta cinco elementos, que permitirán la construcción debida del mismo. Estos elementos están identificados en la imagen 9.

Imagen 9. Elementos de un brete



Fuente: CATTLE CRUSHES. Diseño y construcción. [En línea] <<https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/researchanddevelopment/program-areas/feeding-finishing-and-nutrition/feedlot-design-manual/025-cattle-crushes-20160401.pdf>> [18 de octubre del 2018]

Los elementos son los aquí presentados:

- ❖ Baranda delantera (*Head bail*): La baranda o compuerta frontal se utiliza para atrapar y restringir al animal. Puede ser operada manualmente mediante una palanca o por un control automático. Usualmente, se diseñan en V para facilitar la sujeción y graduación del animal de acuerdo con sus dimensiones.
- ❖ Baranda trasera: (*Rear bail*): La compuerta trasera se cierra en el momento en que el bovino ya fue ajustado por la compuerta frontal. Su principal función es

⁶ CATTLE CRUSHES. Diseño y construcción. [En línea] <https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/research-and-development/program-areas/feeding-finishing-and-nutrition/feedlot-design-manual/025-cattle-crushes-2016_04_01.pdf3333> [18 de octubre del 2019]

evitar accidentes generados por movimientos bruscos en las extremidades del animal.

- ❖ Apriete (*squeeze*): Este subsistema se encarga de asegurar completamente la retención del animal, el cual se realiza por medio de un sistema mecánico.
- ❖ Marco (*frame*): Hace referencia a la estructura general que comprende el subsistema de sujeción de la cabeza del bovino.
- ❖ Sección de veterinaria (*vet section*): Son las compuertas de la parte exterior del brete que permitan realizar cualquier procedimiento veterinario.

La construcción de los bretes también deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ❖ Operación silenciosa: Se debe tener en cuenta el choque metal-metal, ya que es un factor que puede afectar las condiciones del animal y generar dificultades al momento de realizar algún procedimiento veterinario.
- ❖ Facilidad de limpieza
- ❖ Facilidad de mantenimiento
- ❖ Facilidad de operación: Muchas de las partes móviles y mecánicas se deben diseñar de tal forma que sean fáciles de operar o manejar.
- ❖ Medidas de prevención contra la oxidación: galvanizado, revestimiento inferior y pintura anticorrosiva
- ❖ Capacidad de agregar elementos adicionales: El diseño del brete posee muchas partes que son removibles dependiendo del tipo de trabajo que se realice. Por ello, se debe diseñar de tal manera, en que se facilite la movilidad de los aditamentos considerados como necesarios para cada tarea

2.2 ESPECIFICACIONES MÍNIMAS DE UN BRETE

2.2.1 Requerimientos dimensionales. La siguiente información fue recopilada con la guía de manuales de fabricación de corrales, estudios de crecimiento bovinos y datos tomados en campo.

Se utilizaron datos recopilados por estudios de crecimiento en Colombia, en la Facultad de ciencias agropecuarias de la Universidad de la Salle. Se comparó con medidas obtenidas en otros países, identificando la altura y longitud corporal aproximada. Tabla 1.

Tabla. 1 dimensiones bovinas

Parámetro	Mm
Altura a la cadera	1580
Longitud corporal	1940

Fuente: FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS UNIVERSIDAD DE LA SALLE, [En línea], <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20829/13082042_2016.pDf?sequence=1&isAllowed=y>. [20 de abril del 2019] Modificado por el autor.

Según diferentes manuales de fabricación de corrales, las medidas recomendadas para el dimensionamiento de la estructura. Con el fin, de estandarizar los bretes para su correcta instalación en cualquier corral se deben tener en cuenta las dimensiones expuestas en la Tabla 2.

Tabla 2. Dimensiones de corrales

Dimensión	Mm
Altura	1600-1800
Ancho	700

“Fuente: ARTÍCULO CONTEXTO GANADERO. [En línea] <<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/recomendaciones-en-diseno-de-corrales-para-el-manejo-de-ganado>> [26 de marzo del 2019] Modificado por el autor.

Uno de los parámetros a considerar, es el material que va a recubrir el apriete que va a la parte del cuello del animal, permitiendo que se logre un mejor ajuste y aumente la eficiencia de las condiciones de trabajo para el mismo.

Cuadro 1. Dimensiones del cuello

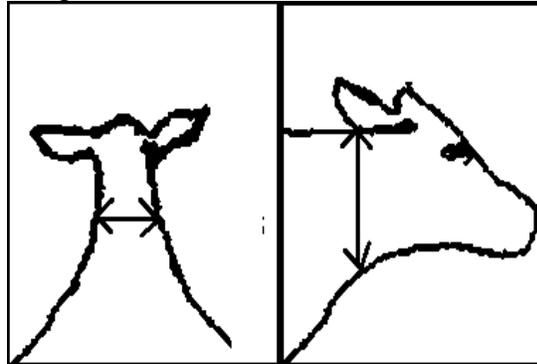
DATOS OBTENIDOS				
Parámetro	Longitud máxima	Ancho máximo	Longitud mínima	Ancho mínimo
mm.	320	160	150	130

Fuente: elaboración propia

Se realizaron medidas en una muestra del ganado en Colombia, que permitieron determinar las dimensiones mínimas y máximas (cuadro 1) para el subsistema de apriete del cuello (imagen 10). Para obtener estas medidas, se inmovilizaron

diferentes bovinos, se escogieron los de mayor y menor dimensión con el fin de obtener las medidas necesarias con las cuales se podría diseñar la máquina.

Imagen 10. Medición del cuello



Fuente: elaboración propia

En Colombia encontrarán diferentes razas de bovinos con diferentes pesos máximos. Las razas más representativas se pueden evidenciar en la tabla 3.

Tabla 3. Peso de bovinos

Razas	Peso en kg
Gyr	800
Brahmán	1000
Holstein	1000
Normando	750

Fuente: ARTICULO CONTEXTO GANADERO. Informe especial: Conozca las 5 razas bovinas más representativas de Colombia [en línea] <<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/informe-especial-conozca-las-5-razas-bovinas-mas-representativas-de-Colombia>>. [10 de marzo del 2019] Modificado por el autor.

2.3 MATERIALES

Los materiales empleados para el diseño de bretes usualmente son la madera y el acero. La madera ha sido uno de los elementos de construcción más empleados durante el desarrollo de la humanidad debido a que es sostenible su producción para ser utilizado en el sector de la construcción, posee una notable ligereza (densidad entre 100 y 1300 kg/m³) y, óptima relación peso/rendimiento⁷.

⁷ISSN: 1657-Universidad Católica de Colombia, Cedeño Valdiviezo Alberto La madera. ¿Una alternativa para proteger el medioambiente? Revista de Arquitectura, vol. 15, enero-diciembre, 2013, pp. 111-1

Hoy se conocen mejor las características específicas de la madera y, por tanto, cómo utilizarla mucho más eficientemente que en el pasado, tiene una posición más privilegiada en relación con materiales alternativos industrializados, posición que la gestión sostenible para la planificación de los recursos le ha permitido asumir. El mejoramiento en los preservadores permite considerar usos de la madera que antes no se contemplaban.

Por otro lado, el acero estructural (galvanizado) Anexo A, en la industria del diseño ha identificado una serie de ventajas relacionando las siguientes características con las siguientes características: Alta resistencia, Uniformidad, Durabilidad, Ductilidad, Tenacidad.

Otras ventajas importantes del acero estructural son:

- ❖ Facilidad para ensamblaje de elementos como son la soldadura, los tornillos y los remaches.
- ❖ Rapidez de montaje.
- ❖ Muchos de elementos están estandarizados o prefabricados
- ❖ Posible reutilización después de desmontar una estructura.

Una de las desventajas a considerar en este proyecto es la corrosión por oxidación, debido a las condiciones climatológicas a las que estará sometida la estructura. Una contramedida para esta afectación del material corresponde al uso de acero galvanizado.

2.4 MEDIOS DE UNIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Uniones atornilladas: constituidos por tornillos, tuercas, y arandelas. Estos, deberán estar normalizados y corresponder a los mismos grados del material que unen: límite elástico y resistencia a tracción. Los tornillos⁸ son conexiones rápidas utilizadas en estructuras de acero livianas, para fijar chapas o para perfiles conformados de bajo espesor (steel framing). Las fuerzas que transfieren este tipo de conexiones son comparativamente bajas, por lo que normalmente se tienen que insertar una cantidad mayor de tornillos

⁸Arquitectura en Acero es un sitio patrocinado por ALACERO (Asociación Latinoamericana del Acero) [en línea] www.alacero.org <http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/uniones-y-conexiones>. [3 de noviembre del 2019]

Uniones soldadas: Un acero se considera soldable según un grado (con costura o sin costura) el cual determina un procedimiento determinado que está establecido para una aplicación específica. Mediante una técnica apropiada se puede conseguir la continuidad metálica de la unión y hacer que ésta cumpla con las exigencias requeridas.

El material de aportación utilizable para la realización de soldaduras¹⁰ (electrodos) deberá ser apropiado para el proceso de soldeo, teniendo en cuenta el material a soldar y el procedimiento. Además, el material deberá tener unas características mecánicas, en términos de límite elástico, resistencia a tracción y deformación bajo carga máxima, entre otros. No podrán ser inferiores a las correspondientes al material de base que constituyen los perfiles o chapas que se pretenden soldar.

Métodos de soldadura:

- ❖ Soldadura manual con electrodo recubierto, con recubrimientos de tipo rutilo o básico.
- ❖ Soldadura semiautomática bajo protección gaseosa, con hilo macizo tubular relleno de flux.
- ❖ Soldadura semiautomática con hilo tubular relleno de flux, sin protección gaseosa.
- ❖ Soldadura automática con arco sumergido.
- ❖ Soldadura TIG

Los problemas en la soldadura⁹ de los aceros galvanizados están, en la mayoría de los casos, relacionados con el propio metal de soldadura, especialmente la tendencia al agrietamiento en caliente en una solidificación total o predominantemente austenítica. Con los inoxidable austeníticos más comunes, estos problemas disminuyen ajustando la composición del metal de aporte para conseguir un contenido de ferrita significativo. Para los inoxidable austeníticos de mayor aleación, donde es necesario utilizar un metal de aporte de base níquel y la solidificación austenítica es inevitable, el problema se resuelve con un aporte térmico bajo, siendo necesarias un gran número de pasadas para completar la soldadura.

Una de las ventajas de utilizar este tipo de soldadura es:

⁹ ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. Tesis de grado año 2016, [en línea] <<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9182/387018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [9 de septiembre del 2019]

- ❖ Baja temperatura de fusión
- ❖ Bajo coeficiente de conductividad térmica
- ❖ Alto coeficiente de expansión térmica
- ❖ Mayor resistencia eléctrica

Dentro de las consideraciones¹⁰ generales los electrodos para el soldeo de los aceros inoxidable son siempre revestidos en los procesos de arco. El revestimiento protege el baño de fusión de la contaminación por el aire, evitando la oxidación del cromo y produciéndose soldaduras sanas y resistentes a la corrosión. Además, actúa como agente estabilizador, ayudando a mantener el arco y permitiendo un transporte uniforme del metal de aportación hacia el baño de fusión.

La escoria procedente de la fusión del revestimiento del electrodo se deposita sobre la superficie del cordón de soldadura y debe limpiarse posteriormente, antes del depósito de nuevas pasadas. Para obtener buenas soldaduras el alma de electrodo debe ser de contenido en carbono lo más bajo posible. También es conveniente que el revestimiento esté libre de elementos indeseables.

Para todas las operaciones de soldadura, el área de soldadura se debe limpiar y estar libre de todo material extraño, aceite, pintura, suciedad, etc. El arco de soldadura debe ser tan corto como sea posible, cuando se utiliza cualquiera de los procesos de arco. Este método de soldadura de acuerdo con la investigación realizada será el más adecuado ya que no compromete la integridad del material a utilizar debido a sus bajas temperaturas al momento de realizar el cordón de soldadura

2.5 SISTEMA DE ANCLAJE

Uno de los aspectos a considerar, es el sistema de anclaje o empotramiento que se le da al brete. Se requiere, un sistema que permita su montaje e instalación de manera sencilla.

Placas de anclaje: Las placas de anclaje son elementos estructurales que se emplean para unir los soportes metálicos a la cimentación. Tienen como objeto, hacer la transición del acero al hormigón, sin que en ningún punto se sobrepasen las tensiones admisibles en este material.

¹⁰ SAVEDRA, Alexander. Documento publicado por ingeniero Alexander Savedra metalúrgico de la universidad de santo domingo [en línea] <http://www.alexandersaavedra.com/2010/02/soldadura-de-aceros-inoxidables_02.html> [23 de marzo del 2019]

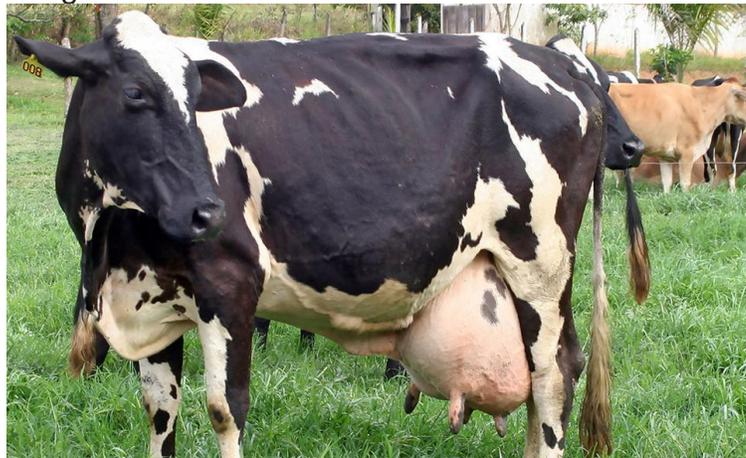
El material que constituye el cimient, denominado hormigón, es menos resistente que el acero, por lo que la base debe ampliar la sección del soporte de acero hasta conseguir una superficie adecuada de contacto con el hormigón. Para que así, la transmisión de esfuerzos de un material a otro sea lo más uniforme posible.

La placa de anclaje debe estar sujeta al cimient mediante unos pernos de anclaje, que quedan embebidos en el hormigón. Al ser fraguados se endurecen y trabajan por encima de su adherencia.

2.6 RAZAS DE BOVINOS EN COLOMBIA

2.6.1 Raza de ganado Holstein. El Holstein¹¹ o raza frisona se destacan por su alta producción de leche, carne y su buena adaptabilidad. Estas características hacen que sea adoptada en ganaderías de numerosos países, siendo actualmente la raza más común en todo el mundo, en lo que respecta a granjas para la producción vacuna de leche. Una de las principales características de este animal, con respecto a sus dimensiones, al nacer pesan 40 kg y en su vida adulta las vacas de esta denominación llegan a pesar aproximadamente 600 kg y los toros 1000 kg.

Imagen 11. Ganado Holstein



Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION, GOBIERNO DE ESPAÑA. Catalogo oficial de razas [en línea] <<https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo/integrada-espana/bovino/frisona/default.aspx>> [20 de febrero del 2019]

¹¹ MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION. GOBIERNO DE ESPAÑA [en línea] <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo/integrada-espana/bovino/frisona/default.aspx> [20 Febrero del 2019]

Sus diferencias con respecto al ganado Brahman se evidencian respecto a las dimensiones corporales de este tipo de bovino ya que son más pequeñas, lo cual permite que el diseño del brete para la inmovilización de bovinos se ajuste a las dos principales razas que se manejan en Colombia

2.6.2 Raza de ganado Brahman. El Brahman¹² es ideal para la producción de carne en países de condiciones tropicales. Es utilizado como una opción válida para la producción de leche, en especial en sistemas de doble propósito al cruzarlo con ciertas razas bovinas especializadas. La exitosa expansión de la genética Brahman no solo ha beneficiado a los criadores de puro, sino que además, los ganaderos comerciales han recibido el beneficio directo al implementar programas de cruzamiento entre raza. Con lo anterior, se han logrado nuevos estándares de calidad y rentabilidad. Actualmente, es una de las razas más utilizadas Colombia.

Imagen 12. Ganado Brahman



Fuente: ZOOTECNIA Y VETERINARIA, Ganado brahmán. [En línea] <<https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/razas-bovina/la-raza-de-ganado-brahman/>> [15 de enero de 2018]

El ganado vacuno de raza Brahmán, alcanza un desarrollo superior al de las razas europeas en las regiones tropicales. Lo anterior es debido a que, se desarrolla con rapidez y continúa su crecimiento hasta que tiene 5 ó 6 años. En condiciones normales, las vacas alcanzan un peso aproximado de 540 kg y los toros de 1000 kg. Los criadores intentaron por medio de cruces con otro tipo de bovinos han logrado superar ciertos defectos que solían atribuírsele a la raza, como el carácter enérgico que puede ser un problema si no se manejan cuidadosamente. De igual

¹² KEVIN GONZALEZ. Zootecnia y veterinaria, La raza de ganado brahmán. 1 abril, 2017 [en línea] <https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/razas-bovina/la-raza-de-ganado-brahman/> [31 de octubre del 2018]

forma, se debe tener en cuenta al momento de diseñar el empotramiento de la máquina al concreto.

Las características de esta raza se enuncian a continuación:

- ❖ El peso de la vaca es entre 550 kg a 650 kg y el del toro es de 1000 kg
- ❖ El peso de los terneros al nacer oscila entre 30 y 38 kg
- ❖ La edad al primer parto se enmarca entre los 36 a 40 meses
- ❖ La longevidad de la vaca supera los 12 años

Esta raza, como se mencionó previamente, se ha venido cruzando con distintas razas de bovinos para obtener mejores resultados en cuanto a su docilidad. En razón a sus dimensiones y características, solo se tendrá en cuenta esta raza para los cálculos de los esfuerzos que generarían sobre la estructura a diseñar.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los diferentes parámetros a considerar para la respectiva selección de las alternativas y diseño de la estructura. Cuadro 2.

Cuadro 2. Resumen datos

Variables por considerar		Mínimo	Máximo
CARACTERIZACIÓN BOVINOS			
1	altura a la cadera	800 mm	1580 mm
2	ancho de cuello	130 mm	160 mm
3	Peso del animal	300 KG	1000 KG
4	ancho del animal	400 mm	800 mm
5	longitud del animal	1000 mm	1940 mm
6	alto del animal	1000 mm	1600mm – 1800mm
MATERIAL		NA	NA
1	Acero galvanizado	NA	NA
2	acero inoxidable	NA	NA

Fuente: elaboración propia.

3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el siguiente capítulo se evaluará las alternativas planteadas por los exponentes por medio del método scoring donde a través de variables claras permite identificar el diseño más favorable a realizar, se abordará las tres alternativas explicando cada una de ellas y su funcionamiento, a continuación, están el nombre y orden en el cual se mostrarán.

- ❖ Puerta corrediza en V
- ❖ Apriete horizontal
- ❖ Apriete vertical (guillotina)

3.1 ALTERNATIVAS DE SUJECIÓN DE LA CABEZA DEL ANIMAL

A continuación, se presentarán los diseños preliminares mostrando diseños ya utilizados que servirán de partida, a partir de esto se continúa mostrando las alternativas a evaluar correctamente

3.1.1 Alternativa 1. Puerta corrediza en V: este sistema de sujeción de la cabeza de los bovinos consiste en un cabezal en forma de V, en donde reposará la parte superior del animal en la parte inferior de la estructura. Imagen 13

Imagen 13. Modelo V de sistema de sujeción de la cabeza



Fuente: REVUELTA. prensa ganadera. [En línea]. <<http://www.revuelta.com.mx/basculas-y-soluciones-de-pesaje/prensa-ganadera>> [30 de mayo del 2019]

Su funcionamiento se da deslizando la puerta en posición de operación, se permite el ingreso del animal y por medio de una palanca de accionamiento mecánico sujeta la parte superior del animal y lo inmoviliza totalmente, asegurando que no se comprometa su integridad al momento de realizar cualquier procedimiento veterinario. Al momento de desmontar al animal de la estructura se requiere de un operario externo que lo retire del cabezal y permita que el bovino pueda salir del sistema y se abre la puerta corrediza. El material en que se construyen este tipo de bretes más robustos es de acero inoxidable lo cual incrementa el precio de la maquina el cual ronda por los trece millones de pesos colombianos.

3.1.2 Alternativa 2. Apriete horizontal: Combina el sistema de sujeción en V y el sistema de apriete por prensado, al ingresar el bovino al sistema se acciona un mecanismo que cierra la compuerta en la parte superior atrapando al bovino en una de las dos posiciones como se ve en la Imagen 14, al final del trabajo se acciona nuevamente para que vuelva a su posición abierta y permita al animal continuar.

Imagen 14. Sujeción por apriete horizontal



Fuente: PREFIERT. Squeeze Chutes - Model S04 [en línea]. <<https://www.priefert.com/products/squeeze-chutes-and-accessories/squeeze-chutes-model-s04>> [29 de mayo del 2019]

El sistema cuenta con muy poca eficiencia de apriete debido a que el bovino puede escapar fácilmente de la estructura. De igual forma, debido al enfoque del proyecto este sistema no aplica para bovinos de temprana edad. El material de estos bretes es de acero galvanizado recubierto con pintura epóxica.

Es uno de los primero en ser implementados en el mercado y cuenta con una gran variedad de fabricantes que han optado por diseñar el sistema de sujeción por este método.

3.1.3 Alternativa 3. Apriete vertical (guillotina): este sistema es un diseño que se realizó teniendo como referencia los distintos tipos de sujeción de la cabeza que existen en el mercado, principalmente un sistema de guillotina el cual es muy utilizado en la industria del sacrificio de ganado¹³ (imagen 15). Se usará un sistema de piñón cadena el cual permitirá ajustar la parte superior del subsistema, el sistema inferior podrá ajustarse a la altura del bovino por medio de unos pines de ajuste.

Imagen 15. Sistema guillotina de sacrificio



Fuente: MECANOVA, Box ritual vacuno, [En línea]. <<https://www.mecanova.es/es/mataderos/mataderos-de-vacuno/aturdido-y-sangrado-vacuno/box-rotativo-ritual-vacuno>> [26 de Mayo del 2019]

El diseño se tomó como referencia a su facilidad para sujetar el bovino por el cuello inmovilizándolo en totalidad sin importar el tamaño del animal, esto es debido a que la altura a la cual atrapa al animal se varía dependiendo de este. Este sistema permitiría el trabajo a diferentes edades y tamaño.

Este sistema de guillotina permite ajustar de manera gradual la altura para cualquier tipo de dimensión que posea el semoviente. El material de construcción propuesto

¹³MECANOVA. box ritual vacuno. [en línea] <<https://www.mecanova.es/es/%20mataderos/mataderos-de-vacuno/aturdido-y-sangrado-vacuno/box-rotativo-ritual-vacuno>> [26 de mayo del 2019]

será en acero galvanizado con una pintura epóxica que recubra el material y evite la corrosión por oxidación que se pueda generar en donde se requiera la estructura, este material es mucho más económico en comparación del acero inoxidable. Posee una gran simplicidad de uso ya que es desplazar de manera vertical el sistema para llevar a cabo su función.

3.2 MÉTODO DE EVALUACIÓN

Para la selección de la alternativa más viable se utilizará el método de ponderación (scoring), este método permite identificar una alternativa, cuando haya un problema de decisión multi-criterio.

El método cuenta con las siguientes etapas para lograr una decisión acertada;

1. Identificar la hipótesis del problema.
2. Definir las alternativas.
3. Definir los criterios para la toma de la decisión.
4. Asignar una ponderación en una escala de 1 a 5, para cada uno de los criterios.

Tabla 4. Valores de ponderación

ESCALA	IMPORTANCIA
1	No afecta
2	Poco importante
3	Moderada
4	Importante
5	Muy importante

Fuente: elaboración propia

Establecer en una escala de 7 puntos, donde se medirá cuanto satisface cada alternativa el criterio a evaluar.

Tabla 5. Valores de satisfacción

ESCALA	DEFINICION
1	Extra bajo
2	Bajo
3	Muy bajo
4	Medio
5	Alto
6	Muy alto
7	Extra alto

Fuente: elaboración propia

Calcular el puntaje para cada alternativa. Este cálculo se realizará con base al siguiente modelo;

$$S_j = \sum_i w_i r_{ij}$$

Donde:

- ❖ s : Puntaje de la alternativa.
- ❖ w : Ponderación para cada criterio.
- ❖ r : Escala de la alternativa en función del criterio.

Ordenar las alternativas de acuerdo con su puntuación, donde la de más alto puntaje será la opción por elegir.

El siguiente cuadro muestra un ejemplo de cómo se debe realizar la matriz;

Cuadro 3. Matriz de ponderación (scoring)

Criterio	Ponderación	alternativa 1	Alternativa	Alternativa n
CRITERIO 1	X	Y	Y	Y
CRITERIO 2	X	Y	Y	Y
CRITERIO n	X	Y	Y	Y
TOTAL PUNTUACIÓN		A	B	C

Fuente: Elaboración propia

3.3 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Se realizará la matriz de ponderación para la selección de alternativas, la cual consistirá en comparar, evaluar y seleccionar el subsistema de sujeción del cabeza más adecuado para el desarrollo estructural del proyecto.

3.3.1 Criterios. Para evaluar las alternativas se tendrá en cuenta la siguiente lista de criterios que deben satisfacerse en su totalidad para que sea un diseño de sistema de evacuación y limpieza innovador, económico y viable.

- ❖ Ajustabilidad: la capacidad de la máquina de permitir trabajar con ella cualquier tipo de raza, y que se ajuste a las diferentes edades del bovino, es un criterio que define el proyecto por lo tanto se requiere que se cumpla.

- ❖ Simplicidad de uso: debe ser fundamental que la alternativa a elegir sea de fácil uso y no involucre un sistema complejo de funcionamiento, debido a que será operado por personal de las fincas en donde se implementará el proyecto
- ❖ Eficiencia sistema de apriete: el diseño deberá ser eficiente teniendo en cuenta que se debe mejorar la calidad de vida del animal y asegurar la integridad del operario, aumentando la productividad de la finca permitiendo realizar en menos tiempos y de manera segura cada proceso.
- ❖ Costos: el enfoque que se le dio al proyecto corresponde a fincas de mediana y pequeña producción, por lo que se debe tener en cuenta que cada subsistema requiere más especificaciones; por ejemplo, algunos requieren para su fabricación más material que otro o elementos externos que podrían incrementar el precio del sujetador.

Para cada uno de los criterios se le da su respectiva ponderación de acuerdo con la escala definida anteriormente. Tabla 6.

Tabla 6. Ponderación de criterios

CRITERIO	VALOR
AJUSTABILIDAD	5
SIMPLICIDAD DE USO	3
EFICIENCIA DEL SISTEMA APRIETE	5
COSTO (MATERIAL)	4

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Matriz de ponderación. La siguiente matriz (cuadro 4) evalúa las alternativas con respecto a los criterios propuestos anteriormente.

El resultado de la evaluación de alternativas permite identificar que la mejor opción es el apriete vertical (alternativa 2), posee las características de los demás sujetadores teniendo en cuentas las falencias que poseen e implementando las ventajas que ofrecen cada uno de ellos.

Cuadro 4. Matriz de evaluación de alternativa

Fuente: Elaboración propia

Criterios	Ponderación	Sujetador en v		Apriete horizontal		Apriete vertical (guillotina)	
AJUSTABILIDAD	5	6	30	5	25	5	25
SIMPLICIDAD DE USO	3	3	9	5	15	6	18
EFICIENCIA DEL SISTEMA DE APRIETE	5	5	25	3	15	6	30
COSTOS (MATERIAL)	4	6	24	4	16	6	24
TOTAL PUNTUACIÓN		88		71		97	

Uno de los criterios que más se considero al momento de selecciona fue su gradualidad, que permitiría adaptarse a las diferentes razas y tamaños. Se llego a la conclusión de que la alternativa mas adecuada para realizar una correcto apriete graduable en el cuello es el tipo guillotina.

4. DISEÑO DETALLADO

Para el desarrollo del diseño se tendrán en cuenta las condiciones y requerimientos determinados en el capítulo 2 y los datos recopilados a continuación. Imagen 16.

Imagen 16. Diseño brete

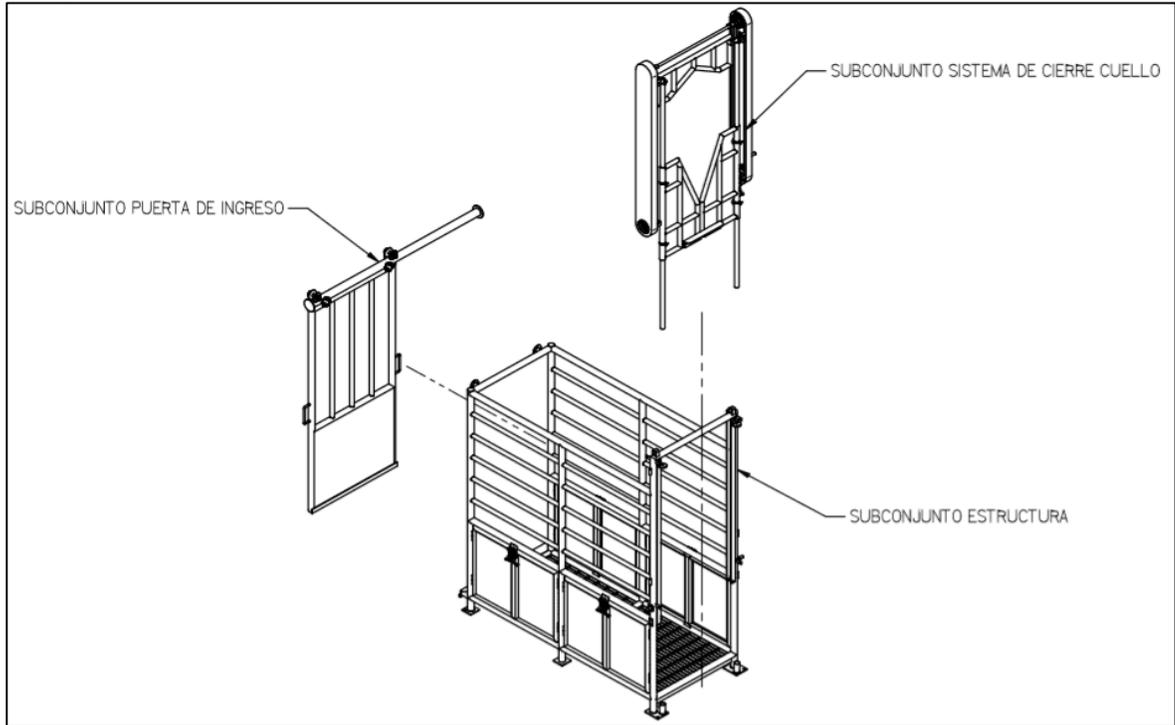


Fuente: elaboración propia

Se abordará el diseño desde sus tres subsistemas principales. Imagen 17. Y el anclaje.

- ❖ ESTRUCTURA
- ❖ PUERTA DE INGRESO
- ❖ SISTEMA DE CIERRE CUELLOS

Imagen17. Subconjuntos



Fuente: elaboración propia

Los datos de entrada serán tomados del segundo capítulo.

Para los cálculos del capítulo se utilizaron las tablas por catálogo de tubería SCH 10, en donde se encuentran las dimensiones de los calibres de perfil tubular en el diseño del brete para inmovilización de bovinos. Anexo B

Basado en los requerimientos dimensionales y las fuerzas ejercidas en el sistema, se tomó un perfil tentativo con el cual, por medio de la resistencia y su factor de seguridad se obtiene el más adecuado, además el perfil tubular a comparación de otros perfiles evitará accidentes debido a que su geometría no compromete partes con salientes que puedan afectar la integridad del animal como la del operario.

4.1 ESTRUCTURA

El brete está conformado por diferentes elementos los cuales poseen cada uno sus funciones que como conjunto conforman la estructura que permitirá la inmovilización de los bovinos.

❖ Marco

❖ Uniones laterales

❖ Plataforma

4.1.1 Marco. La Imagen 18 representa la simulación del marco en perfil de 1 ¼ pulga. ASTM. La estructura va soldada a cada una de las uniones. El marco será empotrado al suelo por medio de un sistema de anclaje que requiere cimentación previa en la finca o hato donde se requiera la estructura para inmovilizar bovinos

El marco diseñado permite la manipulación de cualquier animal sin importar su edad para lo cual se determinó las siguientes longitudes máximas:

Cuadro 5. Dimensiones máximas del brete

Altura máxima del marco	2430 mm
Ancho máximo del marco	1020 mm
Longitud total	2120 mm

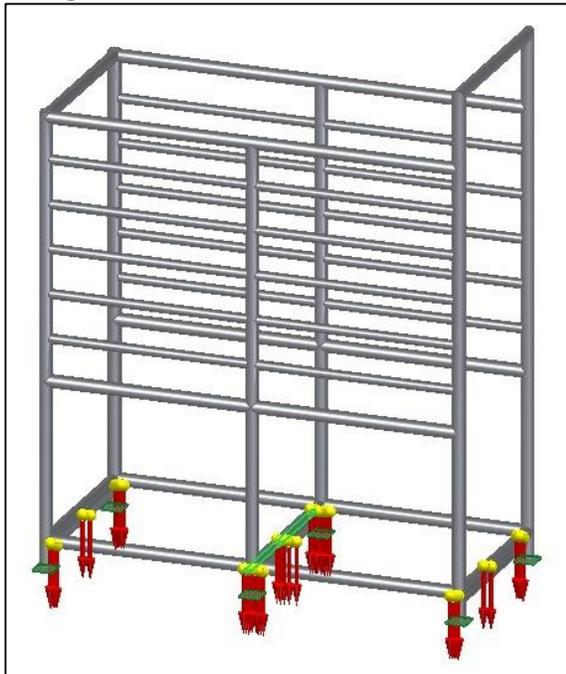
Fuente: elaboración propia

Con base en los datos de entrada, sobre la estructura irá apoyado el peso del bovino de acuerdo con la siguiente distribución

Las plataformas van sobre los apoyos de manera transversal y la carga aplicada es el peso del bovino.

$$\text{Carga del bovino} = 1000 \text{ kg}$$

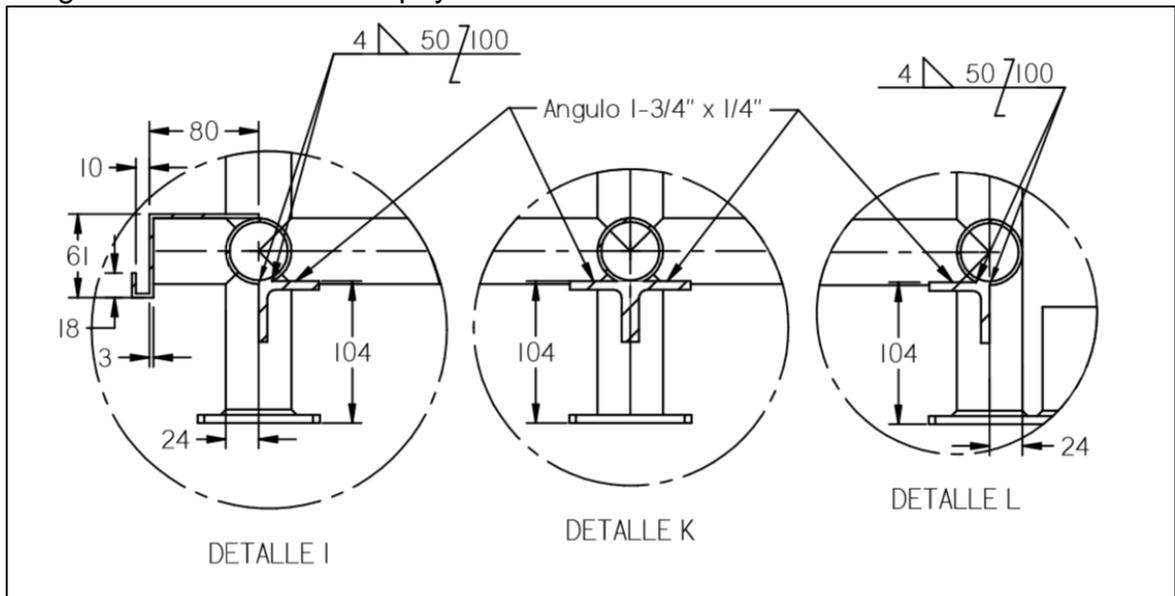
Imagen 18. Marco



Fuente: elaboración propia

4.1.2 Cálculo soldadura de estructura. Sobre la estructura se calculará la resistencia proporcionada por las soldaduras ubicadas en los apoyos como se muestra en la siguiente. Imagen 19.

Imagen 19. Perfiles de los apoyos

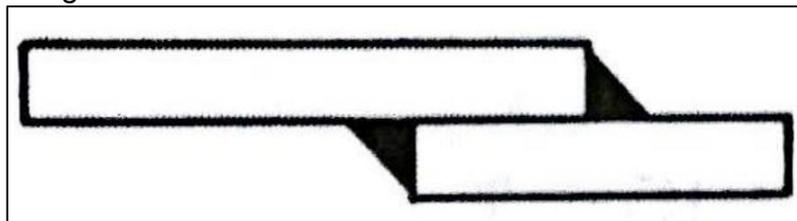


Fuente: elaboración propia

Se proporcionará una soldadura de 50 mm cada 100 mm debido a que un cordón constante puede generar deformación del perfil a soldar

Según el libro de Mott.¹⁴ Se utilizará el tipo de soldadura de chaflán con traslape correspondiente a la configuración a soldar. Figura 20.

Imagen 20. Chaflán.

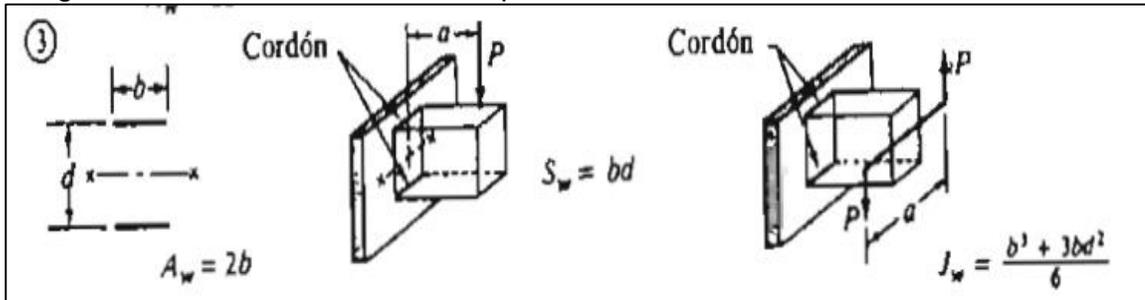


Fuente: MOTT, Robert L. Diseño de Elementos de máquinas. Cuarta edición. México D.F Pearson Educación. 2006. 784p.

¹⁴ Fuente: MOTT, Robert L. Diseño de elementos de máquinas. Cuarta edición. México D.F Pearson Educación. 2006

Teniendo en cuenta la configuración geométrica se toman los parámetros que se encuentran en la imagen 21. Los cálculos necesarios serán basados en las fuerzas generadas por el peso de los bovinos y la plataforma.

Imagen 21. Parámetros chaflan en paralelo



Fuente: MOTT, Robert L. Diseño de Elementos de máquinas. Cuarta edición. México D.F Pearson Educación. 2006. 786p.

La fuerza generada es igual al peso del bovino y las 6 plataformas necesarias, cada una con un peso de 10 kg aproximadamente. Se obtiene el peso de cada plataforma de la simulación en Solid edge.

$$\begin{aligned} \text{Carga del bovino} &= 1000 \text{ kg} & 6 \text{ plataformas} &= 60 \text{ kg} \\ V &= 1060 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2 \\ V &= 10398.60 \text{ N} \end{aligned}$$

Para este cálculo se debe dividir el peso del bovino y las plataformas en los 4 apoyos donde van aplicada las fuerzas.

$$V = \frac{10398.60 \text{ N}}{4} = 2599,65 \text{ N}$$

Se realizan los cálculos necesarios, comenzando con obtener la longitud de soldadura que se debe aplicar, la cual es la longitud del cordón aplicado a el perfil. plano 5.

$$\begin{aligned} A_w &= 2b = 2 * 0.38\text{m} \\ A_w &= 0.76\text{m} \end{aligned}$$

Se continúa aplicando la fórmula recomendada para obtener la fuerza cortante por longitud de soldadura (f_c)

$$\begin{aligned} f_c &= V/A_w \\ f_c &= 2599,64 \text{ N}/0.76 \text{ m} \end{aligned}$$

$$f_c = 3420,57 \text{ N/m} = 19.53 \text{ lb/pulg}$$

De igual forma se obtienen los datos necesarios para obtener la fuerza de flexión (f_b) para esto se calcula su fuerza (M) y el valor (S_w) según la imagen 21. el valor M .

$$M = 2943N * 0.044m = 129.49 N.m$$

El valor (S_w) será dado por la longitud seleccionada previamente que se va a soldar, como se mostró en la imagen 19, se optó por un cordón de 50mm cada 10 mm adelante y atrás del perfil, dando el resultado de 0.77 m, valor igual a la misma longitud del perfil. para el lado (d) se utilizó el ancho del perfil.

$$S_w = bd$$

$$S_w = 770 mm * 6.35 mm$$

$$S_w = 4889.50 mm^2 = 4.88 m^2$$

$$fb = M/S_w$$

$$fb = 129.49 N.m/4.88 m^2$$

$$fb = 26.53 N/m$$

Se realiza el análisis de fuerzas para obtener la resultante como se muestra a continuación.

$$fr = \sqrt{fb^2 + fc^2}$$

$$fr = \sqrt{3420.57 N/m^2 + 26,53N/m^2}$$

$$fr = 3432.66 N/m$$

$$fr = 19.60 lb/pulg$$

Se selecciona el electrodo E60 recomendado para uniones estructurales y basado en la fuerza admisible por pulgada en estructuras, se calcula el espesor del cordón para soldaduras mínimo.

$$w = \frac{19.60 lb/pulg}{8800lb/pulg \text{ por pulgada}} = 2.22x10^{-3}pulg$$

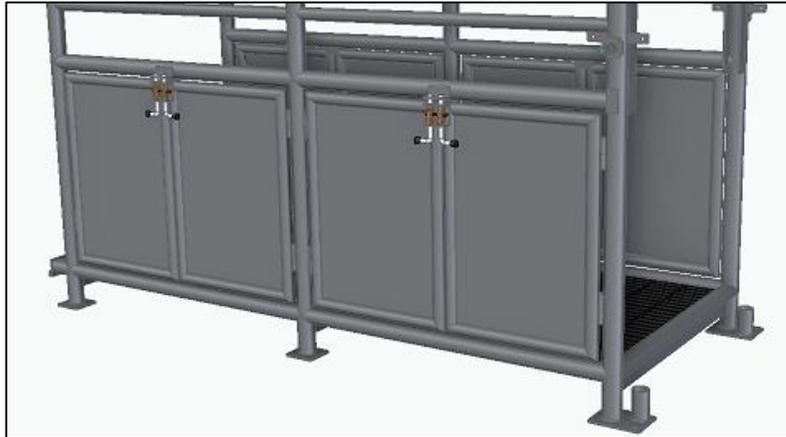
Para espesores menores de 1/2" se recomienda un tamaño del lado de 3/16". la longitud del lado necesaria se encuentra dentro de lo permitido.

4.1.3. Uniones laterales. Perfil tubular de 1". Las uniones laterales van soldadas al marco general de la estructura. Imagen 22. el artículo contexto ganadero¹⁵,

¹⁵ ARTÍCULO CONTEXTO GANADERO. Recomendaciones en diseño de corrales para el manejo de ganado. [En línea] <<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/recomendaciones-en-diseno-de-corrales-para-el-manejo-de-ganado>> [26 de marzo del 2019] Modificado por el autor.

recomienda una separación de entre 10 a 15 cm, que permitirá llevar a cabo procedimientos veterinarios como el marcaje, destete y procedimientos zootecnistas.

Imagen 22. Simulación uniones laterales del brete

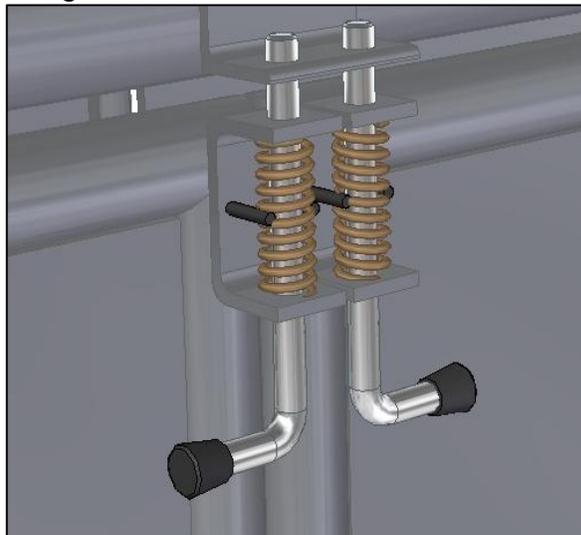


Fuente: elaboración propia

Las puertas laterales del brete no serán sometidas a ninguna carga significativa por lo cual no se realizarán cálculos de este.

El sistema de muelle con cerrojo (Imagen 23) permite soportar las cargas mínimas generadas por el movimiento del animal. Este sistema fue tomado con base al catálogo del productor (MENBEL) muy utilizado en estructuras de transporte de animales debido a que se requiere aplicar fuerza en la palanca para abrirla y para su cierre se hace de manera automática debido a sus resortes. Anexo C.

Imagen 23. Sistema de cierre de muelle

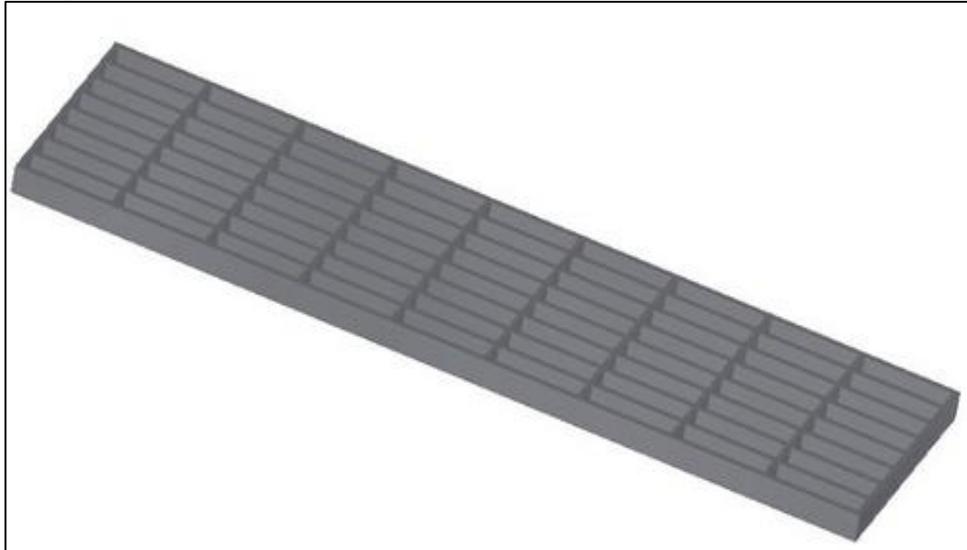


Fuente: elaboración propia

4.1.4 Plataforma. La estructura posee una plataforma en el suelo para facilitar procesos que requieran de una superficie uniforme o que las condiciones del terreno no permitan realizar alguno de los procedimientos.

Este es un elemento externo el cual se puede remover en caso de que no se requiera para el procedimiento que se realice. La plataforma es estandarizada y adquirida por el proveedor METALGRANTING¹⁶

Imagen 24. Plataforma



Fuente: elaboración propia

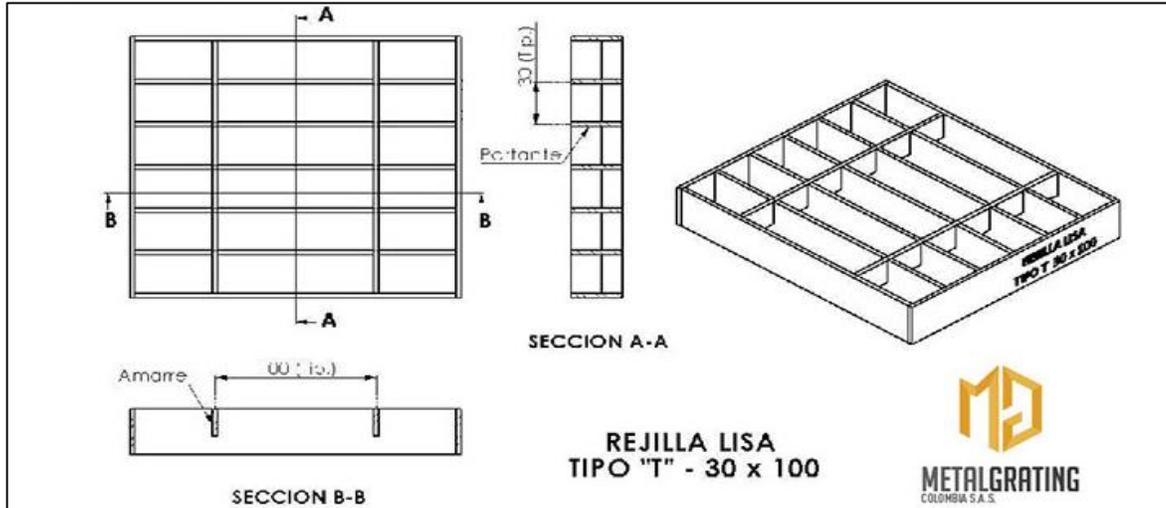
Se dispondrá de 6 plataformas apoyadas sobre la estructura las cuales distribuirán la fuerza sobre la estructura, de igual forma se realizó los análisis por elementos finitos de una de las plataformas aplicando una carga de 300kg que corresponde al peso de una de las patas del bovino.

El soporte en plataforma vienen en acero galvanizado y la tensión máxima que resiste es de 103.9 Mpa aplicando la carga mencionada anteriormente (300 kg) de igual forma vienen diseñadas para soportar 500kg por catalogo.

Técnicamente es un ensamblaje de piezas compuesta por un conjunto de platinas paralelas entre sí y dispuestas verticalmente, cuya unión entre ellas se realiza mediante otras platinas ó varillas, también paralelas entre sí, perpendiculares a las primeras formando unas retículas cuadradas o rectangulares perfectamente alineadas, resultando así un producto ligero, translúcido y con unas características mecánicas excelentes, que lo convierten en idóneo para aplicaciones industriales, constructivas y decorativas.

¹⁶ MATALGRANTING COLOMBIA S.A.S. Rejilla metálica tipo T [en línea] <<http://metalgratingcolombia.com/rejillas-m.html>> [citado en 10 junio de 2019]

Imagen 25. Rejillas tipo T METALGRATING

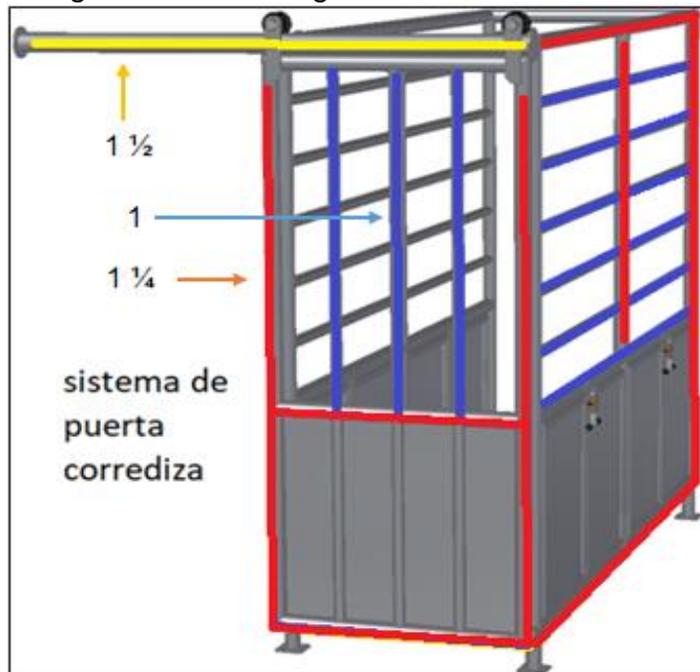


Fuente: MATALGRATING COLOMBIA S.A.S. Rejilla metálica [en línea] <<http://metalgratingcolombia.com/rejillas-m.html>> [citado en 10 junio de 2019]

4.2 PUERTA DE INGRESO

La puerta de ingreso posee diferentes diámetros de perfil tubular como se muestra en la Imagen 26. Su funcionamiento se especificará en el capítulo de manual de operación.

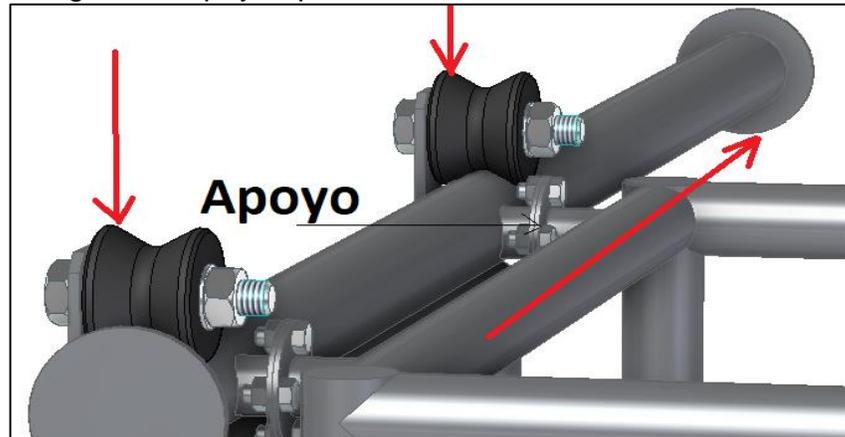
Imagen 26. Puerta ingreso



Fuente: elaboración propia

El elemento por considerar en la puerta de ingreso para el respectivo diseño es el soporte de puerta que va atornillado a la estructura y que es el que sostiene la puerta por medio de dos apoyos. Imagen 27

Imagen 27. Apoyos puerta de entrada



Fuente: Elaboración propia

Los respectivos cálculos de diseño se realizaron cuando la puerta está totalmente abierta y no está sobre los rieles de piso que ayudan a sostener la puerta de ingreso.

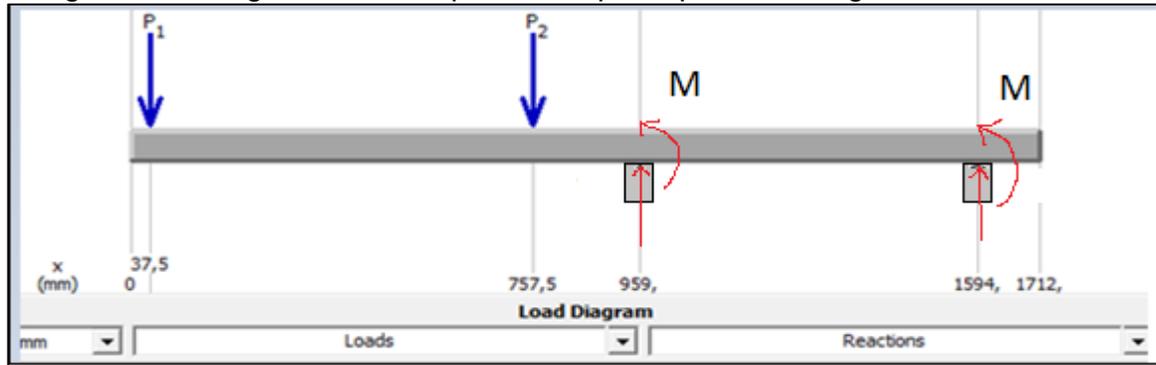
Imagen 28. Puerta abierta



Fuente: elaboración propia

4.2.1 Diseño de soporte de puerta de ingreso. Se aplicaron dos fuerzas de 36.42kg en cada uno de los rodachines apoyados sobre el soporte a su vez los dos apoyos que van atornillados a la estructura. Diagrama 1.

Diagrama 1. Diagrama de cuerpo libre soporte puerta de ingreso



Fuente: Elaboración propia

masa de la puerta = 36.42 kg

fuerza ejercida por el peso de la puerta = $36.42 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 357.28 \text{ N}$

Al realizar los cálculos se identificó que es una viga estáticamente indeterminada, se usará un software de elementos finitos que permitirá calcular el esfuerzo máximo al que será sometido este elemento estructural, teniendo en consideración las reacciones expuestas en el diagrama 1, así como los momentos de empotramiento. A continuación, se expresan los datos a utilizar en el software Solid Edge.

Cuadro 6. Geometría de estudio

Nombre del sólido	Material	Masa	Volumen	Peso
tubo corredera - análisis 2.par	Acero	7.795 kg	0.001 m ³	76389.060 Nm

Fuente: elaboración propia

Cuadro 7. Propiedades del material

Propiedad	Valor
Densidad	7833.000 kg/m ³
Coefficiente de expansión térmica	0.0000 /C
Conductividad térmica	0.032 kW/m-C
Calor específico	481.000 J/kg-C
Módulo de elasticidad	199947953000.000 Pa
Coefficiente de Poisson	0.290
Límite elástico	262000766.000 Pa
Tensión de rotura	358527364.000 Pa
% de elongación	0.000

Fuente: elaboración propia

Cuadro 8. Restricciones

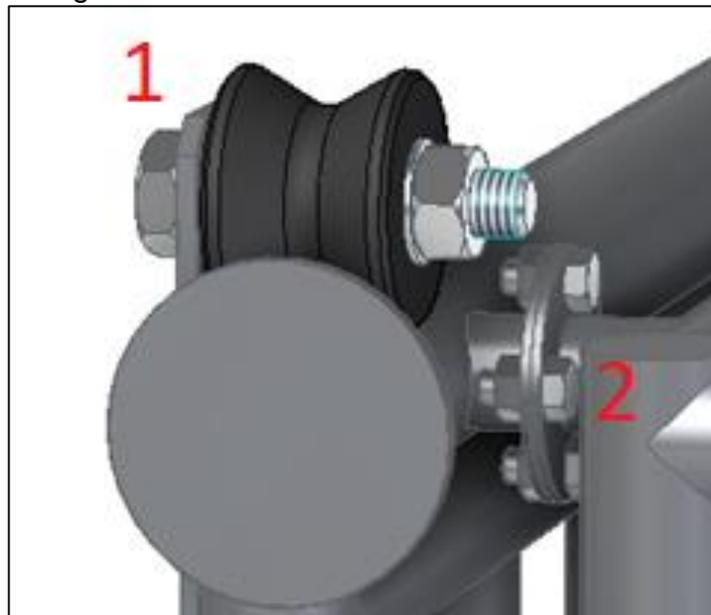
Nombre de restricción	Tipo de restricción
Fijos 2 (empotrados)	Fijo

Fuente: elaboración propia

Con los respectivos cuadros anteriores se determinará el perfil adecuado para la selección de este elemento por medio del software Solid Edge en el capítulo 5 de este proyecto

4.2.2 Cálculo de uniones atornilladas. Se realizará el estudio de las cargas sobre los elementos para asegurar su correcto funcionamiento por medio del libro de Beer & Johnston de Mecánica de Materiales¹⁷. A continuación, se analizarán dos elementos, los tornillos (2) que unen el riel de la puerta de entrada a la estructura los cuales son dos y los tornillos (1) que unen los rodillos a la puerta de ingreso los cuales son 8.

Imagen 29. Tornillos



Fuente: elaboración propia

Tornillos puerta-riel. Se obtendrá primero la fuerza que actúa en el elemento el cual es generado por el peso de la misma puerta. El calibre de este tornillo es de 3/4" el cual es igual a 19.05 mm.

$$f = m \cdot a$$

¹⁷ INTERMEC. Catálogo De Piñones, [en línea] <www.intermec.com> [20 de Mayo del 2019]

$$f = 36.42 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$f = 357.28 \text{ N}$$

Ahora se calculará el esfuerzo cortante según el libro mecánica de materiales para lo cual se analiza el pasador imagen 30. El área de la sección transversal será dada por el radio de este igual a 9.525 mm y la fuerza se debe dividir en dos por lo que interactúan en dos elementos.

$$P = f = 357.28 \div 2 = 178.64 \text{ N}$$

Imagen 30. Esfuerzo cortante



Fuente: Fuente: BEER, Ferdinand P. Mecánica De Materiales. 5th edición. México D.F. The Mc Graw Hill Companies. Inc. 2010. 10p.

$$T = P/A$$

$$T = 178.64 \text{ N}/\pi r^2$$

$$T = 178.64 \text{ N}/\pi 0.009525 \text{ m}^2$$

$$T = 626756 \text{ Pa} = 0.626 \text{ MPa}$$

Al compararlo con el límite de fluencia del acero el cual está en 250MPa. Se identifica que se encuentra muy por debajo de este.

Tornillo de unión de riel a la estructura. La fuerza es generada por el peso de la puerta más el riel que pesa 7.795kg, Son 8 por lo cual debe dividirse la fuerza entre ellos.

$$f = (36.42 \text{ kg} + 7.795) * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$f = 433.749 \text{ N}$$

$$P = f = 433.749 \div 8 = 54.21 \text{ N}$$

El elemento a calcular tiene un diámetro de 3/8" igual a 9.525mm. Se sigue el mismo procedimiento anterior.

$$T = P/A$$

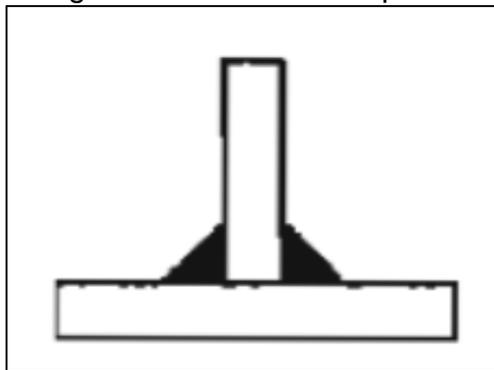
$$T = 54.21 \text{ N}/\pi r^2$$

$$T = 54.21 \text{ N}/\pi 0.0047625^2$$

$$T = 760780.53 \text{ Pa} = 0.76 \text{ MPa}$$

4.2.3 cálculo de soldadura del riel. Se va a realizar el cálculo de la unión soldada que soportará la puerta y el eje del mismo, la configuración más adecuada será soldadura de chaflán como la muestra a continuación en la imagen 31.

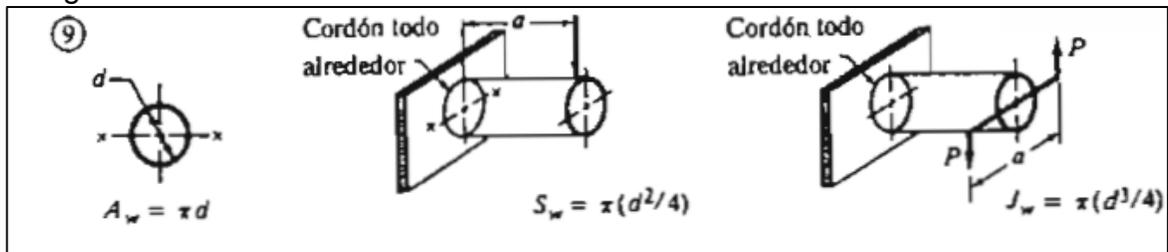
Imagen 31. Soldadura empotrada



Fuente: MOTT, Robert L. Diseño de Elementos de máquinas. Cuarta edición. México D.F Pearson Educación. 2006. 784p.

Para realizar los cálculos correspondientes tomaremos como referencia la imagen 32. Donde se tomó el factor geométrico y las fuerzas implicadas según esta configuración.

Imagen 32. Parámetros chaflán tubería



Fuente: MOTT, Robert L. Diseño de Elementos de máquinas. Cuarta edición. México D.F Pearson Educación. 2006. 786p.

La fuerza se obtuvo del peso del eje y la puerta juntos.

$$V = 44.21 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$V = 433.7 \text{ N}$$

Para este cálculo se debe dividir el peso de la puerta en dos debido a que estará apoyado sobre dos tubos soldados.

$$V = \frac{433.7 \text{ N}}{2} = 216.85 \text{ N}$$

Se debe realizar el cálculo de la fuerza cortante (f_c) donde la longitud de soldadura (A_w) será dada por el perímetro a soldar

$$A_w = \pi d = \pi 0.0334 \text{ m}$$

$$A_w = 0.1049 \text{ m}$$

$$f_c = V/A_w$$

$$f_c = 433.7 \text{ N}/0.1049 \text{ m}$$

$$f_c = 4134.41 \text{ N/m}$$

$$f_c = 23.60 \text{ lb/pulg}$$

Se debe obtener la fuerza de torque (f_t). A continuación, se obtendrá el torque generado por el peso de la puerta cuando se encuentra abierta la puerta, por lo tanto, se tomará la longitud desde el centro de la soldadura hasta el centro del peso de la puerta.

$$T = V * l$$

$$T = 216.85 \text{ N} * 1.169 \text{ m}$$

$$T = 253.5 \text{ N.m}$$

$$c = \frac{0.00334 \text{ m}}{2} = 0.00167 \text{ m}$$

$$J_w = \pi(d^3/4)$$

$$J_w = \pi(0.0334^3/4)$$

$$J_w = 29.26 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$f_t = T_c/J_w$$

$$f_t = 253.5 \text{ N.m} * 0.00167 \text{ m}/29.26 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$f_t = 14468 \text{ N/m}$$

Dentro de este apoyo se encuentra también la fuerza de flexión (fb) para la cual se calculará la fuerza de flexión (M) y (S_w).

$$M = 216.85N * 0.0844m$$

$$M = 18.3 N.m$$

$$S_w = \pi(d^2/4)$$

$$S_w = \pi(0.0334^2/4)$$

$$S_w = 8.76 \times 10^{-4} m^2$$

$$fb = M/S_w$$

$$fb = 18.3 N/m / 8.76 \times 10^{-4} m^2$$

$$fb = 20886.62 N/m$$

$$fr = \sqrt{+fb^2 + ft^2 fc^2}$$

$$fr = \sqrt{4134.41 N/m^2 + 20886.62 N/m^2 + 14468.41 N/m^2}$$

$$fr = 25742 N/m \quad fr = 146.98 lb/pulg$$

$$w = \frac{146.98 lb/pulg}{8800 lb/pulg \text{ por pulgada}} = 0.016 pulg$$

El uso de soldadura para procesos que involucren acero galvanizado¹⁸ se requiere aplicar una capa de galvanizado en spray para evitar que las altas temperaturas desgasten el recubrimiento y eviten la corrosión por oxidación.

4.3 SUBSISTEMA DE APRIETE DE LA CABEZA

Es el elemento crítico de todo el diseño de la estructura, la totalidad de las cargas generadas por el animal involucran o afectan directamente este subsistema de sujeción que puede llegar a sufrir deformaciones.

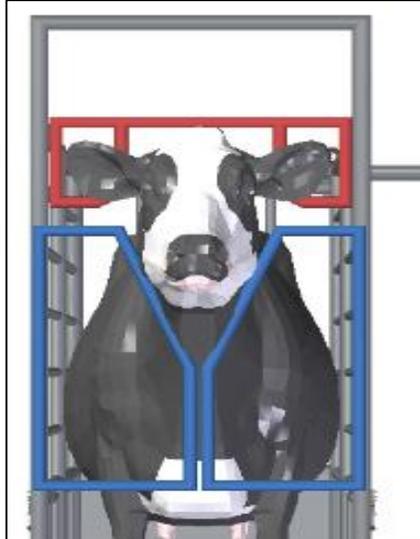
Se representa la manera como vendría siendo ajustada la cabeza del animal en la alternativa seleccionando como sistema de sujeción, el elemento de color azul se desplazará sobre el eje vertical de manera independiente que el elemento de color rojo

Se conforma por dos cabezales en forma de V y por medio de un sistema de transmisión piñón cadena se podrá graduar la altura del elemento rojo en caso de

¹⁸ LINKUN. Metal supermarkets [en línea] <http://es.lksteelpipe.com/news/will-galvanized-steel-pipes-be-welded-15105139.html> [20 de octubre del 2019]

que requiera menos área para ajustar las dimensiones de cuello de los bovinos más pequeños.

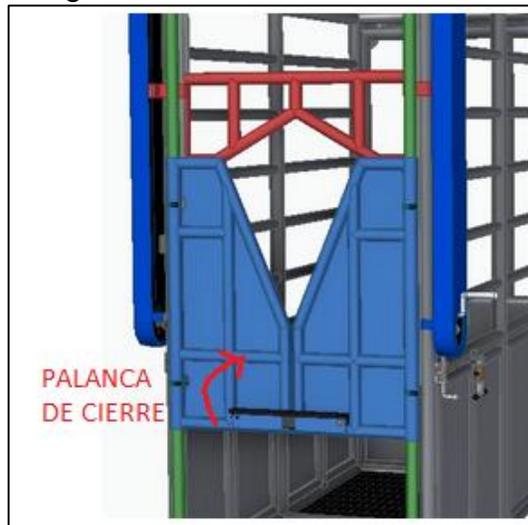
Imagen 33. Ajuste de la cabeza



Fuente: elaboración propia

4.3.1 Subsistema de apriete inferior. Es el elemento crítico de todo el diseño de la estructura, la totalidad de las cargas generadas por el animal involucran o afectan directamente este subsistema de sujeción que puede llegar a sufrir deformaciones. Los elementos de este sistema que sufrirían algún tipo de deformación serían la palanca de cierre del sistema inferior y las bisagras que sostienen dicho subsistema.

Imagen 34. Palanca de cierre



Fuente: elaboración propia

4.3.1.1 Cálculos palanca de cierre. La fuerza generada irá aplicada sobre la palanca de cierre. Se usará la fórmula de velocidad cinemática en donde:
Calculamos el trabajo necesario para parar el coche, para esto utilizamos la fórmula de conservación de energía y el principio de trabajo-energía.

Datos de entrada

- ❖ Masa del bovino: 1000 kg
- ❖ Velocidad máxima del bovino: 10 km/h
- ❖ Distancia retroceso: 0.20 m

$$F_{media} * d = \frac{1}{2} m v^2$$

$$k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$k = 50000 \text{ j}$$

$$F_{media} = \frac{50000 \text{ j}}{0.20 \text{ m}}$$

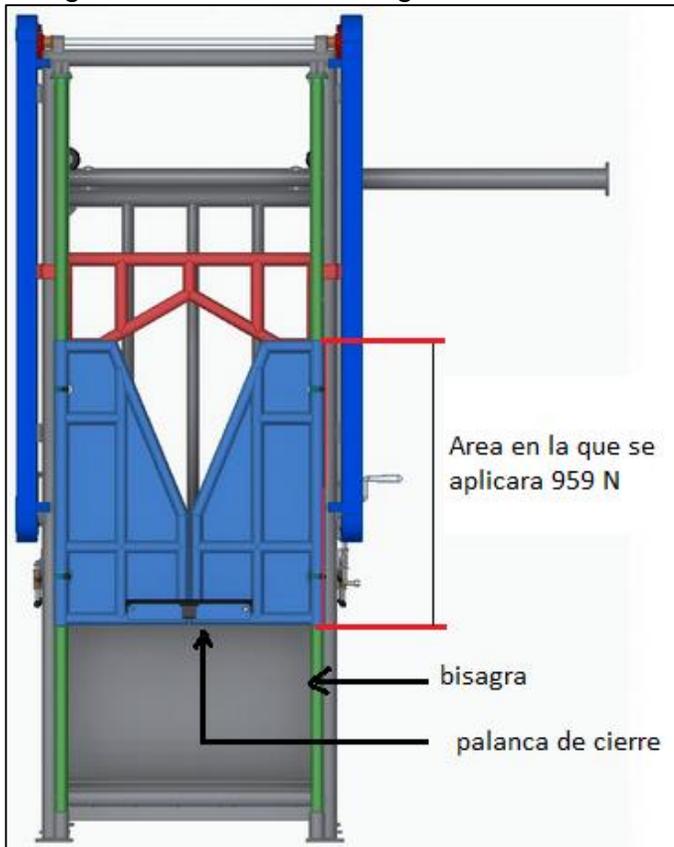
$$F_{media} = 250000 \text{ N}$$

Esta sería la fuerza ejercida sobre el subsistema inferior de apriete (azul) por transmisión de fuerzas el elemento que va a soportar toda la carga es la palanca de cierre.

Esta fuerza fue aplicada al elemento de cierre de puerta y son expresados los resultados en el capítulo de análisis por elementos finitos.

4.3.1.2. Cálculos de las bisagras. Este elemento es el que permite pivotar la puerta inferior del subsistema de apriete por lo cual se le designó bisagras.

Imagen 35. Cálculo de bisagras



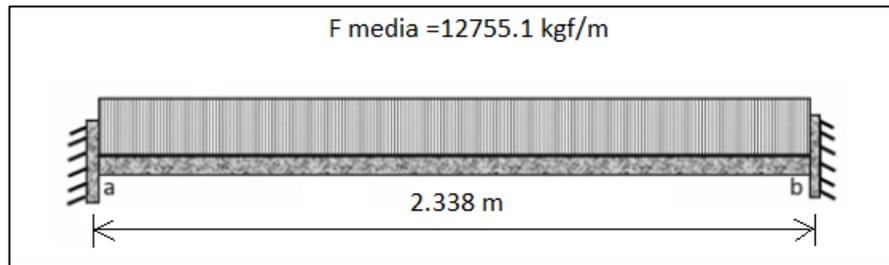
Fuente: elaboración propia

La carga generada es de 250000 N que corresponde a la fuerza generada por el bovino de 1000 kg a una velocidad de 10 km / h sobre la palanca de cierre la cual es transmitida a las 2 bisagras por lo que cada uno de estos.

F media: 12755.1 kgf /m

Esta carga corresponde a la carga aplicada sobre una bisagra empotrada en sus extremos de la siguiente forma

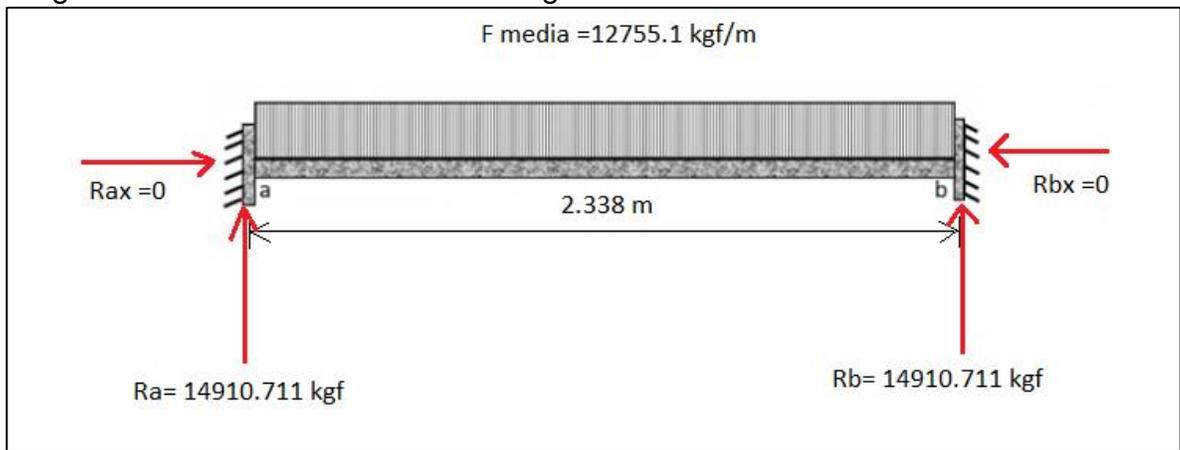
Diagrama 2. Carga sobre la bisagra



Fuente: elaboración propia

La bisagra se comporta como una viga por lo tanto la fuerza distribuida es de 12755.21 kg /m y la distancia es de 2.338 m por lo cual las reacciones en los apoyos sería de:

Diagrama 3. Reacciones sobre la bisagra



Fuente: Elaboración propia

$$Ra = 14910.711 \text{ kgf}$$

$$Rb = 14910.711 \text{ kgf}$$

Para hallar el momento flector se entiende por simetría que estos serán iguales en cada empotramiento, para determinar la deflexión se utilizará el método de doble integración.

$$EI \frac{d^2y}{dx} = M$$

$$EI \frac{d^2y}{dx} = -M + 14910.711X - \frac{12755.111(X - 2.338)^2}{2}$$

Integramos la ecuación para hallar la ecuación de la pendiente

$$EI \frac{dy}{dx} = -M * x + 7455.355X^2 - \frac{12755.111(X - 2.338)^3}{6} + C1$$

integramos la ecuación nuevamente la ecuación de la pendiente para hallar la ecuación de la elástica

$$EI * y = -\frac{(M * x)^2}{2} + 2485.118X^3 - \frac{12755.111(X - 2.338)^4}{24} + C1x + C2$$

Para hallar la deflexión se debe tener en cuenta que de acuerdo con los apoyos la deflexión y la pendiente son nulas. a continuación, la ecuación.

$$EI * y = -\frac{(M * x)^2}{2} + 2485.118X^3 - \frac{12755.111(X - 2.338)^4}{24} + \cancel{C1x} + \cancel{C2}$$

La deflexión máxima será en el punto medio porque es una figura simétrica en el punto medio de la viga.

$$X=1.169$$

Tomamos la ecuación de la pendiente y la igualamos a cero

$$-M * x + 7455.355X^2 - \frac{12755.111(X - 2.338)^3}{6} = 0$$

Y reemplazamos en la máxima deflexión

$$-M * x + 7455.355X^2 - \frac{12755.111(X - 2.338)^3}{6} = 0$$

$$-M * (1.169) + 7455.355(1.169)^2 - \frac{12755.111(1.169 - 2.338)^3}{6} = 0$$

$$-M * (1.169) + 10188.197 - 3396.066 = 0$$

$$-M * (1.169) + 6792.131 = 0$$

$$M = \frac{6792.131}{1.169}$$

$$M = 5810.206 \text{ kgf} * m$$

Para corroborar el momento obtenido se tiene la siguiente formula para hallar el momento en vigas empotradas en ambos extremos

$$M = \frac{w * t^2}{12}$$

En donde:

W: carga distribuida aplicada

t: es la distancia de la viga entre empotramientos

$$M = \frac{12755.111 * t^2}{12}$$

$$M = 5810.206 \text{ kgf} * m$$

Tomando la ecuación de la deformada tomamos el valor de x y el valor de M

$$x = 1.169 \text{ m}$$

$$M = 5810.206 \text{ kgf} * m$$

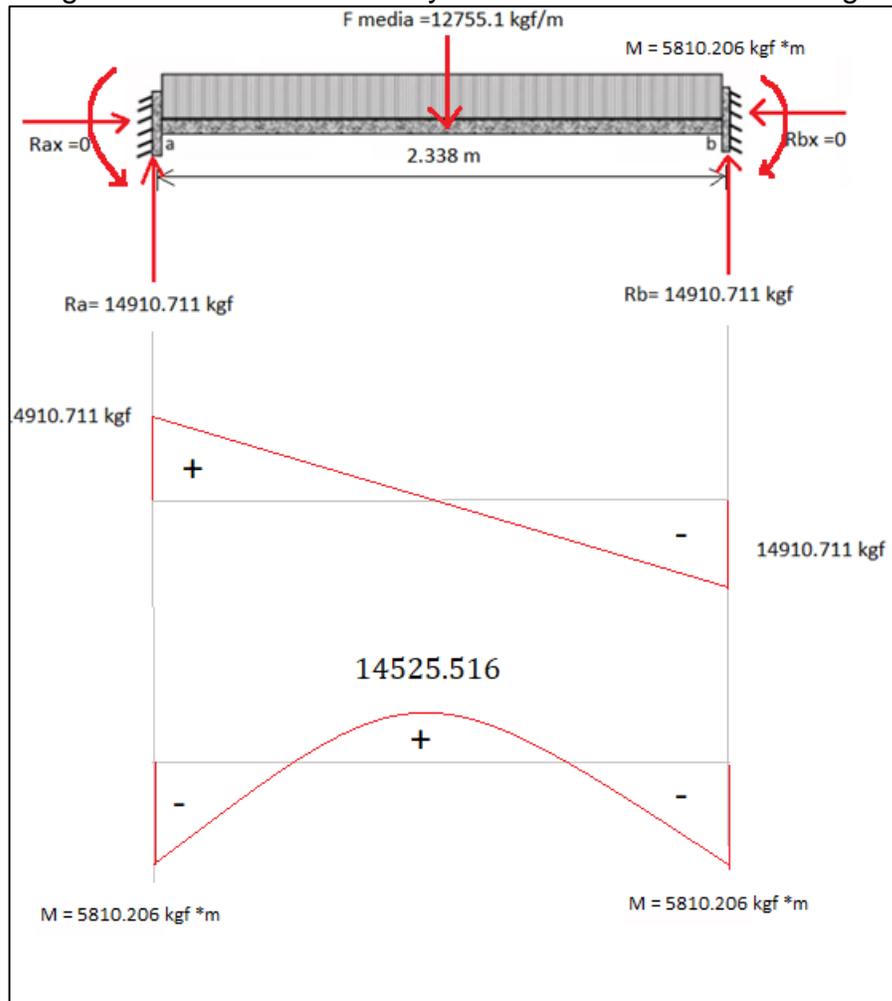
$$EI * y = -\frac{(5810.206 * 1.169)^2}{2} + (2485.118) * 1.169^3 - \frac{12755.111(1.169 - 2.338)^4}{24}$$

$$Y_{max} = \frac{wl^4}{384EI}$$

$$Y_{max} = \frac{12755.1 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} * 2.338^4}{384EI}$$

$$Y_{max} = \frac{992.500 \text{ kgf} * m^3}{EI}$$

Diagrama 4. Fuerza cortante y momento flector en las bisagras



Fuente: elaboración propia

$$Mk1 = -5810.206 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$Mk2 = -5810.206 + \frac{1.169 \cdot 14910.711}{2}$$

$$Mk2 = 14525.516 \text{ kf} * m$$

$$Mk3 = 14525.516 + \frac{1.169 * (-14910.711)}{2}$$

$$Mk3 = 5810.205$$

El calibre del perfil tubular en que se diseñaron las bisagras es de 1 1/2" por lo cual se debe revisar tablas anexo B para determinar las medidas que se usaran para el cálculo del módulo de sección.

$$S = \frac{\pi}{32} \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right)$$

$$S = \frac{\pi}{32} \left(\frac{(48.26 \text{ mm})^4 - (45.49 \text{ mm})^4}{48.26 \text{ mm}} \right)$$

$$S = 2323.5667 \text{ mm}^3$$

Hallamos el esfuerzo normal por medio de la fórmula que comprende la relación entre el momento flector máximo y el módulo de sección para un perfil tubular.

$$\sigma \text{ normal} = \frac{M \text{ maximo}}{S \text{ modulo de seccion}}$$

Expresamos todo en N mm para que el resultado de esfuerzo normal de en Mpa.

$$\sigma \text{ normal} = \frac{14525.516 \text{ Nmm}}{2323.5667 \text{ mm}^3}$$

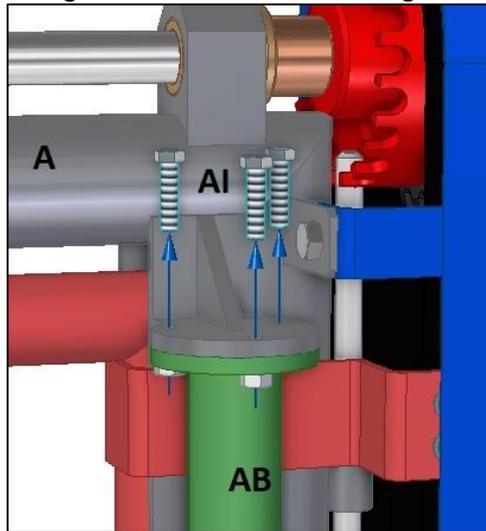
$$\sigma \text{ normal} = 0.61 \text{ Mpa}$$

4.3.1.3 Cálculos de unión atornillada tubo-bisagra Para analizar la unión atornillada del tubo bisagra identificado como (AB). Imagen 36.

Se utilizará la fuerza generada por el bovino dividido en los dos tubos.

$$P = f = 1918N \div 2 = 959N$$

Imagen 36. Unión tubo-bisagra



Fuente: elaboración propia

Se analizará la unión utilizando para los cálculos un solo elemento, por lo cual esta fuerza se dividirá a su vez en los tres tornillos (AI) siguiendo la imagen 37

$$P = 959N \div 3 = 319.66N$$

$$T = P/A$$

$$T = 319.66 N/\pi r^2$$

$$T = 319.66 N/\pi 0.00317m^2$$

$$T = 10125579.7Pa = 10MPa$$

El valor obtenido se encuentra por debajo del límite de fluencia del acero el cual está en 250MPa.

4.3.2 Subsistema de apriete superior. En este subsistema interactúa el bovino al hacer el apriete por medio del sistema de cadenas y piñones se tomara como

generador de fuerza el golpe de la cabeza-cuello contra la estructura de forma vertical, suponemos una masa igual a 250 kg que comprendería esa parte de la estructura y le aplicaremos una aceleración de 9.81 m/s.

$$f = 1000 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}$$

$$f = 9810 \text{ N}$$

4.3.2.1 Cadena. Según lo anterior la cadena tiene que resistir un mínimo de 9810 N. se busca en catálogos de cadenas con aditamentos una referencia que tenga un límite de ruptura superior a este. Según el catálogo SKF (anexo D). la cadena apropiada es ANSI 50-1 con resistencia a la ruptura de 22.2 KN

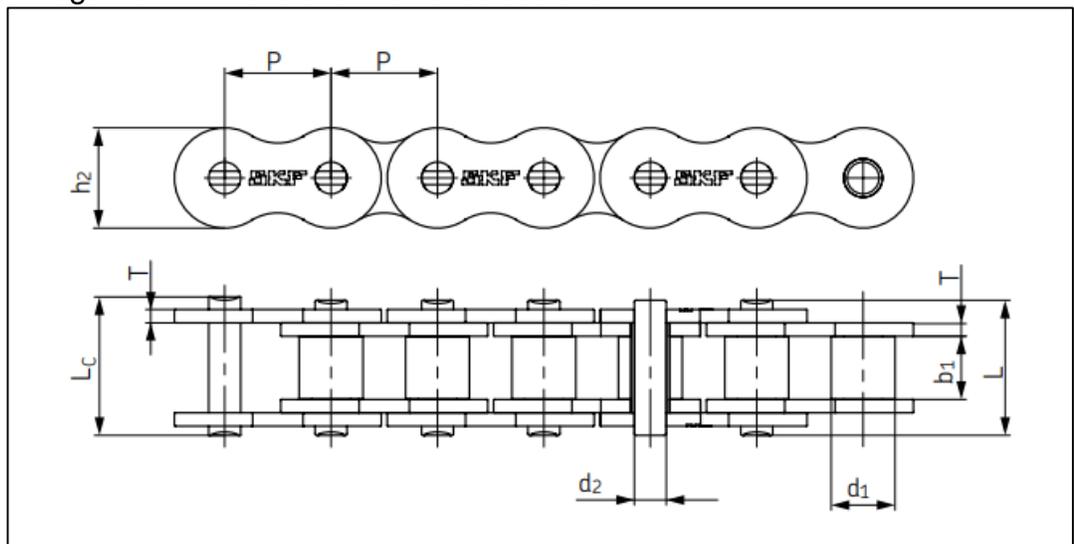
$$FS = \frac{l. \text{rotura}}{l. \text{trabajo}}$$

$$FS = \frac{22.2 \text{ KN}}{9.81 \text{ KN}}$$

$$FS = 2.25$$

Se encontró un factor de seguridad de 2.25. el catálogo muestra las medidas para el dimensionamiento de la cadena. Imagen 38. Tabla 7.

Imagen 37. Dimensionamiento de cadena



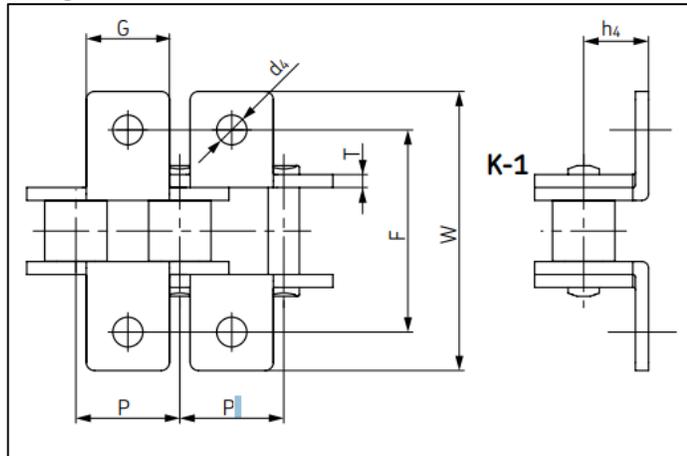
Fuente: SKF, Cadenas de transmisiones SKF [en línea] <<https://www.skf.com/binary/87-133515/46.Chain>> [10 de agosto del 2019] 8p.

Tabla 7. Dimensionamiento de cadena

N° Cadena Ansi	N° Cadena BS/ISO	Paso	Diámetro del rodillo	Distancia entre placas interiores	Diámetro del pasador	Longitud del pasador		Longitud del pasador con chaveta	Altura de la placa interior	Espesor de la placa	Paso transversal	Carga límite de rotura	Carga de rotura promedio
-	-	P	d ₁ max	b ₁ max	d ₂ max	L max	L _c max	L _c max	h ₂ max	T max	Pt	Q min	Q ₀
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kN	kN
50-1	10A-1	15,875	10,16	9,40	5,08	20,70	22,20	23,30	15,09	2,03	-	22,2	29,4

Fuente: SKF, Cadenas de transmisiones SKF [en línea] <<https://www.skf.com/binary/87-133515/46.Chain>> [10 de agosto del 2019] 8p.
De igual forma el dimensionamiento del aditamento el cual será tipo K-1. Anexo E

Imagen 38. Dimensionamiento aditamento



Fuente: SKF, Cadenas de transmisiones SKF [en línea] <<https://www.skf.com/binary/87-133515/46.Chain>> [10 de agosto del 2019] 13p.

Tabla 8. Dimensionamiento aditamento

N° Cadena ANSI	N° Cadena BS/ISO	P	G	F	W	T	h ₄	d ₄	Designación
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-
50-1	10A-1	15,88	12,70	31,75	46,20	2,03	10,30	5,50	PHC 50-1...

Fuente: SKF, Cadenas de transmisiones SKF [en línea] <<https://www.skf.com/binary/87-133515/46.Chain>> [10 de agosto del 2019] 13p.

Siguiente el manual de piñones y cadenas de Intermecc¹⁹ se encontrará el tamaño del piñón que deseamos utilizar (Anexo F) y sus dimensiones. Se buscó un piñón de paso 5/8" acorde a la cadena que tuviera un diámetro aproximado de 120mm. Seleccionando el 50B22.

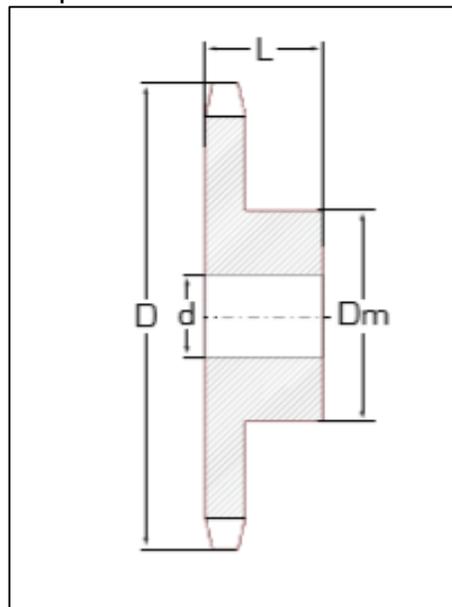
¹⁹ INTERMEC. Piñones y Cadenas. Transmisión de potencia Sexta edición. [en línea] <www.intermec.com> [20 de mayo del 2019]

Cuadro 9. Dimensionamiento piñón

PIÑONES 50 PASO 5/8"					
Referencia	D	Dm	L	d	Eje máximo* (pulg)
50B22	118,9	76	25	19,05	2

Fuente: INTERMEC. Catálogo De Piñones, [en línea] <www.intermec.com> [20 de mayo del 2019]

Imagen 39. Dimensionamiento del piñón



Fuente: INTERMEC. Catálogo De Piñones, [En línea] <www.intermec.com> [20 de Mayo del 2019]

Al comparar con la tabla del manual para Piñones y cadenas Intermec. (Anexo G) de 5/8" se identifica que con bajas revoluciones tendremos lubricación tipo A. la cual indica que va a ser lubricación por brocha o aceitadora.

Seguindo el manual podremos calcular la longitud necesaria por cadena. Según la fórmula:

$$L = 2c + \frac{S}{2} + \frac{K}{S}$$

(c) es igual a la longitud entre centros de los piñones conductor y conducido en pulgadas dividido entre el paso.

$$c = \frac{l}{\text{paso}}$$

$$c = 55.47" / 5/8"$$

$$c = 88.752"$$

(s) es igual a la suma de los dientes de cada piñón.

$$s = 22 + 22$$

$$s = 44$$

K= es una constante que depende de la diferencia entre los piñones, pero en el caso de este proyecto no se tiene en cuenta por que los dos piñones son igual.

$$L = 2c + \frac{S}{2}$$

$$L = 2 * 88.752 + \frac{44}{2}$$

$$L = 199.5"$$

Finalmente se tiene que multiplicar por el paso y hacer la correcta conversión de pulgadas a milímetros

$$L. \text{ pulg} = 199.5" * 5/8"$$

$$L. \text{ pulg} = 124.69 \text{ pulg}$$

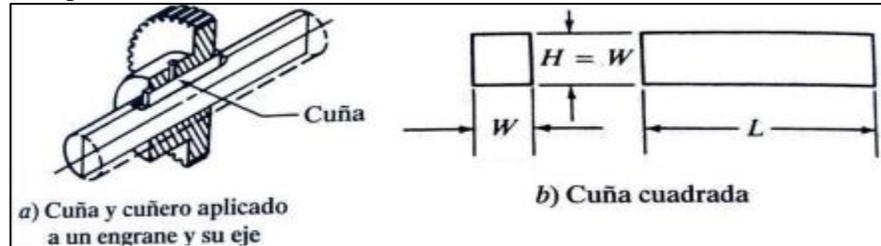
$$L. \text{ mm} = 124.69 \text{ pulg} * 25.4 \text{ mm}$$

$$L. \text{ mm} = 3167 \text{ mm}$$

Se debe comprar dos cadenas de esta longitud ya que son dos sistemas de piñón cadena correspondiente a cada lado.

Para el diseño de cuñas se utilizará el libro de Mott.²⁰ Donde se identifica dos tipos de cuñas más comunes, cuadra o rectangular, según las dimensiones recomiendan que para ejes con diámetro menor a 3-1/2" se debe usar cuñas cuadras. Teniendo en cuenta que el eje es de 3/4".

Imagen 40. cuñas cuadradas



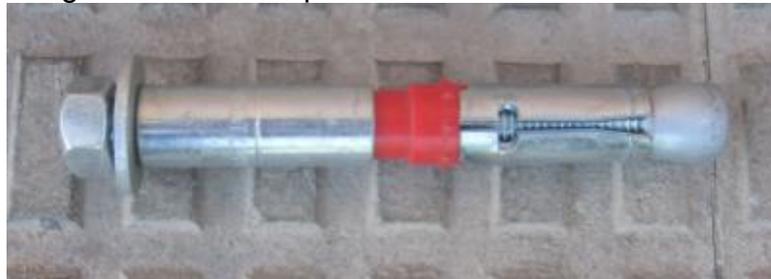
Fuente: MOTT, Robert L. Diseño de Elementos de máquinas. Cuarta edición. México D.F Pearson Educación. 2006. 494 p.

Para ejes de 3/4" lo más indicado son cuñas de H y W iguales a 3/16".

4.4 SISTEMA DE ANCLAJE DE LA ESTRUCTURA

El anclaje de la estructura se realiza como sistema preventivo, debido a que los bretes no necesitan este tipo de sistema, se requiere realizar un empotramiento sobre el concreto, por medio de pernos expansivos. Imagen 41.

Imagen 41. Perno expansivo



Fuente: LÍNEA PREVENCIÓN, anclaje estructurales. [En línea] <<http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSites/IS42/html/cap-8/cap-8-3.html>> [6 de mayo de 2019]

El peso de la maquina se obtiene por la simulación en Solid Edge.

²⁰ MOTT, Robert L. Diseño de Elementos de máquinas. Cuarta edición. México D.F Pearson Educación. 2006

peso maquina = 600kg
peso maximo del bovino = 1000kg

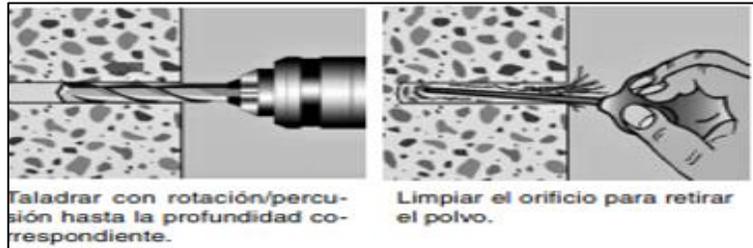
$$F = (1000 + 600) * 9.81 \text{ m/s}^2$$
$$F = 13.430 \text{ kN/4}$$
$$F = 5.35 \text{ kN}$$

Según las normas técnica 893 del instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo de España²¹, se escoge el tipo de perno correspondiente según la fuerza que debe soportar para estas cargas el anclaje se debe hacer en concreto C20/C25. Tomaremos el M10 con los siguientes requerimientos para su instalación.

Profundidad efectiva del anclaje: 90 mm.
Diámetro de broca: 12 mm.
Profundidad de taladro mínima: 90 mm.
Par de aprieta: 20 Nm.

Para más especificaciones y revisión de datos. Anexo H.

Imagen 42. Instalación anclaje metálico de expansión 1



Fuente: TOMBORERO, José ma. Anclajes estructurales. Norma técnica de prevención 893, Instituto nacional de seguridad en higiene en el trabajo. 2011. 4p

Imagen 43. Instalación anclaje metálico de expansión 2



Fuente: TOMBORERO, José ma. Anclajes estructurales. Norma técnica de prevención 893, Instituto nacional de seguridad en higiene en el trabajo. 2011. 4p

²¹ TOMBORERO, José M^a. Anclajes estructurales. Norma técnica de prevención 893, Instituto nacional de seguridad en higiene en el trabajo. 2011.

5. ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS

En este capítulo se mostrarán los diferentes elementos que se deben analizar por elementos finitos teniendo en cuenta las cargas aplicadas en cada uno de ellos, para la simulación se utilizó el software Solid Edge.

El material que se determinó para todo el desarrollo del proyecto (mencionado en el capítulo de 2) es acero galvanizado con las siguientes propiedades.

Cuadro 10. Propiedades del acero

Nombre del material	Acero galvanizado A36 ^o
Densidad de masa	7833.000 kg/m ³
Módulo de Young	199947953000.000 Pa
Coefficiente de Poisson	0.290
Coefficiente de expansión térmica	0.0000 /C
Conductividad térmica	0.032 kW/m-C
Límite elástico	284000766.000 Pa
Resistencia a la rotura	358527364.000 Pa

Fuente: elaboración propia

Para el análisis de elementos finitos y determinar que perfil utilizar en cada uno de los elementos que componen el brete se realizaron de dos a tres análisis por elemento crítico, identificando el desplazamiento por deformación, la resistencia a la rotura y el factor de seguridad

5.1 ANÁLISIS DEL SOPORTE DE LA PUERTA DE INGRESO

Para el análisis del soporte de la puerta de ingreso se realizaron los cálculos con una carga de 36.42 kg aplicado a los dos puntos.

A continuación, se muestran los datos del soporte que se tuvieron en cuenta al momento de realizar el análisis.

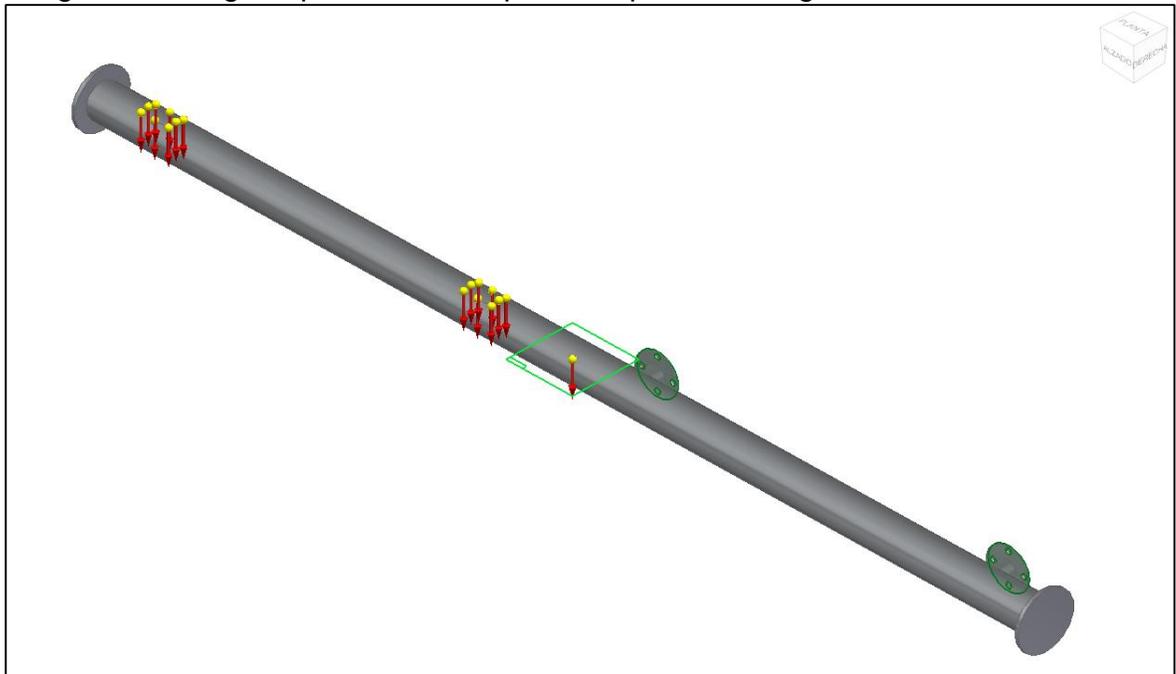
Cuadro 11. Datos de la pieza

Nombre de la pieza	Eje puerta de ingreso
Masa	7.795 kg
Volumen	0.001 m ³
Peso	76389.060 mN

Fuente: elaboración propia

Análisis de tensión del eje de la puerta de ingreso. Se determinó que el punto más crítico de este eslabón se encuentra al estar abierta la puerta por lo tanto se aplican las fuerzas en los dos puntos según la imagen 44. Se determinó por medio del software Solid Edge la tensión de Von Mises máxima y mínima que soporta este elemento.

Imagen 44. Cargas aplicadas en soporte de puerta de ingreso

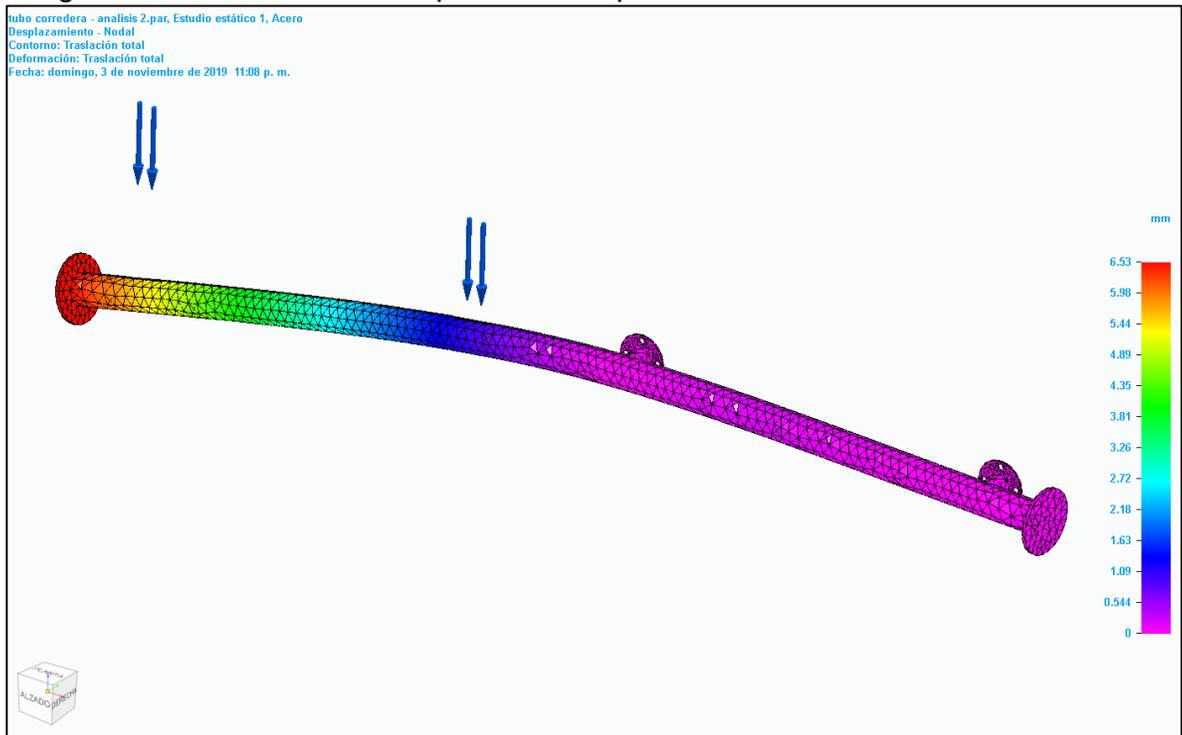


Fuente: elaboración propia

5.1.1 Análisis con un perfil SCH 10 de 1 ½"

5.1.1.1 Análisis de desplazamiento del eje de la puerta de ingreso. Se determinó que el punto más crítico de este eslabón se encuentra al estar abierta la puerta por lo tanto se aplican las fuerzas en los dos puntos según la imagen 45. Para este análisis se determinó por medio del software la tensión de Von Mises máxima y mínima que soporta este elemento.

Imagen 45. Resultados de desplazamiento perfil 1 ½”



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 12. Desplazamiento por deformación del perfil 1 ½”

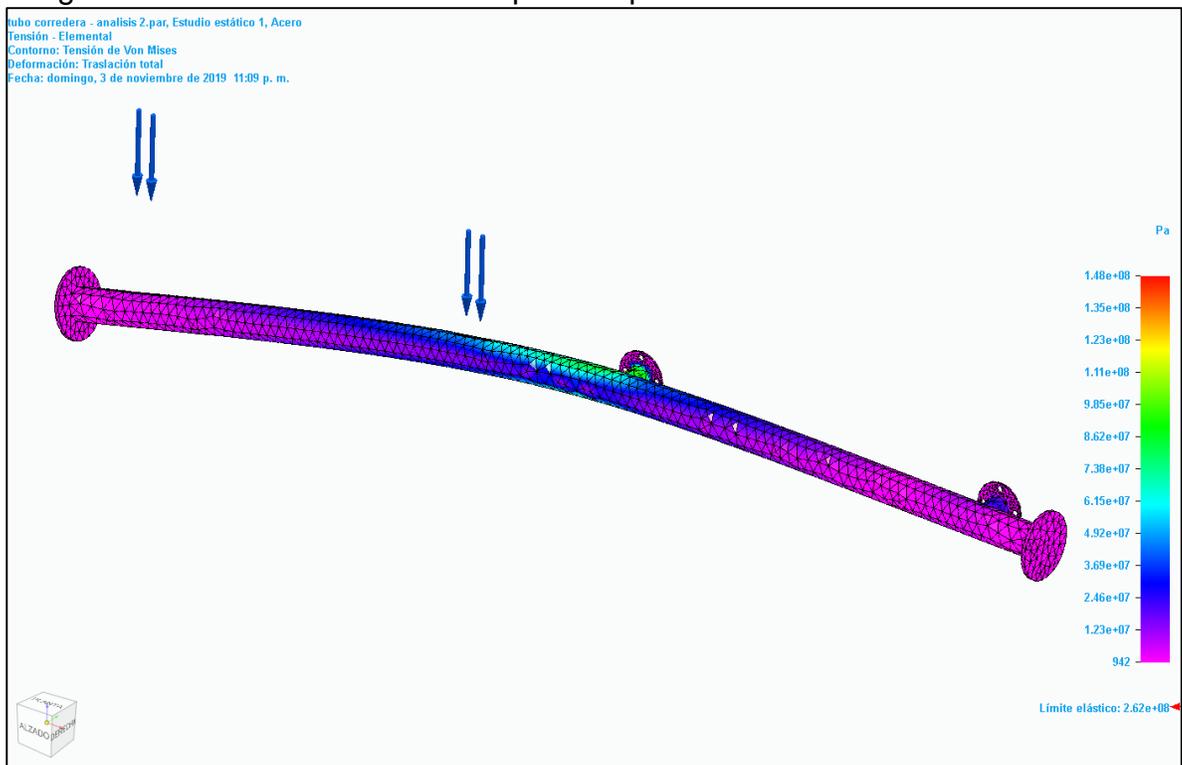
Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0 mm	723.960 mm	53.000 mm	4.506 mm
Máxima	6.53 mm	-856.000 mm	-42.063 mm	27.032 mm

Fuente: elaboración propia

El desplazamiento por deformación con el perfil seleccionado dio aproximadamente 7 mm, siendo un desplazamiento tan alto se realizará de igual forma el análisis por tensión para verificar la resistencia a la rotura de la puerta de ingreso.

5.1.1.2 Análisis por tensión de Von Misses para un perfil de 1 ½”

Imagen 46. Tensión de Von Misses para un perfil 1 ½”



Fuente: elaboración propia

Cuadro 13. Máxima tensión de Von Misses en un perfil 1 ½”

Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	942 Pa	704.464 mm	53.000 mm	3.536 mm

Máxima	1.48e+08 Pa	84.300 mm	37.065 mm	-0.010 mm
---------------	-------------	-----------	-----------	-----------

Fuente: elaboración propia

El límite de rotura es de 148 MPa lo cual indica que el elemento resistirá, mencionado en el análisis de desplazamiento podemos descartar este debido a que se generará un desplazamiento que por condiciones de diseño no se puede considerar a tomar en cuenta.

Factor de seguridad. Este factor viene determinado por la relación entre el límite de elasticidad del material (Esfuerzo permisible) y la tensión máxima que resiste un elemento estructural (esfuerzo de diseño)

$$FS = \frac{\square \text{ permisible}}{\square \text{ diseño}}$$

$$FS = \frac{284 \text{ Mpa}}{148 \text{ Mpa}}$$

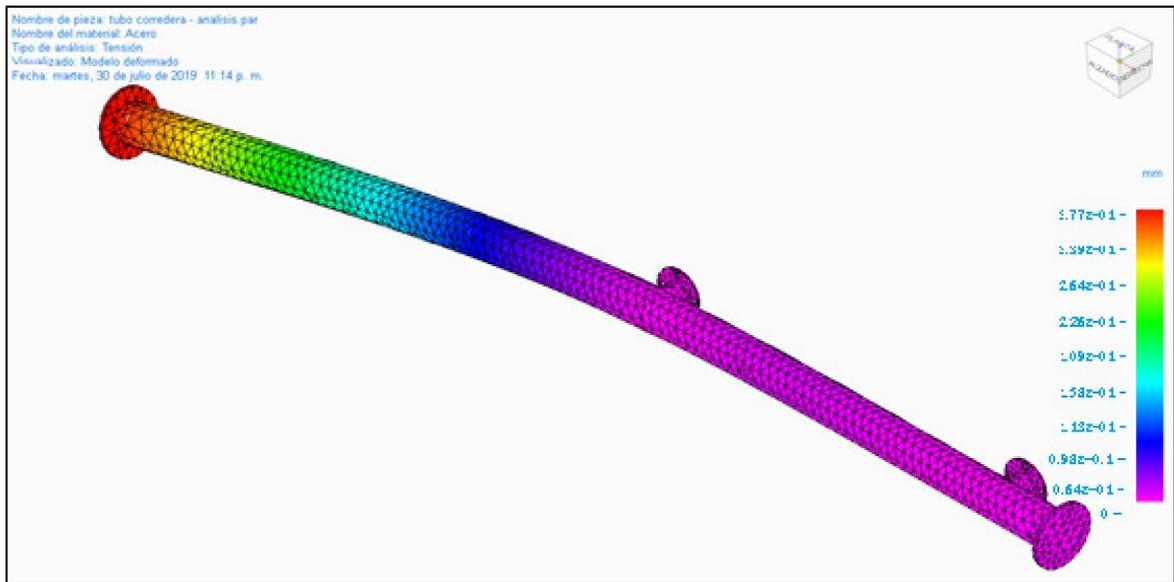
$$FS = 1.77$$

De acuerdo con lo anterior se procede a tomar el perfil siguiente para realizar el respectivo análisis y determinar cuál será el que será usado durante el diseño detallado.

5.1.2 Análisis de la puerta de ingreso con un perfil de 2"

5.1.2.1 Análisis del desplazamiento del eje de la puerta de ingreso de 2". En el siguiente diagrama se puede apreciar el máximo desplazamiento o deformación que tiene el eje al ser sometido por la carga que genera el peso de la puerta.

Imagen 47. Análisis de deformación del eje de la puerta de ingreso



Fuente: elaboración propia

Cuadro 14. Resultados de deformación del eje de la puerta de ingreso

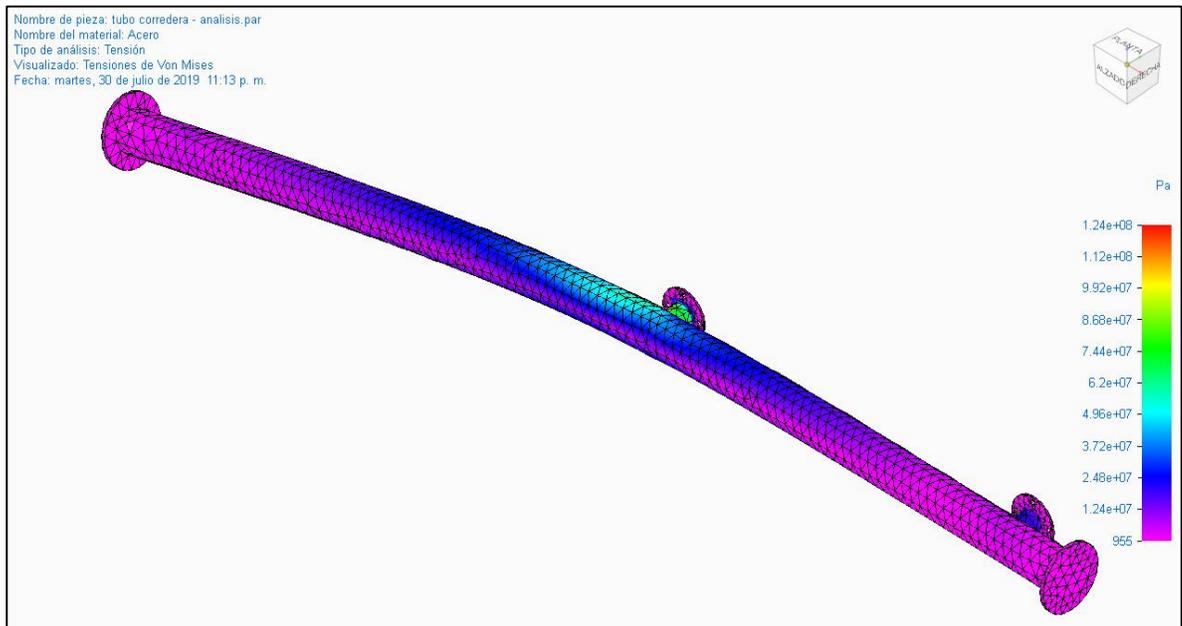
Tipo	Extensión	Valor	X	Y	Z
Desplazamiento resultante	Mínima	0.00e+00 mm	101.00 mm	53.00 mm	-33.00 mm
	Máxima	3.77e-01 mm	-856.00 mm	-50.00 mm	0.00 mm

Fuente: elaboración propia

La máxima deformación presentada en el eje es de 3.77×10^{-1} mm de desplazamiento, contrastando estos resultados con los datos obtenidos por tensión, se concluye que el material se deformará y el límite de fluencia del material está por encima de la tensión máxima que resiste la pieza por lo cual volverá a su posición inicial después de ser aplicada la carga.

5.1.2.2 Análisis de tensión perfil 2"

Imagen 48. Análisis tensión del soporte de la puerta de ingreso 2"



Fuente: elaboración propia

Cuadro 15. Resultados de tensión Von Mises eje de puerta de ingreso

Tipo	Extensión	Valor	X	Y	Z
Tensión de Von Mises	Mínima	9.548e+02 Pa	773.50 mm	53.00 mm	0.00 mm
	Máxima	1.241e+08 Pa	84.30 mm	40.08 mm	-0.01 mm

Fuente: elaboración propia

La tensión mínima del eje del a puerta de ingreso fue de aproximadamente $1000 Pa$ y la máxima de $124 Mpa$, se puede apreciar en la imagen que la zona donde más afectada por la fuerza aplicada es la que comprende los apoyos (zona azul-verde). Al contrastar las propiedades del material respecto a los resultados obtenidos podemos concluir que el eje resiste la carga aplicada en los apoyos.

5.1.2.3 Factor de seguridad 2". Este factor viene determinado por la relación entre el límite de elasticidad del material (Esfuerzo permisible) y la tensión máxima que resiste un elemento estructural (esfuerzo de diseño)

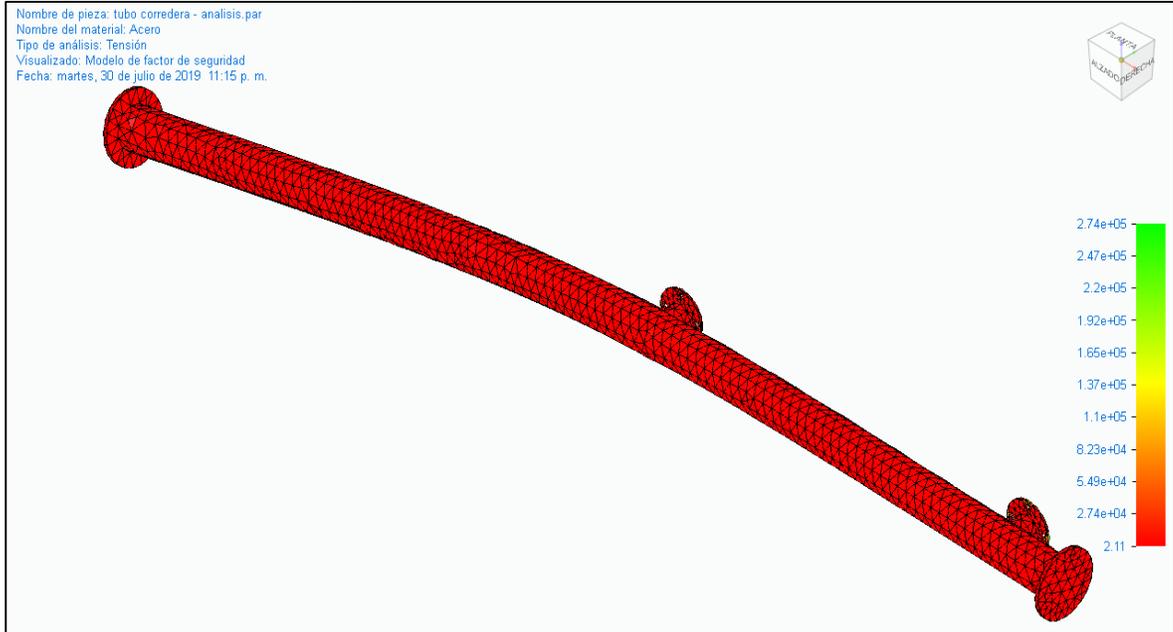
$$FS = \frac{\square \text{ permisible}}{\square \text{ diseño}}$$

$$FS = \frac{284 MPa}{124.1 MPa}$$

$$FS = 2.28$$

Para contrastar los datos obtenidos se realizó la simulación por factor de seguridad demostrar si realmente el eje posee este factor calculado. Imagen 50.

Imagen 49. Factor de seguridad 2”



Fuente: elaboración propia

5.1.3 Análisis de resultados de la puerta de ingreso

Se realizó una última simulación con un perfil de 2 ½” para realizar la respectiva comparación arrojando los siguientes resultados.

Cuadro 16. Resultados de los 3 perfiles simulados

Perfil	1 1/2"	2"	2 1/2"
Desplazamiento	6,53 mm	0,37 mm	0,21 mm
Resistencia a la rotura	148 MPa	124 MPa	81 MPa
Factor de seguridad	1,77	2,88	3,52

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los análisis presentados se determinó que el perfil a utilizar en este elemento es de 2” debido a que se recomienda un factor de seguridad mayor a 2” y el perfil de 1 ½” no cumple con este requerimiento diseño; Para el perfil de 2 ½” se considera que hay un sobre dimensionamiento lo cual aumentaría el costo de fabricación de este elemento.

5.2 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

Este elemento estructural es el que resiste la carga ejercida por un bovino de 1200kg teniendo en cuenta que el peso máximo de un bovino en adultez es de

1000kg este sobre dimensionamiento se realizó debido a que incluye el peso de las plataformas de 60 kg y el peso de operación que requieran apoyarse en la estructura.

A continuación, se muestran las propiedades de este elemento estructural

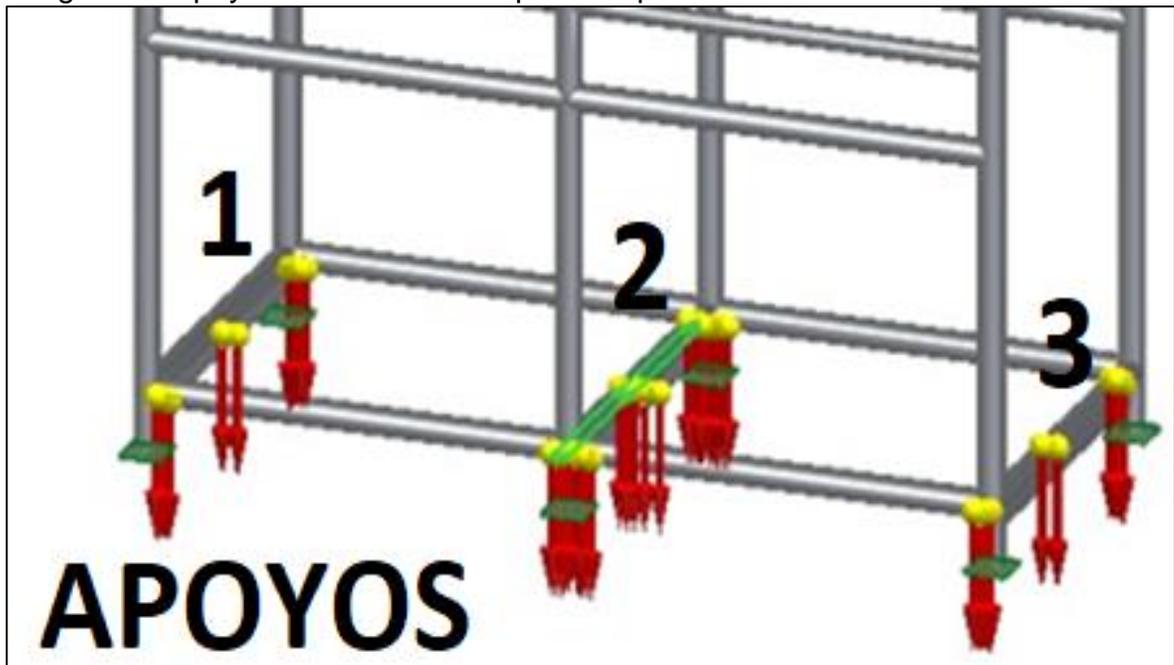
Cuadro 17. Datos de la estructura

Nombre de la pieza	estructura - análisis
Masa	136.004 kg
Volumen	0.017 m ³
Peso	1332842.282 mN

Fuente: elaboración propia

Para el análisis correspondiente a este elemento se debe tomar en cuenta que son 3 apoyos con soldadura en donde ira posicionadas y distribuidas las 6 plataformas como se muestra a continuación. Imagen 50.

Imagen 50. Apoyos en la estructura para las plataformas



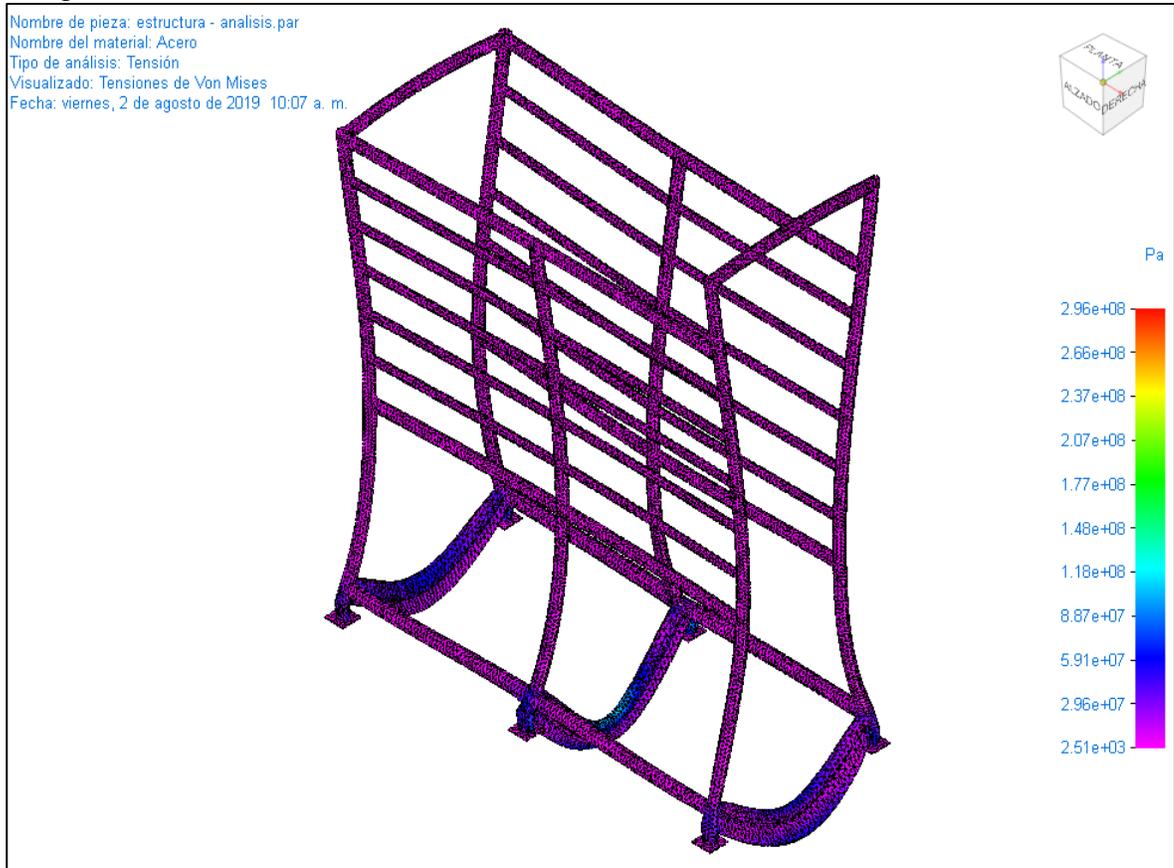
Fuente: elaboración propia

Al área donde se apoyan las plataformas son los perfiles encargados de soportar las cargas y distribuirlas. La carga aplicada es de 1000 Kg como se había mencionado previamente arrojando los siguientes resultados.

5.2.1 Análisis de la estructura con apoyos de 1 3/4" x 1/4"

5.2.1.1 Análisis de tensión de Von misses.

Imagen 51. Resultados de tensión de Von Mises de la estructura



Fuente: elaboración propia

Cuadro 18. Resultados tensión de Von Misses de la estructura

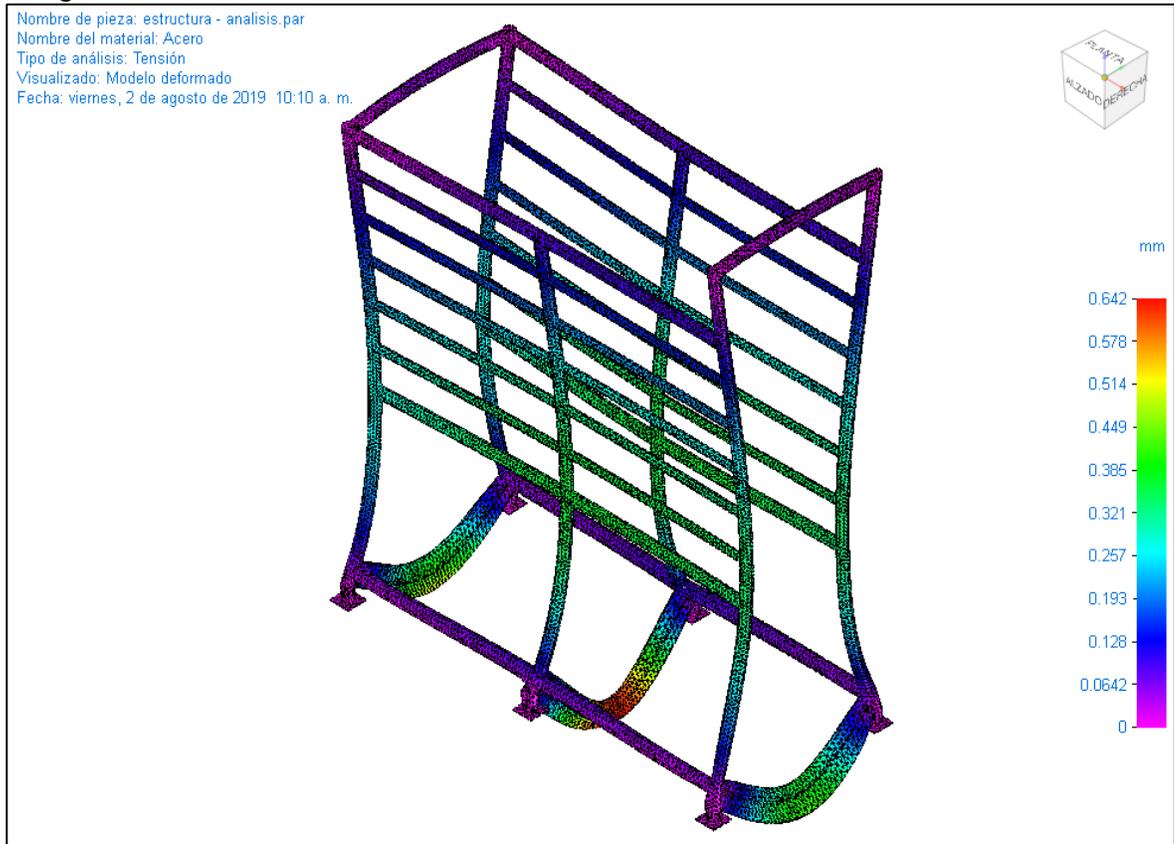
Tipo	Extensión	Valor	X	Y	Z
Tensión de Von Mises	Mínima	1.611e+03 Pa	732.97 mm	417.37 mm	1800.20 mm
	Máxima	2.157e+08 Pa	6.35 mm	384.22 mm	53.85 mm

Fuente: elaboración propia

La tensión máxima que soportara es de 215 MPa de acuerdo con el comportamiento presentado durante la simulación se evidencia que se presentara sobre toda la estructura 88 MPa.

5.2.1.2 Análisis del desplazamiento de la estructura 1 3/4" x 1/4". Como se puede apreciar en la imagen 52 es desplazamiento por deformación se presenta en los apoyos.

Imagen 52. Resultados de deformación de la estructura



Fuente: elaboración propia

Cuadro 19. Resultados de desplazamiento o deformación de la estructura

Tipo	Extensión	Valor	X	Y	Z
Desplazamiento resultante	Mínima	0.00e+00 mm	-880.00 mm	-452.50 mm	0.00 mm
	Máxima	6.42e-01 mm	44.45 mm	0.00 mm	91.95 mm

Fuente: elaboración propia

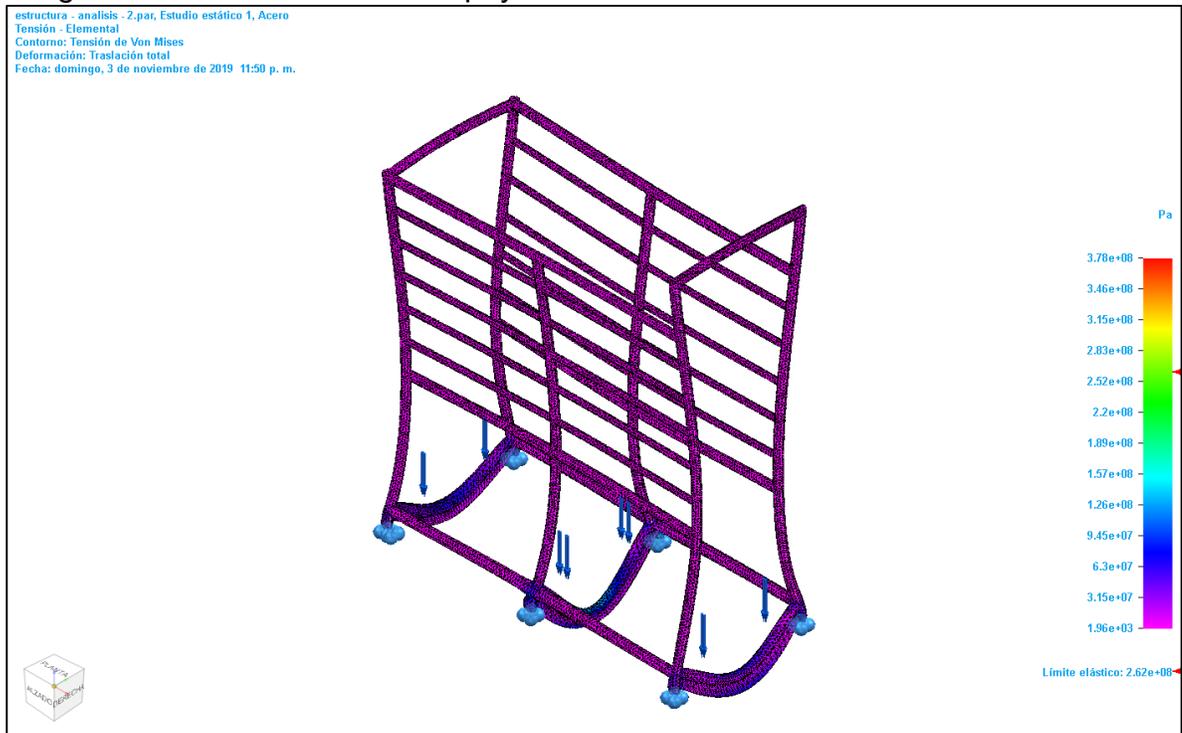
El máximo desplazamiento presentado en los apoyos es de 0.64 mm. Contrastando los datos obtenidos en los resultados de tensión, se puede concluir que la estructura resistirá debido a que la resistencia elástica del material es mayor a la del elemento analizado, la carga aplicada no generara un desplazamiento considerable y no fractura la estructura.

5.2.1.3 Factor de seguridad $1 \frac{3}{4}$ x $\frac{1}{4}$ ". El factor de seguridad es de 3.22 por las condiciones que se han mencionado previamente, respecto a que la deformación es casi nula pero existente y no hay fractura del material

5.2.2 Análisis con apoyos de $1 \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ "

5.2.2.1 Análisis de tensión de $1 \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ " en los apoyos soldados

Imagen 53. Análisis de tensión apoyos soldados de $1 \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ "



Fuente elaboración propia

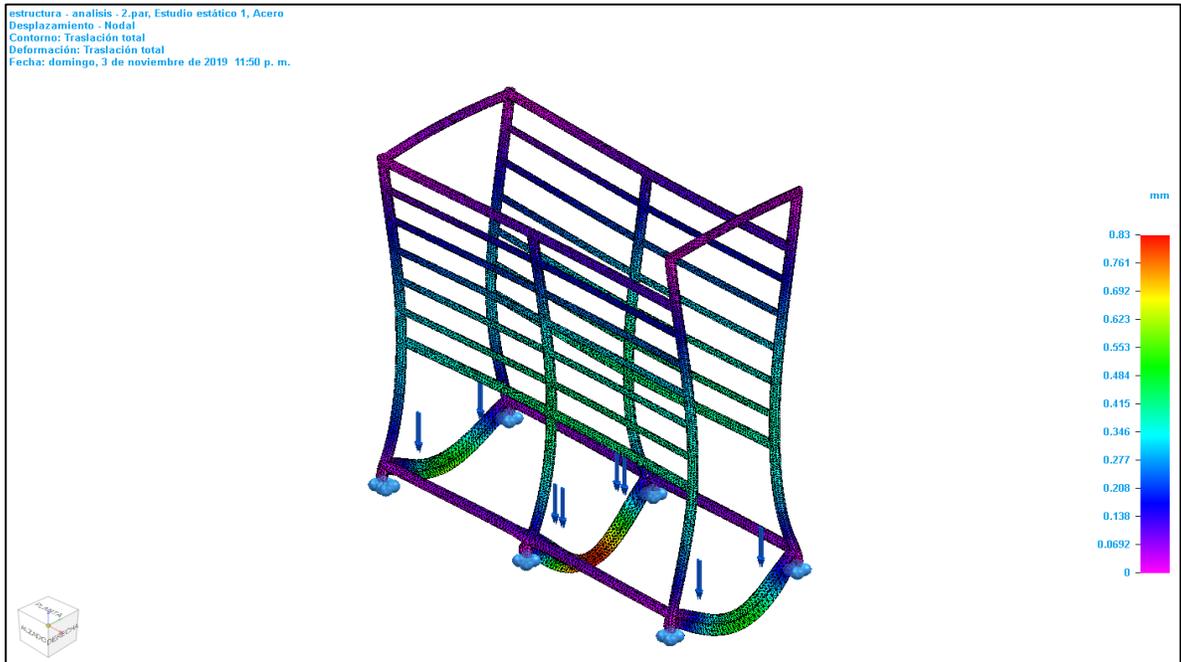
Cuadro 20. Tensión para el perfil en los apoyos de $1 \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ "

Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	1.96e+03 Pa	748.425 mm	-417.365 mm	1800.205 mm
Máxima	3.78e+08 Pa	-4.770 mm	383.846 mm	60.200 mm

Fuente: elaboración propia

5.2.2.2 Análisis de desplazamiento de un perfil soldado de $1 \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ "

Imagen 54. Desplazamiento de perfil en los apoyos $1 \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ "



Fuente: elaboración propia

Cuadro 21. Desplazamiento en la estructura con apoyos 1 x 1/2 x 3/16 “

Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0 mm	-910.000 mm	407.500 mm	-6.000 mm
Máxima	0.83 mm	-38.100 mm	0.000 mm	98.300 mm

Fuente: elaboración propia

La deformación máxima presentada en este perfil en los apoyos es de aproximadamente un 1 mm, esta deformación como indica la simulación se presenta en al apoyo numero 2 el cual será el elemento más crítico de toda esta estructura.

5.2.3 Comparación de perfiles en la estructura. A continuación, se presenta una comparación de ambos perfiles utilizados en la estructura en donde se evidencia que el perfil a utilizar es el de 1 3/4 x 1/4”

Cuadro 22. Resultados de los 2 perfiles simulados

Perfil	1 x 3/4 x 1/4 “	1 x 1/2 x 3/16 “
Desplazamiento	0.6 mm	0,83 mm
Resistencia a la rotura	88 MPa	378 MPa
Factor de seguridad	3.52	0.75

Fuente: elaboración propia

Se selecciona la estructura 1x3/4x1/4” debido a que el factor de seguridad se encuentra sobre 2.

5.3 ANÁLISIS DE LA PALANCA DE CIERRE

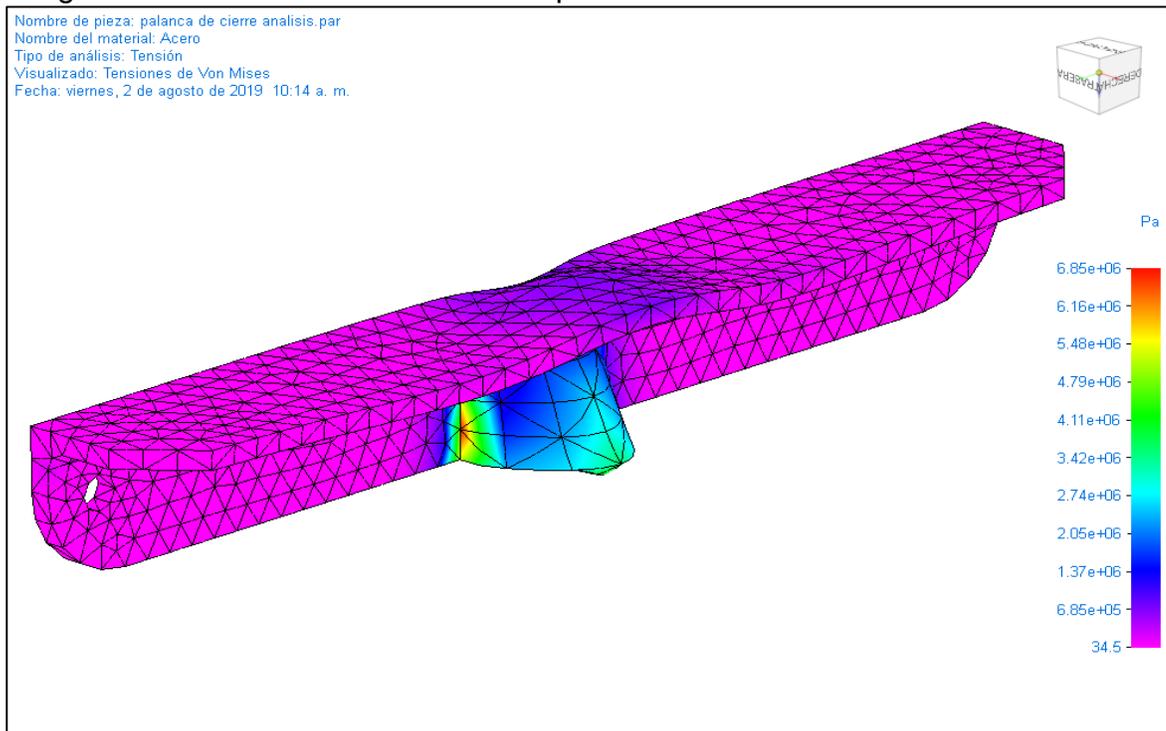
La palanca de cierre es el elemento que soporta la carga que se genere en el subsistema de apriete, ya que este elemento es el que restringe la apertura de la puerta, sobre la cual se está generando la fuerza.

Los análisis se hicieron con una fuerza de 25 T generados por el peso del bovino (1000 kg) a una velocidad de 10km/h por análisis dinámico.

5.3.1 Palanca de cierre de 2 ¼”.

5.3.1.1 Análisis de resultados de tensión para la palanca de cierre de 2 ¼”. La fuerza aplicada se ubica en la mitad de la palanca de cierre, donde irá apoyado el subsistema de apriete inferior.

Imagen 55. Resultados a tensión de la palanca de cierre 2 ¼”.



Fuente: elaboración propia

Cuadro 23. Resultados de tensión de Von Misses para la palanca de cierre

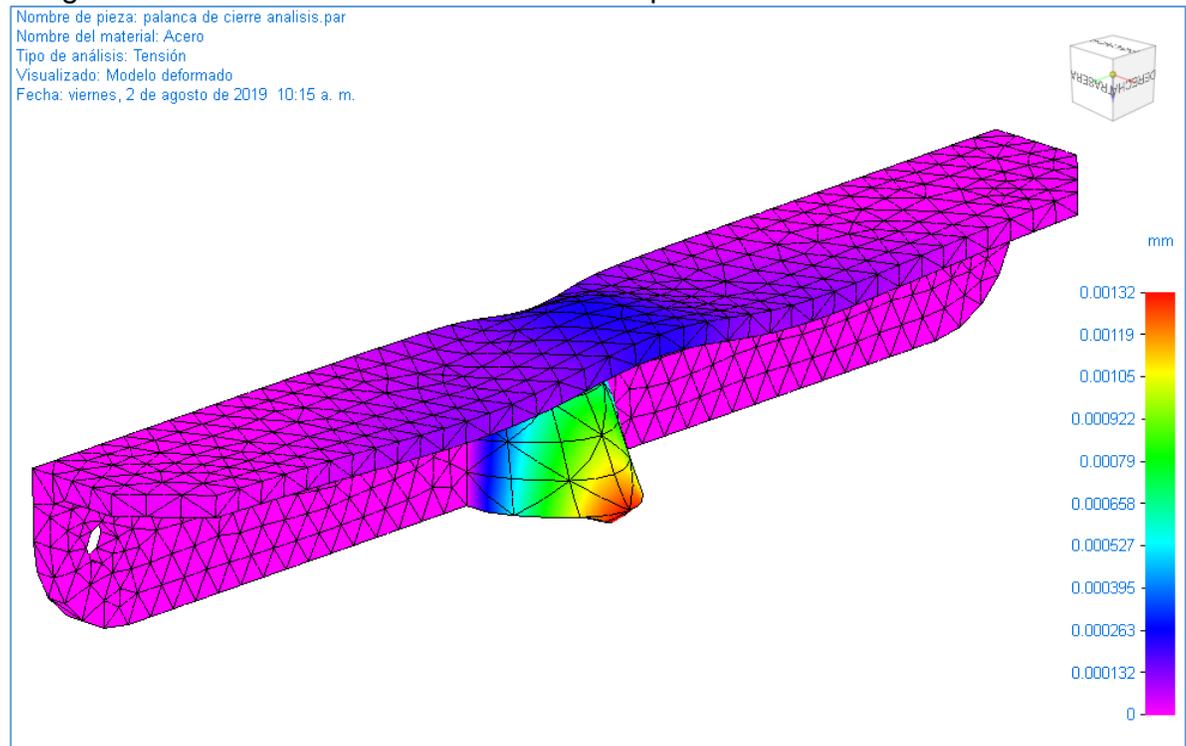
Fuente: elaboración propia

Tipo	Extensión	Valor	X	Y	Z
Tensión de Von Mises	Mínima	3.449e+01 Pa	0.00 mm	146.56 mm	50.80 mm
	Máxima	6.850e+06 Pa	6.35 mm	25.00 mm	41.19 mm

La máxima tensión presentada en este elemento es de 0.006 MPa teniendo en cuenta que se usó todo el peso del bovino a una velocidad máxima de 10 km/h que se presentará en un espacio de 2m.

5.3.2.1 Análisis de deformación de la palanca de cierre 2 ¼”

Imagen 56. Resultados de deformación de la palanca de cierre 2 ¼”



Fuente: elaboración propia

Cuadro 24. Desplazamiento máximo palanca de cierre

Tipo	Extensión	Valor	X	Y	Z
Desplazamiento resultante	Mínima	0.00e+00 mm	6.35 mm	165.00 mm	30.80 mm
	Máxima	1.32e-03 mm	0.00 mm	0.00 mm	50.80 mm

Fuente: elaboración propia

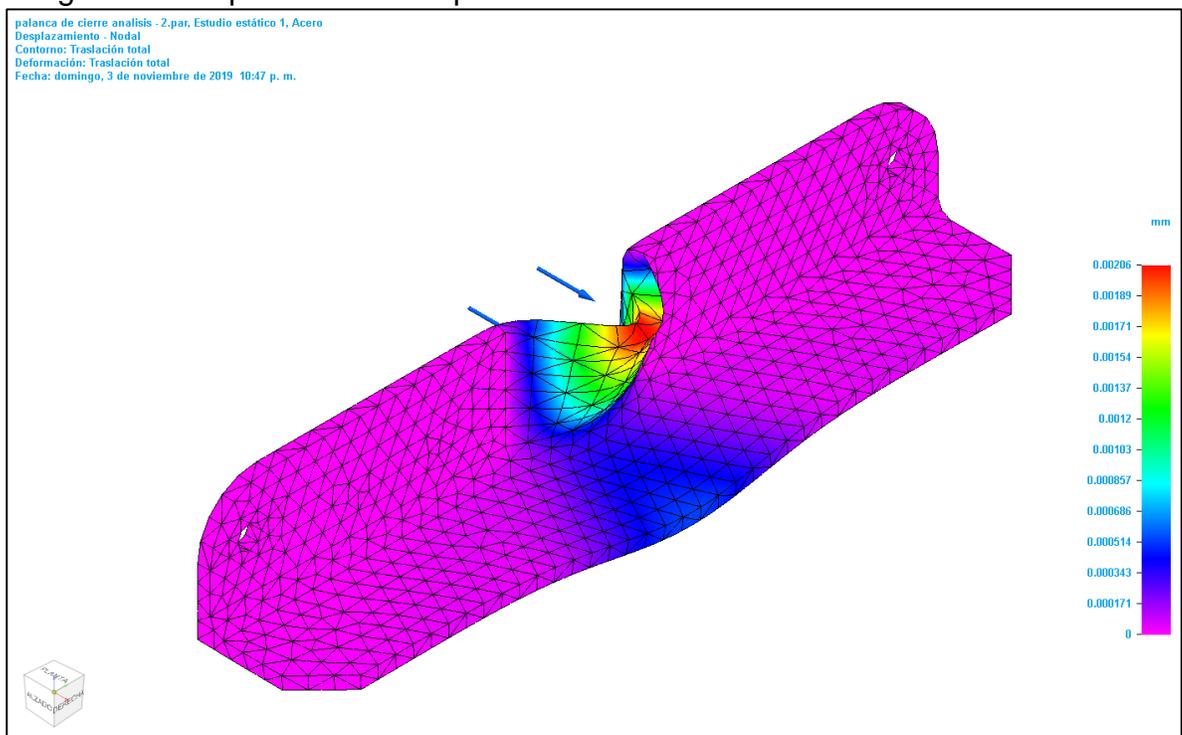
El desplazamiento máximo es de 0.03 mm y por ende se puede concluir de este elemento del brete resiste y la deformación no afectara. Se realizaron análisis con la masa de 6 bovinos (6000 kg) con el fin de corroborar cuanto podría resistir la palanca de cierre.

Se realizó un análisis con un perfil más alto y así determinar la veracidad de la simulación anterior arrojando los siguientes resultados.

5.3.2 Palanca de cierre de 2 ½ x ¼”

5.3.2.1 Análisis de desplazamiento de la palanca de cierre 2 ½ x ¼”

Imagen 57. Desplazamiento de palanca de cierre 2 ½ x ¼”



Fuente : elaboración propia

Cuadro 25. Desplazamiento máximo en la palanca de cierre 2 ½ x ¼”

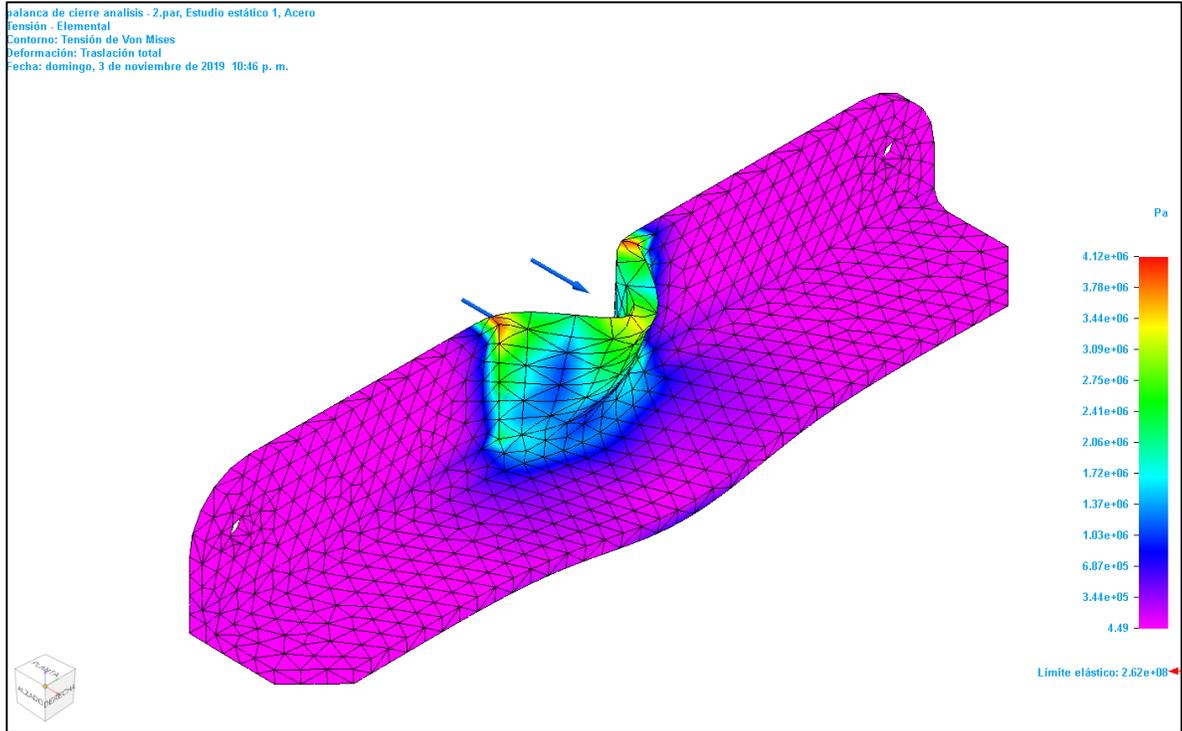
Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0 mm	6.349 mm	35.000 mm	63.500 mm
Máxima	0.00206 mm	3.176 mm	0.000 mm	63.500 mm

Fuente: elaboración propia

La deformación máxima presentada es casi nula debido a que se está presentando un sobredimensionamiento.

5.3.2.2 Análisis de Tensión de la palanca de cierre 2 ½ x ¼”

Imagen 58. Tensión de Von Mises palanca de cierre 2 ½ x ¼”



Fuente: elaboración propia

Cuadro 26. Resultados Tensión de palanca de cierre 2 ½ x ¼”

Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	4.49 Pa	0.000 mm	155.000 mm	63.500 mm
Máxima	4.12e+06 Pa	0.001 mm	35.000 mm	54.429 mm

Fuente: elaboración propia

5.3.2.3 Comparación perfiles en la palanca de cierre. A continuación, se puede ver que este elemento posee un grado de confiabilidad muy alto, este último perfil simulado 2 ½ x ¼” se considera un elemento sobre dimensionado de acuerdo a su límite de rotura, deformación y factor de seguridad como se puede ver el siguiente cuadro.

Cuadro 27. Comparación de perfiles palanca de cierre

Perfil	2 x 1/4 "	2 1/2 x 1/4"
Desplazamiento	0,00302 mm	0,00206 mm
Resistencia a la rotura	0,06 MPa	0,04 MPa
Factor de seguridad	3,78	4,49

Fuente: elaboración propia

Se determino que el mejor perfil a utilizar es el de 2 ¼ por que se ajusta a todas las necesidades de resistencia para la carga aplicada, de igual forma posee un factor de seguridad 3.78.

5.4 ANÁLISIS DE LA PLATAFORMA

Para el análisis de la plataforma se debe aclarar que la carga ejercida será de 300kg ejercida por una de las extremidades que tiene el bovino sobre uno de los 6 elementos para determinar su resistencia, desplazamiento por deformación y factor de seguridad. Cuadro 25 se expresan las propiedades que tiene este elemento de soporte.

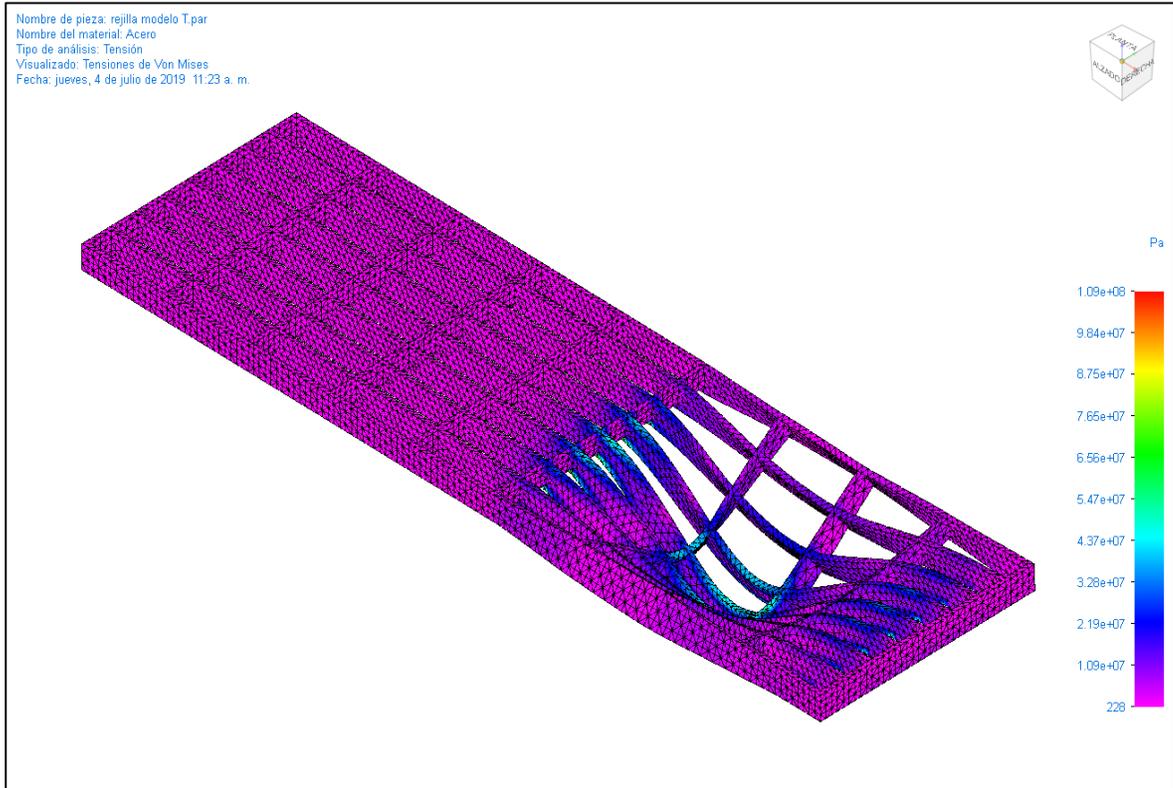
Cuadro 28. Datos de la plataforma

Nombre de la pieza	rejilla modelo T
Masa	9.062 kg
Volumen	0.001 m ³
Peso	88810.161 mN

Fuente: Elaboración propia

5.4.1 Análisis de tensión plataforma. La carga fue aplicada en una de las áreas a consideración como más crítica en este elemento que es en medio de los apoyos de la estructura. Imagen 59.

Imagen 59. Análisis de tensión de Von Mises de la plataforma



Fuente: elaboración propia

Cuadro 29. Resultados de tensión Von Mises plataforma

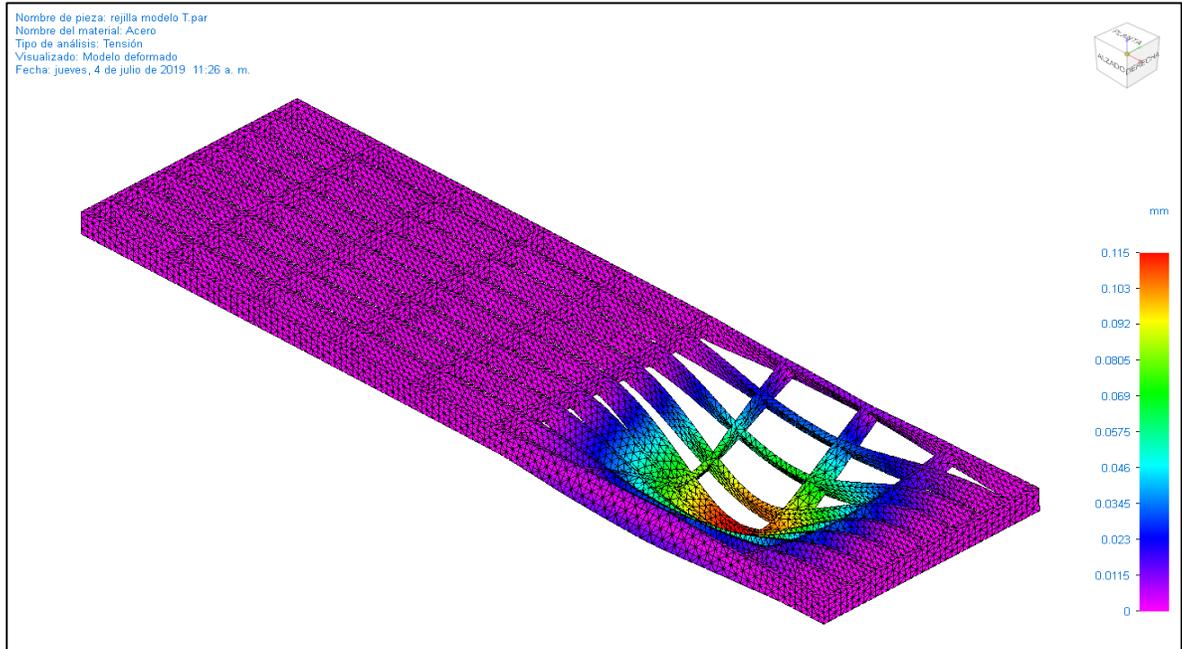
Tipo	Extensión	Valor	X	Y	Z
Tensión de Von Mises	Mínima	2.277e+02 Pa	-437.50 mm	-127.00 mm	0.00 mm
	Máxima	1.093e+08 Pa	50.00 mm	-34.31 mm	-25.40 mm

Fuente: elaboración propia

La tensión máxima que resistirá este elemento de soporte es de 193MPa la cual está por debajo del límite de fluencia del material, de lo cual se puede concluir que este elemento sometido a la carga que genera una pata del semoviente resiste.

5.4.2 Análisis del desplazamiento de la plataforma. En la siguiente imagen se puede apreciar el máximo desplazamiento o deformación que se presenta en la plataforma. Imagen 52.

Imagen 60. Análisis del desplazamiento o deformación de la plataforma



Fuente: elaboración propia

Cuadro 30. Resultados del desplazamiento de la plataforma

Tipo	Extensión	Valor	X	Y	Z
Desplazamiento resultante	Mínima	0.00e+00 mm	-397.50 mm	33.15 mm	-25.40 mm
	Máxima	1.15e-01 mm	209.98 mm	1.80 mm	-12.32 mm

Fuente: elaboración propia

En la zona roja se indica el desplazamiento máximo de 1.15mm que posee este elemento al ser sometido a la carga sometida, con lo cual contrastando estos resultados con los datos obtenidos por tensión podemos concluir que el material se deformará y regresará a sus condiciones iniciales debido a que el límite elástico del material 284 MPa está por encima de la tensión de Von Misses generada 109.3 MPa.

5.4.3 Factor de seguridad de la plataforma. Factor determinado por la relación entre el límite de elasticidad del material (Esfuerzo permisible) y la tensión máxima que resiste un elemento estructural (esfuerzo de diseño)

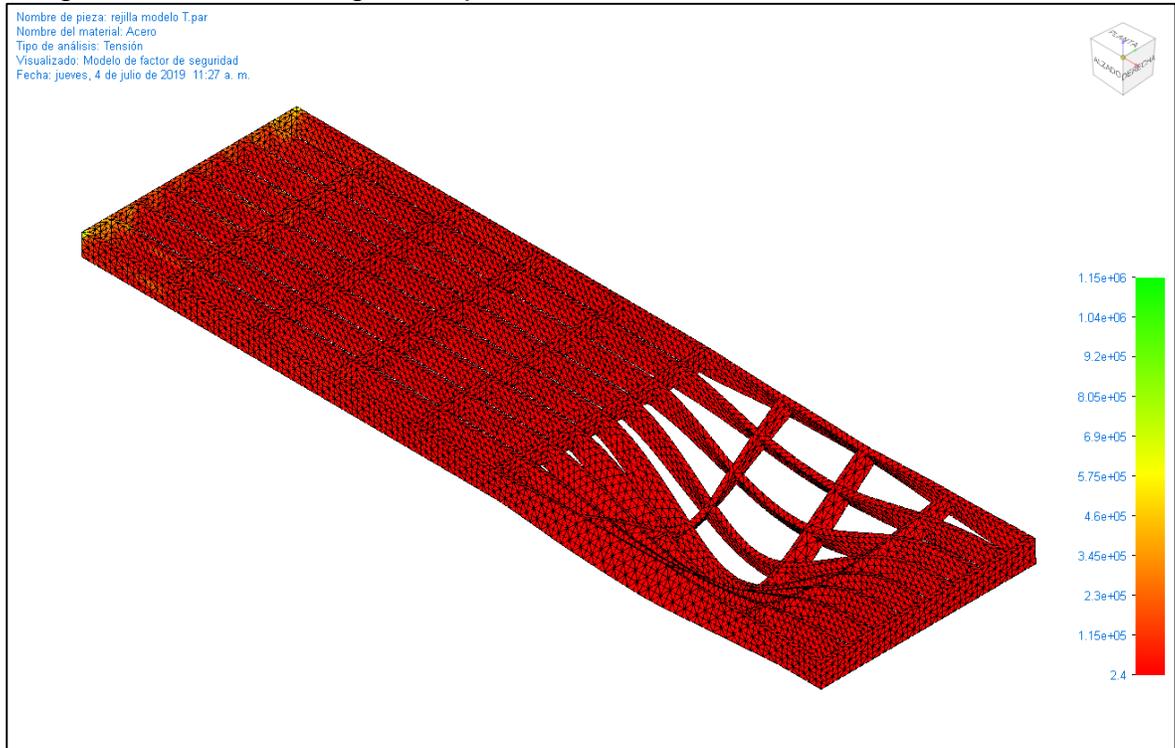
$$FS = \frac{\square \text{ permisible}}{\square \text{ diseño}}$$

$$FS = \frac{284 \text{ Mpa}}{109.3 \text{ Mpa}}$$

$$FS = 2.59$$

En la imagen 61. Se demuestra el factor de seguridad uniforme sobre todo el elemento de soporte. El factor calculado junto con los datos obtenidos por el software Solid Edge indican su baja posibilidad de falla.

Imagen 61. Factor de seguridad plataforma



Fuente: elaboración propia

6. MANUALES

El correcto funcionamiento del brete depende de una buena ejecución por parte de los operarios respecto al ensamble y operación de este, junto al manejo que se le dé al animal durante el procedimiento; el mantenimiento juega parte indispensable ya que será realizado por parte de los trabajadores de la finca, por este motivo debe ser un mantenimiento sencillo.

Se recomienda seguir cuidadosamente estos manuales ya que de esto depende la funcionalidad y mantenimiento de esta.

6.1 MANUAL DE ENSAMBLE

Este manual plantea aspectos generales e importantes a tomar en cuenta para el adecuado ensamblaje del brete. La responsabilidad del fabricante se limita al suministro de los elementos que lo componen, su instalación se debe realizar conforme a los siguientes procedimientos indicados.

El fabricante no se responsabiliza por los daños o problemas ocasionados por el NO cumplimiento de las indicaciones vertidas en el presente manual.

El Brete consta de una serie de pasos los cuales deben ser seguidos para facilitar su respectivo ensamblaje, la estructura posee una serie de elementos pre-armados para su fácil instalación

Los elementos necesarios para el montaje se encontrarán en el cuadro 31.

Cuadro 31. Elementos de ensamble

Símbolo	Nombre	Cantidad
A	Estructura	1
B	Rejilla tipo T	6
C	Puerta inferior lateral	8
D	Riel puerta ingreso	1
E	Tornillos 3/8"x3/4"	10
F	Tornillos 3/4"x3-1/2"	8
G	Rodillo puerta ingreso	2
H	Puerta ingreso	1
I	Arandela 3/4"	6
J	Tuerca 3/8"	8
K	Tuerca 3/4"	2
L	Marco cierre superior	1
M	Piñón conductor	2
N	Piñón conducido	2
O	Buje conductor	2

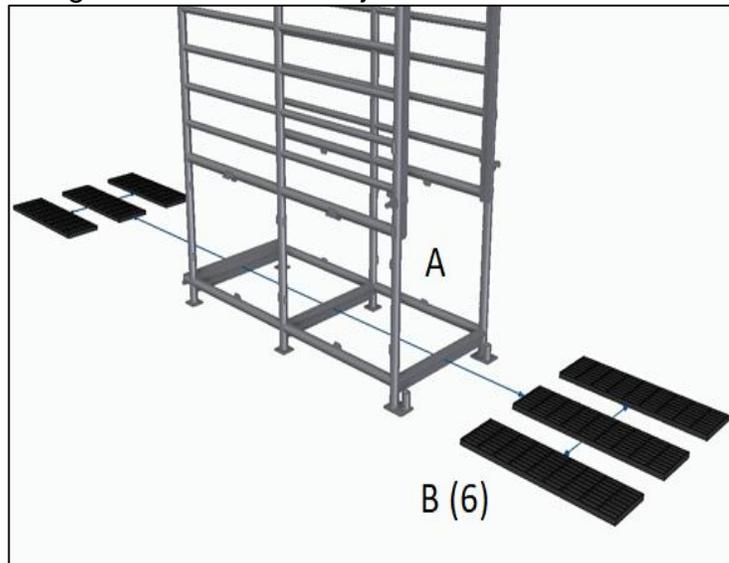
Cuadro 31 (continuación)

Símbolo	Nombre	Cantidad
P	Buje separador	2
R	Buje eje	2
S	Eje	1
T	Buje piñón conducido	2
U	Manivela	1
V	Cadena	2
W	Chaveta	2
X	Seguro freno	4
Y	Freno	1
Z	Prisionero	2
AA	Puerta abatible	2
AB	Tubo bisagra	2
AC	Cierre Clamp.	4
AD	Gurda cadena	2
AE	Palanca de cierre	1
AF	Tornillo 1/4"x1/2"	4
AG	Arandela 3/8	2
AH	Tipo Clamp.	4
AI	Tornillo 1/4"X1"	6

Fuente: elaboración propia

Posicionamos las rejillas tipo T (B) en la estructura (A) según se muestra en la imagen 62.

Imagen 62. Ensamble rejilla-estructura



Fuente: elaboración propia

Las plataformas deben ir ubicadas encima de los apoyos de tres en tres, como se muestra en la imagen 63.

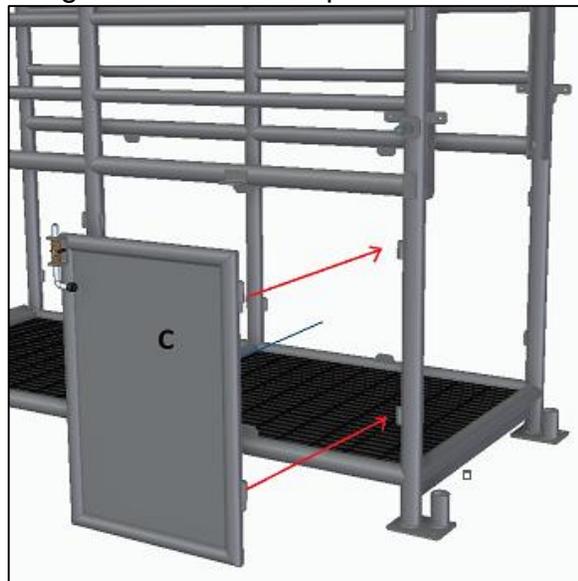
Imagen 63. Ubicación rejilla-estructura



Fuente: elaboración propia

Las puertas inferiores laterales (C) se deben acoplar a las bisagras de la estructura como una puerta regular (los cierres con muelles vendrán ya instalados en las puertas) la puerta debe abrirse hacia afuera de la estructura, por lo cual se debe prestar atención a la orientación de las bisagras y a los cerrojos con muelle, seguir la imagen 64.

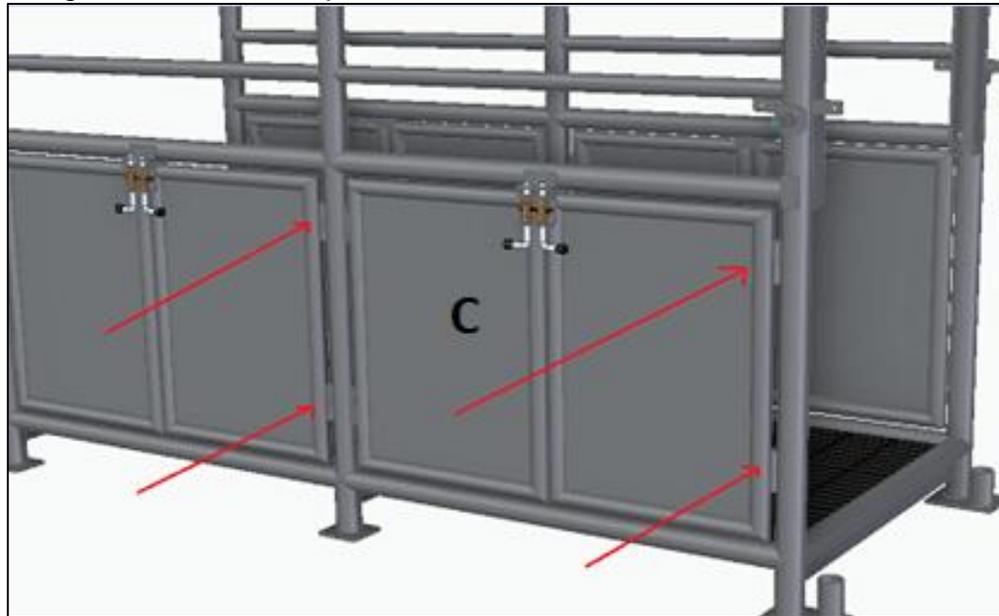
Imagen 64. Ensamble puerta inferior



Fuente: elaboración propia

Repetir este procedimiento con las 8 puertas inferiores laterales siguiendo la orientación presentada. Imagen 65.

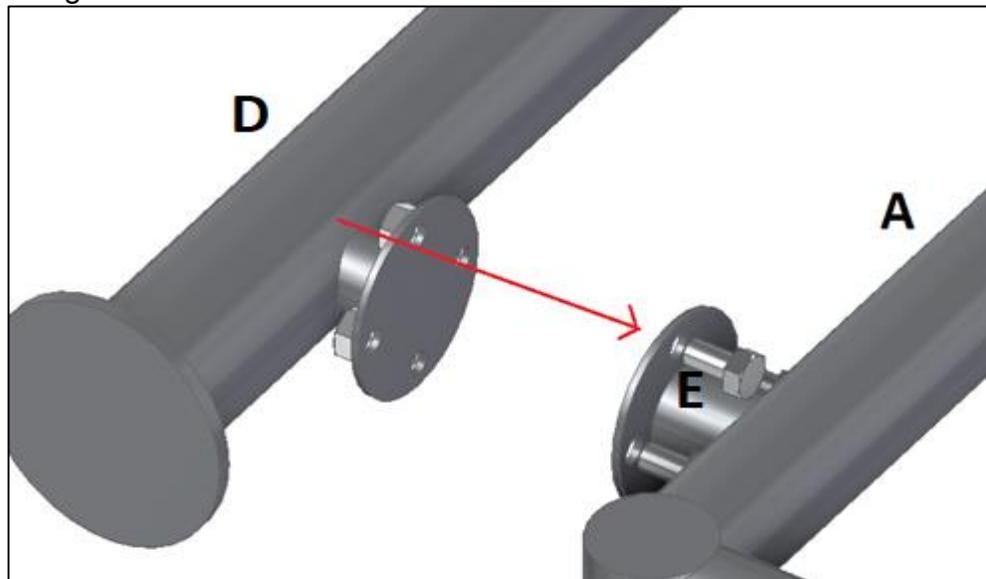
Imagen 65. Ubicación puertas



Fuente: elaboración propia

Para la instalación del riel de la puerta de ingreso (D) con la estructura (A) se utilizarán los tornillos 3/8"x3/4" (E) los cuales estarán dispuestos de a 4 tornillos por cada apoyo del eje como se muestra en la imagen 66.

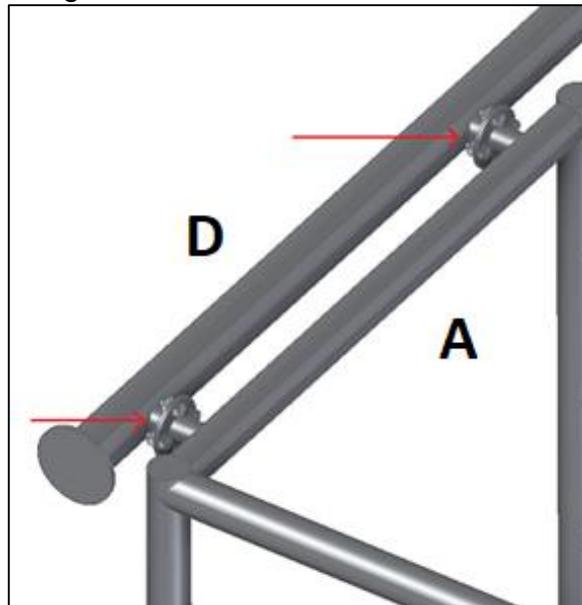
Imagen 66. Ensamble riel-estructura



Fuente: elaboración propia

A continuación, se procede a apretar los tornillos en los dos apoyos para finalizar.

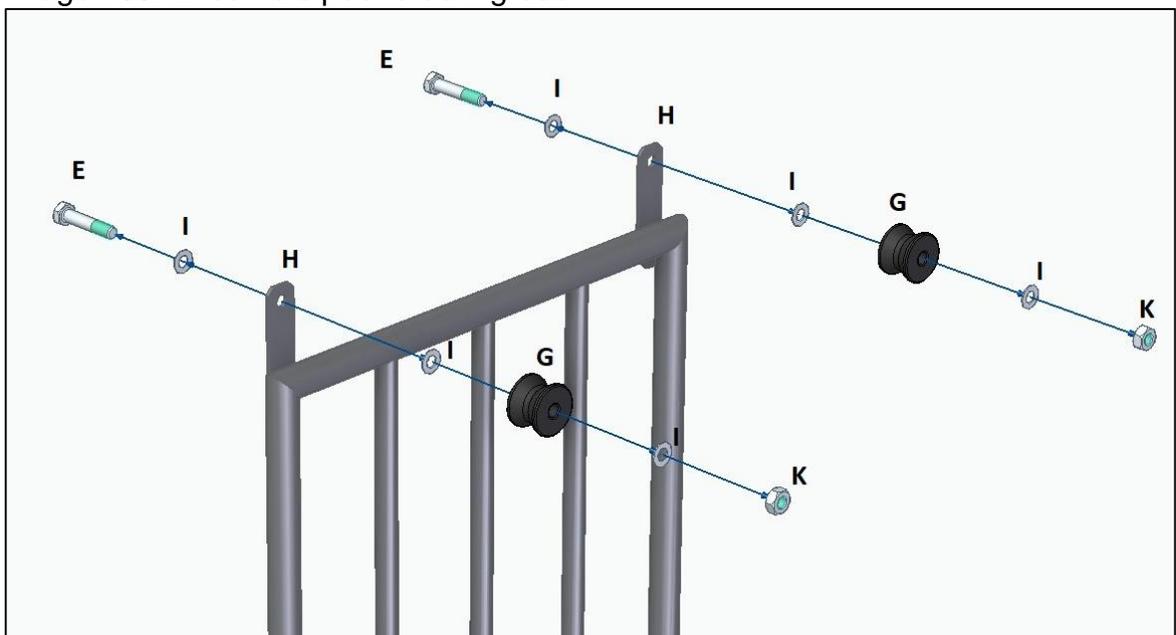
Imagen 67. Ubicación riel



Fuente: elaboración propia

Para el ensamble de la puerta de Ingreso los tornillos $3/4" \times 3-1/2"$ (F) van atornillados según el orden: Arandela $3/4"$ (I), puerta de ingreso (H), arandela $3/4"$ (I), rodillo puerta ingreso (G), arandela $3/4"$ (I), tuerca $3/4"$ (K), imagen 68.

Imagen 68. Ensamble puerta de ingreso



Fuente: elaboración propia

Debe quedar el ajuste del conjunto según imagen 69.

Imagen 69. Conjunto puerta



Fuente: elaboración propia

El subconjunto de la puerta de ingreso se posicionará sobre el riel unido a la estructura de acuerdo a la imagen 70. Colocándola de arriba hacia abajo.

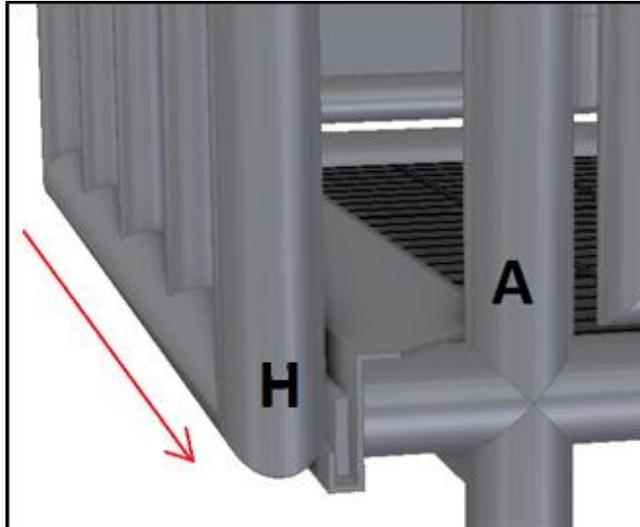
Imagen 70. Ubicación puerta de ingreso-riel



Fuente: elaboración propia

Se debe tener la precaución que al colocar la puerta de ingreso (H) en el riel, la platina inferior se ubique dentro de la estructura (A) según imagen 71.

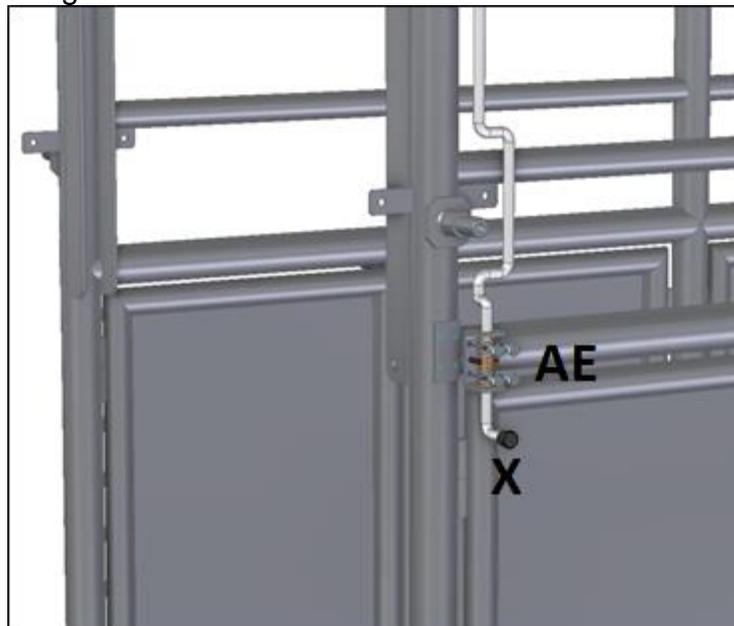
Imagen 71. Ubicación puerta-estructura



Fuente: elaboración propia

Se continua con la instalación del seguro freno (X), como se muestra en la imagen 62. se lleva acabo al introducir la palanca por las dos piezas tubulares que se encuentran soladas a la estructura y posicionando el cerrojo con muelle utilizando los tornillos 1/4"x1/2" (AE).

Imagen 72. Ensamble freno-estructura



Fuente: elaboración propia

La correcta ubicación se puede ver en la imagen 73.

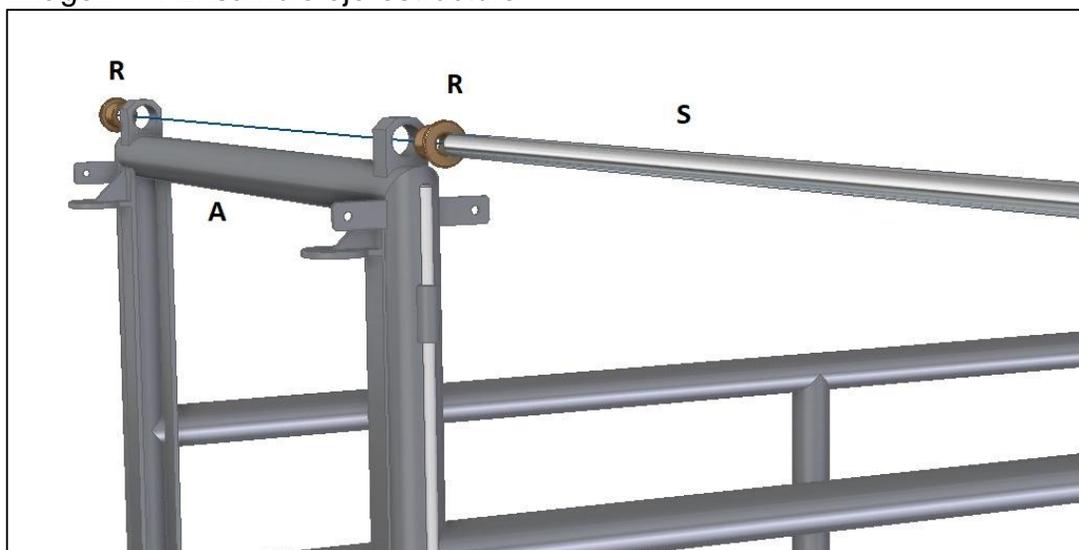
Imagen 73. Ubicación freno-estructura



Fuente: elaboración propia

Se posiciona los bujes del eje (R) en los apoyos de la estructura (A) introduciendo el eje (S) como se ven en la imagen 74.

Imagen 74. Ensamble eje-estructura



Fuente: elaboración propia

Debe quedar ubicado simétricamente como se observa en la imagen 75.

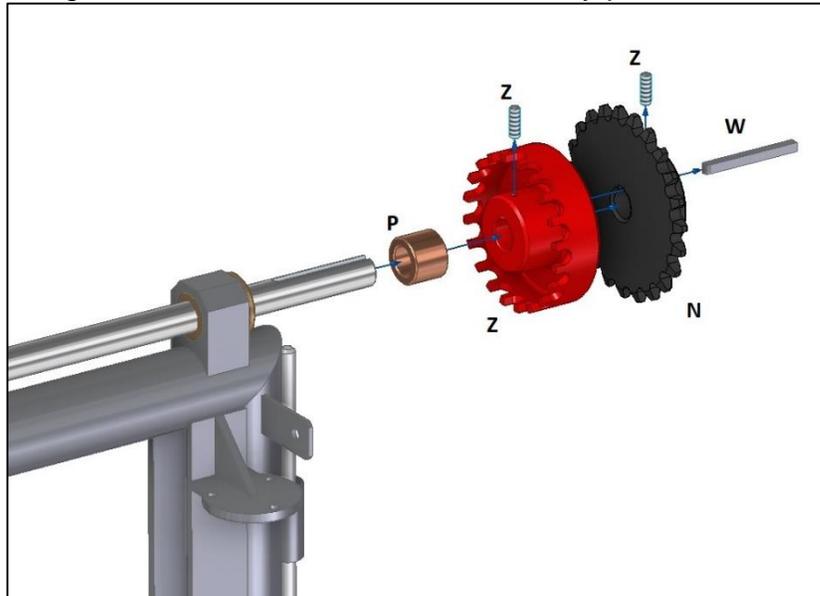
Imagen 75. Ubicación eje-estructura



Fuente: elaboración propia

Para hacer el ensamble del sistema conducido debe posicionarse el buje separador (P) primero, continuando con el disco de freno (Z) y el piñón conducido (N) que se ubicarán con la chaveta (W), luego deben ser asegurados con los prisioneros (Z) de 1/4"x1/2" según la imagen 76.

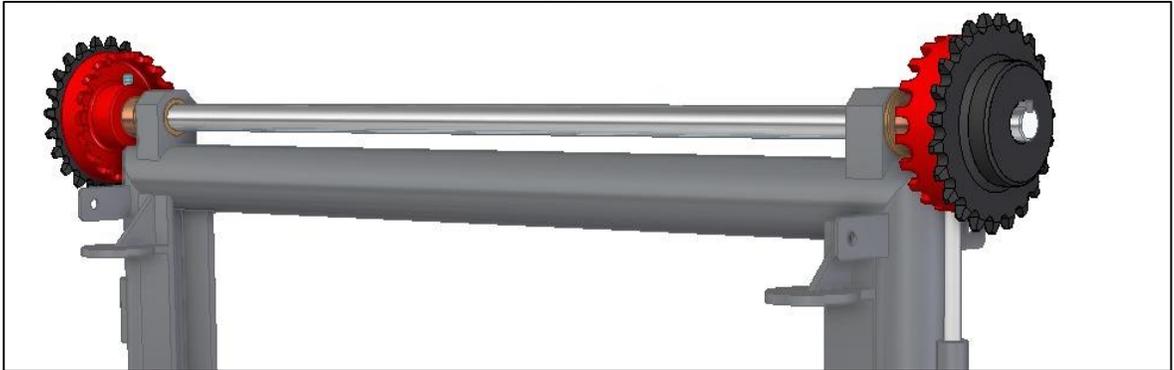
Imagen 76. Ensamble de disco de freno y piñón conducido



Fuente: elaboración propia

Se debe realizar el mismo procedimiento con el lado izquierdo como se ve en la imagen 77.

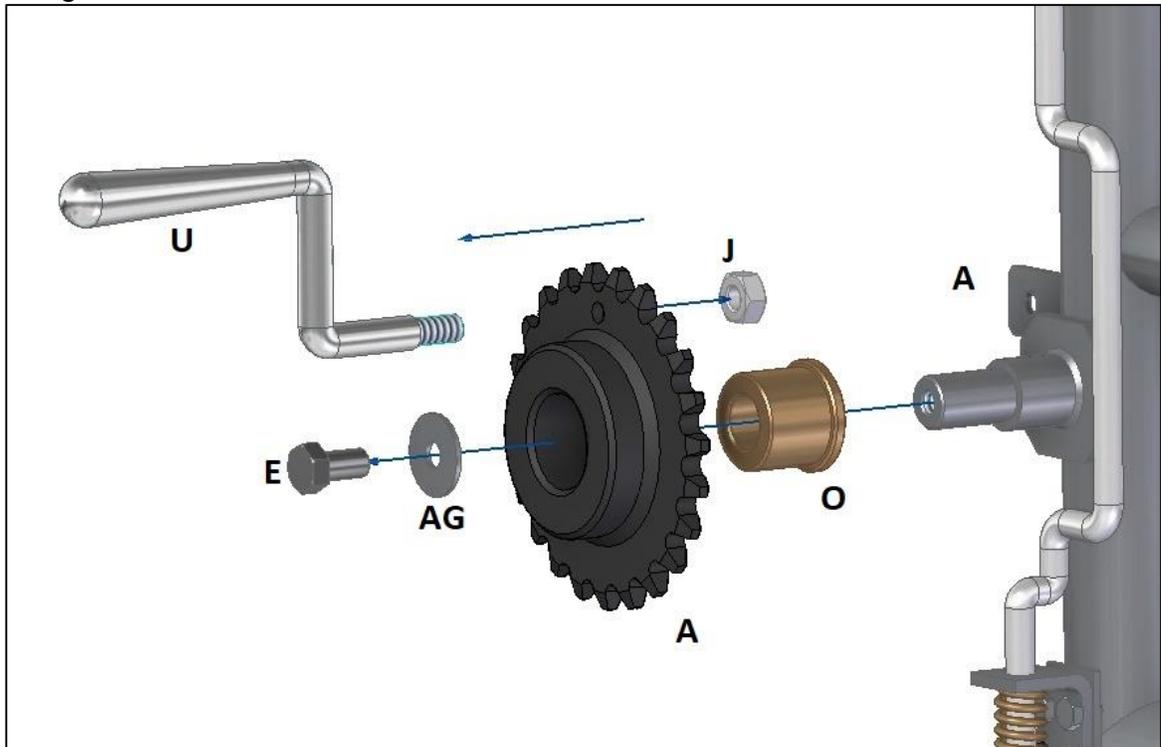
Imagen 77. Ubicación discos de freno y piñones



Fuente: elaboración propia

Para la instalación del sistema de transmisión. El operario deberá ubicarse al lado izquierdo de la máquina, de igual manera, el buje conductor (O) en la estructura (A) con el piñón conductor (M), asegurado con un tornillo hexagonal 3/8"x3/4" (E) y arandela (AG). Por último, la manivela (U) debe ser ubicada en el agujero y asegurada con una tuerca 3/8" (J) según imagen 78.

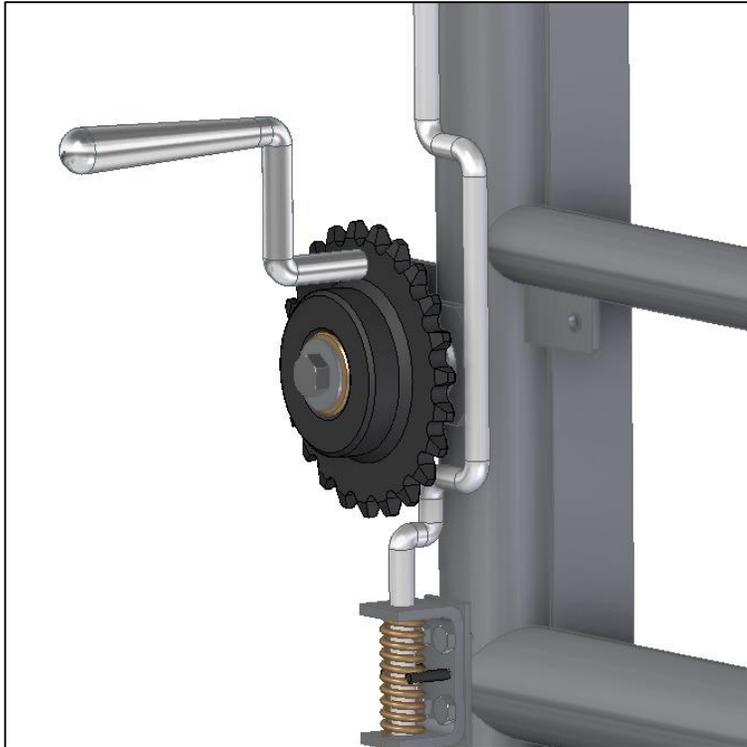
Imagen 78. Ensamble de transmisión



Fuente: elaboración propia

La configuración debe verse como en la imagen 79.

Imagen 79. Sistema de transmisión



Fuente: elaboración propia

En el lado contrario se realizará la instalación correspondiente según imagen 80.

Imagen 80. Piñones conductores



Fuente: elaboración propia

Se continuará colocando la cadena con los seguros de cadena correspondientes a estas, imagen 81.

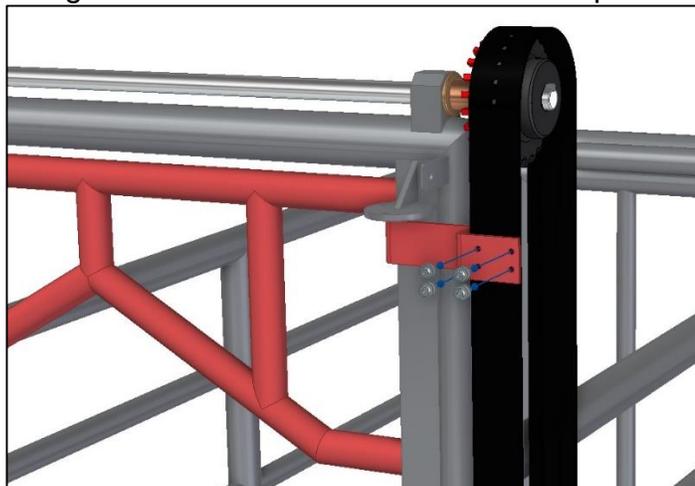
Imagen 81. Ubicación cadenas



Fuente: elaboración propia

Consecutivamente a la instalación de la cadena debe atornillarse el marco de cierre superior a este como se muestra en la imagen 82. por medio de cuatro tornillos 5/16" x 3/4" con su tuerca correspondiente.

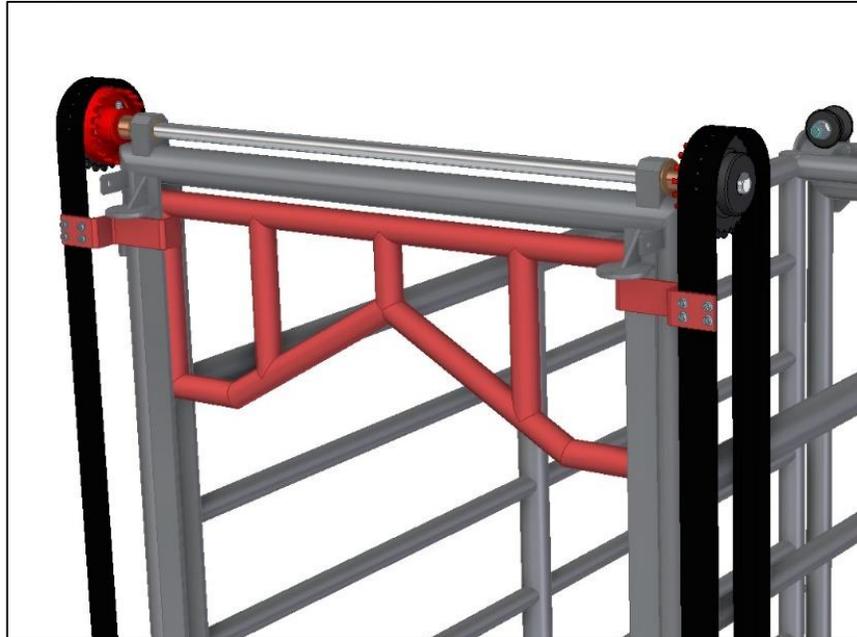
Imagen 82. Ensamble marco de cierre superior



Fuente: elaboración propia

La operación se realiza de la misma forma ubicando el marco como se observa en la imagen 83.

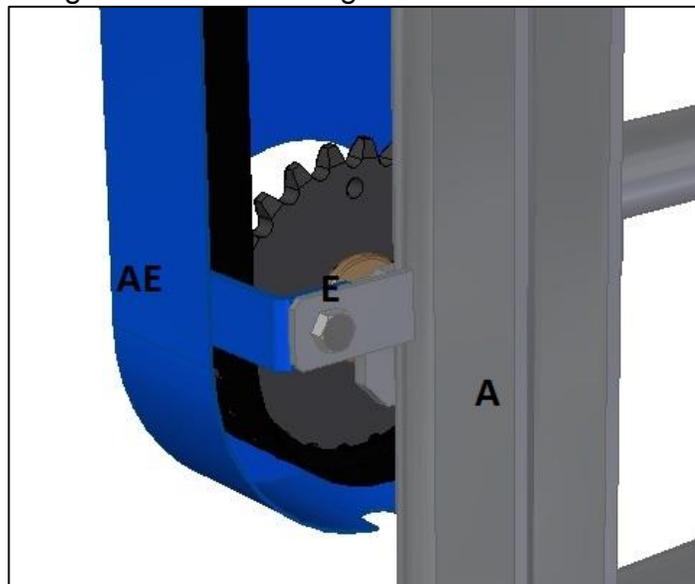
Imagen 83. Marco de cierre superior



Fuente: elaboración propia

Se debe colocar el guardacadena (AD) sobre las cadenas, asegurado con tornillos 3/8"X3/4" (E) a la estructura (A) como se muestra en la imagen 84.

Imagen 84. Instalación guarda cadena



Fuente: elaboración propia

Se repite la operación simétricamente según la imagen 85.

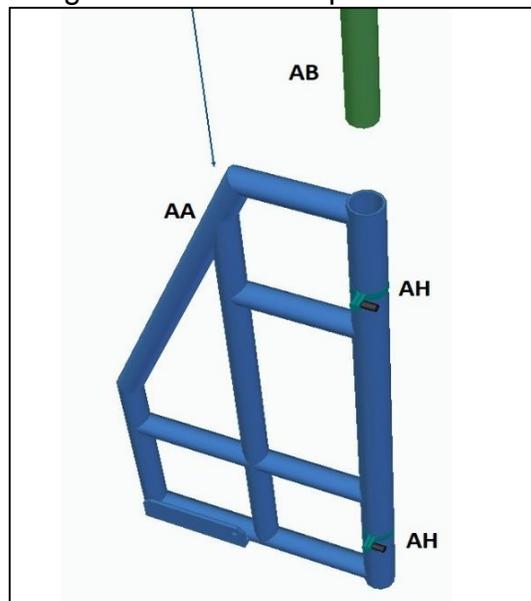
Imagen 85. Guarda cadenas



Fuente: elaboración propia

Ensamblar el sistema de puerta abatible (AA) dentro del tubo bisagra (AB) en ambos lados de la estructura y ajustando los cierres tipo Clamp. (AH) Para evitar desplazamiento del apriete siguiendo la siguiente disposición. Imagen 86.

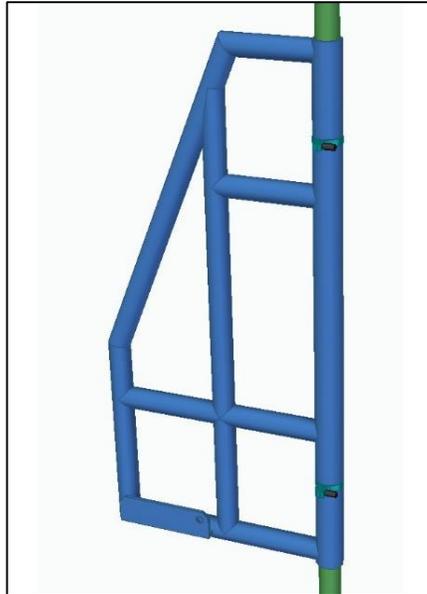
Imagen 86. Ensamble puerta abatible



Fuente: elaboración propia

Debe quedar ensamblado según la imagen 87.

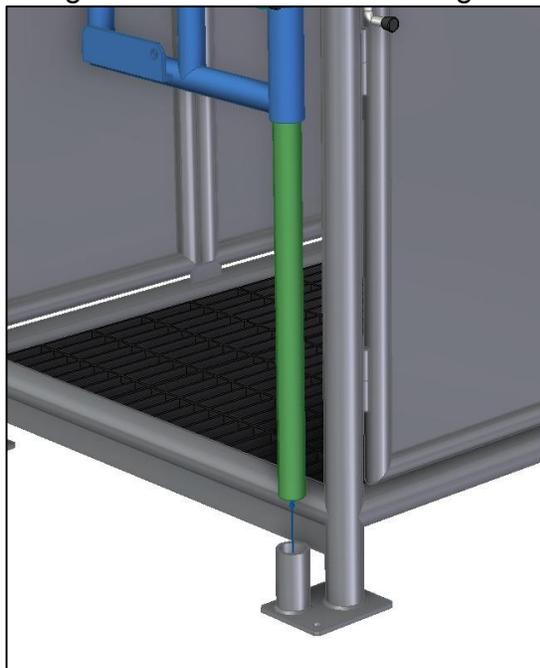
Imagen 87. Puerta abatible



Fuente: elaboración propia

Una vez sean ensambladas ambas puertas que pertenecen al sistema de apriete inferior se introducen en una abertura dispuesta en la estructura (A) imagen 88.

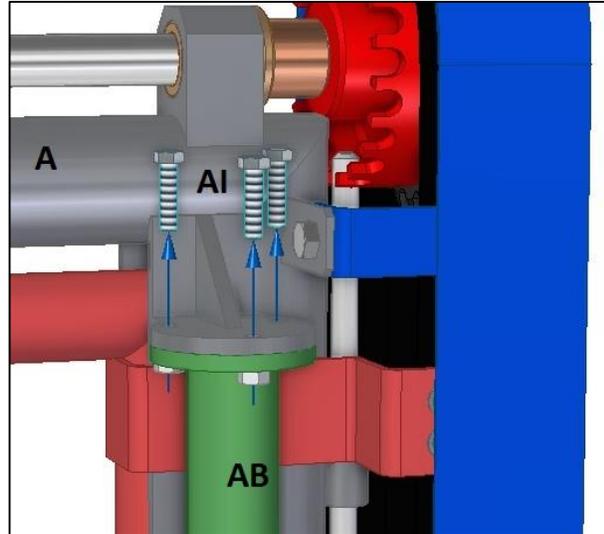
Imagen 88. ensamble tubo bisagra



Fuente: elaboración propia

Se ajusta el tubo bisagra (AB) a la estructura (A) en la parte superior con tornillos 1/4"x1" (AI) como se muestra en la imagen 89.

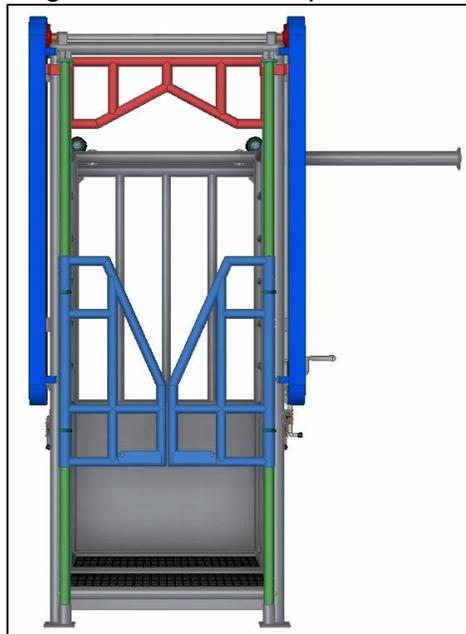
Imagen 89. Ajuste tubo bisagra



Fuente: elaboración propia

Se repetirá en los dos lados observables en la imagen 90.

Imagen 90. Ubicación puertas



Fuente: elaboración propia

Se finaliza la instalación con la ubicación de la palanca de cierre por medio de un tornillo 1/2"x1" asegurada por su tuerca correspondiente, su instalación correspondiente se debe hacer según la ubicación del operario. Imagen 91.

Imagen 91. instalación palanca



Fuente: elaboración propia

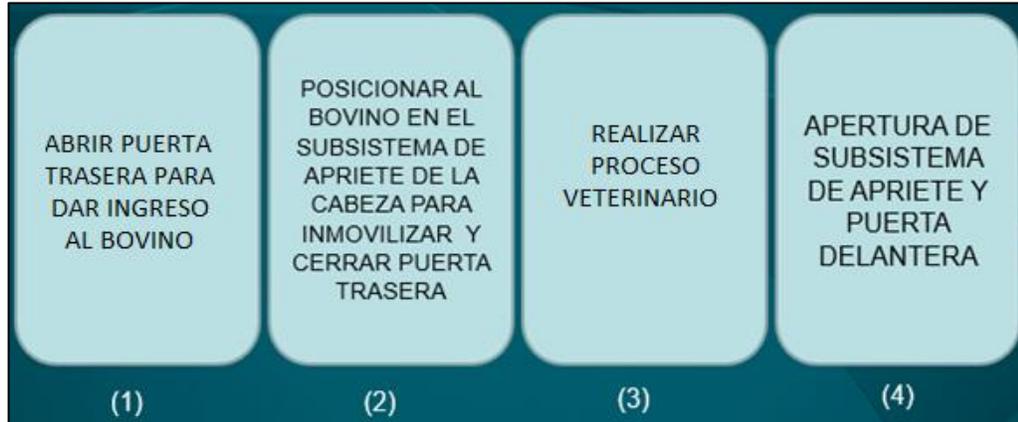
6.2 MANUAL DE OPERACIÓN

En este manual se describen los pasos que se deben de llevar a cabo para el óptimo funcionamiento del brete, la máquina puede ser manejada por un operario, pero se aconseja que se lleve a cabo por dos trabajadores.

Una vez definidos los pasos generales que se deben realizar para el buen funcionamiento del brete, se darán las indicaciones para la buena ejecución de del mismo. Deben ser leídos cuidadosamente por la persona encargada de su uso para prevenir cualquier accidente.

En la imagen 92 se muestra el proceso de funcionamiento que se debe seguir para la operación del brete.

Imagen 92. Proceso de funcionamiento



Fuente: elaboración propia

Antes de dar ingreso a los bovinos debe revisarse que las partes y sus subsistemas estén en su correcta posición. La imagen 90 muestra la posición inicial. La compuerta superior debe estar en su posición más alta (1), las puertas de salida deben estar aseguradas (2). Las puertas inferiores laterales (3) deben estar cerradas.

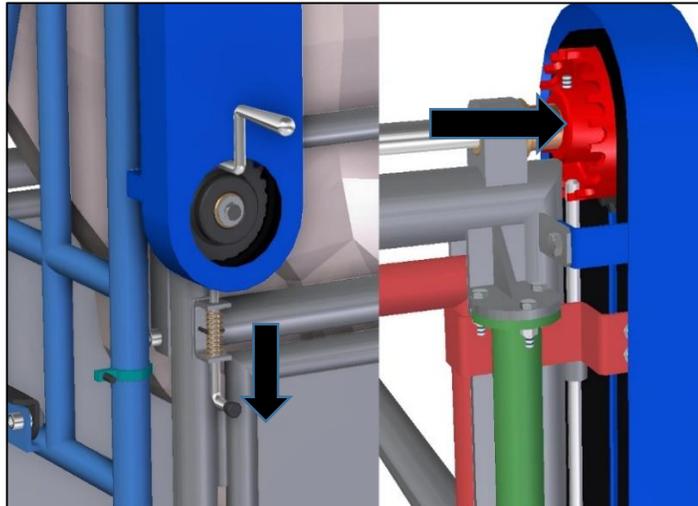
Imagen 93. Posición inicial



Fuente: elaboración propia

En el caso de no encontrarse ubicada la compuerta (1), deberá ser accionada por medio del sistema piñón-cadena manualmente a través de una manivela, para esto debe ser primero retirado el freno (imagen 94) que mantiene inmóvil la compuerta.

Imagen 94. Accionamiento de freno



Fuente: elaboración propia

La compuerta inferior debe estar cerrada y asegurada por medio del brazo indicado en la imagen 95.

Imagen 95. Cierre puerta delantera



Fuente: elaboración propia

Después de revisar que todo esté debidamente asegurado, se debe posicionar la puerta inferior para que esta coincida con el tamaño del animal al cual se quiere inmovilizar. Debe soltar las cuatro abrazaderas tipo “Clamp” (imagen 96) que lo mantiene sujeto al eje vertical, a continuación, se debe subir manualmente hasta llegar a la altura deseada, finalmente se realiza el apriete de las abrazaderas ubicando el sistema en la posición requerida.

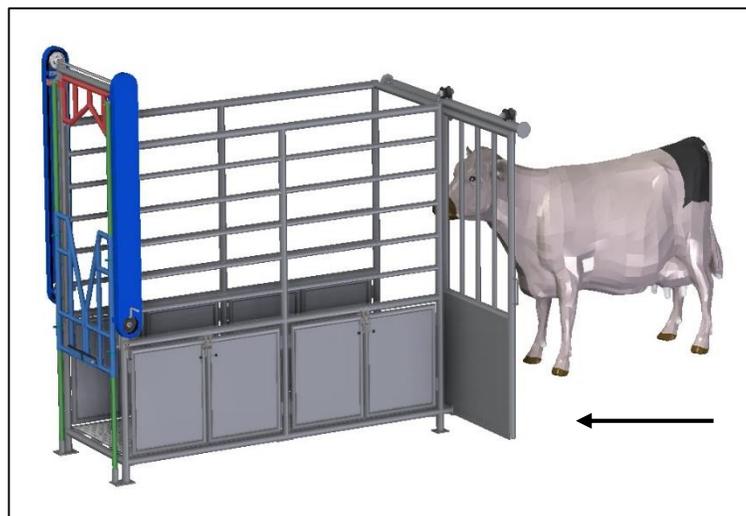
Imagen 96. Abrazaderas tipo "Clamp"



Fuente: elaboración propia

Para permitir la entrada del bovino, se debe abrir la puerta corrediza de ingreso manualmente. Imagen 97.

Imagen 97. Accionamiento puerta de ingreso



Fuente: elaboración propia

Inmediatamente se debe cerrar la puerta después de su ingreso, según lo mostrado en la imagen 98.

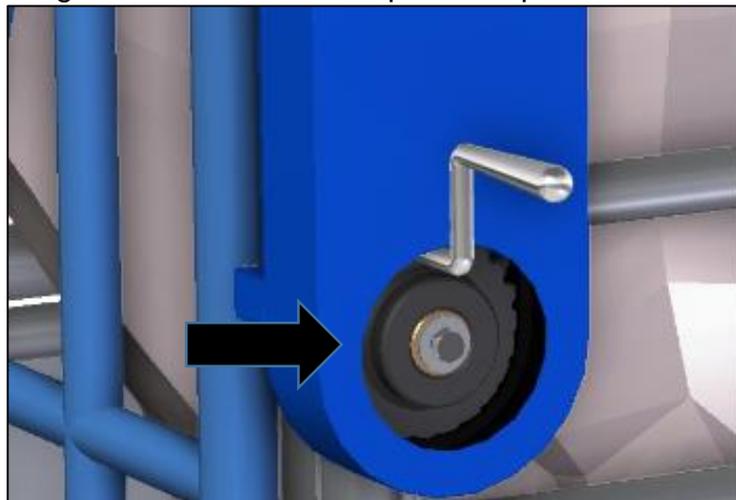
Imagen 98. Cierre de puerta de ingreso



Fuente: elaboración propia

Después de que el bovino avance hasta la compuerta de salida, se acciona la puerta superior para realizar el apriete en el cuello el cual inmovilizará al animal, esto se realizará accionando nuevamente el freno y por medio de la manivela permitiendo bajar la estructura. (Imagen 99)

Imagen 99. Accionamiento puerta superior



Fuente: elaboración propia

De acuerdo con lo anterior, estará inmobilizado para realizar las actividades necesarias. (Imagen 100)

Imagen 100. Apriete superior



Fuente: elaboración propia

En caso necesitar acceder a la parte inferior del ganado, se podrán abrir las compuertas laterales por medio de los pasadores de muelle con cerrojo (imagen 101).

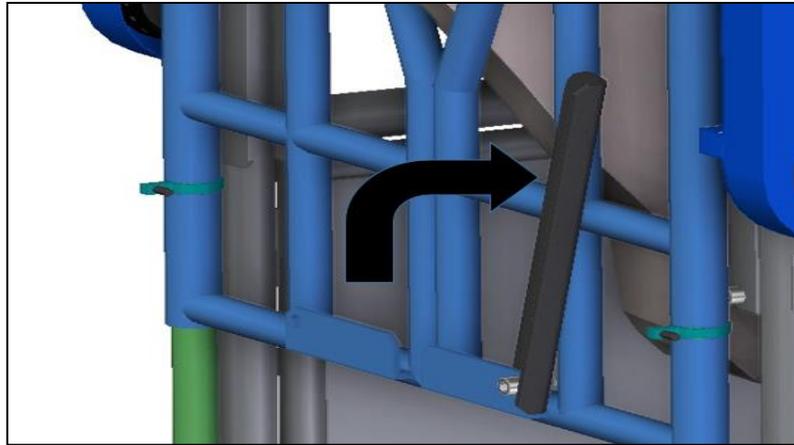
Imagen 101. Accionamiento puertas laterales



Fuente: elaboración propia

Después de realizar los trabajos necesarios se debe permitir la salida de semoviente retirando el seguro de la puerta delantera, según la imagen 102.

Imagen 102. Apertura puerta inferior



Fuente: elaboración propia

Al retirar el seguro la puerta se abrirá como se ve en la imagen 103, permitiendo que el bovino avance.

Imagen 103. Salida del bovino



Fuente: elaboración propia

Después de realizar el procedimiento se debe regresar todo el sistema a su posición inicial, dejándolo libre para dar entrada al siguiente semoviente.

Imagen 104. Posición final



Fuente: elaboración propia

6.3 MANUAL DE MANTENIMIENTO

Del buen mantenimiento que se realice al subsistema de apriete de la cabeza (superior e inferior) dependerá el buen funcionamiento, de igual forma a su conservación y la vida, en útil. En este manual el operario encontrará las diferentes pautas que debe tener en cuenta en el momento de realizarlo, cumpliendo cada uno de los pasos que se describirán a continuación.

- ❖ estructura
- ❖ puerta de ingreso
- ❖ subsistema de apriete

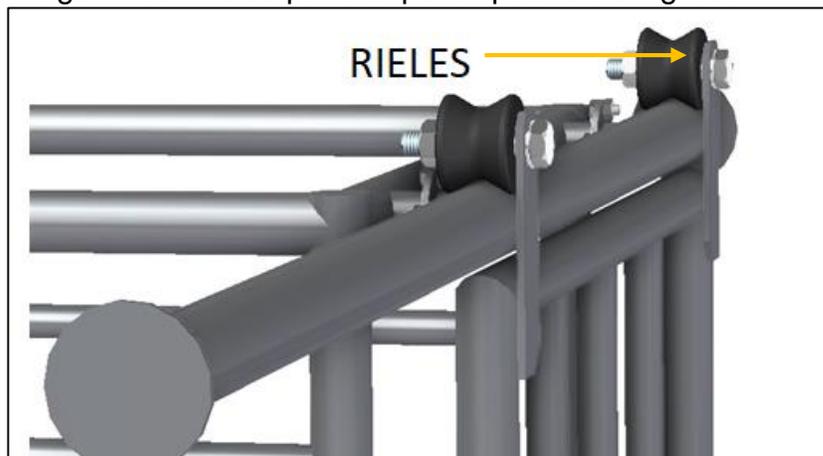
6.3.1 Mantenimiento de la estructura. El mantenimiento de la estructura requiere inspección visual de las uniones soldadas y las uniones atornilladas, así como de su superficie permitiendo identificar algún tipo de corrosión presentada en la misma.

Para el mantenimiento de plataformas, se puede presentar corrosión por oxidación o producida por las segregaciones que puedan tener las heces de los bovinos. Para su respectivo mantenimiento se requiere hacer una limpieza periódica o después de cada uso de esta.

Para la respectiva tabla de asignación de actividad vs periodicidad de aplicación del mantenimiento se tendrá en cuenta que el brete será utilizado aproximadamente 2 veces por semana en una finca de mediana producción.

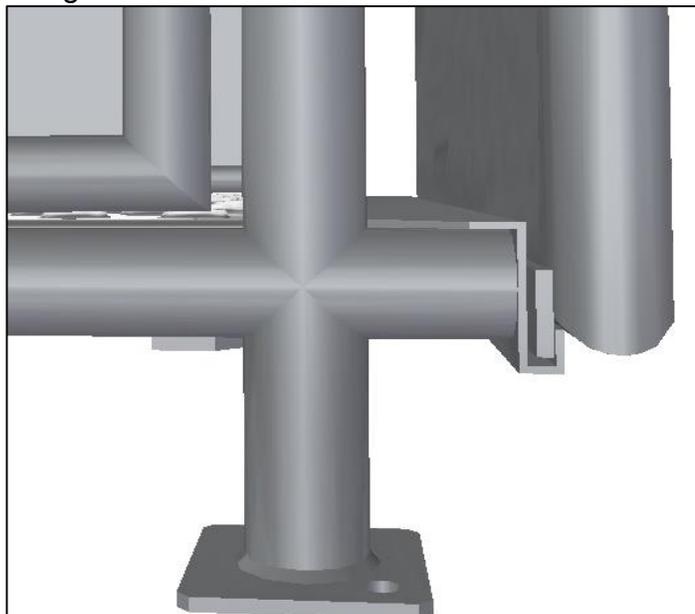
6.3.2 Mantenimiento de la puerta de ingreso. El mantenimiento de los rieles superiores e inferiores por donde se desliza la puerta; solo requiere que periódicamente se haga una limpieza superficial con agua, removiendo los sólidos como el barro y deposiciones fecales de los bovinos en las canales inferiores como se muestra en la imagen 105 y la imagen 106.

Imagen 105. Rieles parte superior puerta de ingreso



Fuente: elaboración propia

Imagen 106. Canaletas de deslizamiento inferior



Fuente: elaboración propia

6.3.3 Mantenimiento del subsistema de apriete. Los elementos que componen este apartado son:

- ❖ La cadena de transmisión
- ❖ Los piñones
- ❖ El eje
- ❖ Bisagra
- ❖ Compuertas del subsistema

Al tratarse de un subsistema compuesto por un sistema de transmisión de se debe tener en cuenta la siguiente consideración:

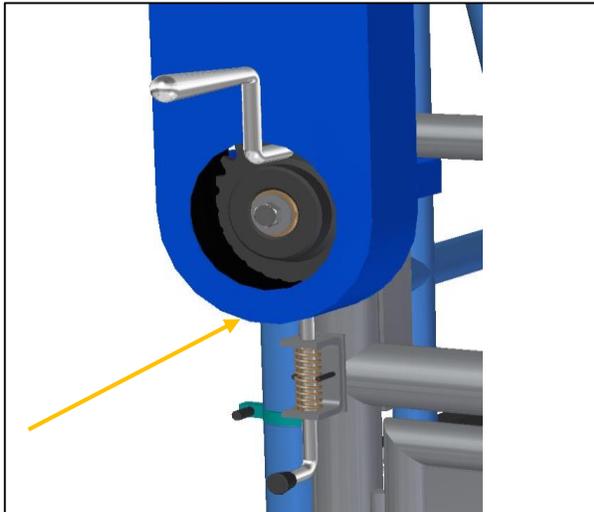
Previo al uso se debe realizar una inspección visual a los piñones y a la cadena de transmisión, para asegurar que el sistema pueda operar sin ningún tipo obstrucción que comprometa el funcionamiento de este y por ende la integridad de los implicados

La lubricación del sistema juega un papel importante para la vida útil del mismo, debido a que se someterá a tensiones que produzcan alargamientos, así como a oscilaciones que pueden causar un desgaste por fatiga.

Los problemas más comunes en los piñones se darán por vibración, generando un desgaste excesivo de los dientes, fallos de lubricación, elementos extraños entre dientes. Se dispondrá de un lubricante para bajas revoluciones a bajas temperaturas y elementos expuestos al medio ambiente

IBIOTEC NEOLUBE T 20 es un lubricante en spray que cumple con las condiciones planteadas anteriormente. La aplicación de este lubricante de dará por medio de una saliente dispuesta en la carcasa como se indica en la imagen 104, mientras se aplica el espray se ira girando con la manivela todo el sistema de forma que toda la cadena quede impregnada del lubricante

Imagen 107. Aplicación de spray



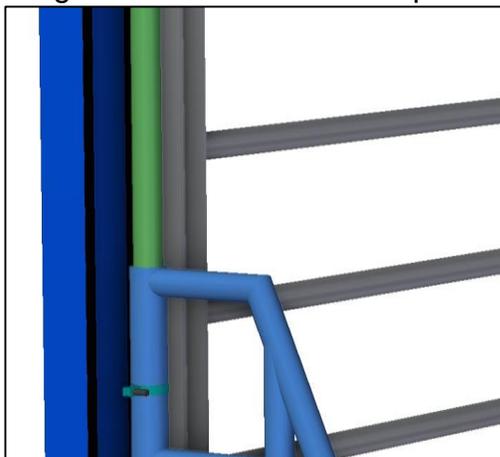
Fuente: elaboración propia

El mantenimiento del sistema piñón-cadena se deberá hacer una vez por semana debido a su prolongada exposición a la intemperie y a las condiciones de trabajo del brete.

Anualmente, se requiere el desmontaje de la carcasa que cubre al sistema para su debida limpieza con una solución de bicarbonato de sodio y un cepillo de cuerdas semi gruesas para la cadena y para el piñón el uso de un cepillo de cuerdas duras solamente.

Debido a que la parte inferior será deslizada y ajustada por medio del elemento de color verde, se requiere que debido a que mensualmente se limpie para su correcto deslizamiento.

Imagen 108. Deslizamiento apriete inferior



Fuente: elaboración propia

Cuadro 32. Inspecciones y tipos de falla de los subsistemas

	Sistema	Elemento	Inspección (zona)	Tipo de falla	Causas	Solución
1	Estructura	A. Uniones	Soldadura y tornillos (puerta)	Ruptura de los elementos que componen la estructura	Corrosión y sobre cargas	Soldar partes que se requieran apretar tornillos
		B. Marco	Grietas, corrosión o ruptura		Sobrecargas e impactos	Aplicar spray de recubrimiento galvánico y limpieza
		C. Plataforma	Grietas o ruptura		Sobre carga	Cambio de plataformas
2	Puerta de Ingreso	A. Uniones atornilladas	Uniones de la puerta al marco	Desajuste de la puerta	Vibraciones	Apretar tornillos
		B. Canaletas de la puerta y rieles	Zona inferior y superior de la puerta de ingreso	Obstrucción apertura	Aglomeración de suciedad	Limpieza de la canaleta y rieles
3	Subsistema De Apriete	A. Cadena de transmisión	Cadena de transmisión	Falla del sistema de transmisión	Falta de lubricación de la cadena	Aplicar lubricante IBIOTEC NEOLUBE T 20
		B. Piñones	Piñones		Suciedad en los piñones	Limpieza de engranajes
		C. Eje	Eje		Sobrecargas e impactos	Cambio de eje
		D. Bisagras y compuertas	Bisagras puertas del subsistema	Falla por fatiga	Sobrecarga e impactos	Enderezar los elementos afectados

Fuente: elaboración propia

Cuadro 33. Periodicidad de las inspecciones

			Periodicidad			
Componente	Actividad		Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral
1	Estructura	Inspección general y ajuste de tornillería				x
	A	Uniones soldadas		X		
	B	Marco			X	
	C	Plataforma	X			
2	Puerta de ingreso	Inspección general				x
	A	Uniones atornilladas			X	
	B	Canaletas de la puerta	x			
3	Sistema de apriete	Limpieza e inspección general				x
	A	Cadena de transmisión			X	
	B	Piñones		X		
	C	Eje			x	
	D	Bisagras y compuertas			x	

Fuente: elaboración propia

6.4 MANUAL DE UBICACIÓN

La distribución del espacio donde se encuentran confinados los bovinos se comprende por un corral, embudo y manga. Se tomaron como referentes de ubicación, modelos de las diferentes acomodaciones que son utilizadas actualmente en la industria ganadera. El Brete se ubicará a la salida de la manga según el plano 29, donde se necesitará un espacio de 2.200mm. X 2.000mm. Según el plano 2.

7. ANÁLISIS DE COSTOS

El desarrollo del capítulo presentado a continuación permite identificar y comparar los costos y beneficios para los ejecutores.

se presenta un posible costo de producción establecido a partir de materiales, costo de fabricaciones y partes prefabricadas para ensamblaren la estructura.

Se establece una comparación entre el costo final de fabricación y las diferentes máquinas en el mercado.

7.1 COSTO DE INGENIERÍA

En el desarrollo del proyecto se toman como gastos el costo de hora hombre (HH) proveniente del valor hora de los proponentes y el orientador por el tiempo invertido, igualmente el costo de los equipos utilizados en la ejecución de este proyecto.

Cuadro 34. Costos del proyecto

ITEMS	No.HORAS	\$/HORA	TOTAL(\$)	FUENTE FINANCIANCIERA
Talento Humano				
Proponentes (2)	1.266	\$7.000	\$8.505.000	Proponentes
Orientador	32	\$15.000	\$480.000	U. América
Total Talento Humano			\$8.985.000	
Gastos maquinaria y equipo				
Computadora			\$4.000.000	Proponentes
Software(Solid Edge)	60	\$2.100	\$126.000	U. América
Software(NX9)	30	\$6.800	\$204.000	U. América
Total Maquinaria y Equipo			\$4.330.000	
Fungibles				
Papel	2	\$10.000	\$20.000	Proponentes
Tinta	3	\$100.000	\$300.000	Proponentes
Total Fungibles			\$320.000	
TOTAL ANTES DE IMPREVISTOS			\$13.635.000	
Imprevistos (5%)			\$681.750	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (GASTOS)			\$14.316.750	

Fuente: elaboración propia

7.2 COSTO DE MATERIAL

El costo del material vendrá dado por las diferentes tuberías de diámetro nominal de 1", 1-1/2", 1-1/4" y 2" en acero de perfiles circulares según la longitud necesaria

para la estructura, las placas de acero en m² según su espesor necesario entre 2 mm, 3 mm y 6 mm. Cuadro 23.

Cuadro 35. Cuantificación del material.

Tubería		
Diámetro nominal	Longitud (mm)	Unidades x 6 m
1"	1700	1
1-½"	21216	4
1-¼"	4400	1
2"	57162	10
Laminas		
Calibre (mm)	Dimensiones (m)	Cantidad
2	3x1	1
3	6x3	1
6	3x1	1

Fuente: elaboración propia

A continuación, se hace el cálculo dado por el material necesario para la construcción en pesos colombianos según precios dados por proveedores disponibles.

Cuadro 36. Costos por material

Tubería			
Diámetro nominal	Unidades x 6 m	Precio unidad	Precio
1"	10	\$ 34.000	\$ 340.000
1-½"	4	\$ 50.000	\$ 200.000
1-¼"	1	\$ 42.000	\$ 42.000
2"	1	\$ 62.000	\$ 62.000
Subtotal	\$		644.000
Láminas			
Calibre (mm)	Cantidad	Precio unidad	Precio
2	1	\$ 90.000	\$ 90.000
3	2	\$ 120.000	\$ 240.000
6	1	\$ 180.000	\$ 180.000
Subtotal	\$		510.000
TOTAL	\$		1.154.000

Fuente: elaboración propia

7.3 COSTOS DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Se clasifican en esta sección los diferentes elementos necesarios para la construcción de la máquina teniendo en cuenta que son estándar en la industria

permitiendo obtener las piezas directamente. Para obtener los costos fue necesario consultar los proveedores en Colombia disponibles de fabricación nacional o extranjera.

Cuadro 37. Partes complementarias

Nombre	Cantidad	Precio unidad	Precio total
Pernos expansivos	4	\$ 1.950	\$ 7.800
Rejilla tipo T	6	\$ 125.000	\$ 750.000
Muelle con cerrojo	9	\$ 20.000	\$ 180.000
Tornillo 3/8"x3/4"	18	\$ 430	\$ 7.740
Tornillo 3/4"x3-1/2"	8	\$ 450	\$ 3.600
Tornillo 1/4"x1/2"	4	\$ 350	\$ 1.400
Tornillo 1/2"x1"	1	\$ 400	\$ 400
Tornillo 1/4"x1"	6	\$ 300	\$ 1.800
Tuerca 3/8"	16	\$ 250	\$ 4.000
Tuerca 3/4"	2	\$ 300	\$ 600
Tuerca 1/2"	1	\$ 350	\$ 350
Tuerca 1/4"	6	\$ 200	\$ 1.200
Arandela 3/4"	6	\$ 25	\$ 150
Arandela 3/8"	2	\$ 25	\$ 50
Prisionero 1/4"x1/2"	2	\$ 2.000	\$ 4.000
Cierre Clamp.	4	\$ 50.000	\$ 200.000
Cadena 3/8"x1780 mm	2	\$ 33.000	\$ 66.000
Piñón 35B22	4	\$ 40.000	\$ 160.000
Spray galvánico	1	\$ 45.000	\$ 45.000
Total		\$	1.434.090

Fuente: elaboración propia

7.4 COSTO DE MANO DE OBRA

Se considera en este punto la cotización de todo el proceso que se debe realizar. Las tareas necesarias son la fabricación de piezas, soldadura y ensamble de partes, el valor dado es aproximado y proviene de la fabricación de una sola máquina, si se deseara la fabricación del producto en forma masiva los valores por unidad seria menores.

Cuadro 38. Cotización

Costo mano de obra	
Soldadura	\$ 1.800.000
Fabricación piezas	\$ 600.000
Total	\$ 2.400.000

Fuente: elaboración propia

7.5 COSTO TOTAL

El costo total de la máquina es dado por la suma del material, los elementos complementarios y la mano de obra necesarios para la fabricación de una unidad.

Cuadro 39. Costo total

Costo total	
Tipo	Valor
Material	\$ 1.154.000
Elementos complementos	\$ 1.434.090
Mano de obra	\$ 2.400.000
Total, antes de utilidad	\$ 4.943.090
Utilidad % 40	\$ 6.965.200

Fuente: elaboración propia

7.6 COMPARACIÓN DEL COSTO TOTAL CON RESPECTO A OTROS DISEÑOS

A continuación, se muestran las cotizaciones realizadas a fabricantes nacionales y extranjeros según los materiales utilizados cuadro 37. Comparados con el costo total de fabricación del diseño de este proyecto.

Cuadro 40. Comparación del mercado

Valor		
Fabricante Nacional	Fabricante extranjero	Proyecto con utilidad
\$ 8.000.000	\$ 10.000.000	\$ 6.965.200

Fuente: elaboración propia

Es importante resaltar que los diseños de los demás fabricantes no suplen las necesidades del proyecto en totalidad, solo son valores estimados del mercado que permiten saber si el costo previsto para este proyecto entra dentro de los rangos comerciales. Se hace una comparación con porcentaje de ahorro y la diferencia de costo con el proyecto actual con utilidad del 40%

Cuadro 41. Porcentaje de ahorro

	Costo	Diferencia con el proyecto	% de ahorro
Nacional	\$ 8.000.000	\$ 1.034.800	%13
Extranjero	\$ 10.000.000	\$ 3.034.800	%31

Fuente: elaboración Propia

8. CONCLUSIONES

- ❖ Actualmente, el 60% de máquinas inmovilizadoras de bovinos en el mercado se construyen en madera y el 40% restante se han diseñado en los diferentes tipos de aceros que proveen propiedades mecánicas y anticorrosivas para prolongar la vida útil de estas máquinas, por esta razón se seleccionó el acero como el principal material a utilizar.
- ❖ La máquina para inmovilizar bovinos posee diferentes requerimientos de diseño como: altura máxima, ancho máximo, largo y material; además, se consideró que el sistema de apriete es el más adecuado.
- ❖ Hoy en día existen dos métodos de sujeción de bovinos entre los cuales se identificaron el cabezal en V que comprende el 50% de la existencia de estas máquinas, así como el apriete horizontal que corresponde al restante.
- ❖ el sistema de guillotina en comparativa con los otros métodos de inmovilización concluyó que posee mayor simplicidad de uso, mayor eficiencia y ajuste a las dimensiones de los bovinos.
- ❖ De acuerdo con los cálculos teóricos realizados y el análisis por elementos finitos que comprende la estructura del material, se determinó que los elementos diseñados poseen un grado de confiabilidad alto debido a que la relación entre el límite elástico del material de 284 MPa y el límite de fluencia calculado de manera teórica da un factor de seguridad mayor 2.
- ❖ seleccionado un 40% de utilidad produciendo de manera unitaria la máquina para inmovilización de bovinos de diferentes edades podrá competir en el mercado debido a que hay un 13% de porcentaje de ahorro con respecto a otros fabricantes nacionales.

9. RECOMENDACIONES

- ❖ Diseñar una estructura techada para dar una protección adicional contra las adversidades climáticas.
- ❖ Para producción en masa debe realizarse un análisis financiero.
- ❖ En caso de necesitar implementar en la industria se debe realizar un diseño automatizado para el accionamiento de las compuertas.

BIBLIOGRAFÍA

ACERO ESTRUCTURAL, ACERO ASTM A-366 (Tubería Galvanizada). [en línea] <<http://www.sumiteccr.com/acero/estructural/AE10.pdf>> [consultado el 12 de marzo del 2019]

AGROCOR, curso teórico practico de inseminación artificial en bovinos,(2011) [en línea] <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6922/636213065.pdf?sequence=1> [consultado el 12 de noviembre del 2018]

AGRONOMASTER. Corrales para ganado vacuno. [en línea]. <<https://agronomaster.com/corrales-para-ganado-vacuno/>> [consultado el 28 de marzo del 2019]

ASOCEBU COLOMBIA. Antecedentes y características. [en línea]. Colombia. <<http://www.asocebu.com/index.php/el-cebu/razas/brahman>> [consultado el 14 de octubre del 2018]

ASOCEBU COLOMBIA. (2017) plan sanitario. (vacunación) [en línea] <<http://www.asocebu.com/index.php/blog/2014-08-27-14-06-32>> [consultado el 15 de febrero del 2019]

BÁSCULAS MEDIGAN [en línea] <<https://www.basculasmedigan.com/brete-ganadero-cual-es-la-funcion/>> [25 de noviembre de 2018]

BÁSCULAS MEDIGAN. Que es un brete. [en línea]. Bogotá 201. <<https://www.basculasmedigan.com/brete-ganadero-cual-es-la-funcion/>> [consultado el 11 de octubre del 2018]

BEER, Ferdinand P. Mecánica De Materiales. 5th edición. México D.F. The Mc Graw Hill Companies. Inc. 2010. Apéndice B

CATTLE HANDLING FACILITY. (departamento de agricultura y comida) norma 137 sobre mínimas especificaciones para los bretes [en línea] <<https://www.agriculture.gov.ie/media/.1S137May2018.doc.>> [consultado el 30 de octubre del 2018]

CONTEXTO GANADERO. Artículo sobre el comportamiento de las vacas [en línea] <<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/5-factores-que-alteran-el-comportamiento-de-las-vacas>> [consultado el 10 de agosto del 2019]

CONTEXTOGANADERO. Ganadería sostenible, Recomendaciones en diseño de corrales para el manejo de ganado. [en línea]. <<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/recomendaciones-en->

diseño-de-corrales-para-el-manejo-de-ganado> [consultado el 15 de noviembre del 2018]

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, tesis de grado año 2016. [en línea] <<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9182/387018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [consultado el día 9 de septiembre del 2019]

FACULTAD CIENCIAS AGROPECUARIAS UNIVERSIDAD DE LA SALLE. [En línea] <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20829/13082042_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y. modificado por el autor> [consultado el 12 de marzo del 2019]

FARMQUIP. manual de mangas y corrales [en línea]. Argentina <https://www.farmquip.com.ar/media/a_descargas/manual-de-mangas-y-corrales.pdf> [consultado el 22 de noviembre del 2018]

GARAVITO, Euclides. Capacitación campesina [en línea]. 1ª ed. Bogotá abril 1985. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3920/1/20061024173821_Sujecion%20de%20bovinos.pdf> [consultado el 10 de octubre del 2018]

GONZALEZ, KEVIN. zootecnia y veterinaria, Ganado brahmán. [En línea] <<https://zoovetespasion.com/ganaderia/razas-bovina/la-raza-de-ganado-brahman/>> [consultado 15 de enero de 2018]

HUMANE SLAUGHTER ASSOCIATION. Métodos de inmovilización individual. [en línea]. United Kingdom. <<https://www.hsa.org.uk/inmovilizacin-individual/mtodos-de-inmovilizacin-individual>> [consultado el 11 de octubre del 2018]

IDENTIFICACION DE GANADO VACUNO Y BUFALINO, [En línea] <<http://identificaciondeganadovb.blogspot.com/2012/06/hierro-caliente.html>> [consultado el 20 de noviembre de 2018]

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio de normas para trabajos escritos NTC-1486-6166. Bogotá D.C. El instituto, 2018. ISBN. 9789588585673 153 p.

INTERMEC. Catálogo De Piñones, [en línea] <www.intermec.com> [consultado el 20 de mayo del 2019]

INTERMEC. Piñones y Cadenas. Transmisión de potencia Sexta edición. [en línea] <www.intermec.com> [consultado el 20 de mayo del 2019]

LÍNEA PREVENCIÓN, anclajes estructurales. [En línea] <<http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSites/IS42/html/cap-8/cap-8-3.html>> [consultado el 6 de mayo de 2019]

MECANOVA, Box ritual vacuno, [En línea]. <<https://www.mecanova.es/es/mataderos/mataderos-de-vacuno/aturdido-y-sangrado-vacuno/box-rotativo-ritual-vacuno>> [consultado el 26 de mayo del 2019]

METALGRATING COLOMBIA S.A.S. Rejilla metálica tipo T [en línea] <<http://metalgratingcolombia.com/rejillas-m.html>> [citado en 10 junio de 2019]

MIL ANUNCIOS, [En línea] <<https://www.mlanuncios.com/vacas/anillo-destete-plastico-284157552.htm>> [consultado el 20 de noviembre de 2018]

MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN, gobierno de España [en línea] <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo/integrada-espana/bovino/frisona/default.aspx> [consultado el 12 de febrero del 2019]

MOTT, Robert L. Diseño de Elementos de máquinas. Cuarta edición. México D.F Pearson Educación. 2006

REVUELTA, prensa ganadera [En línea]. <<http://www.revuelta.com.mx/basculas-y-soluciones-de-pesaje/prensa-ganadera>> [consultado el 29 de mayo del 2019]

RINCÓN DEL NORTE. Bretes de madera y su fabricación. [en línea]. Argentina. <<https://www.elrincondelnorte.com.ar/productos/mangas-y-cepos/>> [citado el 10 de diciembre del 2018]

ROD. Davis. Cattle Crushes. Diseño y construcción. [En línea] Australia <<https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/research-and-development/program-areas/feeding-finishing-and-nutrition/feedlot-design-manual/025-cattle-crushes-20160401.pdf>> . [consultado el 16 de octubre del 2018].

SAVEDRA. Alexander. blog ingeniero Alexander Savedra metalúrgico de la universidad de santo domingo [en línea] <http://www.alexandersaavedra.com/2010/02/soldadura-de-aceros-inoxidables_02.html> [consultado el 11 de agosto del 2019]

SKF, Cadenas de transmisiones SKF [en línea] <<https://www.skf.com/binary/87-133515/46.Chain>> [10 de agosto del 2019]

TOMBORERO, José ma. Anclajes estructurales. Norma técnica de prevención 893, Instituto nacional de seguridad en higiene en el trabajo. 2011.

PREFIERT, Squeeze Chutes - Model S04 [en línea]. <<https://www.priefert.com/products/squeeze-chutes-and-accessories/squeeze-chutes-model-s04>> [consultado el 29 de mayo del 2019]

UNIVERSIDAD DE AMÉRICA. Guía metodológica para la elaboración de trabajos de grado. Bogotá 2011[consultado el 26 de julio de 2018]

WESCO. Productos en acero inoxidable. tubería SCH10 [en línea]. Bogotá. <<https://wesco.com.co/default.asp?ilD=GFLJKE>> [consultado el 12 de febrero del 2019]

VACUNACIÓN DE GANADO BOVINO, [En línea] < <http://elproductor.com/articulos-tecnicos/articulos-tecnicos-salud-animal/vacunacion-de-ganado-bovino/>> [consultado el 20 de noviembre de 2018]

ANEXOS

ANEXO A
ACERO ESTRUCTURAL



ACERO ESTRUCTURAL

ACERO ASTM A-366
(Tubería Galvanizada)



1. Descripción: Estos aceros presentan un campo de aplicaciones muy amplio. Además de satisfacer los requisitos de las normas americanas., también cumplen muchas de las especificaciones analíticas incluidas en las normas europeas. Estos materiales pueden ser utilizados en diferentes áreas, que van desde la embudición profunda y la construcción, a las aplicaciones habituales para los aceros con alto contenido en carbono

El recubrimiento de Zinc permite fabricar un producto con la más alta calidad en términos de recubrimiento y superficie, cumpliendo con las normas ASTM-A653. La Lámina Galvanizada es idónea para una gran variedad de usos: línea blanca, aires acondicionados, sistemas de entresijos, paredes y techos, soporte, ductería, tubos flexibles, industria automotriz, entre otros

2. Normas involucradas: ASTM A 366

3. Propiedades mecánicas:

Esfuerzo a la fluencia mínimo: 285 MPa
Esfuerzo a la tensión: 340 MPa.
Elongación mínima en 50 mm (2"): 20%

4. Propiedades físicas: Densidad 7.85 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.10% máx.
0.30 – 0.50 % Mn
0.040 % P máx
0.050 % S máx

6. Usos: Para componentes estructurales en general.

NOTA:
Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumpla el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

(506) 2591-7514 ☎

(506) 2551-4169 📠

info.clientes@sumiteccr.com ✉



ANEXO B
TUBERÍA SCHEDULE 10 CON COSTURA

Tubería SCHEDULE 10 con Costura

Diámetro Nominal	Diámetro Externo		SCH 10					
	NPS	Pg	mm	Grosor	Pared	Presión Int. Trab.		Peso Aprox.
			Pg	mm	PSI	Kg/m	Lb/pie	Kg/m
1/8	.405	10.29	.049	1.24	4270	300	.19	.28
1/4	.540	13.72	.065	1.65	4240	298	.33	.49
3/8	.675	17.15	.065	1.65	3320	233	.42	.63
1/2	.840	21.34	0.83	2.11	3420	240	.67	1.00
3/4	1.050	26.67	.083	2.11	2690	189	.86	1.28
1	1.315	33.40	.109	2.77	2830	199	1.40	2.09
1 1/4	1.660	42.16	.109	2.77	2210	155	1.81	2.69
1 1/2	1.900	48.26	.109	2.77	1920	135	2.09	3.11
2	2.375	60.33	.109	2.77	1520	107	2.64	3.93
2 1/2	2.875	73.03	.120	3.05	1380	97	3.53	5.27
3	3.500	88.90	.120	3.05	1120	79	4.33	6.46
3 1/2	4.000	101.60	.120	3.05	980	69	4.97	7.42
4	4.500	114.30	.120	3.05	867	61	5.61	8.37
6	6.625	168.28	.134	3.40	655	46	9.29	13.85
8	8.625	219.08	.148	3.76	555	39	13.40	19.98
10	10.750	273.05	.165	4.19	495	35	18.70	27.88
NORMA: ASTM A312								
Longitud aprox. 6 m con costura								

ANEXO C
CATALOGO PRODUCTOS 2015 MENBEL



Cierres



Cerrojo con muelle C65

13P D 002

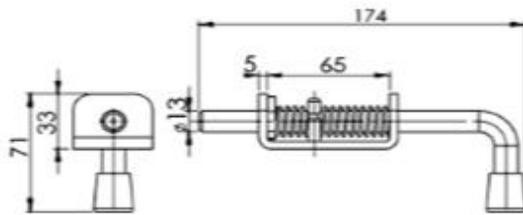
Cierre de Tracción

Ext-Int D Zincado

Peso: 394g
Material: Cold Rolled

Aplicaciones:
Utilizado para asegurar carga en los vehículos de transporte.

Dimensiones



Cerrojo con muelle C49

13P D 001

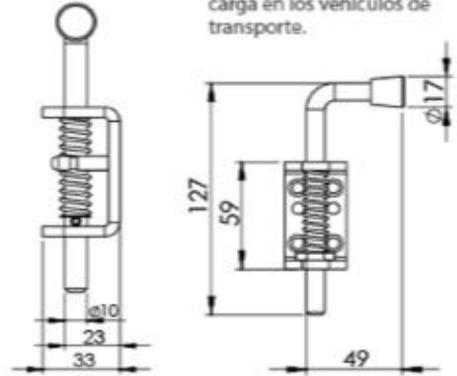
Cierre de Tracción

D Zincado

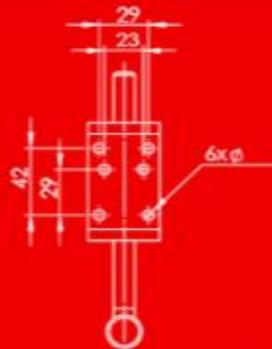
Peso: 219g
Material: Cold Rolled

Aplicaciones:
Utilizado para asegurar carga en los vehículos de transporte.

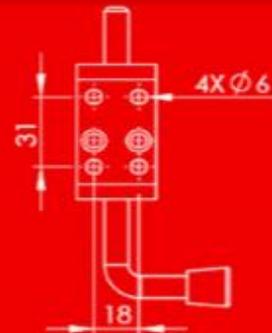
Dimensiones



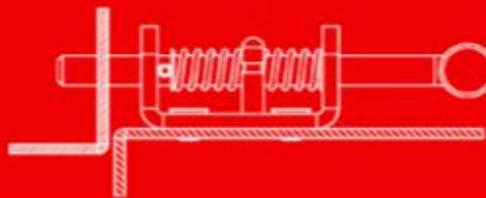
Perforaciones de Montaje



Perforaciones de Montaje



Montaje



55

ANEXO D
CADENAS SKF

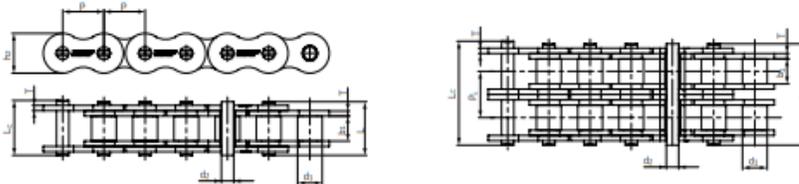
Cadenas americanas estándar

Las cadenas americanas estándar se fabrican según las normas ISO 606, ANSI B29.1 y DIN 8188.

Los tamaños de paso son de 1/4 a 3 pulgadas. El diámetro del pasador de estas cadenas es más pequeño que el equivalente europeo estándar. La resistencia al desgaste, por lo tanto, es menor, cuando se comparan con las cadenas europeas estándar, con una excepción, el paso de 5/8 pulgadas; en este caso, los diámetros del pasador y del buje son más grandes que los de la cadena europea equivalente.

Las cadenas americanas estándar se designan en general con el sistema de numeración de la norma ANSI, por ejemplo, una cadena de doble hilera de 1/2 pulgada sería ANSI 40-2.

Sistema de numeración ANSI: El primer número es el tamaño del paso en 1/8 pulg., por ejemplo: 4/8 = paso de 1/2 pulg. El segundo número se refiere al tipo de cadena, por ejemplo: 0 = cadena de rodillos. El número 5 en reemplazo del 0 indica una cadena de bujes, y el número 1 indica una serie más estrecha. El sufijo, al igual que con la cadena estándar europea, se refiere a la cantidad de hileras de la cadena, es decir 2 = cadena duplex (doble hilera).



N° Cadena Ansi	N° Cadena BS/ISO	Paso		Diámetro del rodillo		Distancia entre placas interiores		Diámetro del pasador		Longitud del pasador		Longitud del pasador con chaveta	Altura de la placa interior	Espesor de la placa	Paso transversal	Carga límite de rotura	Carga de rotura promedio	Peso por metro	Designación
		P		d ₁ max	b ₁ max	d ₂ max	L max	L _c max	h ₂ max	T max	Pt								
15-1*	03C*	4,7625	2,48	2,38	1,62	6,10	6,90	–	4,30	0,60	–	3,8	2,0	0,08	–	3,8	2,0	0,08	PHC 15-1...
25-1*	04C-1*	6,350	3,30	3,18	2,31	7,90	8,40	–	6,00	0,80	–	6,00	3,5	0,15	–	6,00	3,5	0,15	PHC 25-1...
35-1*	06C-1*	9,525	5,08	4,77	3,58	12,40	13,17	–	9,00	1,30	–	9,00	7,9	0,33	–	9,00	7,9	0,33	PHC 35-1...
41-1	08S-1	12,700	7,77	6,25	3,58	13,75	15,00	–	9,91	1,30	–	9,91	6,7	0,41	–	12,7	12,6	0,41	PHC 41-1...
40-1	08A-1	12,700	7,95	7,85	3,96	16,60	17,80	–	12,00	1,50	–	12,00	14,1	0,62	–	14,1	17,5	0,62	PHC 40-1...
50-1	10A-1	15,875	10,16	9,40	5,08	20,70	22,20	23,30	15,09	2,03	–	22,2	29,4	1,02	–	22,2	29,4	1,02	PHC 50-1...
60-1	12A-1	19,050	11,91	12,57	5,94	25,90	27,70	28,30	18,00	2,42	–	27,7	31,8	1,50	–	31,8	41,5	1,50	PHC 60-1...
80-1	16A-1	25,400	15,88	15,75	7,92	32,70	35,00	36,50	24,00	3,25	–	35,0	56,7	2,60	–	56,7	69,4	2,60	PHC 80-1...
100-1	20A-1	31,750	19,05	18,90	9,53	40,40	44,70	44,70	30,00	4,00	–	44,7	88,5	3,91	–	88,5	109,2	3,91	PHC 100-1...
120-1	24A-1	38,100	22,23	22,22	11,10	50,30	54,30	54,30	35,70	4,80	–	54,3	127,0	5,62	–	127,0	156,3	5,62	PHC 120-1...
140-1	28A-1	44,450	25,40	25,22	12,70	54,40	59,00	59,00	41,00	5,60	–	59,0	172,4	7,50	–	172,4	212,0	7,50	PHC 140-1...
160-1	32A-1	50,800	28,58	31,55	14,27	64,80	69,60	69,60	47,80	6,40	–	69,6	226,8	10,10	–	226,8	278,9	10,10	PHC 160-1...
180-1	36A-1	57,150	35,71	35,48	17,46	72,80	78,60	78,60	53,60	7,20	–	78,6	280,2	13,45	–	280,2	341,8	13,45	PHC 180-1...
200-1	40A-1	63,500	39,68	37,85	19,85	80,30	87,20	87,20	60,00	8,00	–	87,2	353,8	16,15	–	353,8	431,6	16,15	PHC 200-1...
240-1	48A-1	76,200	47,63	47,35	23,81	95,50	103,00	103,00	72,39	9,50	–	103,0	510,3	23,20	–	510,3	622,5	23,20	PHC 240-1...
25-2*	04C-2*	6,350	3,30	3,18	2,31	14,5	15,0	–	6,00	0,80	6,40	7,0	8,6	0,28	–	8,6	10,2	0,28	PHC 25-2...
35-2*	06C-2*	9,525	5,08	4,77	3,58	22,5	23,3	–	9,00	1,30	10,13	15,8	19,7	0,63	–	19,7	24,3	0,63	PHC 35-2...
41-2	08S-2	12,700	7,77	6,25	3,58	25,7	26,9	–	9,91	1,30	11,95	13,3	16,9	0,81	–	16,9	21,3	0,81	PHC 41-2...
40-2	08A-2	12,700	7,95	7,85	3,96	31,0	32,2	–	12,00	1,50	14,38	28,2	35,9	1,12	–	35,9	45,2	1,12	PHC 40-2...
50-2	10A-2	15,875	10,16	9,40	5,08	38,9	40,4	41,2	15,09	2,03	18,11	44,4	58,1	2,00	–	58,1	74,3	2,00	PHC 50-2...
60-2	12A-2	19,050	11,91	12,57	5,94	48,8	50,5	51,1	18,00	2,42	22,78	63,6	82,1	2,92	–	82,1	105,3	2,92	PHC 60-2...
80-2	16A-2	25,400	15,88	15,75	7,92	62,7	64,3	65,8	24,00	3,25	29,29	113,4	141,8	5,15	–	141,8	181,5	5,15	PHC 80-2...
100-2	20A-2	31,750	19,05	18,90	9,53	76,4	80,5	80,5	30,00	4,00	35,76	177,0	219,4	7,80	–	219,4	280,1	7,80	PHC 100-2...
120-2	24A-2	38,100	22,23	22,22	11,10	95,8	99,7	99,7	35,70	4,80	45,44	254,0	314,9	11,70	–	314,9	400,1	11,70	PHC 120-2...
140-2	28A-2	44,450	25,40	25,22	12,70	103,3	107,9	107,9	41,00	5,60	48,87	344,8	427,5	15,14	–	427,5	542,4	15,14	PHC 140-2...
160-2	32A-2	50,800	28,58	31,55	14,27	123,3	128,1	128,1	47,80	6,40	58,55	453,6	562,4	20,14	–	562,4	713,1	20,14	PHC 160-2...
180-2	36A-2	57,150	35,71	35,48	17,46	138,6	144,4	144,4	53,60	7,20	65,84	560,5	695,0	29,22	–	695,0	884,2	29,22	PHC 180-2...
200-2	40A-2	63,500	39,68	37,85	19,85	151,9	158,8	158,8	60,00	8,00	71,55	707,6	877,4	32,24	–	877,4	1114,1	32,24	PHC 200-2...
240-2	48A-2	76,200	47,63	47,35	23,81	183,4	190,8	190,8	72,39	9,50	87,83	1020,6	1255,3	45,23	–	1255,3	1587,5	45,23	PHC 240-2...
25-3*	04C-3*	6,350	3,30	3,18	2,31	21,0	21,5	–	6,00	0,80	6,40	10,5	12,6	0,44	–	12,6	16,0	0,44	PHC 25-3...
35-3*	06C-3*	9,525	5,08	4,77	3,58	32,7	33,5	–	9,00	1,30	10,13	23,7	28,6	1,05	–	28,6	37,0	1,05	PHC 35-3...
40-3	08A-3	12,700	7,95	7,85	3,96	45,4	46,6	–	12,00	1,50	14,38	42,3	50,0	1,90	–	50,0	64,3	1,90	PHC 40-3...
50-3	10A-3	15,875	10,16	9,40	5,08	57,0	58,5	59,3	15,09	2,03	18,11	66,6	77,8	3,09	–	77,8	100,0	3,09	PHC 50-3...
60-3	12A-3	19,050	11,91	12,57	5,94	71,5	73,3	73,9	18,00	2,42	22,78	95,4	111,1	4,54	–	111,1	143,4	4,54	PHC 60-3...
80-3	16A-3	25,400	15,88	15,75	7,92	91,7	93,6	95,1	24,00	3,25	29,29	170,1	198,4	7,89	–	198,4	254,1	7,89	PHC 80-3...
100-3	20A-3	31,750	19,05	18,90	9,53	112,2	116,3	116,3	30,00	4,00	35,76	265,5	309,6	11,77	–	309,6	396,1	11,77	PHC 100-3...
120-3	24A-3	38,100	22,23	22,22	11,10	141,4	145,2	145,2	35,70	4,80	45,44	381,0	437,2	17,53	–	437,2	562,4	17,53	PHC 120-3...
140-3	28A-3	44,450	25,40	25,22	12,70	152,2	156,8	156,8	41,00	5,60	48,87	517,2	593,3	22,20	–	593,3	754,3	22,20	PHC 140-3...
160-3	32A-3	50,800	28,58	31,55	14,27	181,8	186,6	186,6	47,80	6,40	58,55	680,4	780,6	30,02	–	780,6	1000,0	30,02	PHC 160-3...
180-3	36A-3	57,150	35,71	35,48	17,46	204,4	210,2	210,2	53,60	7,20	65,84	840,7	983,6	38,22	–	983,6	1260,0	38,22	PHC 180-3...
200-3	40A-3	63,500	39,68	37,85	19,85	223,5	230,4	230,4	60,00	8,00	71,55	1061,4	1217,8	49,03	–	1217,8	1556,5	49,03	PHC 200-3...
240-3	48A-3	76,200	47,63	47,35	23,81	271,3	278,6	278,6	72,39	9,50	87,83	1530,9	1756,5	71,60	–	1756,5	2244,0	71,60	PHC 240-3...

* Cadena de bujes: d1 indica el diámetro exterior del buje

Para pasador con chaveta, agregar una "C" a continuación de la cantidad de hileras. Por ejemplo: 140-1 con pasador con chaveta se designa PHC 140-1C.

Las longitudes estándar son 10 pies/5 m. Para completar la designación, indicar la longitud de la cadena. Ejemplo: la cadena N° 140-1x10 pies se especifica PHC 140-1X10FT.

Para las uniones, agregar a la designación de la tabla: "QL" para "conector de placas rectas" y "QL" para "conector de placas acodadas" (permite obtener un número impar de pasos).

ANEXO E
ADITAMENTOS SKF

Aditamentos

Habitualmente, los aditamentos se usan para permitir que la cadena realice la función de transporte. Los orificios de los aditamentos se utilizan por lo general para unir dos hileras en una cadena de modo que funcionen como un par. También se pueden insertar ganchos a través de los orificios para permitir que la cadena transporte objetos. Estos aditamentos pueden utilizarse para sistemas de control, mediante la activación de pick ups magnéticos o interruptores de proximidad.

Aditamentos A-1, K-1

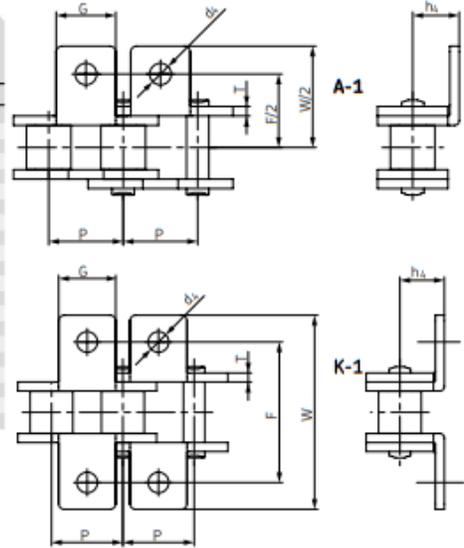
N° Cadena ANSI	N° Cadena BS/ISO	P	G	F	W	T	h_a	d_s	Designación
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-
35-1	06C-1	9,53	7,90	19,00	28,60	1,30	6,35	3,40	PHC 35-1...
40-1	08A-1	12,70	9,50	25,40	35,20	1,50	7,90	3,40	PHC 40-1...
41-1	08S-1	12,70	9,50	24,00	33,40	1,30	6,90	3,60	PHC 41-1...
50-1	10A-1	15,88	12,70	31,75	46,20	2,03	10,30	5,50	PHC 50-1...
60-1	12A-1	19,05	15,90	38,10	55,60	2,42	11,90	5,50	PHC 60-1...
80-1	16A-1	25,40	19,10	50,80	64,80	3,25	15,90	6,80	PHC 80-1...
100-1	20A-1	31,75	25,40	63,50	87,30	4,00	19,80	9,20	PHC 100-1...
120-1	24A-1	38,10	28,60	76,20	108,50	4,80	23,00	9,80	PHC 120-1...
140-1	28A-1	44,45	34,90	88,90	123,00	5,60	26,60	11,40	PHC 140-1...
160-1	32A-1	50,80	38,10	101,60	142,80	6,40	31,75	13,10	PHC 160-1...
200-1	40A-1	63,50	50,80	127,00	179,00	8,00	42,88	16,30	PHC 200-1...
-	06B-1*	9,53	8,00	19,04	27,00	1,30	6,50	3,50	PHC 06B-1...
-	08B-1	12,70	9,50	25,40	36,40	1,60	8,90	4,50	PHC 08B-1...
-	10B-1	15,88	14,30	31,75	44,60	1,70	10,31	5,30	PHC 10B-1...
-	12B-1	19,05	16,00	38,10	52,40	1,85	13,46	6,40	PHC 12B-1...
-	16B-1	25,40	19,10	50,80	72,60	3,10	15,88	6,40	PHC 16B-1...
-	20B-1	31,75	35,00	63,50	100,50	3,50	19,80	9,00	PHC 20B-1...
-	24B-1	38,10	30,00	76,20	108,40	4,80	26,67	10,50	PHC 24B-1...
-	28B-1	44,45	35,00	88,90	123,00	6,00	28,58	13,10	PHC 28B-1...
-	32B-1	50,80	38,10	101,60	142,80	6,00	31,75	13,10	PHC 32B-1...

* Con mallas de placas rectas

Para completar la designación, indicar el paso entre aditamentos y el tipo de aditamento seguido de la longitud de la cadena.

Ejemplo: PHC 40-1-L2A1X10FT (ANSI 40-1 con aditamento A-1 cada dos pasos, 10 pies de longitud).

Nota: Disponible también en acero inoxidable. Al ordenar, agregar el sufijo 5S, por ejemplo: PHC40-15S-L1A1X10FT



Aditamentos SA-1/M1, SK-1/M1

N° Cadena ANSI	N° Cadena BS/ISO	P	G	C	F	T	d_s	Designación
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-
35-1	06C-1	9,53	7,90	9,50	14,55	1,30	3,40	PHC 35-1...
40-1	08A-1	12,70	9,50	12,70	19,05	1,50	3,40	PHC 40-1...
41-1	08S-1	12,70	9,50	11,85	16,55	1,30	3,60	PHC 41-1...
50-1	10A-1	15,88	12,70	15,90	25,25	2,03	5,50	PHC 50-1...
60-1	12A-1	19,05	15,90	18,30	29,33	2,42	5,50	PHC 60-1...
80-1	16A-1	25,40	19,10	24,60	34,70	3,25	6,80	PHC 80-1...
100-1	20A-1	31,75	25,40	31,80	43,30	4,00	9,20	PHC 100-1...
120-1	24A-1	38,10	28,60	36,50	51,60	4,80	9,80	PHC 120-1...
140-1	28A-1	44,45	34,90	44,50	62,00	5,60	11,40	PHC 140-1...
160-1	32A-1	50,80	38,10	50,80	69,85	6,40	13,10	PHC 160-1...
200-1	40A-1	63,50	50,80	63,50	88,90	8,00	16,30	PHC 200-1...
-	06B-1*	9,53	8,00	9,52	13,50	1,30	3,50	PHC 06B-1...
-	08B-1	12,70	9,50	13,35	18,90	1,60	4,30	PHC 08B-1...
-	10B-1	15,88	14,30	16,50	22,95	1,70	5,30	PHC 10B-1...
-	12B-1	19,05	16,00	21,45	28,40	1,85	6,40	PHC 12B-1...
-	16B-1	25,40	19,10	23,15	34,00	3,10	6,40	PHC 16B-1...
-	20B-1	31,75	35,00	30,50	45,70	3,50	9,00	PHC 20B-1...

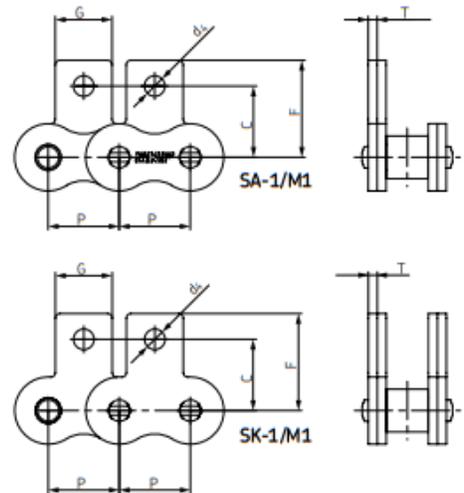
* Con mallas de placas rectas

Para completar la designación, indicar el paso entre aditamentos y el tipo de aditamento seguido de la longitud de la cadena.

Ejemplo: PHC 80-1-L1SK1X10FT (ANSI 80-1 con aditamento SK-1 en cada paso, 10 pies de longitud).

Nota: Disponible también en acero inoxidable. Al ordenar, agregar el sufijo 5S, por ejemplo:

PHC80-15S-L1SK1X10FT

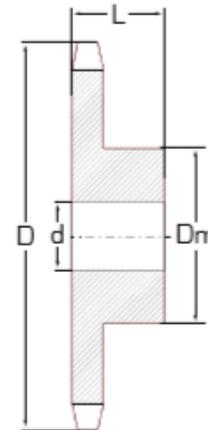


ANEXO F
PIÑONES INTERMEC

No.50

Paso 5/8"

PIÑONES 50 PASO 5/8"					
Referencia	D	Dm	L	d	Eje máximo* (pulg)
50B9 R	52,1	35	25	15,88	3/4
50B10 R	57,4	40	25	15,88	7/8
50B11 R	62,5	44	25	15,88	1
50B12 R	67,8	50	25	15,88	1-1/4
50B13	72,9	48	25	15,88	1-5/16
50B14	78,2	54	25	15,88	1-7/16
50B15	83,3	60	25	15,88	1-1/2
50B16	88,4	63	25	15,88	1-3/4
50B17	93,5	68	25	15,88	1-7/8
50B18	98,6	73	25	15,88	1-7/8
50B19	103,6	76	25	15,88	2
50B20	108,7	76	25	19,05	2
50B21	113,8	76	25	19,05	2
50B22	118,9	76	25	19,05	2
50B23	124,0	76	25	19,05	2
50B24	129,0	76	32	19,05	2
50B25	134,1	76	32	19,05	2
50B26	139,2	76	32	19,05	2
50B27	144,3	76	32	19,05	2
50B28	149,4	76	32	19,05	2
50B29	154,4	82	32	19,05	2
50B30	159,5	82	32	19,05	2-1/4
50B31	164,6	82	32	19,05	2-1/4
50B32	169,7	82	32	19,05	2-1/4
50B33	175,7	82	32	19,05	2-1/4
50B34	179,8	82	32	19,05	2-1/4
50B35	184,9	82	32	19,05	2-1/4
50B36	190,0	82	32	19,05	2-1/4
50B37	195,0	82	32	19,05	2-1/4
50B38	200,2	82	32	19,05	2-1/4
50B39	205,2	82	32	19,05	2-1/4
50B40	210,3	82	32	19,05	2-1/4
50B41	215,4	82	32	19,05	2-1/4
50B42	220,2	82	32	19,05	2-1/4
50B43	225,3	82	32	19,05	2-1/4
50B44	230,4	82	32	19,05	2-1/4
50B45	235,5	95	32	19,05	2-1/2
50B46	240,5	95	32	19,05	2-1/2
50B47	245,6	95	32	19,05	2-1/2
50B48	250,7	95	32	25,40	2-1/2



*Eje máximo permisible con cuñero estándar

R: la pieza lleva una ranura en la manzana para librar la cadena.

ANEXO G
TABLA DE CAPACIDAD DE PIÑON

TABLA DE CAPACIDAD CADENA ESTANDAR SENCILLA DE RODILLOS NO. 50 PASO 5/8"

No. de dientes por el conductor	FORM DEL UNICO CONDUCTOR																								
	10	25	50	100	200	300	400	500	700	900	1000	1200	1400	1600	1800	2100	2400	2700	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
9	0.09	0.18	0.36	0.87	1.26	1.81	2.50	2.87	3.89	4.98	5.36	6.32	6.02	4.92	4.13	3.27	2.68	2.25	1.92	1.52	1.25	1.04	0.89	0.77	0.56
10	0.10	0.22	0.41	0.76	1.41	2.03	2.63	3.22	4.36	5.45	6.01	7.08	7.05	5.77	4.83	3.84	3.14	2.63	2.25	1.78	1.46	1.22	1.04	0.80	0.79
11	0.11	0.24	0.45	0.84	1.56	2.25	2.92	3.57	4.83	6.06	6.66	7.85	6.13	6.65	5.58	4.42	3.52	3.04	2.59	2.06	1.68	1.41	1.20	1.04	0.82
12	0.12	0.26	0.49	0.92	1.72	2.47	3.21	3.82	5.31	6.65	7.31	8.68	6.26	7.88	6.35	5.04	4.13	3.48	2.95	2.34	1.82	1.61	1.37	1.19	1.04
13	0.13	0.29	0.54	1.00	1.87	2.70	3.50	4.27	5.78	7.25	7.87	9.40	10.4	8.55	7.16	5.69	4.65	3.90	3.33	2.64	2.18	1.81	1.55	1.34	0
14	0.14	0.31	0.58	1.08	2.03	2.92	3.79	4.63	6.27	7.86	8.64	10.2	11.7	9.65	8.01	6.35	5.20	4.36	3.72	2.95	2.42	2.03	1.73	1.50	0
15	0.15	0.34	0.63	1.17	2.18	3.15	4.08	4.98	6.75	8.47	9.31	11.0	12.6	10.6	8.88	7.05	5.77	4.83	4.13	3.27	2.68	2.25	1.92	1.66	0
16	0.16	0.36	0.67	1.26	2.34	3.38	4.37	5.35	7.24	9.08	9.88	11.8	13.5	11.7	9.78	7.76	6.32	5.32	4.55	3.61	2.90	2.47	2.11	1.83	0
17	0.17	0.38	0.72	1.34	2.50	3.61	4.67	5.71	7.73	9.69	10.7	12.8	14.4	12.8	10.7	8.50	6.86	5.83	4.98	3.95	3.23	2.71	2.31	2.01	0
18	0.18	0.41	0.76	1.43	2.65	3.80	4.97	6.07	8.22	10.3	11.3	13.4	15.3	13.9	11.7	9.26	7.58	6.35	5.42	4.30	3.52	2.95	2.52	0	
19	0.19	0.43	0.81	1.51	2.80	4.07	5.27	6.44	8.79	10.9	12.0	14.2	16.3	15.1	12.7	10.6	8.22	6.89	5.88	4.67	3.82	3.20	2.73	0	
20	0.20	0.46	0.86	1.60	2.98	4.30	5.57	6.80	9.21	11.5	12.7	15.0	17.2	16.3	13.7	10.8	8.68	7.44	6.35	5.04	4.13	3.48	2.95	0	
21	0.21	0.48	0.90	1.69	3.14	4.53	5.87	7.17	9.71	12.2	13.4	15.8	18.1	17.6	14.7	11.7	9.55	8.01	6.84	5.42	4.44	3.72	3.18	0	
22	0.22	0.51	0.95	1.77	3.31	4.76	6.17	7.54	10.2	12.8	14.1	16.6	19.1	18.8	15.8	12.5	10.2	8.59	7.33	5.82	4.76	3.99	3.41	0	
23	0.23	0.53	1.00	1.86	3.47	5.00	6.47	7.91	10.7	13.4	14.8	17.4	20.0	20.1	16.9	13.4	11.0	9.19	7.84	6.22	5.09	4.27	0		
24	0.25	0.56	1.04	1.95	3.60	5.23	6.78	8.29	11.2	14.1	15.5	18.2	20.9	21.4	18.0	14.3	11.7	9.78	8.35	6.53	5.42	4.55	0		
25	0.26	0.58	1.09	2.03	3.80	5.47	7.08	8.66	11.7	14.7	16.2	19.0	21.8	22.8	19.1	15.2	12.4	10.4	8.88	7.05	5.77	4.83	0		
26	0.27	0.61	1.14	2.12	3.96	5.70	7.38	9.03	12.2	15.3	16.8	19.8	22.8	24.2	20.3	16.1	13.2	11.0	9.42	7.47	6.19	5.13	0		
28	0.29	0.66	1.23	2.30	4.29	6.18	8.01	9.72	13.2	16.6	18.3	21.5	24.7	27.0	22.6	18.0	14.7	12.3	10.5	8.35	6.84	5.73	0		
30	0.31	0.71	1.33	2.49	4.62	6.60	8.63	10.5	14.3	17.8	19.7	23.2	26.8	30.0	25.1	19.9	16.3	13.7	11.7	9.26	7.58	0			
32	0.33	0.76	1.42	2.66	4.98	7.14	9.25	11.3	15.3	19.2	21.1	24.9	28.8	32.2	27.7	22.0	18.0	15.1	12.9	10.2	8.35	0			
35	0.37	0.84	1.57	2.93	5.48	7.86	10.2	12.5	16.9	21.1	23.2	27.4	31.5	35.5	31.6	25.1	20.6	17.2	14.7	11.7	9.55	0			
40	0.43	0.97	1.81	3.38	6.31	9.08	11.8	14.4	19.5	24.4	26.8	31.6	36.3	41.0	36.7	30.7	25.1	21.0	18.0	14.3	0				
45	0.48	1.10	2.05	3.84	7.16	10.3	13.4	16.3	22.1	27.7	30.5	35.9	41.3	46.5	46.1	36.6	30.0	25.1	21.4	0					

Cuébralo en traza de conductos de fibras múltiples de esta pasta.
 multipique por la capacidad por:

FACTOR	FACTOR	FACTOR
No. DE HILAS	No. DE HILAS	No. DE HILAS
2 1.7	5 3.0	8 4.5
3 2.5	6 4.0	
4 3.3		

Lubricación Tipo A : A mano, con aceites e Inveco
Lubricación Tipo B : En baño de aceite o por salpique
Lubricación Tipo C : Al chorro bajo presión.
 La información contenida en estas tablas esta basada en los estándares
 de la ASOCIACIÓN AMERICANA DE FABRICANTES DE CADENAS
 (American Chain Association)

INFORMACIÓN INTERMEC

ANEXO H
ESPECIFICACIONES DE ANCLAJE

DATOS DE CAPACIDAD								
Métrica de la varilla de anclaje (mm)			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Carga a tracción Anclajes aislados sin influencia de bordes de hormigón	Hormigón C20/25 no fisurado (M8: $s \leq 3 h_{ef}$, $c \geq 1,5 h_{ef}$ M10-M24: $s \geq 2 h_{ef}$, $c \geq 1 h_{ef}$)	N_{zul} (kN) = C20/25 50°C/80°C*	7,9	11,9	15,9	19,8	29,8	35,7
Carga a cortadura Anclajes aislados sin influencia de bordes de hormigón	Hormigón C20/25 no fisurado $c \geq 1,5 h_{ef}$	N_{zul} (kN) = C20/25	5,1	8,0	12,0	22,3	34,9	50,3
Momento flector permisible		N_{zul} (Nm)	10,9	21,1	37,7	94,9	185,7	320,6
Resistencia al fuego		F30 (kN)	2,3	3,64	5,26	9,79	15,28	22,01
		F60 (kN)	1,29	2,04	3,07	5,72	8,93	12,86
		F90 (kN)	0,79	1,3	2,0	3,68	5,75	8,28
		F120 (kN)	0,53	1,0	1,5	2,67	4,16	6,0

Tabla 4. Ejemplo de datos de capacidad de un anclaje

CARACTERÍSTICAS							
Distancia entre anclajes mín.	S_{min} [mm]	40	45	55	65	85	105
Distancia entre anclajes ideal	$S_{cr,N}$ [mm]	240	180	220	250	340	420
Distancia al borde mín.	C_{min} [mm]	40	45	55	65	85	105
Distancia al borde ideal	$C_{cr,N}$ [mm]	120	90	110	125	170	210
Espesor de soporte mín.	h_{min} [mm]	110	120	140	160	220	260
Profundidad efectiva del anclaje	h_{ef} [mm]	80	90	110	125	170	210
Diámetro de broca - Ø	d_0 [mm]	10	12	14	18	25	28
Diámetro de corte de taladro - Ø	$d_{cut} \leq$ [mm]	10,5	12,5	14,5	18,5	25,5	28,5
Profundidad de taladro mín.	$H_0 \geq$ [mm]	80	90	110	125	170	210
Diámetro de taladro pieza a fijar	$d_f \leq$ [mm]	9	12	14	18	22	26
Par de apriete	T_{ins} [Nm]	10	20	40	80	120	180
Diámetro cepillo de limpieza - Ø	D [mm]	11	13	15	19	27	29

Tabla 5. Ejemplo de características de instalación

CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN		
Distancia entre anclajes mín.	S_{min} [mm]	Distancia mínima que se debe respetar entre los ejes de los diversos anclajes que coincidan en un mismo soporte.
Distancia entre anclajes ideal	$S_{cr,N}$ [mm]	Distancia entre los ejes de anclajes a partir de cual se obtiene el mayor rendimiento de carga.
Distancia al borde mín.	C_{min} [mm]	Distancia mínima que se debe respetar entre el eje de un anclaje y el borde de hormigón más cercano.
Distancia al borde ideal	$C_{cr,N}$ [mm]	Distancia entre eje de anclaje y borde de hormigón a partir del cual se obtiene el mayor rendimiento de carga.
Espesor de soporte mín.	h_{min} [mm]	Espesor mínimo que debe tener el soporte donde se fijan los anclajes.
Profundidad efectiva del anclaje	h_{ef} [mm]	Longitud del segmento de anclaje que absorbe el trabajo solicitado.
Diámetro de broca	d_0 [mm]	Diámetro nominal de la broca a utilizar.
Profundidad de taladro mín.	H_0 [mm]	Profundidad del taladro en el soporte mínimo.
Diámetro de taladro pieza a fijar	d_f [mm]	Diámetro del taladro en la pieza que se desea fijar.
Par de apriete	T_{ins} [Nm]	Indica el par de apriete con la que se debe apretar el anclaje. Necesidad de utilizar una llave dinamométrica para su medición.

Tabla 6. Descripción de las características de instalación

ANEXO I
PLANOS