



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA

TEMA:

“AUTOMATIZACIÓN DE UN SANITARIO EN UN
AMBIENTE ESCOLAR”

AUTOR: Edgar Ramiro Yamberla Moran

DIRECTOR: PhD. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio

Ibarra-Ecuador

2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003865720		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Yamberla Moran Edgar Ramiro		
DIRECCIÓN:	San Roque, Imbabura		
EMAIL:	eryamberlam@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0991644025

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Automatización de un Sanitario en un Ambiente Escolar
AUTOR (ES):	Yamberla Moran Edgar Ramiro
FECHA: DD/MM/AAAA	14/10/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	Pregrado
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	PhD. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de octubre de 2021

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: ...Edgar...Yambers...la.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INNIERGEÍA EN MECATRÓNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo, previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica, con el tema AUTOMATIZACIÓN DE UN SANITARIO EN UN AMBIENTE ESCOLAR, fue desarrollado por el Sr. Edgar Ramiro Yamberla Moran, bajo mi dirección.

.....

PhD. Brizeida Gámez.

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por darme salud y vida. Por cuidarme y brindarme el coraje necesario para atravesar los problemas que surgieron en cada etapa de mi vida y por ayudarme a afrontar cada reto que se presentó a lo largo de mi etapa estudiantil.

A mis padres José Antonio y Rosa Elena por brindarme todo su apoyo y amor incondicional, por sus grandes esfuerzos que realizaron para que yo llegara hasta este punto de mi vida y a mis hermanos quienes siempre me dieron palabras de aliento para que siga adelante y no renunciar a mi vida estudiantil.

Quiero agradecer también, a todos mis docentes que me acompañaron en mi travesía estudiantil quienes me brindaron todos sus conocimientos y aún más sus sabios consejos de vida para que sea un profesional con buenos valores. A mi tutora quién me ha brindado todo su apoyo, conocimientos, consejos y ha estado siempre pendiente de mi para que culmine satisfactoriamente este proyecto.

A mis amigos y compañeros que con un granito de arena aportaron para que siempre me mantenga firme y por acompañarme en los buenos y malos momentos.

Edgar Ramiro Yamberla Moran



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se la dedico a mi madre Rosa Morán quién supo darme ánimos con su aliento y con sus buenos consejos cuando más lo necesitaba y aún más con su amor incondicional que siempre me ha impulsado a seguir adelante. A mi padre José Yamberla quién me enseñó que con esfuerzo y dedicación se obtiene grandes logros, quién supo darme siempre una mano amiga en los momentos más difíciles de mi vida y estuvo siempre presente para que no me faltara nada, estoy eternamente agradecido con ellos por darme el mayor regalo que es la educación.

A mis hermanos Diego y Nelly quienes son las personas más maravillosas y que siempre me han entendido mi manera de ser, ellos son mi inspiración y mi ejemplo de vida.

Edgar Ramiro Yamberla Moran

RESUMEN

Se presenta el diseño y construcción de dispositivos que automatizan piezas sanitarias como el inodoro y lavamanos con el propósito de disminuir el contacto con las superficies y de esta manera evitar el contagio de enfermedades que pueden ser muy perjudiciales para la salud, que incluso pueden ocasionar la muerte. Adicionalmente, con la automatización de estas piezas sanitarias se pretende solucionar el uso inadecuado de recursos naturales en los servicios sanitarios en ambientes escolares, evitando el uso excesivo del agua proveniente del lavamanos y del inodoro; así mismo mejorar las condiciones de higiene en estas áreas que son de uso indispensable. En el desarrollo de ambas soluciones se analizaron los criterios y restricciones de diseño con el propósito de plantear las alternativas que cumplieran con las especificaciones. Una vez seleccionada la mejor opción, para cada caso, se diseñaron cada uno de sus componentes. Para el inodoro se obtuvo un modelo que cuenta con un sistema automático para la descarga; de manera alternativa se implementó un sistema auxiliar basado en un pedal de accionamiento que se utilizará en caso de que haya algún inconveniente con el sistema automático o incluso cuando no haya energía eléctrica. Así mismo, el lavamanos cuenta con un diseño sencillo y de construcción rápida de dimensiones pequeñas para que sean adaptables al pequeño espacio en el que se debe implementar. Este dispositivo cuenta con un sensor de distancia que me permitirá saber la presencia de las manos del usuario a 10 cm del sensor, un microcontrolador encargado de recibir la señal del sensor y a su vez de enviar las indicaciones para el accionamiento de apertura y cierre de una electroválvula que será encargado de dar paso al flujo de agua. Los dispositivos realizados cuentan con un diseño sencillo y de construcción rápida debido al tamaño reducido de cada uno de ellos. Otra ventaja que ofrecen los dispositivos obtenidos es su costo en comparación con los dispositivos de este tipo existentes en el mercado; adicionalmente su implementación es muy sencilla ya que no es necesario modificar los elementos sanitarios existentes.

Palabras clave: inodoro, lavamanos, automatización.

ABSTRACT

The design and creation of devices that automate sanitary parts such as the toilet and sink are presented here to reduce contact with surfaces and thus prevent the spread of diseases that can be extremely harmful to one's health and even result in death. Furthermore, the automation of these sanitary components aims to address the inefficient use of natural resources in school restrooms, avoiding excessive water use from the sink and toilet, and improving hygiene conditions in these critical areas. For the development of both solutions, design criteria and constraints were analyzed in order to consider alternatives that met their specifications.

Their components were designed for each case after the best option was chosen. A toilet model with an automatic flushing system; alternatively, an auxiliary system based on a drive pedal was implemented and will be used if the automatic system fails or if there is no electrical power. Likewise, the sink has a simple design and quick construction of small dimensions to be adaptable to the space in which it should be implemented. This device has a distance sensor that will allow knowing the presence of the user's hands at 10 cm, a microcontroller to receive the signal from the sensor and send the instructions for the action of opening and closing of an electro-valve that will give way to the flow of water. The devices have a simple design and fast construction due to the small size of each of them. Another benefit of these devices is their low cost in comparison to others in the market; additionally, their implementation is simple because no modifications to existing sanitary elements are required.

Keywords: toilet, sink, automation.



Reviewed by Víctor Raúl Rodríguez Viteri

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I.....	1
EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Objetivos	1
1.2.1 Objetivo General	1
1.2.2 Objetivos específicos.....	1
1.3 Alcance.....	2
1.4 Justificación.....	2
CAPÍTULO II.....	3
MARCO REFERENCIAL	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Fundamentos teóricos	4
2.2.1. Enfermedades en los sanitarios.....	5
2.2.1.1. Escherichia coli	5
2.2.1.2. Shighella.....	6
2.2.1.3. Streptococcus.....	6
2.2.2. Sanitario	6
2.2.2.1. Inodoro	7
2.2.2.2. Lavamanos.....	9
2.2.3. Grifería automática	9
2.2.4. Grifería manual.....	10
2.2.5. Automatización	11
2.2.5.1. Automatización Industrial.....	11
2.2.5.2. Automatización robótica de procesos	11
2.2.5.3. Automatización de las TI.....	12
2.2.6. Entorno de programación Arduino	12
2.2.7. Actuador.....	13
2.2.8. Servomotor.....	13
2.2.9. Fuente de alimentación	14
2.2.10. Sensor de proximidad	14
2.2.11. Actuador - Electroválvula.....	15
CAPÍTULO III.....	16
MARCO METODOLÓGICO	16
3.1. Modelo de la investigación	16
3.2. Diseño de la investigación	16
3.2.1. Fase 1: Evaluación de los parámetros.	16

3.2.2.	Fase 2: Diseño de las estructuras electromecánicas de los dispositivos.	17
3.2.3.	Fase 3: Construcción de los dispositivos.	18
3.2.4.	Fase 4: Comprobación del funcionamiento.....	18
CAPÍTULO IV.....		19
RESULTADO Y ANÁLISIS		19
4.1.	Especificaciones del sistema a diseñar.....	19
4.2.	Alternativas de solución	20
4.2.1.	Primera alternativa de solución.....	20
4.2.1.1.	Alternativa de solución para el inodoro	20
4.2.1.2.	Alternativa de solución para el lavamanos.....	22
4.2.2.	Segunda alternativa de solución	24
4.2.2.1.	Alternativa de solución para el inodoro	24
4.2.2.2.	Alternativa de solución para el lavamanos.....	27
4.3.	Selección de la mejor alternativa	30
4.3.1.	Ventajas y Desventajas de cada solución.....	30
4.3.2.	Selección de la mejor solución basado en criterios.	31
4.3.3.	Ponderación de soluciones de acuerdo con cada criterio	32
4.3.4.	Ponderación Final.....	33
4.3.5.	Selección de la alternativa más apropiada basado en estudio comparativo.	34
4.4.	Selección de materiales.	35
4.4.1.	Carcasas protectoras de circuitos y componentes electrónicos	35
4.4.2.	Pedal de presión.....	36
4.5.	Especificaciones de la solución planteada del inodoro	37
4.5.1.	Sistema Automático.....	40
4.5.1.1.	Carcasa para el sistema automático	40
4.5.1.2.	Brazos de sujeción de caja protectora	41
4.5.1.3.	Palanca de accionamiento para descarga de agua	41
4.5.1.4.	Tornillos de ajuste	41
4.5.1.5.	Servomotor	42
4.5.1.6.	Tapa de la caja protectora	42
4.5.1.7.	Sistema electrónico.....	43
4.5.1.8.	Leds de aviso	44
4.5.2.	Sistema de detección	44
4.5.2.1.	Caja de sensor.....	44
4.5.2.2.	Sensor de presencia	44
4.5.2.3.	Tapa de la caja del sensor	45
4.5.3.	Sistema auxiliar manual.....	46
4.5.3.1.	Pernos cabeza hexagonal	46

4.5.3.2.	Perno Allen para ajuste de cable	46
4.5.3.3.	Resorte de acero inoxidable	46
4.5.3.4.	Tornillos avellanados para la tapa	47
4.5.3.5.	Tapa de protección	47
4.5.3.6.	Perno pasador cabeza hexagonal	48
4.5.3.7.	Pedal	48
4.5.3.8.	Base de soporte del pedal	49
4.5.4.	Sistema de fijación para tensión	49
4.5.4.1.	Pieza tensora	49
4.5.4.2.	Acoplamiento fijo	50
4.5.4.3.	Resorte del acoplamiento	50
4.5.4.4.	Cable para tensión	51
4.5.4.5.	Cálculo de fuerza de tensión aplicada en el cable	52
4.5.4.6.	Cálculo de fuerza de tensión aplicada en el pedal	53
4.6.	Especificaciones de la solución planteada del lavamanos	53
4.6.1.	Sistema de detección de presencia	57
4.6.1.1.	Grifería (Carcasa)	57
4.6.1.2.	Manguera	57
4.6.1.3.	Pernos de ajuste del sensor	58
4.6.1.4.	Tuerca de plástico para ajuste	58
4.6.1.5.	Sensor de presencia	58
4.6.1.6.	Tapa de la carcasa de grifería	59
4.6.2.	Sistema automático	60
4.6.2.1.	Circuito de funcionamiento	60
4.6.2.2.	Carcasa de protección del circuito	60
4.6.2.3.	Fuente de alimentación de 12V	61
4.6.3.	Sistema de baterías (Auxiliar)	62
4.6.3.1.	Módulo de carga	62
4.6.3.2.	Pilas recargables	62
4.6.3.3.	Tiempo de duración del sistema de baterías	63
4.6.4.	Sistema de circulación de agua	64
4.7.	Análisis estático del modelo 3D del mecanismo del pedal	64
4.7.1.	Diseño del circuito para el inodoro	66
4.7.2.	Diseño para el lavamanos	67
4.8.	Adquisición de materiales y/o componentes comerciales	68
4.9.	Aspectos relacionados a la construcción y ensamble	68
4.9.1.	Fabricación del sistema mecánico	68
4.9.1.1.	Pedal de accionamiento	69

4.9.1.2.	Grifería (carcasa)	69
4.9.1.3.	Ensamblaje de los mecanismos	70
4.9.2.	Fabricación del sistema electrónico	70
4.9.3.	Diseño e impresión 3D de las estructuras externas de los dispositivos	71
4.10.	Pruebas de funcionamiento	72
4.10.1.	Instalación de los sistemas en el inodoro	72
4.10.1.1.	Calibración de sensor de proximidad fotoeléctrico E18-D80NK	73
4.10.2.	Instalación de los sistemas en el lavamanos	73
4.10.2.1.	Calibración de sensor de distancia VL53L0X	73
4.10.3.	Pruebas realizadas de los dispositivos	74
CONCLUSIONES		77
RECOMENDACIONES		78
GLOSARIO DE TÉRMINOS		79
REFERENCIAS		80
ANEXOS		84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.	Inodoro-Neorest vista isométrica	3
Figura 2.2.	Bacteria Escherichia coli	5
Figura 2.3.	Bacteria Shighella	6
Figura 2.4.	Bacteria Streptococcus	6
Figura 2.5.	Modelo de sanitario	7
Figura 2.6.	Inodoro – New Greco Lever, (a) vista lateral, (b) vista superior	8
Figura 2.7.	Inodoro – Greco Touchless, (a) vista isométrica, (b) vista lateral, (c) vista superior	9
Figura 2.8.	Grifería – Ecomatic, (a) vista frontal, (b) vista lateral	9
Figura 2.9.	grifería – Shelby, (a) vista lateral, (b) vista explosionada	10
Figura 2.10.	Automatización Industrial	11
Figura 2.11.	Automatización de Procesos	11
Figura 2.12.	Automatización TI	12
Figura 2.13.	Entorno de Arduino	13
Figura 2.14.	Componentes del Servomotor	13
Figura 2.15.	Fuente de Alimentación	14
Figura 2.16.	Sensor de Proximidad	15
Figura 2.17.	Actuador – Electroválvula, (a) vista isométrica, (b) corte total del actuador para identificar sus componentes	15
Figura 4.1.	Alternativa de solución N°1 (lavamanos), vista isométrica	21
Figura 4.2.	Vistas de explosión de solución N°1 (inodoro), (a) sistema automático, (b) pulsador piezoeléctrico, (c) fuente de alimentación 5V	21

Figura 4.3. Alternativa de solución N°1 (lavamanos), vista isométrica	23
Figura 4.4. Vistas explosionadas de solución N°1 (lavamanos), (a) sistema de apertura y cierre de flujo de agua, (b) sistema de detección, (c) sistema automático	23
Figura 4.5. Alternativa de solución N°2 (inodoro), vista isométrica.....	24
Figura 4.6. Vistas en explosión de solución N°2 (inodoro), (a) sistema automático, (b) sistema de detección, (c)acople fijo al tanque de descarga, (d) sistema manual.....	25
Figura 4.7. Alternativa de solución N°2 (lavamanos), vista isométrica	28
Figura 4.8. Alternativa de solución N°2 (lavamanos), (a) sistema de detección con grifería, (b) sistema automático, (c) sistema de apertura y cierre del flujo de agua, (d) sistema de baterías recargables	28
Figura 4.9. Filamento para impresión 3D – ABS [39].....	36
Figura 4.10. Vista en explosión de los sistemas para el inodoro, (a) sistema automático, (b) sistema de detección, (c) sistema de fijación para tensión, (d) sistema manual (pedal de accionamiento) ...	38
Figura 4.11. Esquema de la carcasa protectora de los componentes del sistema automático	40
Figura 4.12. Brazos de sujeción de la carcasa	41
Figura 4.13. Palanca de accionamiento	41
Figura 4.14. Palanca de accionamiento	41
Figura 4.15. Palanca de accionamiento	42
Figura 4.16. Tapa de la caja	42
Figura 4.17. Microcontrolador Atmega328p [35].....	43
Figura 4.18. Leds de aviso [35].....	44
Figura 4.19. Caja de protección del sensor.....	44
Figura 4.20. Sensor Infrarrojo E18-D80NK [40].....	45
Figura 4.21. Tapa de la caja del sensor.....	46
Figura 4.22. Pernos de fijación.....	46
Figura 4.23. Pernos Allen.....	46
Figura 4.24. Resorte de acero inoxidable para el pedal	47
Figura 4.25. Tornillos cabeza avellanado	47
Figura 4.26. Tapa protectora del pedal	48
Figura 4.27. Perno pasador agujero hexagonal, (a)vista lateral, (b) Tuerca ciega.....	48
Figura 4.28. Pieza para presión del pedal.....	49
Figura 4.29. Base de soporte del pedal.....	49
Figura 4.30. Base de soporte del pedal.....	50
Figura 4.31. Acoplamiento fijo para tensión	50
Figura 4.32. Resorte de acero inoxidable para el acoplamiento fijo	51
Figura 4.33. Cable y funda de tensión (cables de freno) [41]	51
Figura 4.34. Masa con la que la manija baja totalmente	52
Figura 4.35. Masa con la que el pedal se acciona totalmente	53
Figura 4.36. Vista en explosión del sistema automático para el lavamanos, (a) grifería, (b) circuito electrónico, (c) sistema de tubería para el paso de agua, (d) sistema de baterías	54

Figura 4.37. Carcasa-Grifería	57
Figura 4.38. Manguera hidráulica	57
Figura 4.39. Tornillos de cabeza avellanado	58
Figura 4.40. Tuerca plástica de ajuste	58
Figura 4.41. Sensor de distancia - VL53L0X [43].....	59
Figura 4.42. Tapa de la carcasa de grifería.....	59
Figura 4.43. Microcontrolador Atmega328p [36].....	60
Figura 4.44. Carcasa protectora, (a) vista isométrica caja, (b)vista isométrica tap	61
Figura 4.45. Transformador 100V AC a 5V DC [35].....	61
Figura 4.46. Módulo de carga para baterías HX-2S-D20 3 celdas [44]	62
Figura 4.47. Baterías Lipo conectadas en serie [44]	63
Figura 4.48. Sistema de conexión para el flujo de agua	64
Figura 4.49. Restricciones y fuerzas aplicadas para el análisis estático.....	65
Figura 4.50. Análisis de esfuerzos de Von Mises (MPa) en el pedal	65
Figura 4.51. Cálculo del factor de seguridad con Solid Works.....	66
Figura 4.52. Elementos electrónicos para el sistema automático del inodoro.....	67
Figura 4.53. Elementos electrónicos para el sistema automático del lavamanos	67
Figura 4.54. Mecanismo del pedal, (a) Base del soporte, (b) Unión de piezas por medio de soldadura, (c) Acople fijo para tensión.....	69
Figura 4.55. Carcasa de la grifería, (a) vista frontal, (b) vista lateral.....	69
Figura 4.56. Ensamblaje de componentes, (a) Pedal de accionamiento manual, (b) Carcasa de la grifería.....	70
Figura 4.57. Diseño para PCB (a) circuito para inodoro, (b) circuito para lavamanos	70
Figura 4.58. Placas impresas en PCB (a) circuito para lavamanos, (b) circuito para inodoro.....	71
Figura 4.59. Estructuras para impresión en 3D, (a) carcasa para sistema de lavamanos, (b) carcasa para sistema de inodoro.....	71
Figura 4.60.Impresión en 3D, (a) carcasa para sistema del inodoro, (b) carcasa para sistema de lavamanos	72
Figura 4.61. Instalación de los dispositivos, (a) Sistema automático, (b) Acople fijo para tensión, (c) Vista frontal de todos los sistemas instalados	72
Figura 4.62. Ajuste de distancia por potenciómetro [44].....	73
Figura 4.63. Instalación de los dispositivos del lavamanos, (a) Sistema de paso del flujo de agua y caja con componentes electrónicos, (b) Grifería comercial reemplazada por la fabricada.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1.	Lista de elementos de la alternativa de solución N°1 del inodoro	22
Tabla 4.2.	Lista de piezas de la alternativa de solución N°1 del lavamanos.....	24
Tabla 4.3.	Lista de elementos de la alternativa de solución N°2 del inodoro	26
Tabla 4.4.	Lista de elementos de la alternativa de solución N°2 del lavamanos.....	29
Tabla 4.5.	Lista de ventajas y desventajas de la alternativa de solución N°1	30
Tabla 4.6.	Lista de ventajas y desventajas de la alternativa de solución N°2	30
Tabla 4.7.	Lista de criterios de alternativas de solución	31
Tabla 4.8.	Orden de importancia de los criterios.....	31
Tabla 4.9.	Ponderación del C ₁ (Diseño simple de las estructuras).....	32
Tabla 4.10.	Ponderación del C ₂ (Sistema mecánico y eléctrico sencillo)	32
Tabla 4.11.	Ponderación del C ₃ (Versatilidad) respecto a las posibles soluciones	32
Tabla 4.12.	Ponderación del C ₄ (Comodidad) respecto a las posibles soluciones	32
Tabla 4.13.	Ponderación del C ₅ (Resistencia) respecto a las posibles soluciones.....	32
Tabla 4.14.	Ponderación del C ₆ (Bajo costo) respecto a las posibles soluciones	33
Tabla 4.15.	Ponderación del C ₇ (Geometría) respecto a las posibles soluciones	33
Tabla 4.16.	Ponderación del C ₈ (Seguridad) respecto a las posibles soluciones.....	33
Tabla 4.17.	Ponderación del C ₉ (Peso de los dispositivos) respecto a las posibles soluciones	33
Tabla 4.18.	Ponderación del C ₁₀ (Interfaz) respecto a las posibles soluciones	33
Tabla 4.19.	Ponderación final	34
Tabla 4.20.	Estudio comparativo de las dos alternativas de solución propuestas	34
Tabla 4.21.	Especificaciones del material ABS	36
Tabla 4.22.	Especificaciones del material ABS	37
Tabla 4.23.	Lista de elementos de la alternativa seleccionada del inodoro	39
Tabla 4.24.	Especificaciones del servomotor Sg90.....	42
Tabla 4.25.	Especificaciones del microcontrolador Atmega328p	43
Tabla 4.26.	Especificaciones del Sensor Infrarrojo E18-D80NK.....	45
Tabla 4.27.	Especificaciones de las características del cable de tensión de acero AISI 316 [41] ...	52
Tabla 4.28.	Lista de elementos de la alternativa seleccionada del lavamanos.....	55
Tabla 4.29.	Especificaciones del sensor de distancia VL53LOX	59
Tabla 4.30.	Especificaciones de la fuente de energía de 12V-DC.....	61
Tabla 4.31.	Especificaciones de la fuente de energía de 12V-DC.....	62
Tabla 4.32.	Lista de componentes y materiales.....	68
Tabla 4.33.	Tiempos de respuesta del dispositivo para el lavamanos en diferentes distancias	74
Tabla 4.34.	Resultado de las pruebas realizadas del dispositivo para el lavamanos	75
Tabla 4.35.	Tiempos de detección del sensor para el inodoro en diferentes distancias	75
Tabla 4.36.	Resultado de las pruebas realizadas del dispositivo para inodoro	76

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad existe una alta dependencia de los recursos naturales del planeta para sobrevivir y al utilizarlos, de manera indiscriminada, pueden llegar a agotarse de forma irreversible causando daños al ambiente [1]. Este caso se presenta con el uso inadecuado en los servicios sanitarios en ambientes escolares, donde se puede apreciar el uso excesivo del agua proveniente del lavamanos y del inodoro.

Por otra parte, los sanitarios escolares pueden representar un foco de enfermedades generadas por el contacto con las superficies, tales como infecciones víricas en las cuales predomina la rubéola, el sarampión, parotiditis VHA; así mismo infecciones bacterianas como la tuberculosis, meningitis meningocócica, tos ferina, difteria y hongos como las candidas y aspergillus [2] [3].

Actualmente, se cuenta con dispositivos que han permitido la automatización de la mayoría de las piezas sanitaria. Esta tecnología representa un costo aproximado de 400 USD para la automatización del lavamanos e inodoros [4]; sin embargo, algunas instituciones educativas no cuentan con los recursos necesarios para adquirir dispositivos automáticos que permitan que los usuarios minimicen el contacto con las superficies de los elementos del sanitario y además utilicen de forma racional el agua como recurso.

De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo de investigación tiene como propósito ofrecer una solución económica a la automatización de las piezas sanitarias básicas, específicamente a lavamanos e inodoro en un sanitario ubicado en un ambiente escolar.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Construir un sistema automático para el accionamiento de lavamanos e inodoro en un sanitario de un ambiente escolar.

1.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar los parámetros de funcionamiento de los sistemas automáticos disponibles en el mercado y de las piezas sanitarias en el ambiente seleccionado.

- Diseñar las estructuras electromecánicas de los dispositivos para la automatización del lavamanos e inodoro.
- Construir el sistema para la automatización del sanitario.
- Comprobar el funcionamiento de los dispositivos a través de pruebas en un sanitario seleccionado.

1.3 Alcance

El presente proyecto se centrará en el diseño y construcción de dispositivos automáticos para el accionamiento del lavamanos e inodoro, se utilizarán sistemas electromecánicos que constan de sensores, actuadores y otros dispositivos electrónicos requeridos para el correcto funcionamiento de cada una de las piezas sanitarias. Finalmente, se realizarán las pruebas de funcionamiento de los dispositivos una vez instalados en la institución seleccionada.

1.4 Justificación

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto planteado permitirá contar con dispositivos automáticos para accionar lavamanos e inodoros en un sanitario de una institución educativa, a manera de disminuir el uso del agua promoviendo la conservación los recursos naturales no renovables.

En el ámbito de la salud, el hecho de minimizar el contacto del usuario con las superficies de las piezas sanitarias contribuiría a la disminución de enfermedades.

En el aspecto económico, se espera ofrecer dispositivos más accesibles que los modelos ya existentes en el mercado, ya que se pretende plantear soluciones con materiales económicos y modelos sencillos.

Adicionalmente, la puesta en práctica de la investigación y desarrollo de estos dispositivos podría generar un modelo de negocios basado en la producción de este tipo de dispositivos para comercializar en todos los sectores del país.

Para culminar, este proyecto cumple con la misión de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica que es la de fomentar y ejecutar procesos tecnológicos, de conocimientos científicos y de innovación, permitiendo así la formación de emprendedores encaminados hacia la contribución al desarrollo social, económico, cultural y ecológico de la región y del país.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

La empresa ARQ REVESTIR (2013) comparte que después de la industrialización se realizó un gran avance en la implementación de artefactos sanitarios en el interior de cualquier tipo de establecimiento. Una innovación que hasta hace poco era imposible implementar debido a diversos factores como los costos. En la actualidad existen artefactos que proponen un nuevo salto en cuanto a higiene e innovación tecnológica, permitiendo que un sanitario sea un sitio de seguridad y confort. El inodoro Neorest 600 de toto incorpora en primer lugar, innovaciones como una tapa que se cierra y se abre automáticamente, puede realizar descargas automáticas y posee una serie de funciones de limpieza [5], como se puede observar en la figura 2.1.

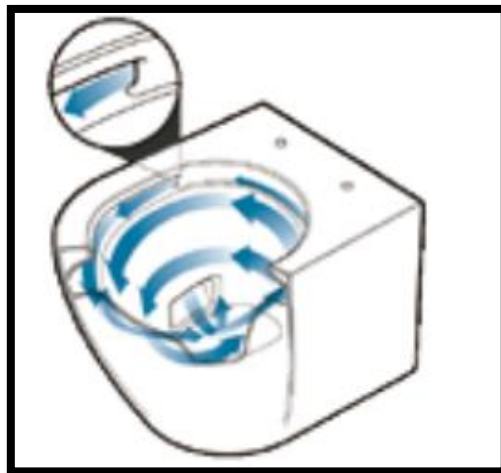


Figura 2.1. Inodoro-Neorest vista isométrica [5]

Así mismo, el grupo INELEC (2018) menciona que los accionamientos automatizados de inodoros son una solución indispensable cuando se usa un baños públicos o sanitarios donde hay aglomeración y no se quiere tocar palancas o botones de inodoros con los cuales hayan tenido contacto otras personas, también cuando al entrar en un baño que ha sido usado recientemente pero una persona previa que no realizó la descarga del inodoro. [6].

En cuanto a lo que se refiere a robótica sanitaria la Industria DOMUS(2021), impulsa a racionalizar el uso del agua ya que es uno de recursos más indispensables para la vida. En el caso del inodoro, existen diferentes tipos de descarga que se le puede aplicar para su evacuación, dependiendo mucho del artefacto o dispositivo que se esté implementando, permitiendo que la descarga sea la adecuada a lo necesario para sólidos o líquidos [7].

Desde el punto de vista ambiental, Danielsson (2019) señala que, a pesar de los problemas que se presentan acerca de la escasez de agua, las personas utilizan casi la mitad del agua disponible en el planeta. Sin embargo, el 10% del total de agua es usada con fines domésticos y también en ambientes públicos en este caso el ambiente escolar. Estos lugares son los que menos consumen este recurso, pero el comportamiento de las personas hace que tenga un gran impacto potencial. El consumo del agua en este tipo de establecimientos (más del 80% de crecimiento en los próximos 25 años), por lo que se requiere implementar estrategias innovadoras para el manejo óptimo de este recurso. Además, el autor manifiesta que “la gestión del uso de agua en este tipo de ambientes es un laboratorio de prueba”, que permite innovar nuevas estrategias y cambios en comportamientos o hábitos sociales necesarios para la minimización de este recurso [8].

Por su parte, Bustamante (2018) menciona que la medicina ha conquistado un sin número de causas tangibles de enfermedades, así mismo la investigación bacteriológica a partir de Pasteur y la química-biológica en los últimos años, han alejado de las personas la contracción de ciertas enfermedades como la cólera, fiebre amarilla, tifoidea, etc, procedentes de sanitarios de lugares públicos, pero a pesar del tiempo que transcurra no habrá una solución óptima que ayude a la reducción total de este tipo de problemas, por lo que es necesario recurrir a otro tipo de estrategias como puede ser la implementación de la automatización en este tipo de ambientes [9].

Respecto a la automatización de sanitarios AUTOMATISMOMECA (2008) señala que se busca mejorar muchos aspectos de un baño público o este tipo de ambientes, en limpieza de una inodoro y el control de las personas que lo utilizan al igual que el ahorro de los recursos naturales como es el consumo de agua. A su vez, menciona que al implementar la automatización, no solo puede ser en lugares públicos como terminales, aeropuertos, al igual que en las industrias donde el aseo es de suma importancia como en el sector farmacéutico y alimenticio, también puede ser en espacios escolares como a los que se dirige esta investigación [10]. Este tipo de implementación no requiere grandes inversiones ya que esta conformado por elementos sencillos y de muy bajos costos.

2.2. Fundamentos teóricos

En esta sección se describen las bases teóricas que sustentan el trabajo de grado. Inicialmente se mencionan algunas de las enfermedades que comúnmente son adquiridas por contacto en los sanitarios, a manera de mostrar la importancia, en el ámbito de la salud, de la automatización de inodoros y lavamanos en sanitarios públicos. Así mismo, se especifican

los aspectos fundamentales relacionados con los lavamanos, inodoros y los elementos que generalmente se emplean para lograr su automatización.

2.2.1. Enfermedades en los sanitarios

En la actualidad los sanitarios escolares pueden representar un foco de enfermedades generadas por el contacto con las superficies, tales como infecciones víricas o bacterianas debido a la falta de aseo e higiene personal. También puede ser por la falta de educación sobre este tipo de temas. Este tipo de enfermedades son más comunes en los baños públicos en donde todas las personas tienen acceso a los sanitarios [11].

Las bacterias y los virus que se pueden adquirir en los sanitarios públicos, o donde sea de fácil acceso, son parecidos a los virus o bacterias que se pueden contraer en cualquier otro lugar, y su contagio es similar [12].

La piel es una barrera muy eficaz contra las bacterias, los patógenos generalmente se transmiten a través de heridas, nariz, ojos o boca, por lo que es necesario lavarse frecuentemente las manos y alimentarse adecuadamente [13].

Hoy en día, ciertos virus y bacterias son más comunes en los sanitarios públicos porque se propagan a través de las heces, y si no se tiene el hábito de lavarse las manos [14], es fácil que se infecte con este tipo de patógenos que se nombran a continuación:

2.2.1.1. Escherichia coli

La conocida *Escherichia coli* es una de las culpables de muchas intoxicaciones alimentarias que generalmente se contrae o transmite a través de las heces fecales, generalmente alguien o algo las lleva de las heces a los alimentos, aunque posiblemente pueden adherirse a superficies no porosas, como algunas piezas del sanitario. La infección produce diarrea severa que puede incluir vómitos y calambres abdominales [15] [16]. En la figura 2.2 se aprecia el sistema digestivo contaminado por la bacteria.



Figura 2.2. Bacteria Escherichia coli [16]

2.2.1.2. Shighella

Los efectos causados por esta bacteria son mucho más graves que los de la E. coli. En los últimos años solo se han registrado pequeños brotes específicos por contaminación fecal de alimentos o agua. Además, es una bacteria altamente contagiosa que se transmite a través de las heces, por lo tanto, es importante mantener los baños de las instituciones en todo momento. La simple acción de limpiar la taza o superficies, tales como lavamanos manijas del inodoro con cloro puede matar esta y muchas otras bacterias [17]. En la figura 2.3 se aprecia el sistema digestivo contaminado por la bacteria Shighella.



Figura 2.3. Bacteria Shighella [17]

2.2.1.3. Streptococcus

El género Streptococcus es un grupo de bacterias que normalmente colonizan la garganta y causan enfermedades inflamatorias graves como amigdalitis, meningitis y neumonía. Se tiene referencia de la presencia de este tipo de gérmenes en los sanitarios públicos en un número alrededor del 39%. Quiere decir que simplemente ingresar al inodoro causa neumonía en caso de no tener un aseo adecuado de estos lugares. Solo alrededor de un adulto transmite las bacterias a través de la piel, pero las bacterias aún no llegan a la garganta. De hecho, tener una infección de este tipo no es muy usual en los baños [18]. En la figura 2.4 se observa la presencia de la bacteria en el sistema respiratorio.

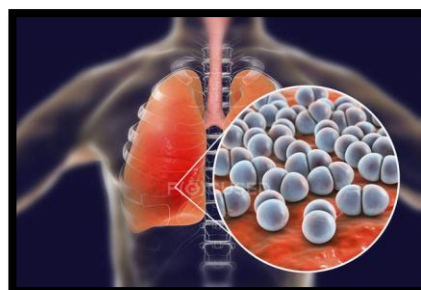


Figura 2.4. Bacteria Streptococcus [18]

2.2.2. Sanitario

Se conoce como sanitario a un conjunto de artefactos como bañera, inodoro, lavamanos, pileta, bidet, etc., o instalaciones que tienen como función principal la limpieza e higiene

personal, también se puede referir a la sanidad o a la salud [19]. En la figura 2.5. se ilustra un modelo de sanitario.



Figura 2.5. Modelo de sanitario [19]

Se pueden encontrar sanitarios con diferentes tipos de diseño y ubicación de los artefactos dependiendo el gusto de la persona y disponibilidad de espacio en el sector privado, a su vez existen normas y reglamentos como la norma ecuatoriana de la construcción en la que se mencionan lineamientos para las instalaciones sanitarias públicas con el objetivo de garantizar y satisfacer las necesidades fisiológicas, de salud y confort de los estudiantes, personal docente de la institución educativa en el que se va a implementar, pero el cumplimiento de estas normativas no hace que se garanticen a cabalidad las necesidades y satisfacciones debido a que no se puede tener un control e inspección continuo del uso correcto de estos artefactos, por lo que es necesario acudir a otro tipo de métodos como la automatización [20].

Los implementos básicos de un sanitario para cubrir las necesidades básicas de una persona es el inodoro y el lavamanos para el aseo, ya que es el principal objetivo para el que acude la persona a este tipo de lugares, se sabe que otro implemento principal es el urinario, pero aquí se trabajará con los dos artefactos que se detallarán a continuación [21].

2.2.2.1. Inodoro

Un inodoro se refiere a equipos sanitarios que permiten la descarga o evacuación de desechos sólidos o líquidos. A este implemento también se lo conoce como retrete, váter o excusado en algunas áreas.

Este artefacto está ubicado en el baño y la gente lo usa para orinar o defecar. Estos se pueden instalar de tal manera que los residuos puedan pasar por tuberías o tuberías de saneamiento y luego arrastrarlos hasta la planta de tratamiento de aguas residuales. Gracias al sifón, el desagradable olor de la alcantarilla no se emitirá a través del equipo.

En el mercado existen a la venta un listado de inodoros de diferentes tipos, entre los que se puede mencionar los de tanque alto, tanque bajo, suspendidos, compactos, portátiles, a continuación, se detallan algunos tipos de inodoros [22].

New Greco Lever

Este modelo se encuentra entre los demandados en Ecuador. Son los inodoros fabricados por la empresa FV ÁREA ANDINA S.A., este tipo de inodoro es el más comercial y económico a comparación de todos sus modelos. En la figura 2.6 se muestran las vistas y dimensiones principales del artefacto.

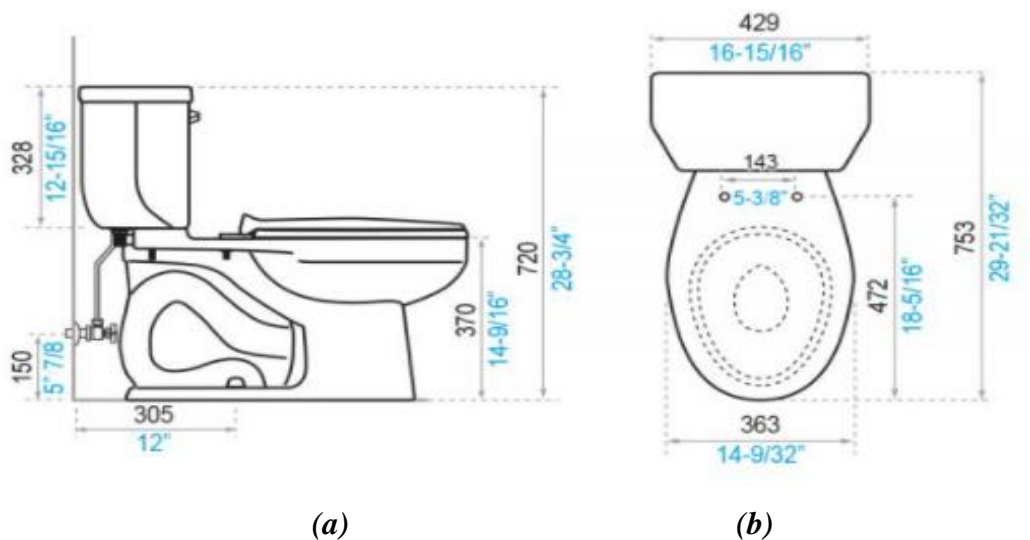


Figura 2.6. Inodoro – New Greco Lever, (a) vista lateral, (b) vista superior [23]

Especificaciones:

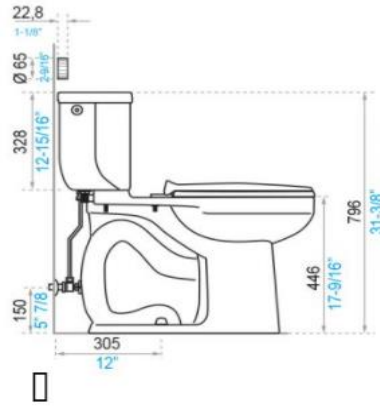
- Diseño de dos piezas.
- Forma elongada.
- Inodoro de alta eficiencia – HET.
- Consumo 4,8 litros por descarga.
- Descarga power jet.
- Producto con certificación WaterSense.

Inodoro Greco Touchless

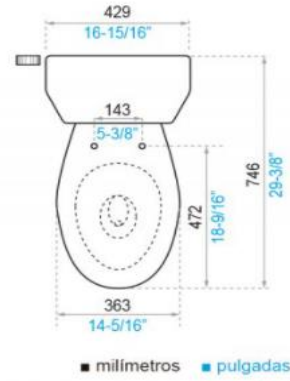
Es una versión mejorada del modelo mencionado anteriormente que tiene una mejor calidad y durabilidad. Tiene incorporado una tecnología de evacuación automática, pero su precio es elevado, por lo que es de difícil adquisición debido a factores económicos [23]. En la figura 2.7. se ilustra el modelo del inodoro y sus respectivas vistas.



(a)



(b)



(c)

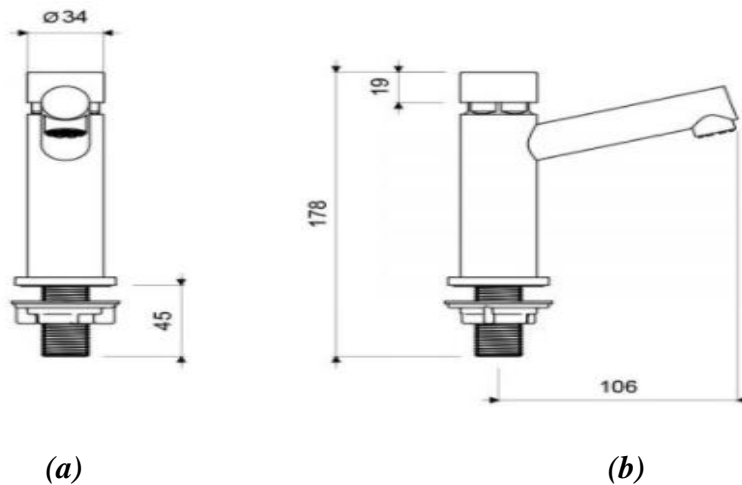
Figura 2.7. Inodoro – Greco Touchless, (a) vista isométrica, (b) vista lateral, (c) vista superior [23]

2.2.2.2. Lavamanos

Es un elemento fundamental en los sanitarios, disponibles en diferentes modelos de acuerdo con las necesidades. Se puede clasificar según el tipo o forma de los materiales utilizados para fabricar los lavabos [24].

2.2.3. Grifería automática

Este tipo de griferías se han ido implementando más en el sector privado. Son de fácil instalación. Su funcionamiento es muy sencillo ya que solo se debe presionar para la apertura y permitir que el fluido salga; para el cierre no se requiere realizar ninguna acción ya que este tipo de griferías son automáticas [25]. En la figura 2.8. el esquema de la grifería con sus dimensiones y vistas principales.



(a)

(b)

Figura 2.8. Grifería – Ecomatic, (a) vista frontal, (b) vista lateral [23]

Especificaciones:

Línea/Modelo: Ecomatic

- Llave fabricada en aleación de cobre y zinc (latón).
- Se instala en el lavabo o el mesón.
- Facilidad de instalación, no se requieren piezas especiales.
- Funcionamiento con un leve toque.
- Totalmente higiénico; el usuario no toca el producto luego de su uso.
- Llave recomendada para áreas institucionales.
- BAJO CONSUMO DE AGUA: Gracias a su restrictor especial, el consumo de agua baja a 0,25 litros por ciclo.
- Esto representa un ahorro aproximado del 70% sobre el valor de consumo aprobado por Norma.

2.2.4. Grifería manual

De acuerdo con el catálogo del fabricante más grande del país, la empresa EDESA, la grifería manual más común es el modelo Shelby una llave sencilla para lavamanos que es uno de los artefactos más adquiridos por las personas debido a su bajo costo y fácil manejo. Con relación a su funcionamiento, para la apertura de la llave se debe girar en sentido antihorario, para que el fluido pueda circular libremente y así mismo, para el cierre se debe girar en sentido horario [26]. En la figura 2.9. se ilustra el esquema de la grifería Shelby.

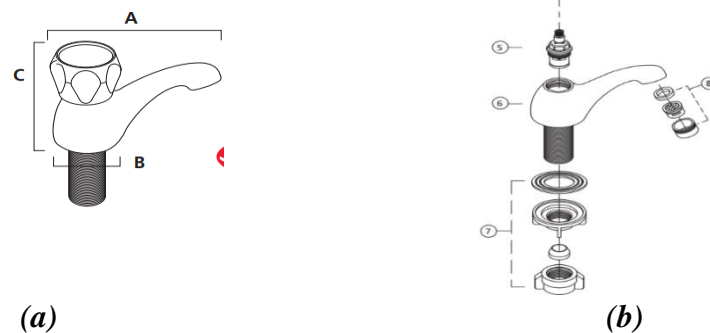


Figura 2.9. grifería – Shelby, (a) vista lateral, (b) vista explosionada [23]

Especificaciones:

Línea/Modelo: Shelby

- Con agujeros premarcados.
- Se recomienda combinar con mono comando bajo, llave de lujo o grifería de 4”.
- Se puede instalar sobre cualquier tipo de mesada.
- Sin agujero rebosadero.

2.2.5. Automatización

La automatización consiste en utilizar la tecnología para realizar todo tipo de actividad sin requerir trabajo de personal. También dice que se puede implementar en cualquier área en la que se lleven a cabo tareas repetitivas. Sin embargo, es más común ver este tipo de tecnología en procesos de fabricación de diferentes productos, robótica, también en software de decisiones empresariales [27]. La automatización se puede implementar en cualquier campo como se indica a continuación.

2.2.5.1. Automatización Industrial

Este tipo de automatización consiste en la reducción de mano de obra en el proceso de producción, que es parte de la automatización de la fábrica. Por lo general, el trabajo del personal se limita a monitorear y controlar las operaciones a través de un panel de control u otra interfaz sencilla como un HMI [28]. En la figura 2.10. se ilustra un ejemplo común de automatización en industrias.



Figura 2.10. Automatización Industrial [28]

2.2.5.2. Automatización robótica de procesos

Consiste en el uso de robots de software o brazos robóticos para realizar actividades que se repiten constantemente de las que a menudo se encargan los trabajadores [29], como se observa en la figura 2.11.

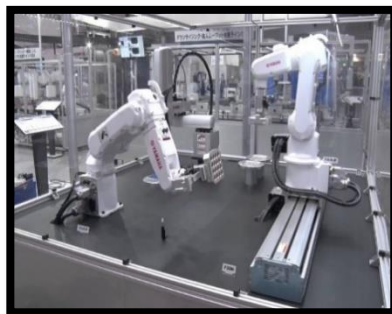


Figura 2.11. Automatización de Procesos [29]

2.2.5.3. Automatización de las TI

Un sistema de instrucción que ejecuta un conjunto de procesos repetitivos para reemplazar el trabajo manual realizado en un sistema de TI, como el uso de un entorno operativo estándar (SOE) para la configuración automática [30]. En la figura 2.12. se ilustra un modelo de automatización TI.



Figura 2.12. Automatización TI [30]

Las áreas mencionadas anteriormente en las que se puede aplicar la automatización son necesarias de este tipo de tecnología, ya que puede ayudar a las empresas en su transcurso hacia la transformación digital.

Además, el principal factor que soluciona esta tecnología es el factor tiempo, ya que minimiza y garantiza el correcto funcionamiento de cualquier tipo de actividad.

Evidentemente, para implementar la automatización en cualquier área se requiere del uso de nuevas tecnologías. Así mismo, dispositivos electrónicos modernos en donde reemplacen al personal. Para este proyecto, en la automatización de un sanitario se utilizarían varios dispositivos electrónicos y mecánicos, tanto para el inodoro como para el lavamanos que cumplirá su respectiva función [31], para el uso correcto de estos artefactos que compone el sanitario que se mencionará a continuación.

2.2.6. Entorno de programación Arduino

Como menciona el grupo XALAKA, es una plataforma de creación electrónica de código abierto, que se basa en hardware y software gratuitos, que es flexible y fácil de usar para creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite la creación de diferentes tipos de microcomputadoras de placa única, y la comunidad de creadores puede proporcionar diferentes tipos de uso [32]. En la figura 2.13. se ilustra la plataforma de software Arduino.

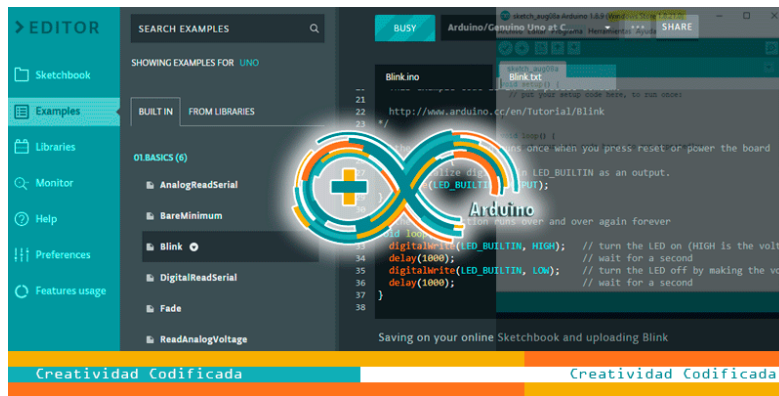


Figura 2.13. Entorno de Arduino [32]

2.2.7. Actuador

Es un dispositivo mecánico inherente cuya función es proporcionar una fuerza para mover o "accionar" otro dispositivo mecánico. Dicha fuerza del actuador puede provenir de tres fuentes: neumática, hidráulica y eléctrica. Depende de la fuente de fuerza del actuador se lo denomina "neumático", "hidráulico" o "eléctrico" [33]. En este proyecto se pretende utilizar un actuador eléctrico como el servomotor.

2.2.8. Servomotor

Se refiere a una unidad de accionamiento para un control preciso de la velocidad, el par y la posición. En comparación con los variadores que utilizan convertidores de frecuencia, tienen un mejor rendimiento y precisión, porque no proporcionan control de posición y el efecto no es bueno a bajas velocidades. A su vez contiene un encoder (llamado decodificador) que convierte el movimiento mecánico (número de vueltas del eje) en pulsos digitales interpretados por el controlador de movimiento. También utilizan accionamientos, que juntos forman un circuito para controlar la posición, el par y la velocidad [34]. En la figura 2.14. se ilustra la estructura del servomotor y las partes que la componen.

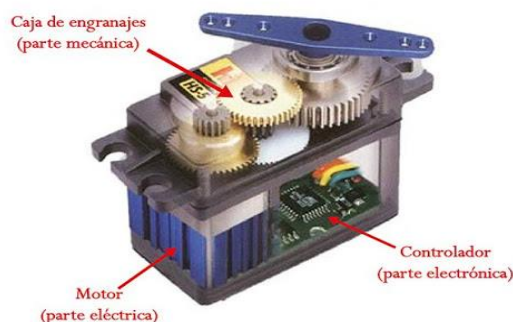


Figura 2.14. Componentes del servomotor [34]

2.2.9. Fuente de alimentación

Es una fuente a un dispositivo electrónico comúnmente llamado fuente de alimentación, fuente de poder o fuente conmutada. En electrónica se define como el instrumento o componente que transforma la corriente alterna en corriente continua en una o varias salidas con diferentes valores de voltaje dependiendo la configuración que se lo realice.

En el desarrollo de este proyecto se pretende utilizar una fuente de 5 a 9 V, para alimentar lo dispositivos electrónicos, en este caso el Arduino NANO [35] (ver figura 2.15).



Figura 2.15. Fuente de Alimentación [35]

2.2.10. Sensor de proximidad

Es un módulo que se utiliza para detectar la presencia de objetos cercanos sin necesidad del contacto físico. Se emplean en muchas aplicaciones como sistemas de transporte, pantallas táctiles, sensores de estacionamiento, sistemas de advertencia y dispositivos móviles. Los sensores de proximidad utilizan un sin número de métodos para la detección física, que incluyen acoplamiento capacitivo, captación inductiva, infrarrojos, detección fotoeléctrica de luz ambiental, ultrasonido y efecto Hall [36].

Para el lavamanos contempla la posibilidad de utilizar un detector de proximidad infrarrojo que es una combinación de LED emisor, lente direccional, lente receptora y matriz de fotodetectores. El rango de detección generalmente se detecta por el ángulo del haz incidente, independientemente de la intensidad de la luz reflejada. Por lo general, tienen configuraciones de rango ajustables y se utilizan en aplicaciones como la producción de líneas de montaje. La estructura del fotodetector de luz ambiental es similar, pero puede carecer de la función de alcance. En la figura 2.16. se ilustra el modelo de Arduino.

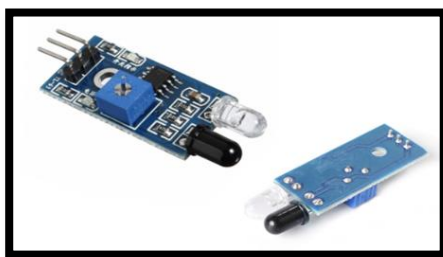


Figura 2.16. Sensor de Proximidad [36]

2.2.11. Actuador - Electroválvula

Las electroválvulas como dispositivos actuadores que responden a impulsos eléctricos. Debido a la corriente que fluye a través del solenoide, la válvula se puede abrir o cerrar, controlando así el flujo del fluido. Cuando el líquido fluye a través del solenoide, se genera un campo magnético, que atrae al núcleo activo, y al final del campo magnético, el núcleo vuelve a su posición debido a la acción del resorte en la mayoría de los casos [37]. En la figura 2.17. se ilustra la composición de la válvula.

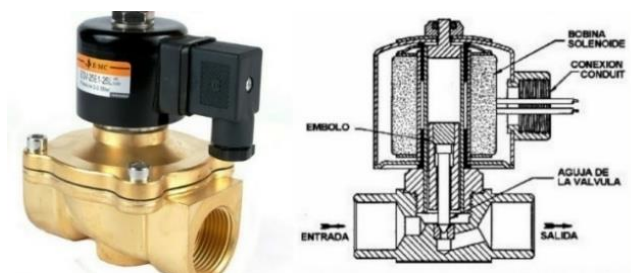


Figura 2.17. Actuador – Electroválvula, (a) vista isométrica, (b) corte total del actuador para identificar sus componentes [37]

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Modelo de la investigación

En el presente trabajo de grado se desarrolla una investigación aplicada, ya que la misma está orientada a resolver un problema particular. En este caso específico se trata de generar una solución automatizada para descarga de inodoro y para la activación del lavamanos de un sanitario de la Unidad Educativa Gabriela Mistral.

La investigación es documental ya que se lleva a cabo un proceso sistemático de búsqueda de información en bases de datos de artículos científicos, libros, catálogos comerciales. Así mismo, la investigación desarrollada es de campo, ya que se requiere realizar un proceso de observación para poder plantear una solución [38].

3.2. Diseño de la investigación

3.2.1. Fase 1: Evaluación de los parámetros.

En esta fase se describen aspectos de investigaciones realizadas acerca de los dispositivos existentes en el mercado. De la misma, manera se analiza y selecciona el respectivo sanitario que será el lugar más apropiado para implementar los dispositivos automáticos. Por otra parte, se realiza la evaluación de costos de todos los elementos necesarios para la construcción de los dispositivos y finalmente se procede a seleccionar cada uno de ellos.

Actividad 1: “Búsqueda de antecedentes”; en esta actividad se lleva a cabo la búsqueda de información en los medios más accesibles como: artículos, catálogos comerciales, la web, con el fin de encontrar dispositivos existentes y conocer la tecnología que utilizan para la fabricación de estos elementos que son de uso exclusivo para el sanitario.

Actividad 2: “Selección del sanitario”; basado en los acuerdos que se realizan con las autoridades del plantel educativo para la implementación del proyecto, se selecciona el área de un sanitario, el que más tiende a ser utilizado por los estudiantes.

Actividad 3: “Evaluación de los componentes del sanitario”; se observa el tipo de componentes existentes en el sanitario para poder analizar el tipo y marca de los elementos que tienen instalados, tales como inodoros y lavamanos, para realizar un levantamiento de diseño CAD con base en esos modelos.

Actividad 4: “Análisis de costos de los dispositivos existentes en el mercado”; se procede a buscar distribuidores de este tipo de dispositivos y de componentes electrónicos, tanto nacional como internacionalmente, para realizar la comparación de costos que tiene cada empresa y seleccionar componentes óptimos y eficientes con un precio bajo.

3.2.2. Fase 2: Diseño de las estructuras electromecánicas de los dispositivos.

Aplicando la metodología de diseño mecánico y electrónico, se da paso al proceso de diseño de dispositivos del inodoro y lavamanos que satisfagan los requerimientos que se han mencionado anteriormente, para disminuir el consumo de agua y minimizar el contacto con las superficies.

Actividad 1: “Descripción de los requerimientos del diseño”; se establecen los parámetros y requerimientos que los dispositivos deben tener para el correcto funcionamiento. También se describen las normativas de diseño que se deben cumplir al momento de realizar la construcción.

Actividad 2: “Planteamiento de alternativas de solución”; basado en los costos y eficiencia se plantean tres alternativas de solución para realizar la respectiva comparación entre ellas y seleccionar el mejor sistema para la implementación.

Actividad 3: “Selección de la mejor solución”; con el método de despliegue de la función de calidad (QFD), se procede a realizar la comparación y la selección de la mejor alternativa que cumpla todos los requerimientos establecidos.

Actividad 4: “Modelado de los componentes estructurales en un software de diseño asistido por computador”; con el levantamiento de un bosquejo realizado anteriormente, se diseña en software (SolidWorks), cada una de las piezas con sus respectivas dimensiones y asignación de materiales de los dispositivos que formarán parte del sanitario.

Actividad 5: “Ensamblaje de las piezas en software SolidWorks”; se procede a ensamblar ordenadamente cada una de las piezas de los dispositivos, para poder observar el diseño final.

Actividad 6: “Selección de materiales a utilizar”; con base al diseño planteado se realiza un listado de materiales que se requiere para la construcción y el tipo de materiales con el que van a ser construidos las partes mecánicas y también elementos de soporte.

Actividad 7: “Selección de elementos electrónicos y mecánicos”; se utilizan softwares para la simulación de los sistemas electrónicos, como Proteus, para analizar los dispositivos requeridos para el correcto funcionamiento.

Actividad 8: “Comprobación de la disponibilidad de los dispositivos electrónicos en el mercado nacional”; se procede a contactar con los proveedores de las empresas más cercanas que distribuyan dispositivos electrónicos para tener la facilidad de adquirirlos en menor tiempo. En caso de no encontrar los dispositivos en lugares cercanos se buscará por medio de compras online. En caso extremo se acudirá al mercado internacional para la adquisición.

3.2.3. Fase 3: Construcción de los dispositivos.

Es necesario adquirir previamente, todos los materiales y elementos requeridos para la construcción de elementos electrónicos y mecánicos para después realizar el ensamblaje.

Actividad 1: “Construcción de los componentes”; se realiza la construcción de la estructura de cada uno de los dispositivos, tomando como base los planos realizados. Además, se lleva a cabo la construcción de la parte eléctrica y electrónica del sistema.

Actividad 2: “Ensamblaje de los componentes”; se procede a ensamblar los dispositivos electrónicos con los componentes estructurales con todos aquellos que le dan la funcionalidad al dispositivo.

3.2.4. Fase 4: Comprobación del funcionamiento.

En esta fase se realiza la comprobación del funcionamiento de cada uno de los dispositivos mediante pruebas para validar los resultados.

Actividad 1: “Diseño de las pruebas de funcionamiento”; se diseñan las pruebas que van a determinar el funcionamiento adecuado de cada uno de los dispositivos.

Actividad 2: “Análisis de los resultados”; con base a los resultados obtenidos se analizan detenidamente cada uno de ellos para dar solución, en caso de que sea necesario una corrección.

Actividad 3: “Corrección de errores del funcionamiento”; se realizan las respectivas correcciones de problemas y defectos presentados, hasta obtener buenos resultados de funcionamiento.

Actividad 4: “Validación del funcionamiento”; mediante las correcciones realizadas, en caso de haberlas hecho, se valida el funcionamiento del dispositivo del lavamanos e inodoro.

CAPÍTULO IV

RESULTADO Y ANÁLISIS

En el siguiente capítulo se mencionan las respectivas especificaciones que requieren los dispositivos para la automatización del sanitario. Para ello se plantean las características de los sistemas y las alternativas y posteriormente se presenta la selección de la mejor alternativa. Así mismo, se describen los elementos de los sistemas diseñados, a su vez, se analizan las simulaciones electrónicas, (empleando el software Proteus) de funcionamiento y se lleva a cabo el análisis de esfuerzos, a los cuales se someten algunos componentes mecánicos; para este propósito se utiliza un programa de diseño asistido por computadora, específicamente SolidWorks 2019.

4.1. Especificaciones del sistema a diseñar

A continuación, se indican las restricciones y criterios de diseño que se deben considerar para una correcta selección, con el propósito de elegir dispositivos con un óptimo funcionamiento.

- **Diseño simple de las estructuras.** El diseño tiene que ser sencillo para una rápida construcción y modificación en caso de ser necesario.
- **Sistema mecánico y electrónico sencillo.** Los sistemas deben ser simples y fáciles de fabricar sin complicar la utilidad de ellos.
- **Versatilidad.** Estos dispositivos deben adaptarse al ambiente del sanitario y a los diversos usos, que pueden ser constantes o temporales.
- **Comodidad.** Los usuarios deben sentirse cómodos al utilizar estos dispositivos y deben estar instalados en lugares específicos sin que impidan su correcto uso.
- **Resistencia.** Los dispositivos deben ser resistentes, también deben soportar diferentes cargas de accionamiento al que se someta para el funcionamiento.
- **Vida útil.** La durabilidad de los dispositivos debe ser aproximadamente de 5 años, realizando periodos de mantenimiento cortos y dándoles un correcto uso.
- **Bajo costo.** El costo de los dispositivos debe ser la más bajo posible para que sea más accesible, no solo por la institución en la que se va a implementar, sino por otros lugares como hogares y diferentes empresas.
- **Geometría.** La geometría de los dispositivos debe ser lo más pequeño posible ya que se lo va a instalar en lugares de espacio reducido, sin complicar su funcionamiento.

- **Seguridad.** Los dispositivos deben ser seguros ante cualquier circunstancia como fallas de energía o contacto con el agua, evitando un corto circuito y explosiones que afecten la vida de los estudiantes.
- **Peso de los dispositivos.** La estructura y los componentes de los dispositivos deben ser livianos para realizar instalaciones fáciles y rápidas.
- **Materiales.** Los materiales que se van a utilizar deben estar dentro del lineamiento de normas de dispositivos para sanitarios.
- **Adaptación al espacio.** Las dimensiones de los dispositivos no deben superar las medidas de los espacios en donde se va a implementar como es dentro del inodoro y en el lavamanos.
- **Automatismo.** El funcionamiento de los dispositivos debe ser automático, sin la intervención de agentes externos, cumpliendo los requisitos establecidos.
- **Interfaz.** La interfaz de los dispositivos debe ser fácil comprensión, mostrando una correcta ubicación de elementos necesarios para el funcionamiento, como sensores y partes mecánicas.
- **Disponibilidad de elementos.** Los partes y elementos que componen los dispositivos deben ser accesibles en el mercado nacional para facilitar la fabricación y no recurrir a mercados internacionales.
- **Velocidad de respuesta.** Los dispositivos deben funcionar correctamente con un tiempo de respuesta mínimo después del uso por los usuarios para evitar confusión.
- **Innovación.** El diseño y funcionamiento debe ser diferentes a los dispositivos ya existentes en el mercado para evitar problemas de patentes.

4.2. Alternativas de solución

Considerando la problemática planteada y tomando en cuenta las especificaciones de diseño, se proponen dos alternativas por dispositivo, para el inodoro y lavamanos, que satisfagan la necesidad establecida. Las alternativas se presentan a continuación.

4.2.1. Primera alternativa de solución

Los sistemas automáticos del sanitario planteados para esta solución están conformados por el inodoro y lavamanos y se presentan por separado.

4.2.1.1. Alternativa de solución para el inodoro

Los elementos que componen la alternativa de solución N°1 del inodoro pueden observarse en la figura 4.1. Está conformada por un total de 10 piezas en su ensamble.



Figura 4.1. Alternativa de solución N°1 (lavamanos), vista isométrica

Esta solución posee un sistema de activación de descarga automático, el cual funciona cuando el usuario se posiciona sobre el asiento, y mientras realiza sus necesidades, el pulsador (b) se mantendrá presionado y enviará la señal hacia el microcontrolador que se encuentra ubicado en la placa de circuito (a). Este microcontrolador se encargará de recibir y enviar la señal de aviso hacia el actuador o servomotor.

Una vez que el usuario termine de realizar sus necesidades se levantará del asiento del inodoro y el pulsador se dejará de presionar y ya no enviará la señal hacia el microcontrolador, para dar inicio al conteo de 2 segundos y así elevar la tapa de descarga del tanque de agua. La palanca del servomotor permanecerá arriba por un tiempo de 5 segundos hasta que evacue totalmente el agua y regresará a su posición inicial finalizando el proceso.

En la figura 4.2 se muestra una vista explosionada del modelo del dispositivo que componen las piezas del sistema diseñado.

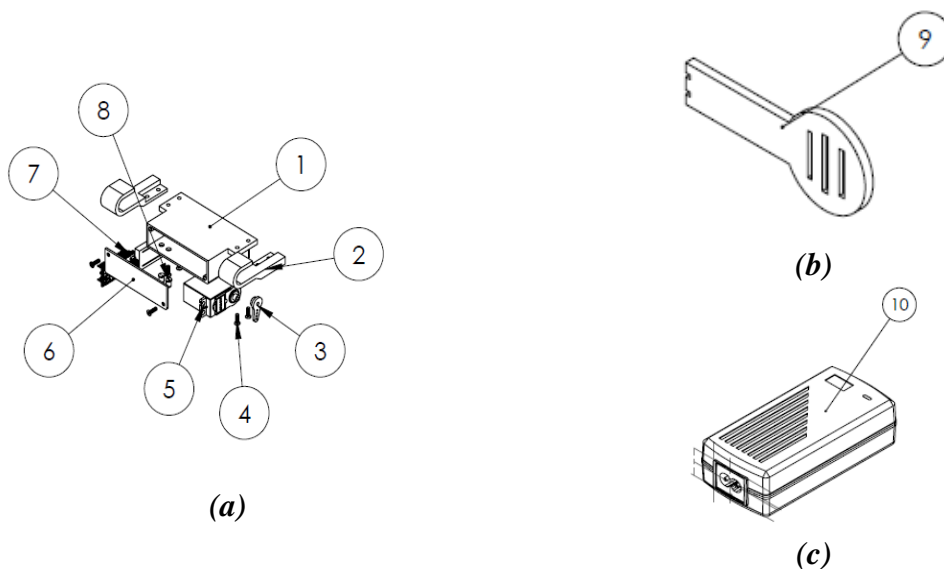


Figura 4.2. Vistas de explosión de solución N°1 (inodoro), (a) sistema automático, (b) pulsador piezoeléctrico, (c) fuente de alimentación 5V

Tabla 4.1. *Lista de elementos de la alternativa de solución N°1 del inodoro*

N° de Elemento	Descripción	Cantidad
1	Tapa de tanque de agua	1
2	Tapa de inodoro	1
3	Taza de inodoro	1
4	Inodoro de cerámica	1
5	Tanque de agua para descarga	1
6	Sensor de presencia	1
7	Sistema automático para descarga	1
8	Manivela para descarga manual	1
9	Base de sujeción para flotador	1
10	Tubo para ingreso de agua	1
11	Tapa de salida de agua	1
12	Flotador de inodoro	1
13	Servomotor	1
14	Circuito Electrónico	1
15	Palanca de elevación para descarga automática	1

4.2.1.2. Alternativa de solución para el lavamanos

Los elementos que componen la alternativa de solución N°1 del lavamanos pueden observarse en la figura 4.3. Está conformada por un total de 15 piezas en su ensamble.



Figura 4.3. Alternativa de solución N°1 (lavamanos), vista isométrica

Esta solución posee un sistema de activación automático, el cual funciona cuando el usuario coloca las manos sobre el lavamanos, mientras acerca las manos hacia la grifería el sensor de presencia reconocerá las manos en un rango de 10 cm de distancia y enviará la señal de presencia hacia el microcontrolador para proceder a la activación de la electroválvula que se permite el flujo de agua. Al finalizar el lavado de manos, el usuario quita las manos de la pieza sanitaria y el sensor de presencia dejará de detectar haciendo que la electroválvula se cierre evitando la circulación de agua.

En la figura 4.4. se muestra una vista explosionada del modelo CAD del dispositivo que componen las piezas del sistema diseñado.

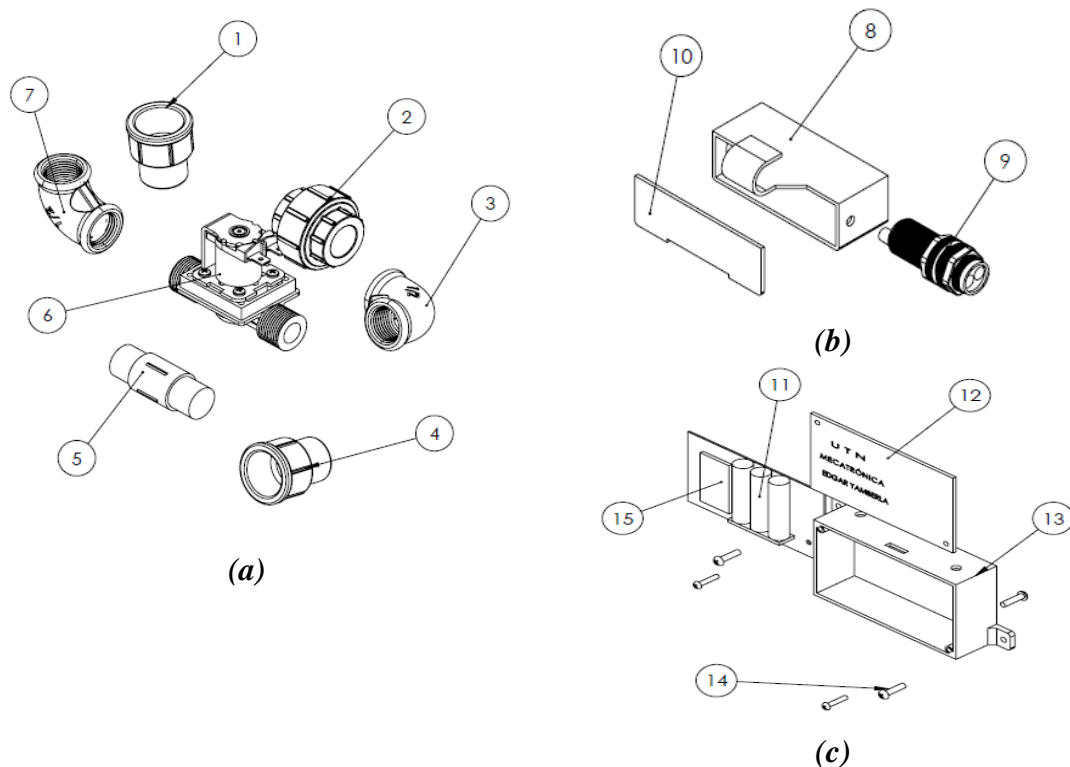


Figura 4.4. Vistas explosionadas de solución N°1 (lavamanos), (a) sistema de apertura y cierre de flujo de agua, (b) sistema de detección, (c) sistema automático

Tabla 4.2. *Lista de piezas de la alternativa de solución N°1 del lavamanos*

N° de Elemento	Descripción	Cantidad
1	Lavamanos de cerámica	1
2	Base del lavamanos	1
3	Sistema automático para salida de agua	1
4	Sensor de presencia	1
5	Grifería de agua manual	1
6	Electroválvula	1
7	Tubos de plástico para circulación del agua	2
8	Baterías recargables	1
9	Circuito Electrónico	1

4.2.2. Segunda alternativa de solución

Los sistemas automáticos del sanitario propuestos para esta solución están conformados por el inodoro y lavamanos y se presentan por separado.

4.2.2.1. Alternativa de solución para el inodoro

Esta alternativa de solución puede funcionar de dos formas distintas. La primera es mediante un sistema de activación de descarga automático y la segunda es a través de activación manual, por medio de un pedal accionado al presionar con el pie del usuario.

Está conformado por un total de 23 piezas en su ensamble, mostrados de forma general en la figura 4.5; mientras que en la figura 4.6. se muestra una vista explosionada del modelo.



Figura 4.5. *Alternativa de solución N°2 (inodoro), vista isométrica*

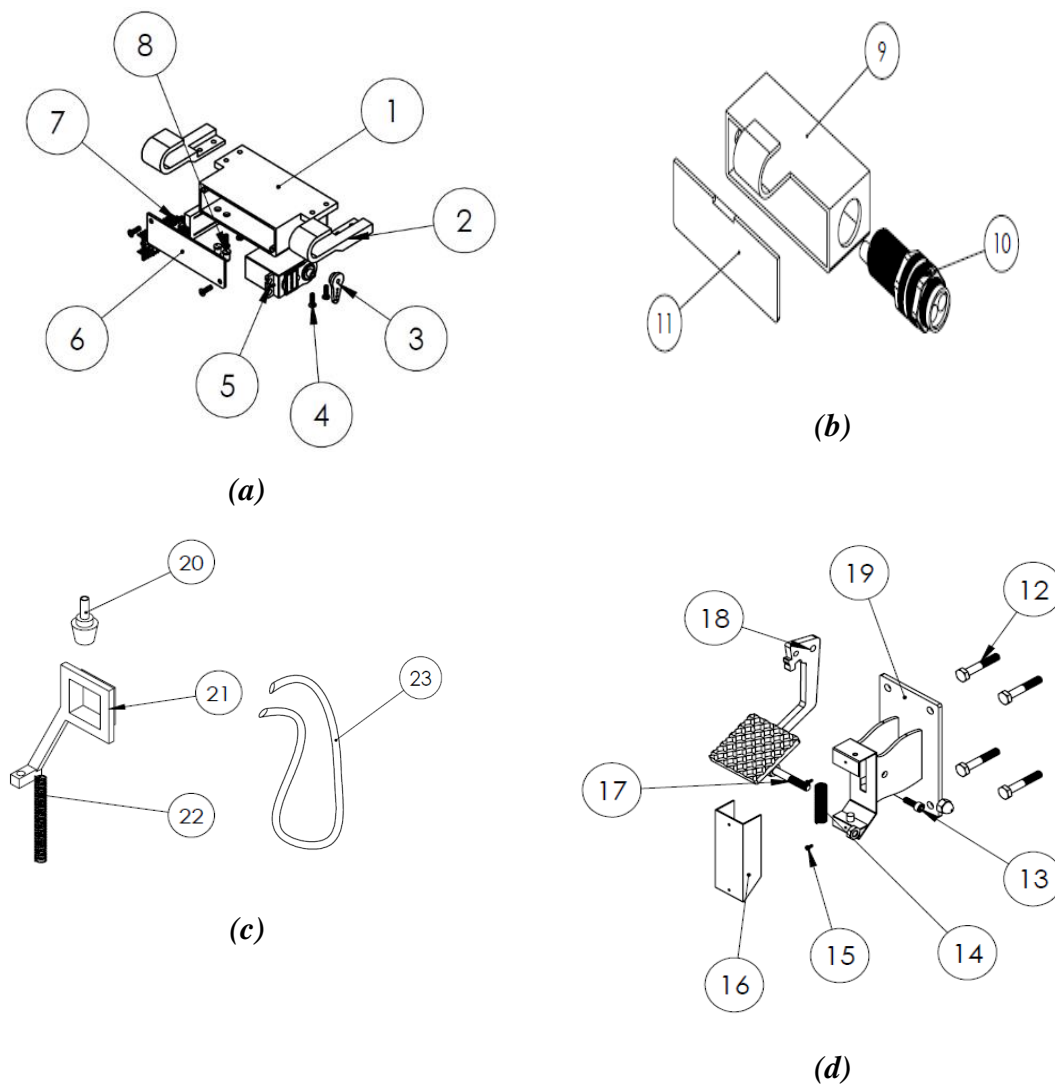


Figura 4.6. Vistas en explosión de solución N°2 (inodoro), (a) sistema automático, (b) sistema de detección, (c) acople fijo al tanque de descarga, (d) sistema manual

Descripción del sistema automático: Puede trabajar de esta manera mientras haya energía eléctrica que alimente a los dispositivos electrónicos; caso contrario se desactivará este tipo de funcionamiento y se procederá a utilizar el segundo.

El usuario utiliza el inodoro posicionándose sobre el asiento, y mientras realiza sus necesidades, el sensor de presencia detectará el objetivo, dentro del rango de detección, y se mantendrá activo por el tiempo que el usuario permanezca sentado sobre o frente al inodoro, enviando la señal hacia el microcontrolador que se encuentra ubicado en el dispositivo del detalle C, en la placa de circuito. Este microcontrolador se encargará de recibir y enviar la señal de aviso hacia el actuador o servomotor.

Una vez que el usuario termine de realizar sus necesidades se levantará del asiento del inodoro, y el sensor dejará de detectar presencia y enviará la señal hacia el microcontrolador,

para dar inicio al conteo de 2 segundos y así elevar la tapa de descarga del tanque de agua. La palanca del servomotor permanecerá arriba por un tiempo de 5 segundos hasta que evacue totalmente el agua y regresará a su posición inicial finalizando el proceso.

Descripción del accionamiento con pedal: Este sistema funciona en cualquier momento, mientras sea presionado por el usuario. El sistema está hecho para utilizarlo cuando no haya energía eléctrica, para ahorrar la misma en las instalaciones o cuando el dispositivo automático haya tenido algún inconveniente.

El usuario al presionar el pedal con el pie inmediatamente habrá una tensión del cable de freno que está anclado a un acople fijo unido juntamente con la manija de descarga del tanque que me permitirá jalar la manija haciendo que este descargue el agua.

Tabla 4.3. *Lista de elementos de la alternativa de solución N°2 del inodoro*

N° de Elemento	Descripción	Cantidad
1	Carcasa para el sistema automático	1
2	Brazos para sujeción de la carcasa	2
3	Palanca de accionamiento para descarga de agua	1
4	Tornillos	8
5	Servomotor	1
6	Tapa de la carcasa	1
7	Circuito Electrónico	1
8	Leds de aviso	2
9	Caja para sensor	1
10	Sensor de presencia	1
11	Tapa de la caja del sensor	1
12	Pernos cabeza hexagonal	4
13	Perno Allen para ajuste de cable	1
14	Resorte de acero inoxidable	1

15	Tornillos avellanados de la tapa	2
16	Tapa de protección	1
17	Perno pasador cabeza hexagonal	1
18	Pieza para presión	1
19	Pieza base de soporte del pedal	1
20	Pieza - tensor	2
21	Acoplamiento fijo	1
22	Resorte de acoplamiento fijo	1
23	Cable para tensión	1

4.2.2.2. Alternativa de solución para el lavamanos

Este sistema funciona mientras haya energía eléctrica que alimente a los dispositivos electrónicos. El sistema funciona con un sistema de baterías en caso de no contar con energía eléctrica en el espacio donde se encuentre instalado el dispositivo.

El usuario procede a utilizar el lavamanos posicionándose frente y colocando las manos sobre él y frente al sensor, mientras acerca las manos hacia la grifería el sensor de presencia reconocerá las manos en un rango de 10 cm de distancia y enviará la señal de presencia hacia el microcontrolador para proceder a la activación de la electroválvula que se permite el flujo de agua.

Al finalizar el lavado de manos, el usuario quita las manos de la pieza sanitaria y el sensor de presencia dejará de detectar haciendo que la electroválvula se cierre evitando la circulación de agua.

Los elementos que componen la alternativa de solución N°2 del lavamanos se pueden observar en la figura 4.7. Está conformada por un total de 26 piezas en su ensamble.



Figura 4.7. Alternativa de solución N°2 (lavamanos), vista isométrica

En la figura 4.8. se muestra una vista explosionada del modelo del dispositivo que componen las piezas del sistema diseñado.

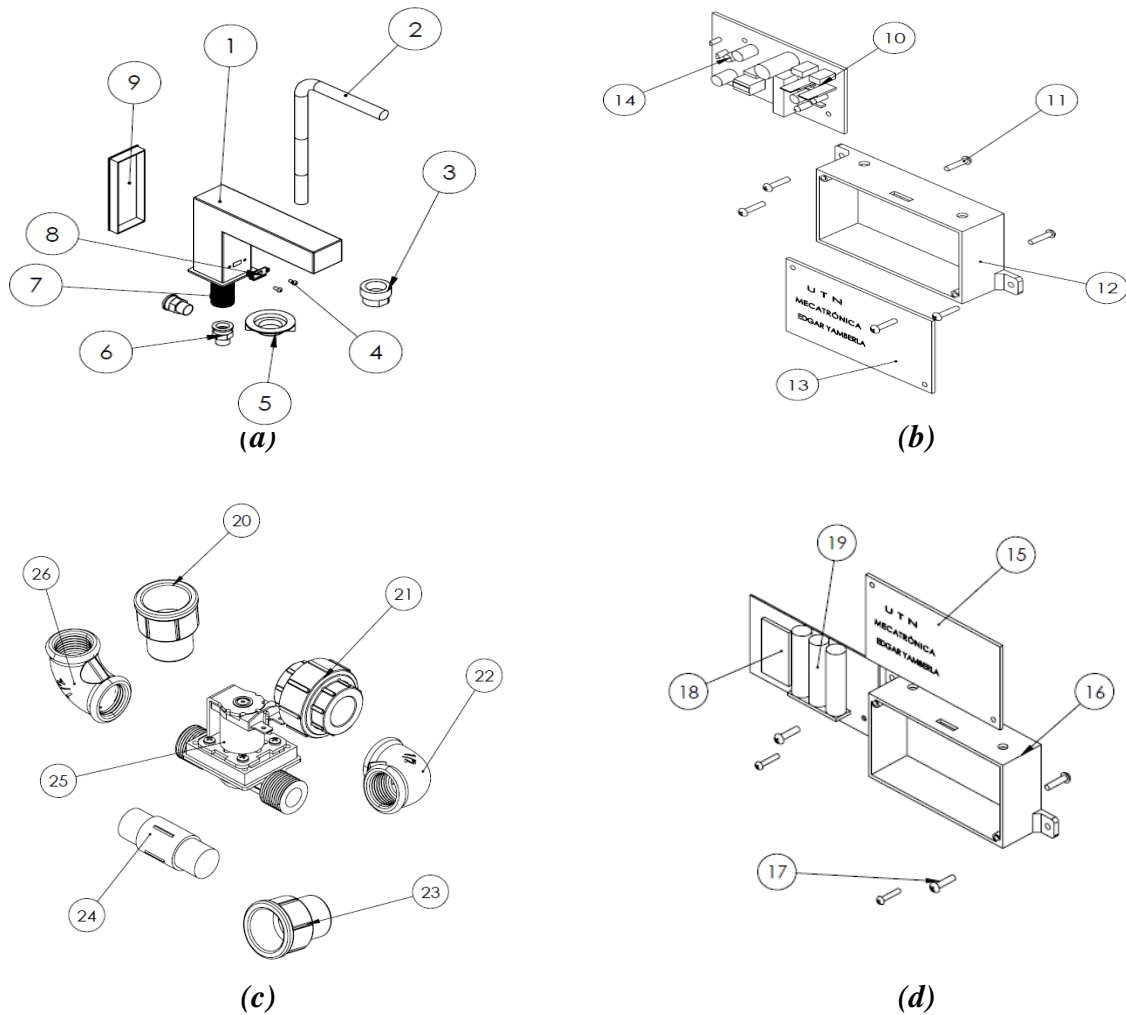


Figura 4.8. Alternativa de solución N°2 (lavamanos), (a) sistema de detección con grifería, (b) sistema automático, (c) sistema de apertura y cierre del flujo de agua, (d) sistema de baterías recargables

Tabla 4.4. *Lista de elementos de la alternativa de solución N°2 del lavamanos*

N° de Elemento	Descripción	Cantidad
1	Grifería (Carcasa)	1
2	Manguera	1
3	Boquilla para salida del agua	1
4	Pernos de ajuste del sensor	2
5	Tuerca de plástico para ajuste	1
6	Acople de unión	2
7	Tubo de acero inoxidable roscado	1
8	Sensor de presencia	1
9	Tapa de la carcasa de grifería	1
10	Circuito de potencia	1
11	Pernos de ajuste de la caja	6
12	Caja protectora	1
13	Tapa de la caja	1
14	Fuente de alimentación de 12V	1
15	Tapa de la caja de baterías	1
16	Caja protectora de baterías	1
17	Pernos de ajuste	5
18	Módulo de carga	1
19	Pilas recargables	3
20	Unión PVC macho-hembra ½"	1
21	Universal de plástico ½"	1
22	Codo plástico PVC ½"	1
23	Unión PVC macho-hembra ½"	1
24	Unión macho-macho ½"	1
25	Electroválvula 12V	1
26	Codo plástico PVC ½"	1

4.3. Selección de la mejor alternativa

4.3.1. Ventajas y Desventajas de cada solución

En la tabla 4.5. y 4.6. se presentan las ventajas y desventajas de cada solución.

Tabla 4.5. *Lista de ventajas y desventajas de la alternativa de solución N°1*

SOLUCIÓN 1	VENTAJAS	DESVENTAJAS
INODORO Y LAVAMANOS	Menor número de piezas para ensamble	No es eficiente
	Costo económico	No tiene sistemas alternativos de funcionamiento
	De fácil manejo	Depende de energía eléctrica
	Construcción rápida	Requiere mantenimiento constante
	Liviano	Peligro de robo de partes electrónicas y mecánicas
	Fácil instalación	No tiene buena resistencia

Tabla 4.6. *Lista de ventajas y desventajas de la alternativa de solución N°2*

SOLUCIÓN 2	VENTAJAS	DESVENTAJAS
INODORO Y LAVAMANOS	Es eficiente	Costo mayor que la alternativa N°1
	Consta de sistema alternativo de funcionamiento	Mayor tiempo de ensamblaje
	No depende de energía eléctrica	Mayor número de piezas para la construcción
	No se requiere de mantenimiento constante	Mayor peso que la otra alternativa
	Tiene buena resistencia	
	Fácil instalación	
	Interfaz sencilla	

4.3.2. Selección de la mejor solución basado en criterios.

Para seleccionar la mejor alternativa de solución, para ambos sistemas, se utiliza el método de ponderación de criterios. En la tabla 4.7. se muestra los criterios con sus respectivos símbolos que se va a utilizar en el procedimiento de selección.

Tabla 4.7. *Lista de criterios de alternativas de solución*

Criterios	Símbolo
Diseño simple de las estructuras	C1
Sistema mecánico y electrónico sencillo	C2
Versatilidad	C3
Comodidad	C4
Resistencia	C5
Bajo costo	C6
Geometría	C7
Seguridad	C8
Peso de los dispositivos	C9
Interfaz	C10

Comparando los criterios establecidos se determina el orden de importancia de cada criterio como se muestra en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. *Orden de importancia de los criterios*

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Nro veces	PCx
C1											1	2
C2	C2										2	3
C3	C3	C3									5	6
C4	C4	C4	C3								4	5
C5	C5	C5	C5	C5							8	9
C6	C6	C6	C6	C6	C6						9	10
C7	C1	C2	C3	C4	C5	C6					0	1
C8	C8	C8	C8	C8	C5	C6	C8				7	8
C9	C9	C9	C3	C4	C5	C6	C9	C8			3	4
C10	C10	C10	C10	C10	C5	C6	C10	C8	C10		6	7
Orden importancia	9no	8vo	5to	6to	2do	1ro	10mo	3ro	7mo	4to		

4.3.3. Ponderación de soluciones de acuerdo con cada criterio

A continuación, en las tablas 4.9 a 4.18, se muestran la ponderación de las posibles soluciones respecto a cada criterio.

Tabla 4.9. *Ponderación del C₁ (Diseño simple de las estructuras)*

C1	S1	S2	Nro. de veces	Px1=N
S1			1	P11=2
S2	S1		0	P21=1
Orden importancia	1ro	2do		

Tabla 4.10. *Ponderación del C₂ (Sistema mecánico y eléctrico sencillo)*

C2	S1	S2	Nro. de veces	Px2=N
S1			1	P12=2
S2	S1		0	P22=1
Orden importancia	1ro	2do		

Tabla 4.11. *Ponderación del C₃ (Versatilidad) respecto a las posibles soluciones*

C3	S1	S2	Nro. de veces	Px3=N
S1			0	P13=1
S2	S2		1	P23=2
Orden importancia	2do	1ro		

Tabla 4.12. *Ponderación del C₄ (Comodidad) respecto a las posibles soluciones*

C4	S1	S2	Nro. de veces	Px4=N
S1			0	P14=1
S2	S2		1	P24=2
Orden importancia	2do	1ro		

Tabla 4.13. *Ponderación del C₅ (Resistencia) respecto a las posibles soluciones*

C5	S1	S2	Nro. de veces	Px5=N
S1			0	P15=1
S2	S2		1	P25=2
Orden importancia	2do	1ro		

Tabla 4.14. *Ponderación del C₆ (Bajo costo) respecto a las posibles soluciones*

C6	S1	S2	Nro. de veces	Px6=N
S1			1	P16=2
S2	S1		0	P26=1
Orden importancia	1ro	2do		

Tabla 4.15. *Ponderación del C₇ (Geometría) respecto a las posibles soluciones*

C7	S1	S2	Nro. de veces	Px7=N
S1			0	P17=1
S2	S2		1	P27=2
Orden importancia	2do	1ro		

Tabla 4.16. *Ponderación del C₈ (Seguridad) respecto a las posibles soluciones*

C8	S1	S2	Nro. de veces	Px8=N
S1			0	P18=1
S2	S2		1	P28=2
Orden importancia	2do	1ro		

Tabla 4.17. *Ponderación del C₉ (Peso de los dispositivos) respecto a las posibles soluciones*

C9	S1	S2	Nro veces	Px9=N
S1			0	P19=1
S2	S1		1	P29=2
Orden importancia	1ro	2do		

Tabla 4.18. *Ponderación del C₁₀ (Interfaz) respecto a las posibles soluciones*

C10	S1	S2	Nro veces	Px10=N
S1			0	P110=1
S2	S2		1	P210=2
Orden importancia	2do	1ro		

4.3.4. Ponderación Final

Una vez determinada la ponderación de criterios y la ponderación de soluciones de acuerdo con cada criterio es posible obtener, en términos cuantitativos, una ponderación final que permita seleccionar la mejor solución. En la tabla 4.19 se indican las variables X1 y X2, de la cual el mayor valor obtenido se corresponde con la solución seleccionada.

Tabla 4.19. *Ponderación final*

PCx	S1		S2	
	P1x	PCx * P1x	P2x	PCx * P2x
2	2	4	1	2
3	2	6	1	3
6	1	6	2	12
5	1	5	2	10
9	1	9	2	18
10	2	20	1	10
1	1	1	2	2
8	1	8	2	16
4	1	4	2	8
7	1	7	2	14
	X1 = 70		X2 = 95	

4.3.5. Selección de la alternativa más apropiada basado en estudio comparativo.

Para la selección de la alternativa que más se adapta a las especificaciones mencionadas anteriormente, se analizaron y evaluaron las características de cada una mediante diferentes métodos y posterior a esto se procede a seleccionar la mejor. En la tabla 4.20. se muestra la comparación de las características las de las alternativas propuestas.

Tabla 4.20. *Estudio comparativo de las dos alternativas de solución propuestas*

Especificaciones	Primera Alternativa	Segunda Alternativa
Diseño simple de las estructuras	Excelente	Bueno
Sistema mecánico y electrónico sencillo	Bueno	Excelente
Versatilidad	Bueno	Excelente
Comodidad	Bueno	Excelente
Resistencia	Bueno	Excelente
Costo	450\$	300\$
Seguridad	Bueno	Excelente
Interfaz	Bueno	Excelente

Finalizado el estudio comparativo de las dos alternativas de solución planteada, se selecciona la segunda alternativa como la más adecuada, debido a la fácil adquisición de elementos necesarios para su construcción; su sistema mecánico y electrónico sencillo, ya que es de desarrollo rápido del circuito electrónico y también del sistema mecánico; el peso de los dispositivos, son livianos y a su vez de geometría manipulable que facilita la instalación.

4.4. Selección de materiales.

4.4.1. Carcasas protectoras de circuitos y componentes electrónicos

Los dispositivos, al ser implementados en lugares húmedos en donde siempre habrá presencia de agua, deben ser fabricados con materiales que se adapten a este tipo de ambientes.

Con el objetivo de seleccionar correctamente el material, a continuación, se detallan las características principales que debe desempeñar el material seleccionado.

- ✓ -No corrosivo
- ✓ -Costo económico
- ✓ -Disponibilidad en el mercado nacional
- ✓ -Resistente a esfuerzos
- ✓ Liviano

De acuerdo con los requerimientos mencionados, el material más adecuado para la construcción de las cajas es polímero (ABS) para impresión en 3D, y lámina de acero inoxidable (chapa metálica). En el país existe la fácil adquisición de estos productos con una variedad de precios y calidad [39].

El material seleccionado (ABS) se utiliza en la carcasa del sistema automático debido a que protegerán componentes pequeños que no deben ser manipulados. Ha tenido gran aceptación dentro de la fabricación aditiva debido a sus orígenes a base de productos renovables. Este material ha sido ampliamente utilizado por su fácil uso en procesos de impresión, además, los gases desprendidos no son nocivos para el medio ambiente ni para el ser humano. En la figura 4.9 se muestra un rollo de filamento para impresión 3D del polímero ABS, mientras que en la tabla 4.20 se presentan las propiedades del material.



Figura 4.9. Filamento para impresión 3D – ABS [39]

Tabla 4.21. Especificaciones del material ABS

Características	Descripción
Densidad	1,24 g/cm ³
Temperatura de fusión	145-160 °C
Conductividad térmica	0,25 W/mK
Módulo de tracción	3.31-3.86 GPa
Resistencia a la tracción	110–145 MPa
Temperatura de impresión	170-185

4.4.2. Pedal de presión

Para la selección del material del pedal de presión se debe considerar que este componente estará expuesto a un ambiente húmedo. Los materiales más adecuados para la construcción del pedal de presión son el aluminio y acero AISI. En el país si existe disponibilidad de estos materiales en diferentes aleaciones. En la tabla 4.22. se especifican las características de los dos materiales.

Tabla 4.22. *Especificaciones del material ABS*

Características	Aluminio 6061	Acero AISI 304
Límite elástico	69,5 [MPa]	193 [MPa]
Densidad	2,7 [g/cm ³]	7,9 [g/cm ³]
Precio	Alto	Medio
Disponibilidad	Buena	Excelente
Soldadura	Buena	Excelente
Mecanizado	Buena	Excelente

De la misma manera, con el objetivo de seleccionar correctamente el material, a continuación, se detallan las características principales que debe desempeñar el material seleccionado.

- ✓ -No corrosivo
- ✓ -Costo económico
- ✓ -Disponibilidad en el mercado nacional
- ✓ -Resistente a esfuerzos

Para el pedal de presión, acuerdo con las especificaciones mencionadas, el material más apropiado para la fabricación del sistema manual es el acero AISI 304 por ser el que ofrece más ventajas y es apto para lugares donde hay presencia de humedad.

4.5. Especificaciones de la solución planteada del inodoro

En esta sección se presenta una descripción de cada uno de los elementos que conforman la solución seleccionada para el inodoro. Para ello se presenta cada elemento indicando forma, dimensiones generales, material y cálculos en caso de ser necesario. Adicionalmente, se expone la selección de los componentes electrónicos.

En la figura 4.10. se muestran las vistas explosionadas en donde se aprecian cada uno de los elementos que conforman los sistemas empleados para llevar a cabo la descarga del inodoro. Además, en la tabla 4.22 se identifican cada uno de los componentes.

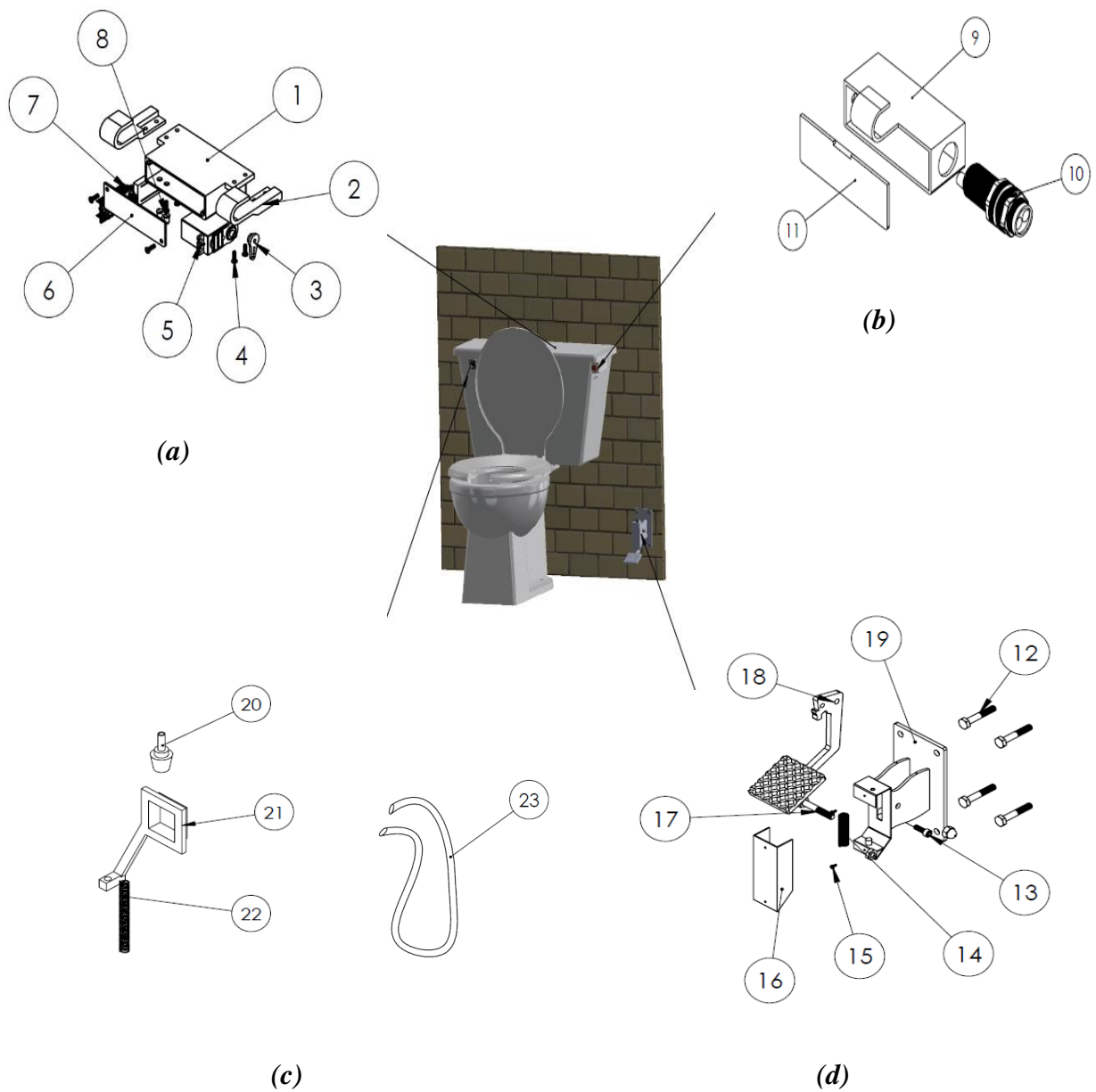


Figura 4.10. Vista en explosión de los sistemas para el inodoro, (a) sistema automático, (b) sistema de detección, (c) sistema de fijación para tensión, (d) sistema manual (pedal de accionamiento)

Tabla 4.23. *Lista de elementos de la alternativa seleccionada del inodoro*

N° de Elemento	Descripción	Cantidad
1	Carcasa para el sistema automático	1
2	Brazos para sujeción de la carcasa	2
3	Palanca de accionamiento para descarga de agua	1
4	Tornillos	8
5	Servomotor	1
6	Tapa de la carcasa	1
7	Circuito Electrónico	1
8	Leds de aviso	2
9	Caja para sensor	1
10	Sensor de presencia	1
11	Tapa de la caja del sensor	1
12	Pernos cabeza hexagonal	4
13	Perno Allen para ajuste de cable	1
14	Resorte de acero inoxidable	1
15	Tornillos avellanados de la tapa	2
16	Tapa de protección	1
17	Perno pasador cabeza hexagonal	1
18	Pieza para presión	1
19	Pieza base de soporte del pedal	1
20	Pieza - tensor	2
21	Acoplamiento fijo	1
22	Resorte de acoplamiento fijo	1
23	Cable para tensión	1

En la solución propuesta para el inodoro se distinguen tres sistemas que deben conectarse para realizar la función.

El *sistema automático* contiene un circuito que posee un integrado Atmega328p encargado de recibir la señal del sensor de presencia y además de enviar información al actuador principal (servomotor), que realiza el movimiento de la palanca del eje para elevar la tapa de descarga de agua.

El *sistema de detección* de presencia conformado por un sensor de presencia que detecta en un rango de hasta 20 cm de distancia y sus respectivos componentes tales como: cable de conexión, dos pernos de ajuste y una caja protectora.

El *sistema manual* conformado por un pedal que se activará al presionar con el pie. El pedal está conectado a un cable de tensión (cable de freno) y el otro extremo del cable está anclado a un acople fijo unido a la perilla de descarga del inodoro como se muestra en la figura 4.6 (c), una vez que la persona presione el pedal con el pie, la descarga de agua se realizará inmediatamente.

Las especificaciones de la solución propuesta para el inodoro se describen con base a los sistemas mencionados.

4.5.1. Sistema Automático

4.5.1.1. Carcasa para el sistema automático

La carcasa del circuito electrónico es una cubierta fabricada de polímero ABS que son efectivas para proteger circuitos electrónicos e implementar en lugares con ambientes húmedos y posee dimensiones de 78 mm de largo x 55 mm de alto y 20 mm de ancho como se muestra en la figura 4.11.

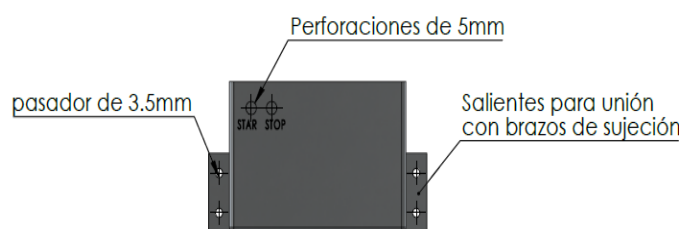


Figura 4.11. Esquema de la carcasa protectora de los componentes del sistema automático

4.5.1.2. Brazos de sujeción de caja protectora

Son dos brazos fabricados con material ABS aptos para todo tipo de ambientes. Cumple la función de sujeción con el tanque de reservorio de agua y tienen unas dimensiones de 20mm de alto x 67mm de largo x 4mm de ancho como se aprecia en la figura 4.12.

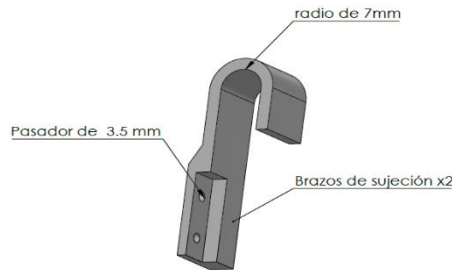


Figura 4.12. Brazos de sujeción de la carcasa

4.5.1.3. Palanca de accionamiento para descarga de agua

Es un elemento comercial que forma parte del conjunto del servomotor sg90 y tiene una alta resistencia al soporte a esfuerzos que es de 1,8 kgf.cm que es el torque que proporciona el servomotor. Sus dimensiones son de 25mm de largo x 2mm de ancho. En la figura 4.13 se observa la palanca de accionamiento.

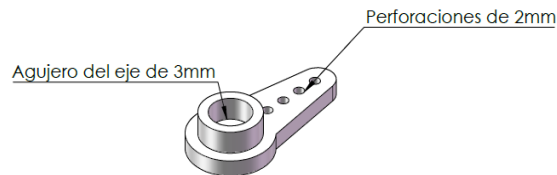


Figura 4.13. Palanca de accionamiento

4.5.1.4. Tornillos de ajuste

Para el ajuste de toda de la carcasa se utilizarán 8 tornillos (ver figura 4.14.) de cabeza redonda de acero comerciales para la tapa y los brazos de dimensiones de 3mm de diámetro y 10mm de largo.



Figura 4.14. Palanca de accionamiento

4.5.1.5. Servomotor

El servomotor es el encargado de recibir la señal del microcontrolador Atmega328p y elevar la tapa de descarga de agua por medio de la palanca del eje en un ángulo de 180°. En la figura 4.15 se muestra un modelo de servomotor, mientras que en la tabla 4.23 se indican las especificaciones del servomotor seleccionado.



Figura 4.15. Palanca de accionamiento

Tabla 4.24. Especificaciones del servomotor Sg90

Características	Descripción
Voltaje de operación	4.8 V (~5 V)
Velocidad de operación	0.1 s/60°
Torque detenido	1.8 kgf·cm
Banda muerta	10 μs
Capacidad de rotación	180° aprox. (90° en cada dirección)
Peso ligero	9 g

4.5.1.6. Tapa de la caja protectora

Al igual que la carcasa, la tapa está fabricada del polímero ABS que será ajustada por medio de perfiles salientes que ensamblan perfectamente en la caja de dimensiones de 84mm de largo x 25mm de alto x 2 mm de grosor y consta de dos agujeros. El ajuste se realiza con tornillos, para mayor seguridad, como se muestra en la figura 4.16.



Figura 4.16. Tapa de la caja

4.5.1.7. Sistema electrónico

El sistema electrónico está conformado por algunos elementos que permiten el correcto funcionamiento del dispositivo, el más importante es el microcontrolador Atmega328p como se muestra en la figura 4.17. que permite la recepción de la señal del sensor y el control del servomotor sg90, para su correcto funcionamiento se implementa ciertos elementos como: 1 transistor de hasta 25V, 4 resistencias de 10k ohm, 1 oscilador y dos capacitores tipo lenteja.

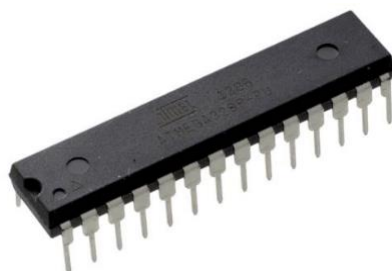


Figura 4.17. Microcontrolador Atmega328p [35]

Tabla 4.25. Especificaciones del microcontrolador Atmega328p

Características	Descripción
Voltaje de operación	1.8 a 5.5 VDC
Arquitectura de CPU	8 bit AVR
Memoria flash	32 KB
Memoria RAM	2 KB
EEPROM	2 KB
Frecuencia de operación	20 MHz
Temperatura de operación	-40° a 85°

Para llevar a cabo las acciones del microcontrolador para el inodoro es necesario llevar a cabo el diagrama de flujo del dispositivo para facilitar la escritura de programación.

Por otra parte, en el anexo 1.1. se muestra la secuencia lógica de los pasos que el microcontrolador debe seguir. El diagrama de flujo permite desarrollar la programación de las acciones, incluyendo la inicialización del sistema, tiempos de espera y el tiempo que el actuador debe realizar.

El anexo 1.1.1 contiene el código de programación implementado en el microcontrolador, el cual se desarrolla a través de un software Arduino. El lenguaje de programación está basado en C++ que es reconocido como lenguaje de alto nivel. Así mismo, incluye librerías informáticas para facilitar el uso de servomotor.

4.5.1.8. Leds de aviso

Son diodos emisores de luz de estado sólido conformado por un semiconductor, permite la visualización de las operaciones que se realizan. Para el funcionamiento del dispositivo se programó para que cuando el actuador esté funcionando, el led verde se encienda hasta que el actuador termine el proceso, posterior a eso el led rojo de paro permanecerá encendido mientras no haya ninguna acción. En la figura 4.18. se pueden apreciar los elementos.



Figura 4.18. Leds de aviso [35]

4.5.2. Sistema de detección

4.5.2.1. Caja de sensor

Para la caja del sensor se utiliza un polímero ABS. Sus dimensiones son 78 mm de largo x 32 mm de alto x 25mm de ancho. Además, posee un brazo para la sujeción con el tanque de agua del inodoro, como se muestra en la figura 4.19.

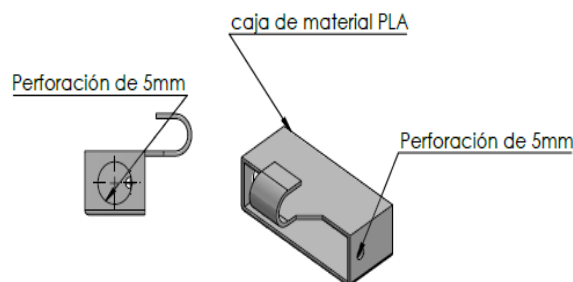


Figura 4.19. Caja de protección del sensor

4.5.2.2. Sensor de presencia

El sensor de presencia o proximidad fotoeléctrico infrarrojo E18-D80NK permite la detección de objetos dentro de un rango de hasta 80 cm sin contacto. Se integra fácilmente con sistemas digitales como Arduino, Pícs o PLC. Simplemente conectando la salida del sensor a la entrada digital del microcontrolador Atmega328p.

La sensibilidad del sensor se puede ajustar mediante un potenciómetro que viene en el sensor. También cuenta con un LED que activa cuando el sensor detecta un objeto, lo que permite calibrar y comprobar el funcionamiento normal del sensor [40]. En la figura 4.20 se muestra un esquema del sensor infrarrojo E18-D80NK y en la tabla 4.25 se indican las especificaciones del sensor señalado.



Figura 4.20. Sensor Infrarrojo E18-D80NK [40]

Tabla 4.26. Especificaciones del Sensor Infrarrojo E18-D80NK

Características	Descripción
Voltaje de Operación	5V DC
Corriente de trabajo	20mA máx.
Rango de detección	3cm a 80cm
Emisor de luz	Led infrarrojo
Salida	Tipo NPN normalmente abierto (NO) (ON: GND / OFF: VCC)
Temperatura de trabajo	-25 a 70°C
Peso	42 gr.

4.5.2.3. Tapa de la caja del sensor

Esta tapa se debe fabricar con polímero ABS. Tiene como objetivo proteger al sensor de cualquier elemento que pueda afectar el funcionamiento, las dimensiones son de 82mm de largo x 25mm de alto x 2mm de espesor, como se puede observar en la figura 4.21.



Figura 4.21. Tapa de la caja del sensor

4.5.3. Sistema auxiliar manual

4.5.3.1. Pernos cabeza hexagonal

Son cuatro pernos sirven para la fijación de todo el mecanismo del pedal con la pared. Las dimensiones son de 7mm de diámetro 50mm de largo. En la figura 4.22 se ilustra este tipo de pernos.

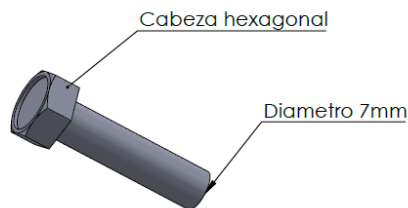


Figura 4.22. Pernos de fijación

4.5.3.2. Perno Allen para ajuste de cable

El perno sirve para ajustar el cable de freno y mantenerlo fijo en el mecanismo del pedal para que permanezca con tensión y tenga un correcto funcionamiento al momento de presionar el pedal. Las dimensiones son de 6mm de diámetro x 50mm de largo, como se muestra en la figura 4.23.

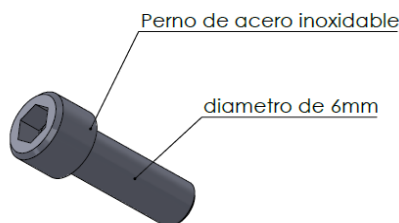


Figura 4.23. Pernos Allen

4.5.3.3. Resorte de acero inoxidable

Para la presión de la palanca y retorno al mismo lugar, se fabricó un resorte de acero inoxidable ya que debe ubicarse en una zona donde hay presencia de agua. La compresión y expansión se realizó con respecto a la distancia que la manija del tanque de agua debe bajar. La manija tiene que bajar 1,5cm para que la descarga sea satisfactoria caso contrario no podrá descargar la cantidad de agua necesaria para evacuar los desechos. Las dimensiones del resorte son de 60mm de longitud, diámetro de 9mm y el diámetro del alambre es de 1.3mm, la compresión es de 20mm. Debido a la fuerza del resorte la pieza de presión podrá retornar a la posición inicial. En la figura 4.24 se aprecia un esquema del resorte para el pedal.

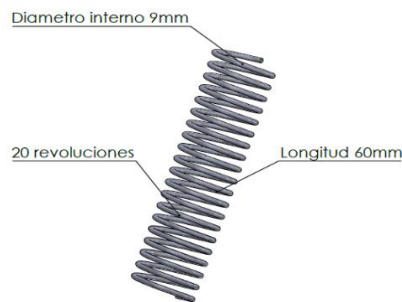


Figura 4.24. Resorte de acero inoxidable para el pedal

4.5.3.4. Tornillos avellanados para la tapa

Para el ajuste de la tapa protectora del mecanismo del pedal se ajusta con dos tornillos avellanados de acero con dimensiones de 40mm de largo, diámetro de 3mm, como se aprecia en la figura 4.25.

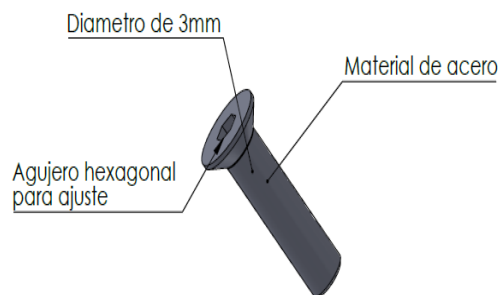


Figura 4.25. Tornillos cabeza avellanado

4.5.3.5. Tapa de protección

La tapa se fabrica cortando y doblando láminas de acero inoxidable, como se observa en la figura 4.26. Debido a las condiciones a las que se va a someter, tiene dimensiones de 83mm de largo x 32mm de alto x 21mm de ancho.

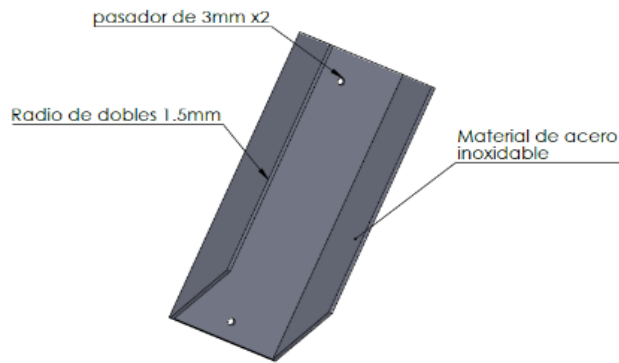


Figura 4.26. Tapa protectora del pedal

4.5.3.6. Perno pasador cabeza hexagonal

Para el movimiento circular de la pieza de presión del pedal (ver figura 4.27.), se utiliza un perno de acero inoxidable con dimensiones de 50mm de largo y con diámetro de 8mm. Además, se utiliza una rosca con cabeza redonda para enroscar en el perno y de esta manera la pieza de presión y la base queden ajustados. En la figura 4.27. se aprecia el conjunto correspondiente al perno pasador.



Figura 4.27. Perno pasador agujero hexagonal, (a) vista lateral, (b) Tuerca ciega

4.5.3.7. Pedal

El pedal constituye el elemento principal del sistema manual, ya que su accionamiento permite descarga del agua del inodoro. Está fabricado con acero AISI inoxidable para soportar grandes esfuerzos. Está conformado por una pieza que actúa como brazo de palanca y una base para el pie, como se observa en la figura 4.28.

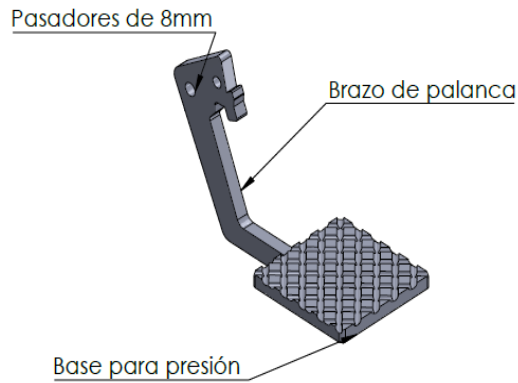


Figura 4.28. Pieza para presión del pedal

4.5.3.8. Base de soporte del pedal

La base soporta toda la carga que se realiza, está fabricada con acero inoxidable por las condiciones a las que se va a someter consta de piezas que están totalmente soldadas y cumple la función de soportar a la pieza de presión (ver figura 4.27.) y el resorte (ver figura 4.23.). Sus dimensiones son de 117mm de alto x 64mm de ancho, como se puede observar en la figura 4.29.

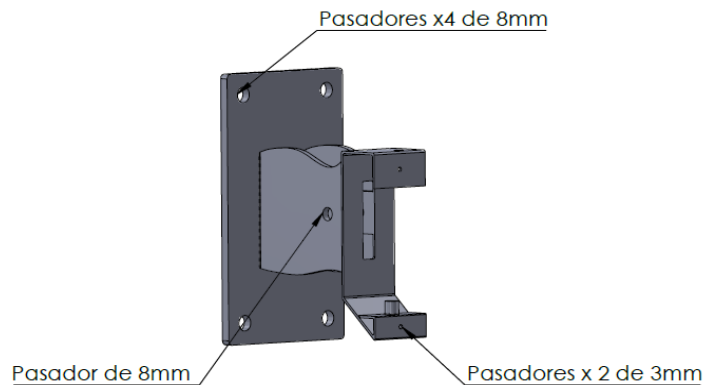


Figura 4.29. Base de soporte del pedal

4.5.4. Sistema de fijación para tensión

4.5.4.1. Pieza tensora

Este acople es el elemento de tensión para mantener fijo el cable de freno con alguna pieza fija. En este caso se implementarán dos piezas en el pedal (ver figura 4.27.) y en el acople fijo de la manija (ver figura 4.29.). Sus dimensiones son comerciales, es decir, tienen una sola medida general, como se puede mostrar en la figura 4.30.

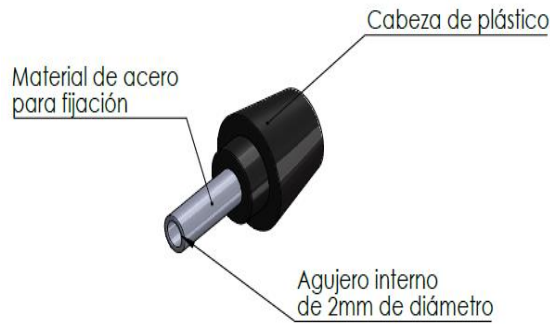


Figura 4.30. Base de soporte del pedal

4.5.4.2. Acoplamiento fijo

Este acople está fabricado de acero inoxidable, debido a las condiciones húmedas a las cuales se va a someter. Este elemento debe permanecer fijo para realizar tensión del cable. Se mantiene dentro del agujero del reservorio de agua para evitar que el acople gire y realice una mala función. En la figura 4.31. se muestra las dimensiones generales.

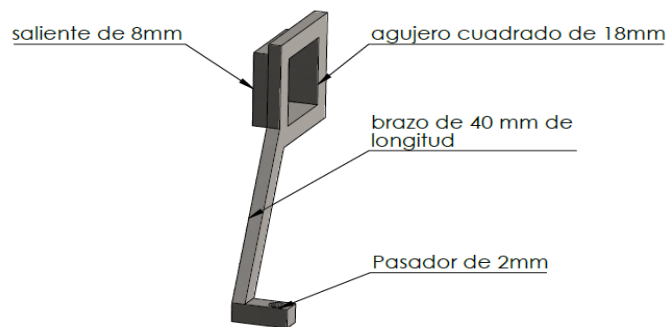


Figura 4.31. Acoplamiento fijo para tensión

4.5.4.3. Resorte del acoplamiento

EL material del resorte es acero inoxidable debido a la presencia de agua a la que se puede someter y va ubicado entre el pasador del acople (ver figura 4.29.) y la perilla de descarga del inodoro. Sus dimensiones son 60mm de longitud con diámetro interno de 9mm. Este elemento cumple la función de hacer retornar la manija del tanque a su posición normal. En la figura 4.32. se muestra el resorte de acoplamiento.

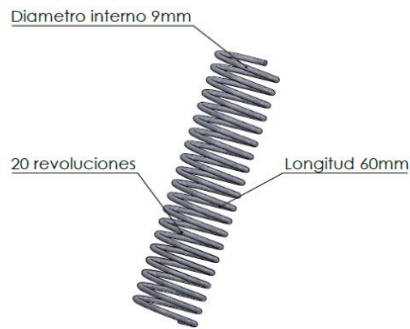


Figura 4.32. Resorte de acero inoxidable para el acoplamiento fijo

4.5.4.4. Cable para tensión

Para la tensión de la manija de descarga de agua se emplea el cable de freno de acero inoxidable ya que es más duradero y resistente a la corrosión. Además, para reducir el roce y mejorar el funcionamiento del material cuenta con una capa de polímero (A). La capa protectora puede contar con extremos sellados (B) para aumentar la durabilidad y también presenta una cobertura de forro adicional (C) para reducir el roce del cable [41], como se muestra en la figura 4.33. En la tabla 4.26 se señalan las especificaciones del cable seleccionado.

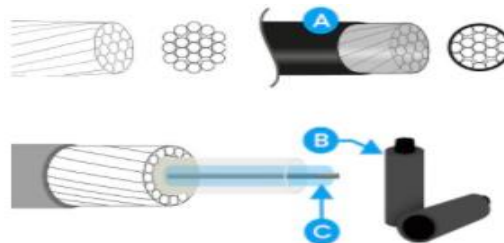


Figura 4.33. Cable y funda de tensión (cables de freno) [41]

Tabla 4.27. Especificaciones de las características del cable de tensión de acero AISI 316 [41]

ϕ	Construcción del cable	Peso	Carga de Rotura Mínima (CRM)	Carga de Rotura Mínima (CRM)
mm		Kg/100m	kN	kg
2	7x7	1,5	2,4	245
3	7x7	3,1	5	510
4	7x7	5,5	8	816
5	7x7	8,4	14	1.428
6	7x7	13	20,1	2.050
8	7x7	23	35,8	3.651
10	7x19	39	52,1	5.313
12	7x19	56	59,7	6.088
16	1x19	127	176	17.947
19	1x19	176	233	23.759
26	1x19	330	416	42.420

La carga de rotura mínima del cable (CRM o MBL = carga de rotura mínima) es el valor teórico que se obtiene del producto de la carga de rotura calculada (CRC) y el factor de cableado. La carga de rotura especificada por el fabricante garantiza que el cable no se rompa cuando se somete a una pequeña fuerza. [41].

Debido a que la carga que se va a aplicar en el pedal va a ser de 50N, se procede a seleccionar la carga de rotura mínima que es la de 2,4 KN que corresponde a un cable de 2 mm de diámetro.

$$\text{CRM} = 2,4 \text{ KN} \quad \text{longitud de cable} = 1,5 \text{ m}$$

4.5.4.5. Cálculo de fuerza de tensión aplicada en el cable

Para hallar la fuerza de tensión del cable se debe conocer la fuerza se debe aplicar en la manija de descarga. En este caso se determinó experimentalmente, colgando objetos de diferentes masas hasta llegar al punto de empujar la manija, lo que generó como resultado una carga de 4 lb (1,8144 kg). En la figura 4.34 se observa el esquema de accionamiento del inodoro.



Figura 4.34. Masa con la que la manija baja totalmente

Con el valor obtenido se procede a calcular la fuerza de tensión empleando la ec. 4.1.

$$FT = m * g \quad \text{Ec. 4.1}$$

Sustituyendo en la ec. 4.1, se tiene:

$$FT = 1,8144kg * 9,8 m/s^2$$

$$FT = 17,78N$$

Con el resultado obtenido se concluye que se debe aplicar por el cable una fuerza de 17,78N para bajar la manija para realizar la descarga completa.

4.5.4.6. Cálculo de fuerza de tensión aplicada en el pedal

Según la revisión bibliográfica realizadas, usualmente se aplica una fuerza de 35Kgf en un mecanismo de pedales de automóvil en un frenado de emergencia [42].

Para determinar la fuerza que se requiere para accionar el pedal se realizó experimentalmente, poniendo sobre el pedal pesas de varios kg y se llegó a la conclusión de que con 4,53kg se puede accionar normalmente la palanca: por tanto, se estima que con 5kg puede accionarse sin ningún problema. En la figura 4.35 se muestra la dirección de la carga que acciona el pedal

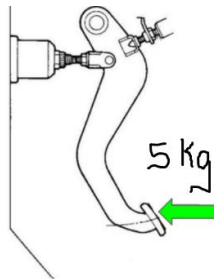


Figura 4.35. Masa con la que el pedal se acciona totalmente

Con el valor obtenido se procede a calcular la fuerza requerida para el accionamiento.

Aplicando la ec. 4.1 se tiene:

$$F = 5kg * 9,8 m/s^2$$

$$F = 49N \quad \approx \quad F = 50N$$

Se logró obtener un resultado de 49N, pero se puede estimar en 50N que se debe aplicar en la palanca.

4.6. Especificaciones de la solución planteada del lavamanos

A continuación, se detallan las especificaciones y el funcionamiento de cada uno de los elementos, que en conjunto conforman el dispositivo diseñado.

En la figura 4.36. se muestran las vistas explosionadas en donde se aprecian cada uno de los elementos que conforman los sistemas empleados para llevar a cabo la activación de salida de agua por medio de la grifería del lavamanos.

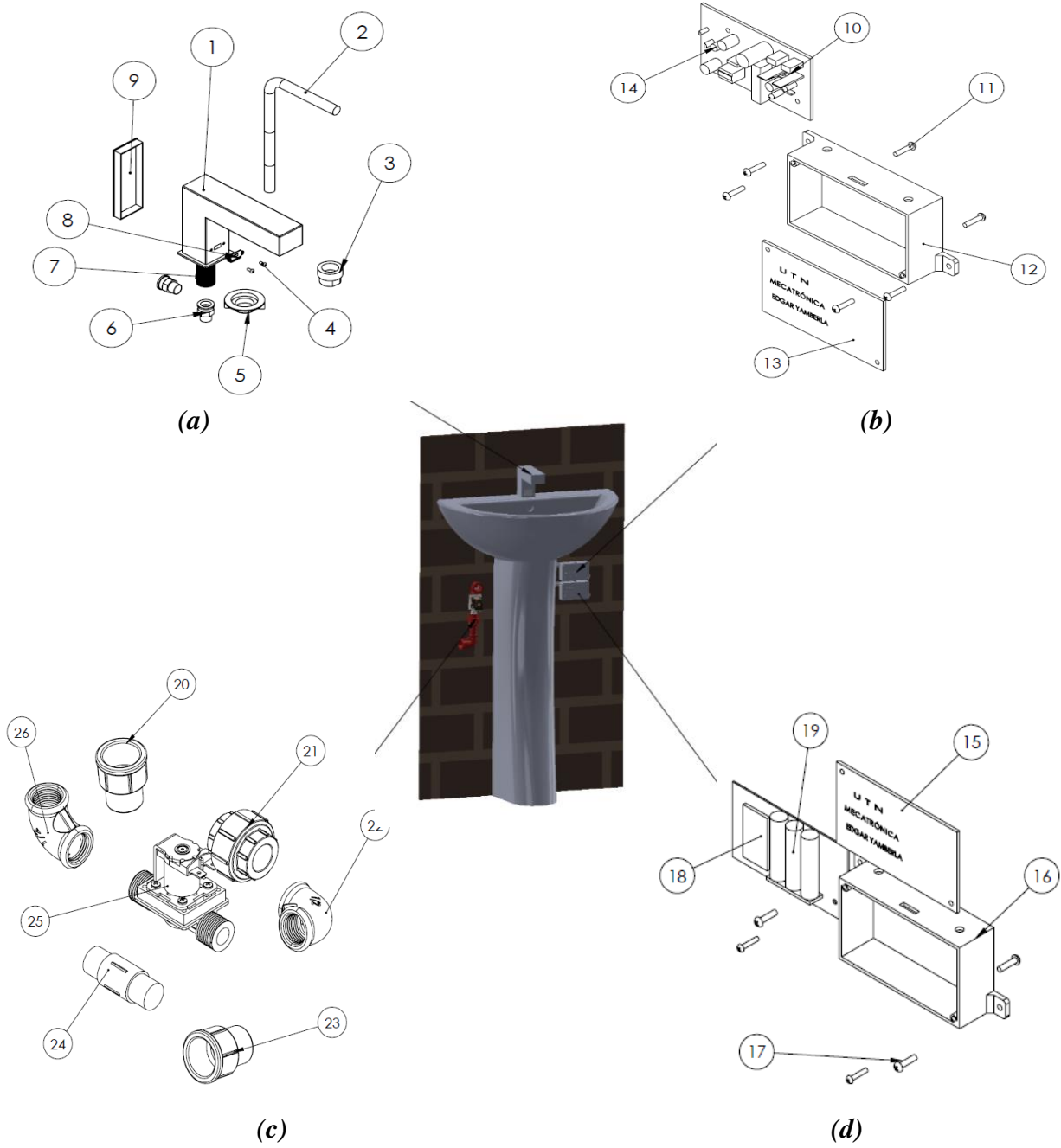


Figura 4.36. Vista en explosión del sistema automático para el lavamanos, (a) grifería, (b) circuito electrónico, (c) sistema de tubería para el paso de agua, (d) sistema de baterías

En el anexo 2 están disponibles los planos de cada uno de los componentes que se requieren fabricar.

Tabla 4.28. *Lista de elementos de la alternativa seleccionada del lavamanos*

N° de Elemento	Descripción	Cantidad
1	Grifería (Carcasa)	1
2	Manguera	1
3	Boquilla para salida del agua	1
4	Pernos de ajuste del sensor	2
5	Tuerca de plástico para ajuste	1
6	Acople de unión	2
7	Tubo de acero inoxidable roscado	1
8	Sensor de presencia	1
9	Tapa de la carcasa de grifería	1
10	Circuito de potencia	1
11	Pernos de ajuste de la caja	6
12	Caja protectora	1
13	Tapa de la caja	1
14	Fuente de alimentación de 12V	1
15	Tapa de la caja de baterías	1
16	Caja protectora de baterías	1
17	Pernos de ajuste	5
18	Módulo de carga	1
19	Pilas recargables	3
20	Unión pvc macho-hembra ½"	1
21	Universal de plástico ½"	1

22	Codo plástico pvc ½"	1
23	Unión pvc macho-hermbra ½"	1
24	Unión macho-macho ½"	1
25	Electroválvula 12V	1
26	Codo plástico pvc ½"	1

De la misma manera que, en el inodoro, se distinguen varios sistemas conectados para realizar la función.

El *sistema de detección de presencia* conformado por un sensor de este tipo y sus respectivos elementos que se encuentra implementado dentro de una carcasa tipo grifería como se muestra en la figura 4.36 (a). Así mismo, lo componen otros implementos como maguera de circulación de agua que va dentro de la grifería, cables de conexión, dos pernos de ajuste y una tuerca de ajuste de la grifería con la pieza sanitaria.

El *sistema automático* posee un circuito electrónico con un microcontrolador Atmega328b encargado de recibir la señal del sensor de presencia y además de enviar información al actuador principal, en este caso a una electroválvula, que es la encargada de la apertura y cierre del paso de agua para salir por la grifería del lavamanos.

El *sistema auxiliar* contiene baterías recargables, un módulo de carga y un elevador de voltaje a 12V que es el que la electroválvula necesita para cumplir con su propósito de abrir y cerrar el paso de agua. Así mismo, para mantener en funcionamiento aun cuando no se disponga de energía eléctrica en el sanitario seleccionado para su instalación.

El *sistema de circulación* de agua conformado por uniones, codos pvc ½ pulgada, universales y el actuador principal que es la electroválvula de 12V 4.36 (c). Este sistema permite la circulación del agua hasta llegar a la salida de la grifería.

Las especificaciones de la solución propuesta se describen con base a los mencionados sistemas.

4.6.1. Sistema de detección de presencia

4.6.1.1. Grifería (Carcasa)

La grifería es de acero inoxidable debido a que siempre permanecerá en contacto con el agua. Para construirla se realizaron procesos de mecanizado como soldadura, corte, perforación. Este elemento cuenta con un tubo de acero roscado para el paso de la manguera y cables del sensor. Las dimensiones generales son: 99mm de alto x 152mm de largo y con un ancho de 35mm. En la figura 4.37 se muestra un esquema de la grifería para el lavamanos.

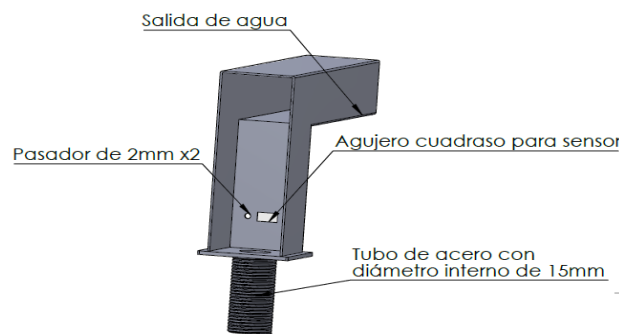


Figura 4.37. Carcasa-Grifería

4.6.1.2. Manguera

Se utiliza una manguera hidráulica recomendable para una presión de trabajo máxima de 4000 psi y una presión de rotura de hasta 16000 psi. Así mismo, su estructura delgada permite la correcta posición dentro de la carcasa (ver figura 4.33.). La longitud de la manguera es de 250mm con tiene un diámetro de 13mm. En la figura 4.38 se muestra un esquema de la manguera seleccionada.



Figura 4.38. Manguera hidráulica

4.6.1.3. Pernos de ajuste del sensor

Para la seguridad del sensor se ajusta con dos tornillos avellanados de acero. Las dimensiones de estos pernos corresponden a 30mm de largo y diámetro 3mm, como se aprecia en la figura 4.39.

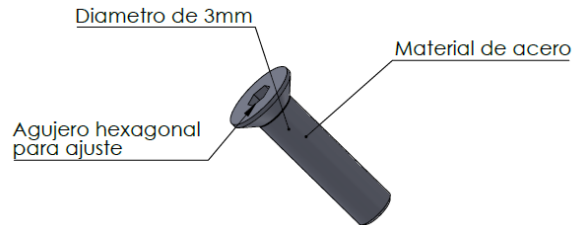


Figura 4.39. Tornillos de cabeza avellanado

4.6.1.4. Tuerca de plástico para ajuste

Esta pieza ayuda al ajuste de la grifería con el elemento del sanitario para que permanezca fijo. Está hecho de material plástico, como se puede apreciar en la figura 4.40.

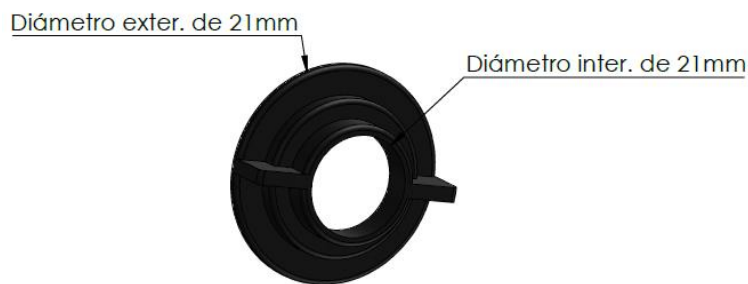


Figura 4.40. Tuerca plástica de ajuste

4.6.1.5. Sensor de presencia

Se seleccionó el sensor VL53L0X. Es un sensor de distancia que mide por la velocidad de la luz (Time-of-Fly) además, cuenta con un transmisor láser, que emite un rayo de luz cada cierto tiempo y la refleja cuando se encuentra con un objeto. El sensor se encarga de medir el tiempo entre la emisión y la detección de la luz. Conocida la velocidad de la luz se puede calcular la distancia al objeto utilizando el tiempo de vuelo. Las dimensiones del sensor permiten que pueda encajar en cualquier parte de espacios pequeños [43]. En la figura 4.41. se muestra estructura del sensor seleccionado y en la tabla 4.28 se indican las especificaciones del sensor.

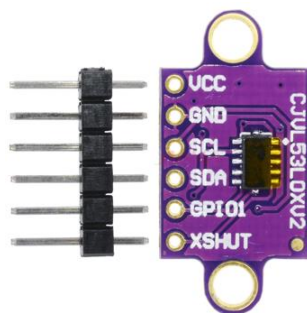


Figura 4.41. Sensor de distancia - VL53L0X [43]

Tabla 4.29. Especificaciones del sensor de distancia VL53L0X

Características	Descripción
Voltaje de Operación	3V a 5V DC
Corriente de trabajo	10mA (40mA máx.)
Rango de detección	50mm a 1200mm
Precisión	+/-30mm
Salida de datos	I2C de 16 bits en mm
Laser clase1	Estándar IEC 60825-1

4.6.1.6. Tapa de la carcasa de grifería

La tapa de la carcasa es de acero inoxidable ya que siempre permanecerá en ambientes húmedos; además es de fácil ubicación en la carcasa para realizar mantenimiento. En la figura 4.42 se ilustra la tapa.

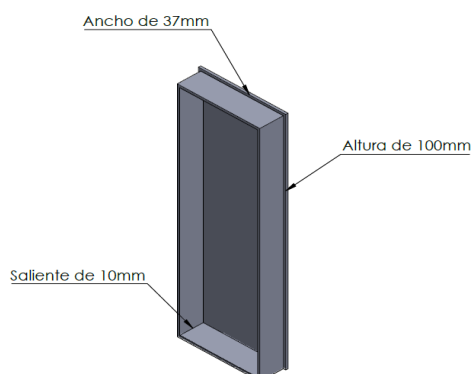


Figura 4.42. Tapa de la carcasa de grifería

4.6.2. Sistema automático

4.6.2.1. Circuito de funcionamiento

El circuito electrónico está conformado por elementos que proporcionan el correcto funcionamiento del dispositivo, el más importante es el microcontrolador Atmega328p (ver figura 4.43) que permite la recepción de la señal del sensor y el control de la electroválvula para la apertura y cierre del flujo de agua. Adicionalmente, se implementan 2 capacitores para almacenar energía, 2 transistores de hasta 25V para regular el voltaje requerido del sistema, además, el otro transistor permite el flujo de corriente hacia la electroválvula, 4 resistencias de 10k ohm, 1 oscilador y dos capacitores tipo lenteja.

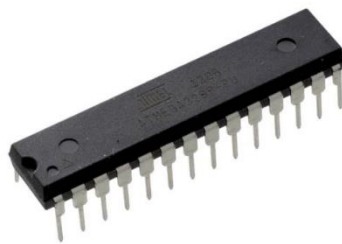


Figura 4.43. Microcontrolador Atmega328p [36]

Para la programación del microcontrolador, es necesario realizar el diagrama de flujo del dispositivo para facilitar la escritura de programación.

En el anexo 1.2 se muestra el diagrama de flujo que indica la secuencia lógica de los pasos que el microcontrolador y permite desarrollar la programación de las acciones, incluyendo la inicialización del sistema, tiempos de espera y el tiempo que el actuador debe realizar.

El anexo 1.2.1, contiene el código de programación implementado en el microcontrolador, empleando el software Arduino. El lenguaje de programación está basado en C++ que es reconocido como lenguaje de alto nivel. Así mismo, incluye librerías informáticas para facilitar el uso de servomotor.

4.6.2.2. Carcasa de protección del circuito

La carcasa de protección del circuito es de polímero ABS debido a que es adaptable para ambientes húmedos. Además, la carcasa para el sistema de baterías está construido con el mismo material y consta de dos partes que son la tapa y la caja, en la figura 4.44. se especifican las dimensiones.

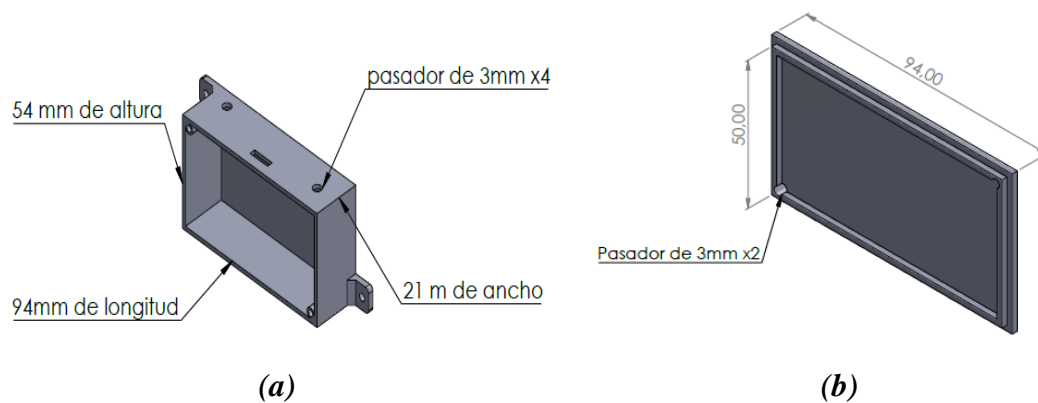


Figura 4.44. Carcasa protectora, (a) vista isométrica caja, (b) vista isométrica tap

4.6.2.3. Fuente de alimentación de 12V

Para alimentar el circuito y a su vez la electroválvula es necesario una fuente de 12V DC además esta fuente se le adjunta en la carcasa donde se encuentra el circuito electrónico y posee un circuito de entrada y salida aislados, protección de temperatura, sobrecarga y cortocircuito. En la figura 4.45 se muestra la fuente de alimentación y en la tabla 4.29 sus especificaciones.



Figura 4.45. Transformador 100V AC a 5V DC [35]

Tabla 4.30. Especificaciones de la fuente de energía de 12V-DC

Características	Descripción
Tensión de entrada	AC 85 ~ 265v 50 / 60HZ or DC100v-370v
Voltaje de salida	DC12V ($\pm 0.2V$)
Corriente de salida	1.5A
Potencia	3.5W

4.6.3. Sistema de baterías (Auxiliar)

4.6.3.1. Módulo de carga

Para el funcionamiento continuo del dispositivo es necesario tener un sistema de baterías recargables, cuando no haya disponibilidad de energía eléctrica en las instalaciones. Se selecciona un módulo de carga comercial utilizado para este tipo de sistemas portátiles que es el módulo HX-2S-D20 3 celdas que incluye balanceador de carga y descarga equilibrado lo que permite alargar la vida útil de las pilas llevando al máximo el rendimiento de nuestras baterías [44]. En la figura 4.46 se muestra el módulo de carga y en la tabla 4.30 se indican las especificaciones.

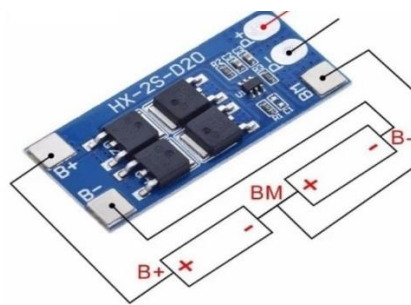


Figura 4.46. Módulo de carga para baterías HX-2S-D20 3 celdas [44]

Tabla 4.31. Especificaciones de la fuente de energía de 12V-DC

Características	Descripción
Voltaje Entrada de Carga	8.4V ~ 9V
Voltaje de Baterías Para Cargar	7.4V (Serie)
Voltaje de Cada Celda	3.7V
Corriente Máxima	10A
Voltaje de Sobre Carga	4.25V ~ 4.35V \pm 0.05V (Por Celula)
Voltaje de Descarga	.5V ~ 3V \pm 0.05V (Por Celula)

4.6.3.2. Pilas recargables

Se utilizan 3 baterías Lipo 3.7V 8800 mAh que van conectadas en serie para aumentar el voltaje requerido (12V) para el correcto funcionamiento del circuito electrónico y la electroválvula. En la figura 4.47 se muestra un esquema de la conexión de baterías.

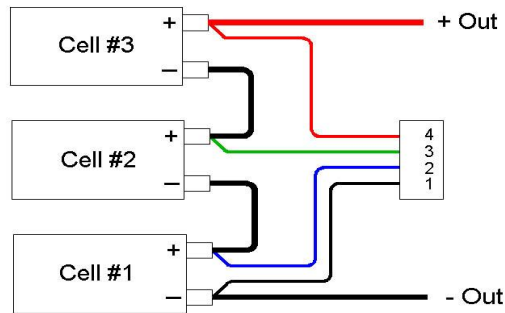


Figura 4.47. Baterías Lipo conectadas en serie [44]

4.6.3.3. Tiempo de duración del sistema de baterías

El tiempo de estimación del sistema de baterías depende del consumo del circuito automático, a continuación, se muestra los datos necesarios para el cálculo del tiempo. La duración de la batería se calcula a través de la ecuación 4.2.

$$Vb = \frac{\text{Capacidad de Batería(mAh)}}{\text{Corriente de carga (mA)}} \times Fc \quad \text{Ec. 4.2}$$

Donde:

Vb : Vida de la batería

Fc Tolerancia a factores externos.

Se define el factor $Fc=0.7$, ya que permite tolerancias a factores externos.

Datos de la Batería:

$$Fc = 11,1V$$

$$I = 8800mAh$$

$$W = 97Wh$$

Datos del circuito electrónico:

Se calcula la corriente de carga

Consumo electroválvula: 300mA

Consumo del microcontrolador 2.7mA

Led verde de aviso: 5mA

Consumo total: 307,7mA

Finalmente, se determina la vida de la batería

Sustituyendo en la ec. 4.2 se obtiene:

$$Vb = \frac{8800(mAh)}{307,7(mA)} \times Fc = 20h$$

4.6.4. Sistema de circulación de agua

Para la implementación del sistema de circulación de agua, se utilizó una electroválvula de 12V DC para la apertura y cierre del flujo de agua, de la misma manera, para la conexión del dispositivo con la tubería de circulación del hogar y con la grifería se utilizaron 2 uniones, 1 unión universal y 2 codos comerciales de ½". En la figura 4.48. se puede apreciar cada elemento.

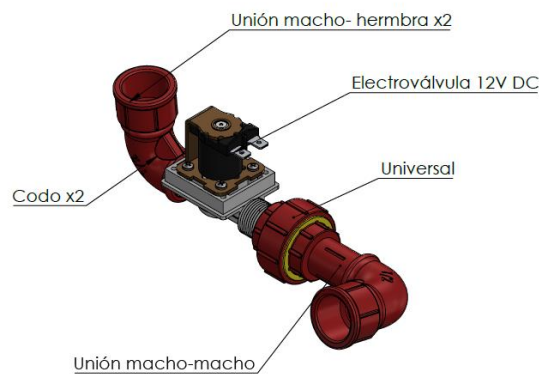


Figura 4.48. Sistema de conexión para el flujo de agua

4.7. Análisis estático del modelo 3D del mecanismo del pedal

Para realizar el análisis estático se utiliza simulación en software SolidWorks. Para ello es necesario disponer de las piezas ensambladas a manera de simular la aplicación de fuerzas externas. En este caso se considera la presión ejercida por la persona sobre el pedal y la fuerza de tensión necesaria para accionar la manija de descarga, cuya magnitud fue calculada previamente (ver figura 4.49). Adicionalmente, se utilizan empotramientos en la zona que se unirá a la pared.

Mediante el análisis estático obtienen los valores de esfuerzos de Von Mises (MPa), y el factor de seguridad (N) del conjunto, como se muestra en las figuras 4.49 y 4.50.

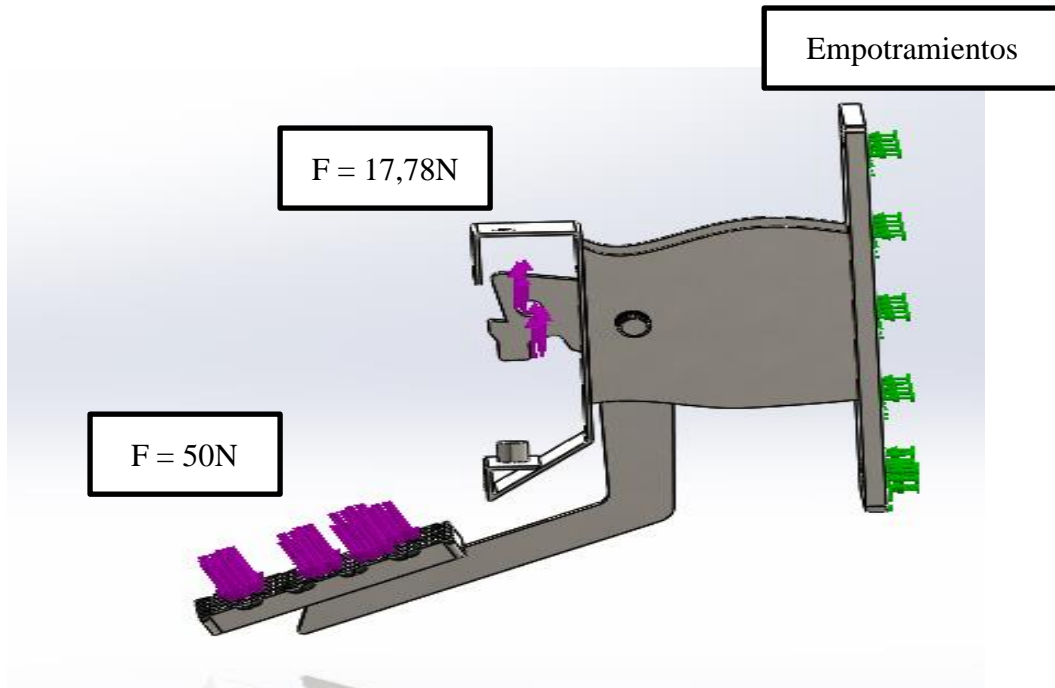


Figura 4.49. Restricciones y fuerzas aplicadas para el análisis estático

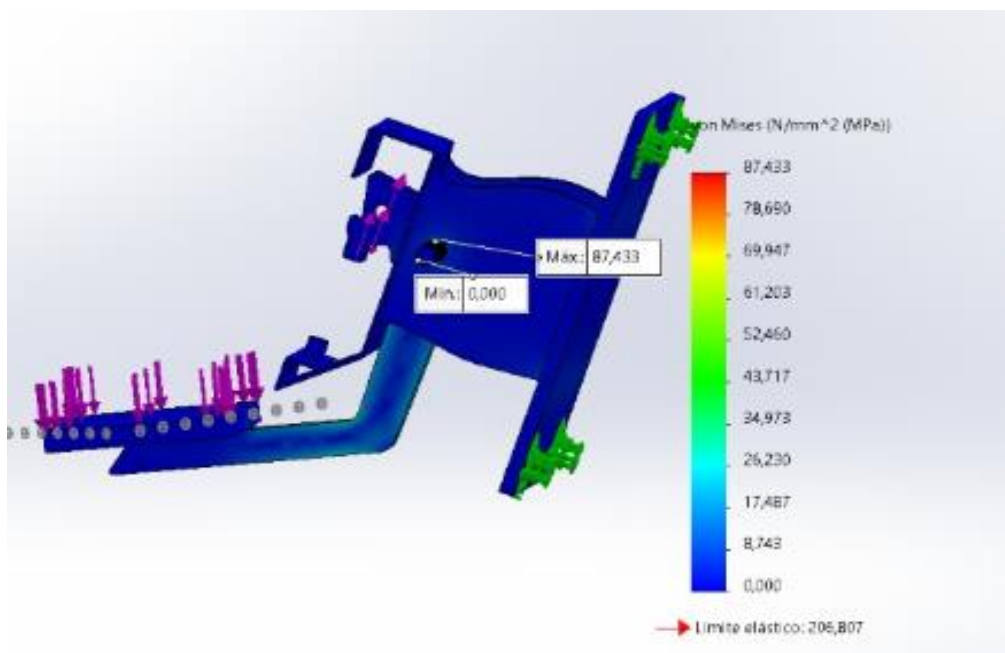


Figura 4.50. Análisis de esfuerzos de Von Mises (MPa) en el pedal

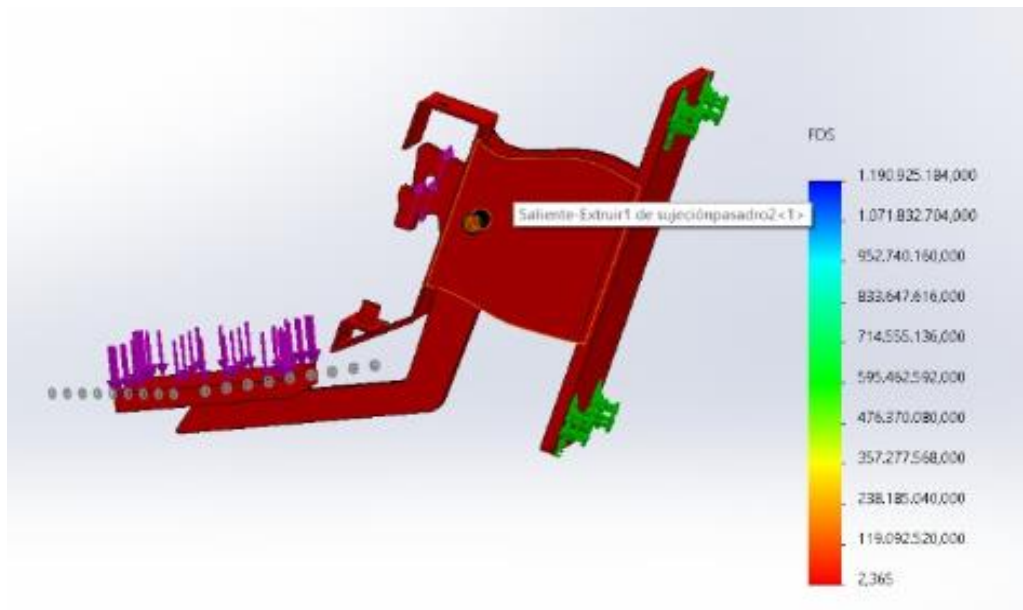


Figura 4.51. Cálculo del factor de seguridad con Solid Works

Una vez realizado el análisis se obtiene como resultado $N= 2,36$ como se aprecia en la figura 4.51. Este valor reporta que, para este tipo de carga, el material soporta un poco más del doble de los esfuerzos aplicados al momento de presionar el pedal para accionar el inodoro; por lo tanto no se deben generar inconvenientes. Diseño del circuito electrónico

EL componente más importante de los sistemas automáticos que se implementa para el inodoro y lavamanos es el microcontrolador Atmega328p, que es el encargado de controlar los elementos electrónicos que conforman el sistema con respecto a las indicaciones que se dan por medio de programación. A continuación, se describe cada sistema por separado.

4.7.1. Diseño del circuito para el inodoro

El diseño del circuito electrónico está conformado por elementos antes mencionados que sirve de protección y también para mejorar la velocidad de respuesta, frecuencia de trabajo de todo el circuito. Para la detección de presencia se utiliza el sensor de proximidad fotoeléctrico **E18-D80NK** (ver figura 4.19.) que detectará la presencia del usuario instantáneamente en un rango de hasta 20cm, una vez detectado el sensor enviará señal al microcontrolador Atmega328p (ver figura 4.39). El sensor detecta la presencia inmediatamente y se iniciará un conteo de 10 segundos, a partir de este tiempo se confirmará que la persona si está realizando sus necesidades, posterior a eso la persona se levantará y saldrá del rango de detección del sensor e inmediatamente el sensor envía la señal al microcontrolador para iniciar un conteo de 2 segundos y a partir de ese tiempo se procede a enviar señal al servomotor Sg90 (ver figura 4.14.) para proceder a levantar la tapa de descarga de agua por medio del brazo del servomotor.

En la figura 4.51. se muestra los elementos electrónicos que se utiliza para el sistema automático.

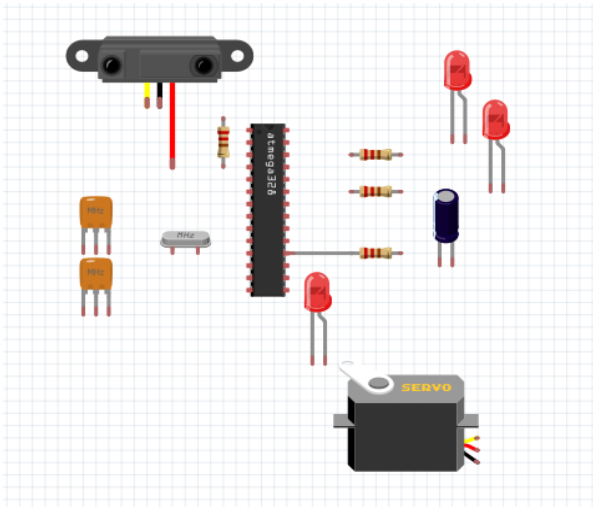


Figura 4.52. Elementos electrónicos para el sistema automático del inodoro

4.7.2. Diseño para el lavamanos

Para la detección de presencia se utiliza el sensor de distancia **VL53LOX** (ver figura 4.37.) que detectará la presencia de las manos del usuario instantáneamente a una distancia de 10cm, una vez detectado el sensor enviará señal al microcontrolador Atmega328p (ver figura 4.39), para proceder la activación de la electroválvula (ver figura 4.44.) de la misma manera, si el sensor deja de detectar las manos del usuario a las distancia programada de 10cm, el microcontrolador procederá a cerrar la electroválvula evitando el paso del agua.

En la figura 4.52. se muestra los elementos que conforman el circuito electrónico del sistema automático para el lavamanos.

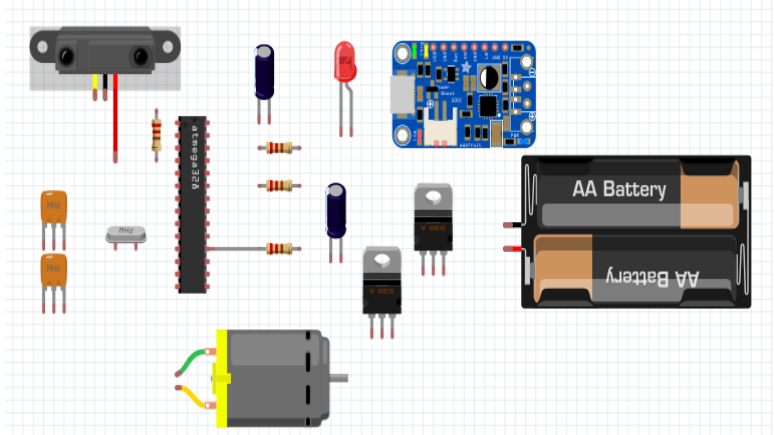


Figura 4.53. Elementos electrónicos para el sistema automático del lavamanos

4.8. Adquisición de materiales y/o componentes comerciales

En la tabla 4.31. se muestra el listado de componentes y se describe el modo de adquisición de los componentes y materiales.

Tabla 4.32. *Lista de componentes y materiales*

Componente	Modo de adquisición	Distribuidora	Dirección
Microcontrolador Atmega328p	Compra de dispositivo	Megatrónica	Quito Norte: Av. Colon OE3-16 entre Versalles y Ulloa
Sensor proximidad infrarrojo E18-D80NK	Para la adquisición se realizó por pedido a otra empresa mayorista por parte de la distribuidora.	Megatrónica	Quito Norte: Av. Colon OE3-16 entre Versalles y Ulloa
Transformador de 100V AC a 5V DC	Compra del dispositivo	Megatrónica	Quito Norte: Av. Colon OE3-16 entre Versalles y Ulloa
Servomotor SG90	Compra del dispositivo	Megatrónica	Quito Norte: Av. Colon OE3-16 entre Versalles y Ulloa
Filamento PLA	Compra del material	Megatrónica	Quito Norte: Av. Colon OE3-16 entre Versalles y Ulloa
Pedal de Accionamiento	Adquisición de partes y fabricación por procesos de mecanizado	Mecánica Cevallos	Ibarra Panamericana Norte- Los Olivos
Electroválvula de 5 a 12V DC	Compra del dispositivo	Megatrónica	Quito Norte: Av. Colon OE3-16 entre Versalles y Ulloa

4.9. Aspectos relacionados a la construcción y ensamble

El proceso de construcción de los dispositivos se inicia con la fabricación y ensamble del sistema mecánico (pedal de accionamiento), acople fijo para tensión y la carcasa de la grifería, posterior a eso con la construcción del sistema electrónico del inodoro y lavamanos. De la misma manera, componentes que brindan protección y seguridad a los dispositivos.

4.9.1. Fabricación del sistema mecánico

Todos los elementos que conforman el sistema mecánico del pedal y la carcasa de la grifería están hechos de acero inoxidable AISI 304 y láminas de acero inoxidable, el proceso de mecanizado se lo realiza con respecto a los planos mecánicos correspondientes de cada

parte del mecanismo (ver figura 4.53.). Cada dispositivo se construye de forma independiente y posterior a eso se procede a ensamblar.

4.9.1.1. Pedal de accionamiento

En la fabricación del mecanismo de pedal se realiza en diferentes elementos: pieza del pedal, base de soporte de todo el mecanismo y el soporte del resorte. Además, se construyó el acople fijo que va con la manija de descarga de agua. La manufactura de los elementos que se mencionó anteriormente, se realizó por diferentes procesos de mecanizado como: taladrado, roscado, corte, doblado por chapa metálica y soldadura para la unión de piezas, como se muestra en la figura 4.53.

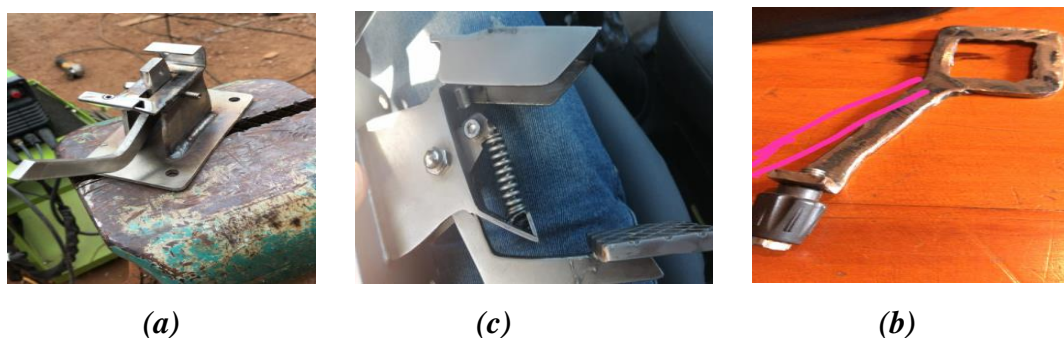


Figura 4.54. Mecanismo del pedal, (a) Base del soporte, (b) Unión de piezas por medio de soldadura, (c) Acople fijo para tensión

4.9.1.2. Grifería (carcasa)

La carcasa es construida con láminas de acero inoxidable por medio de diferentes procesos de mecanizado, se sueldan cada lateral y la parte superior y finalmente realizar perforaciones para el sensor y la salida de agua, como se muestra en la figura 4.54.



Figura 4.55. Carcasa de la grifería, (a) vista frontal, (b) vista lateral

4.9.1.3. Ensamblaje de los mecanismos

El proceso de ensamblaje se realiza por separado cada sistema que es el pedal de accionamiento y la carcasa de la grifería de acuerdo con la función de cada elemento, los elementos fijos se sueldan mediante el tipo “GTAW”, mientras que los elementos móviles se sujetan mediante pernos pasadores, como se puede observar en la figura 4.55.



(a)

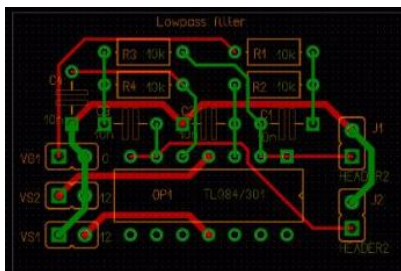


(b)

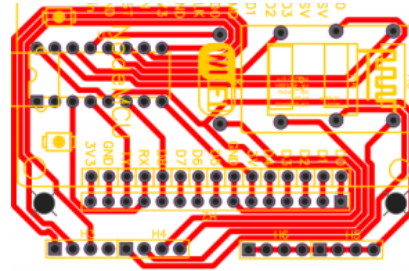
Figura 4.56. Ensamblaje de componentes, (a) Pedal de accionamiento manual, (b) Carcasa de la grifería

4.9.2. Fabricación del sistema electrónico

Para los dos sistemas automáticos se realizó los circuitos electrónicos en placas PCB con respecto al diseño realizado en el software fritzing como se aprecia en la figura 4.56.



(a)



(b)

Figura 4.57. Diseño para PCB (a) circuito para inodoro, (b) circuito para lavamanos

A partir del diseño en software se realiza la fabricación en placas PCB para la implementación de todos los elementos electrónicos seleccionados, como se puede observar en la figura 4.57.

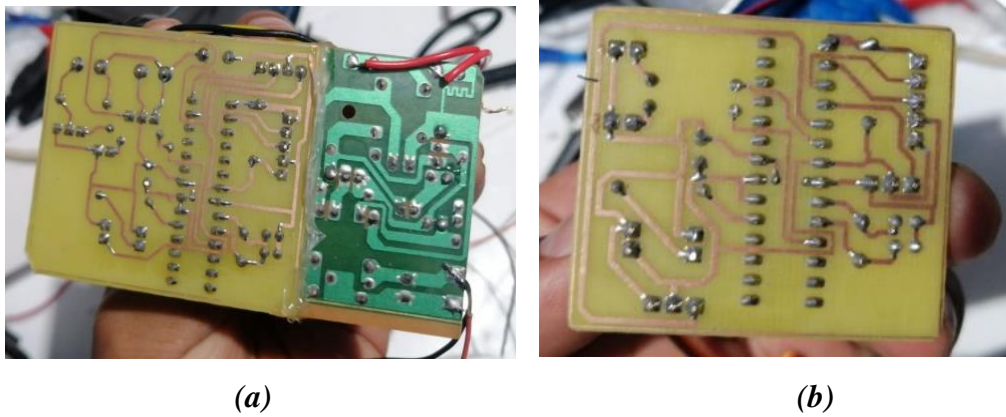


Figura 4.58. Placas impresas en PCB (a) circuito para lavamanos, (b) circuito para inodoro

4.9.3. Diseño e impresión 3D de las estructuras externas de los dispositivos

Las estructuras están diseñadas para el soporte de elementos electrónicos de los sistemas automáticos del inodoro y lavamanos, las carcasas están hechas de material ABS de color blanco, debido a que es adaptable a lugares húmedos como en las que se va a implementar, tiene resistencia a la humedad ya que es material polímero con excelentes propiedades apto para la protección de estos dispositivos.

Para el diseño se realizó en el software Solid Works para luego proceder a generar el código de impresión (código G) en el software Repetir – Host y abalzar los tiempos de duración y el tipo de impresión que se requiera, como se puede observar en la figura 4.58.

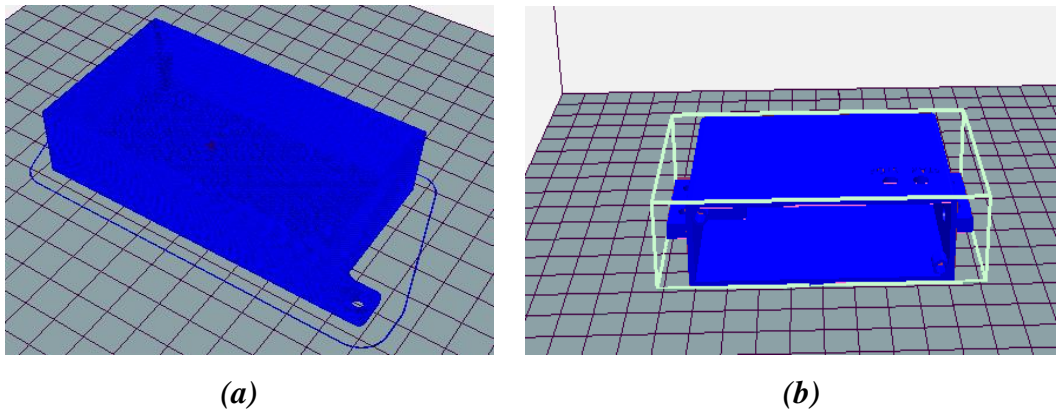
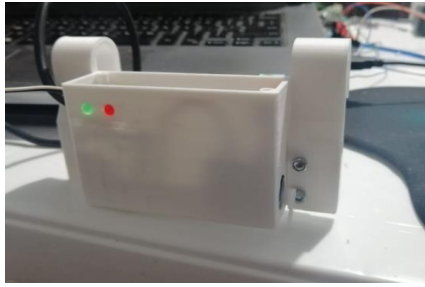


Figura 4.59. Estructuras para impresión en 3D, (a) carcasa para sistema de lavamanos, (b) carcasa para sistema de inodoro

Una vez finalizado el diseño y ubicación de las estructuras para impresión se procede a imprimir en la máquina de impresión Genius, con filamento de color blanco para obtener un acabado de buena calidad, como se aprecia los productos finales en la gráfica 4.59.



(a)



(b)

Figura 4.60. Impresión en 3D, (a) carcasa para sistema del inodoro, (b) carcasa para sistema de lavamanos

4.10. Pruebas de funcionamiento

Finalizando el proceso de ensamblaje de los dispositivos automáticos y sistema manual, se procede a instalarlos en el área designada que es en el baño de profesores de la Unidad Educativa Gabriela Mistral para la verificación del funcionamiento correcto de todos los sistemas propuestos.

4.10.1. Instalación de los sistemas en el inodoro

Para la instalación del pedal se tuvo que realizar perforaciones en la pared para que el mecanismo permanezca fijo y también el acople fijo que va juntamente con la manija fue instalado satisfactoriamente (ver figura 4.51. c), el sistema automático se lo ubica dentro y alrededor del tanque de agua del inodoro (a), como se muestra en la figura 4.60.



(a)



(b)



(c)

Figura 4.61. Instalación de los dispositivos, (a) Sistema automático, (b) Acople fijo para tensión, (c) Vista frontal de todos los sistemas instalados

4.10.1.1. Calibración de sensor de proximidad fotoeléctrico *E18-D80NK*

Para el procedimiento de calibración del sensor se realizó por medio del ajuste de un tornillo de potenciómetro que viene incluido en el sensor, se puede variar desde los 2cm de distancia hasta el rango de 3cm hasta 80cm y eso nos facilita la calibración para el funcionamiento requerido, como se puede mostrar en la figura 4.61.



Figura 4.62. Ajuste de distancia por potenciómetro [44]

4.10.2. Instalación de los sistemas en el lavamanos

La grifería comercial que estaba instalada se tuvo que reemplazar por la carcasa fabricada (ver figura), y las cajas contenedoras del circuito electrónico y del sistema de baterías se fijó en la parte baja del lavamanos, como se muestra en la figura 4.62.



(a)



(b)

Figura 4.63. Instalación de los dispositivos del lavamanos, (a) Sistema de paso del flujo de agua y caja con componentes electrónicos, (b) Grifería comercial reemplazada por la fabricada

4.10.2.1. Calibración de sensor de distancia *VL53L0X*

El procedimiento de calibración se realizó por medio de programación debido a que el sensor se encarga de medir el tiempo entre la emisión y la detección de la luz, ya que la velocidad de la luz es un valor conocido, entonces se puede calcular la distancia al objeto con el tiempo de vuelo. Se tomó en cuenta varios factores para realizar adecuadamente las

mediciones, la superficie a medir es uno de los factores, la misma que se selección las manos de los usuarios, de la misma manera, se tomó en cuenta la distancia de la salida del agua por la grifería y se estableció un rango cercano a esa zona. La distancia de medición y el área en la que se encuentra ya que se puede ocasionar fallos de medición debido a reflejos en objetos como en el mismo lavamanos.

4.10.3. Pruebas realizadas de los dispositivos

Se realizan tres pruebas de funcionamiento para cada uno de los sistemas y se detalla por separado. En la figura 4.58. muestra las pruebas realizadas y también en la tabla 4.33. se detallan, los resultados obtenidos de la velocidad de respuesta del dispositivo.

4.10.3.1 Prueba de funcionamiento para el lavamanos

Una vez realizada la correcta instalación de los sistemas: automático y manual en el sanitario, se da inicio realizando la prueba de funcionamiento del sistema automático del lavamanos.

Para los tiempos de respuesta es necesario ir cambiando el código de programación del tiempo ya que no hay otra manera de realizar las pruebas.

El único factor clave del correcto funcionamiento es el rendimiento del microcontrolador seleccionado debido a que es el encargado de realizar todo el proceso de control del sistema. En la tabla 4.33 se indican los resultados obtenidos.

Tabla 4.33. *Tiempos de respuesta del dispositivo para el lavamanos en diferentes distancias*

N° de prueba	Parámetros		
	Velocidad de respuesta [segundo]	Distancia de medición [mm]	Repeticiones
1	1.5	De 6.5mm hasta 10mm	5
2	1.3	De 7.5mm hasta 10mm	5
3	1	De 8mm hasta 10mm	5

Debido a las simulaciones previamente realizadas, se denota que no hay fallas del rendimiento del microprocesador en cada prueba que se realiza, el único factor que puede hacer que falle es al captar la presencia de las manos mediante el sensor, pero para ello al sensor se lo coloco un lugar bien protegido en donde no le puede llegar cualquier partícula.

Tabla 4.34. *Resultado de las pruebas realizadas del dispositivo para el lavamanos*

Parámetros	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Posición	Funciona correctamente	Funciona correctamente	Funciona correctamente
Velocidad	Funciona correctamente	Funciona correctamente	Funciona correctamente
Repeticiones	Funciona correctamente	Funciona correctamente	Funciona correctamente
Calibración	Funciona correctamente	Funciona correctamente	Funciona correctamente

4.10.3.2 Prueba de funcionamiento para el inodoro

De la misma manera, para el inodoro se desarrollan tres pruebas de funcionamiento (ver tabla 4.34.). La figura 4.57. muestra las pruebas realizadas y también en la tabla 4.35. se detalla, los resultados obtenidos de la velocidad de respuesta del dispositivo.

Una vez realizado la correcta instalación del sistema automático en el inodoro, se da inicio realizando la prueba de funcionamiento del sistema automático.

Para los rangos de detección de sensor simplemente se le regula el potenciómetro que viene incorporado en el mismo sensor, debido a ello se nos facilita mucho la realización de pruebas.

Otro factor para funcionamiento correcto es el rendimiento del microcontrolador seleccionado debido a que es el encargado de realizar todo el proceso de control del sistema.

Tabla 4.35. *Tiempos de detección del sensor para el inodoro en diferentes distancias*

N° de prueba	Parámetros		
	Velocidad de respuesta [segundo]	Distancia de medición [mm]	Repeticiones
1	0,5	Rango de hasta 20cm	5
2	0.6	Rango de hasta 22cm	5
3	0.8	De 8mm hasta 24cm	5

Debido a las previas simulaciones realizadas, se puede apreciar que no hay fallas del rendimiento del microprocesador y sensor de detección.

Tabla 4.36. *Resultado de las pruebas realizadas del dispositivo para inodoro*

Parámetros	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Posición	Funciona correctamente	Funciona correctamente	Funciona correctamente
Velocidad	Funciona correctamente	Funciona correctamente	Funciona correctamente
Repeticiones	Funciona correctamente	Funciona correctamente	Funciona correctamente
Calibración	Funciona correctamente	Funciona correctamente	Funciona correctamente

No fue necesario de correcciones de fallas debido a que nuestro dispositivo se lo desarrollo de la mejor manera y también, se lo programo correctamente por lo que se obtiene buenos resultados sin necesidad de realizar cambios.

CONCLUSIONES

Con base a los objetivos planteados en la investigación se concluye:

- Se evaluó cada parámetro de funcionamiento de los sistemas automáticos disponibles en el mercado a nivel nacional y se generaron soluciones para la comparación con los modelos comerciales existentes en aspectos tales como los costos y la eficiencia. Adicionalmente, se ajustaron los parámetros de diseño a las piezas sanitarias del ambiente seleccionado.
- Se diseñaron las estructuras de los dispositivos para accionamiento del inodoro y del lavamanos considerando las dimensiones de los componentes electrónicos como también, el espacio en el cual se va a implementar cada dispositivo. Así mismo, considerando la posibilidad de fallas eléctricas se implementó un sistema de accionamiento empleando un pedal (para el inodoro). Todos los parámetros de diseño se plantearon con base a características esperadas y restricciones de diseño.
- En la fase de diseño se llevaron a cabo procesos de cálculo analítico y numérico mediante el software SolidWorks para la selección del material adecuado y para el análisis del factor de seguridad. Así mismo se realizó la selección de elementos electrónicos con base a los lineamientos establecidos para el funcionamiento.
- Se construyeron los elementos ajustados al diseño empleando fabricación en impresoras 3D y procesos metalmecánicos. Posteriormente, se ensamblaron con los componentes comerciales.
- Se llevaron a cabo tres pruebas de funcionamiento, con los dispositivos instalados en la Unidad Educativa, que permitieron comprobar la operación adecuada de cada uno de los componentes.
- Se obtuvieron dispositivos con un costo que representan el 50% de los comerciales.

RECOMENDACIONES

Al ingreso del sanitario, es necesario utilizar señaléticas de aviso para información de la implementación de dispositivos automáticos y también del mecanismo de pedal, su ubicación y el funcionamiento básico que realizan.

Para la limpieza de las piezas sanitarias como inodoro y lavamanos, es necesario desconectar los dispositivos o en el caso del lavamanos no es necesario desconectar la energía de alimentación debido a que todo se encuentra protegido perfectamente y la caja de circuitos electrónicos se encuentra oculto debajo del lavamanos.

Para el mantenimiento de los dispositivos simplemente se requiere retirar la caja del circuito electrónico de cada uno del lugar en el que está ubicado. Simplemente se lo retira del lugar y se abre la tapa, ya que ninguno de los dispositivos tiene instalaciones sumamente complicadas y es de fácil desarme del elemento principal que es el microcontrolador en caso de haber fallas de programación. De la misma manera se lo puede cargar el código nuevamente o reiniciar el integrado mediante programación.

Las instalaciones no cuentan con una infraestructura adecuada para la implementación de sensores en diferentes ubicaciones, por lo que se ha establecido lugares estratégicos de ubicación de sensores y esto no conlleva a tener una alta seguridad de robo de estos elementos electrónicos, por lo que esto puede servir de mejora para futuros proyectos dando así una mejor solución solo en el aspecto de ubicación correcta de sensores para evitar la sustracción de cada uno de estos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Automatización: Se puede definir como el conjunto de procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o sin intervención de una persona.

Sistema automático: Es un conjunto de componentes eléctricos o electrónicos conectados para que regulen o dirijan alguna actuación por sí mismos.

Sistema manual: Proceso en el que se requiere una fuerza exterior o un agente externo para realizar alguna actividad propuesta.

Tensión: Es una acción de fuerzas opuestas a la que se somete un cuerpo o un objeto.

Infecciones víricas: Enfermedades que son causadas por un virus, generalmente infectan a un solo tipo de célula.

Tuberculosis: Enfermedad infecciosa que afecta directamente a los pulmones. La bacteria que origina la tuberculosis se contagia por medio de pequeñas gotitas diseminadas en el aire al toser o estornudar.

Meningitis meningocócica: Es una infección bacteriana que afectan directamente al cerebro y a la médula espinal. Pueden causar grandes daños cerebrales e incluso hasta la muerte en un 50% de casos no tratados debidamente.

Industrialización: Se puede describir un fenómeno económico basado en la producción intensiva o a gran escala de productos básicos.

Robótica: Describe lo relacionado con máquinas o dispositivos electrónicos que hacen referencia a los robots y facilitan producción o realización de cualquier proceso sin falla alguna.

Sanitario: Conjunto de artefactos como bañera, inodoro, lavamanos, pileta, bidet, etc., o instalaciones que tienen como función principal la limpieza e higiene personal, también se puede referir a la sanidad o a la salud.

REFERENCIAS

- [1] V. Maliru, «Conflictos y manejo de recursos naturales,» 24 marzo 2001. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/forestry/21575-09684b8bbf0673156ec237ead64c082b3.pdf>. [Último acceso: 26 Enero 2021].
- [2] c. y. b. s. Ministerio de sanidad, «Estudio Epidemiológico de las enfermedades profesionales,» 15 Enero 2014. [En línea]. Available: <https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/EEPPEspana2.pdf>. [Último acceso: 26 Enero 2021].
- [3] L. M. V. MARTÍNEZ, «RIESGOS SANITARIOS,» Dialnet, México, 2018.
- [4] M. Hijos, Julio 2018. [En línea]. Available: <https://montemarehijos.com/collections/de-papel>. [Último acceso: Febrero 2021].
- [5] REVESTIR, «Totobrasil,» Abril 2018. [En línea]. Available: <http://www.edicionesarq.cl/wp/contenido/2012/09/ARQ-79-Inodoro-Automatizado.pdf>. [Último acceso: Febrero 2021].
- [6] INELEC, «Beneficios de un sistema de baños automatizados,» 5 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://blog.ineleconline.com/beneficios-de-un-sistema-de-ba%C3%B1os-automatizado>. [Último acceso: Febrero 2021].
- [7] DOMUS, «DOMUS, Robótica sanitaria S.A,» Junio 2021. [En línea]. Available: <https://www.domusrobotica.com.ar/web/pagina/que-es-robotica-sanitaria>. [Último acceso: Febrero 2021].
- [8] M. Danielsson, «Reducción de consumo de agua en el hogar,» Julio 2019. [En línea]. Available: <https://sswm.info/es/water-nutrient-cycle/water-use/hardwares/optimisation-water-use-home/reduce-water-consumption-at-home>. [Último acceso: Febrero 2021].
- [9] M. E. Bustamante, «LA INVESTIGACIÓN Y LOS PROBLEMAS SANITARIOS,» Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5319/5503>. [Último acceso: Febrero 2021].
- [10] AUTOMATISMOMECA, «Proyecto de un baño automatizado,» Abril 2019. [En línea]. Available: <http://automatismosmecasena.blogspot.com/2008/02/proyecto-de-un-bao-automatizado.html>.

- [11] J. Chin, El control de las enfermedades transmisibles, Estados Unidos: Organización Panamericana de la salud Pública, 2001.
- [12] M. Ayuso, «Las enfermedades que de verdad podrías contraer en un baño público,» Alma, corazón, vida, Outbrain, 2015.
- [13] OMS, «Meningitis meningocócica,» Organización Mundial de la Salud, 19 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/meningococcal-meningitis>. [Último acceso: Marzo 2021].
- [14] M. Krisha McCoy, «Urology Associates,» Rasmus, México, 2021.
- [15] G. Rodríguez-Angeles, Principales características y diagnóstico, México: Salud Pública Mex, 2002.
- [16] F. f. M. E. a. R. (MFMER), «MAYO CLINIC,» Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/e-coli/symptoms-causes/syc-20372058>. [Último acceso: 2021].
- [17] T. B. Brian Kloss, Guía visual de enfermedades infecciosas, Barcelona, España: ELSEVIER, 2018.
- [18] L. C. F. Ayala, Enfermedades Infecciosas, Bogotá, Colombia: UNIANDES, 2019.
- [19] A. H. Fernández, Marketing Sanitario, México: Evolución, 2019.
- [20] F. Ucha, «Definición ABC, Sanitario,» Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://www.definicionabc.com/general/sanitario.php>. [Último acceso: Agosto 2021].
- [21] DeConceptos, «De Conceptos.com Copyright ©.,» Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://deconceptos.com/ciencias-naturales/sanitario>.
- [22] M. Davies, El mundo oculto de los inodoros, Canada: Westminster School, 2018.
- [23] F. Á. A. S.A., «F.V. Catálogo, inodoro,» 2020. [En línea]. Available: <https://fvandina.com/producto/1692-inodoro-greco-touchless/>. [Último acceso: Agosto 2021].
- [24] C. L, «Blog Hygolet,» 31 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://hygolet.com.mx/blog/lavabos-tipos-y-cuidado/>. [Último acceso: Agosto 2021].
- [25] EVEREST, «Sistemas automáticos y de control,» Mayo 2019. [En línea]. Available: <http://ieshuelin.com/huelinwp/download/Tecnologia/Tecnologia%20industrial/3->

- SISTEMAS-AUTOMaTICOS-DE-CONTROL-ampliacion.pdf. [Último acceso: Agosto 2021].
- [26] E. S.A., «Catálogos de productos, Sanitarios,» 2020. [En línea]. Available: <https://edesa.com.ec/producto/shelby-llave-sencilla-plus/>. [Último acceso: Agosto 2021].
- [27] A. R. Hat, «Automatización,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.redhat.com/es/topics/automation>. [Último acceso: Agosto 2021].
- [28] R. P. Moreno, Ingeniería de la Automatización Industrial, Barcelona: RA-MA S.A., 2010.
- [29] S. Merianda, Herramientas robóticas de automatización de procesos, México: Independently Published, 2018.
- [30] E. C. Nieto, Automatización Tecnológica de TI, Colombia: RAMFE, 2018.
- [31] EmpresasConSalud, «El sector sanitario une su futuro a las nuevas tecnologías,» Mayo 2021. [En línea]. Available: https://www.consalud.es/ecsalud/ehealth/sector-sanitario-une-futuro-tecnologias-aumentar-calidad-servicios_97277_102.html. [Último acceso: 2021].
- [32] Y. Fernandez, «Xacata Basics,» 3 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>. [Último acceso: Junio 2021].
- [33] A. Rubio, «Instrumentación Digital,» Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.instrumentaciondigital.es/actuadores-electricos-y-sus-funciones/>. [Último acceso: 2021].
- [34] G. A. García, «PANAMAHITEX,» 2 Diciembre 2016. [En línea]. Available: <http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-servomotor/>. [Último acceso: 2021].
- [35] S. Electrocomponentes, «Fuentes de alimentación,» Julio 2019. [En línea]. Available: http://www.sase.com.ar/2011/files/2010/11/SASE2011-Fuentes_de_alimentacion.pdf. [Último acceso: Agosto 2021].
- [36] M. Latam, «Sensor de proximidad,» Mayo 2021. [En línea]. Available: <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/sensores/sensor-de-proximidad/>. [Último acceso: Agosto 2021].

- [37] B. F. C. Systems, «Válvulas de selenoide - electroválvulas,» Julio 2020. [En línea]. Available: https://www.burkert.com.uy/es/products/valvulas-de-solenoides?gclid=CjwKCAjwx8iIBhBwEiwA2quaq0xNi96YfbVxuzSvi_aZZEFTy7dKb8jdi3UxxRbSW7VAGqgy3SI_fRoCZbQQA vD_BwE. [Último acceso: Agosto 2021].
- [38] L. R. d. r. c. d. América, «redalcy.org,» Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26832007002>. [Último acceso: Agosto 2021].
- [39] C. Lucía, «3D Natives,» Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.3dnatives.com/es/filamento-de-abs-impresion-3d-06062019/>.
- [40] N. Mechatronics, «Sensor de proximidad Fotoeléctrico infrarrojo,» Junio 2019. [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/236-sensor-de-proximidad-fotoelectrico-infrarrojo-e18-d80nk.html>. [Último acceso: 2021].
- [41] Bikeshop, «TRANSMISIÓN- CABLES Y FUNDAS MTB,» Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.bikeshop.es/static/elegir-cables-y-fundas-de-transmission-mountain-bike.html>. [Último acceso: Agosto 2021].
- [42] Bosch, Técnico del Automóvil, Barcelona: REVERTE, 2019.
- [43] N. e. Mecatronics, «SENSOR DE DISTANCIA TOF VL53LOX,» Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/325-sensor-vl5310x-de-tof.html>. [Último acceso: 2021].
- [44] Ferretrónica, «Módulo de carga y descarga Baterías 18650 2 Celdas 10A,» Mayo 2021. [En línea]. Available: <https://ferretronica.com/products/modulo-carga-y-descarga-baterias-18650-2-celdas-2s-10a>.

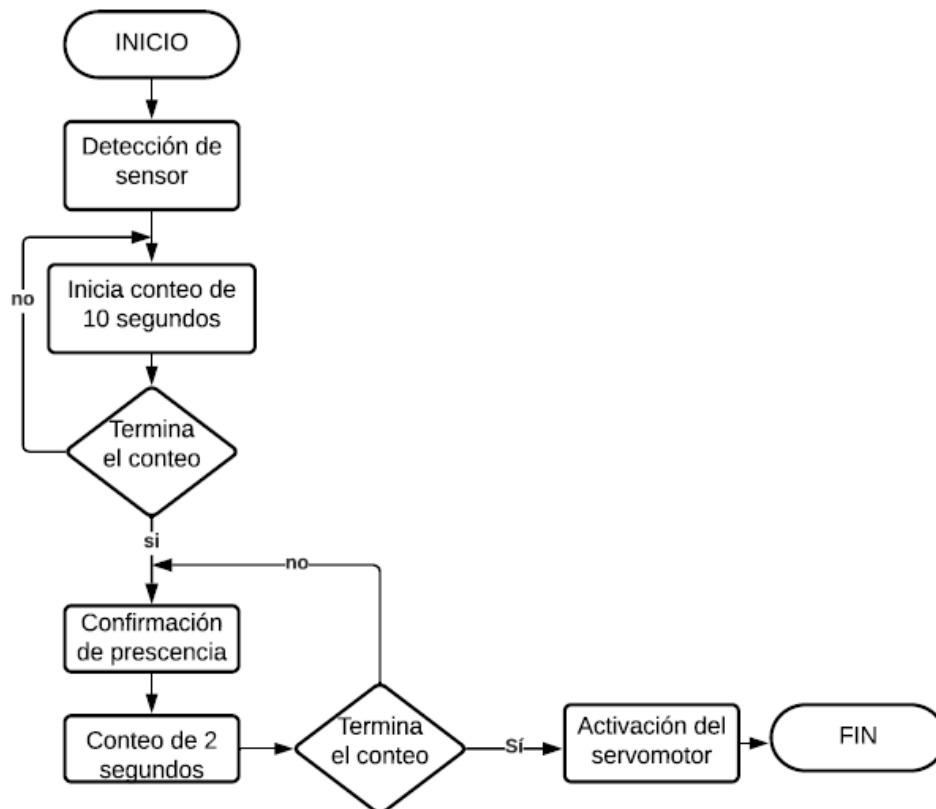
ANEXOS

Anexo 1: Flujogramas

1.1 Secuencia – Inodoro

Mediante el flujograma se va detallando los pasos que debe realizar el sistema automático para realizar la respectiva programación del microcontrolador ATMEGA.

El primer paso que debe realizar el sistema es la detección de presencia para posteriormente realizar un conteo de cierto tiempo, confirmando la presencia del usuario para proceder a la activación del actuador.



1.1.1. Código de Programación en Arduino

CÓDIGO AUTOMATIZACIÓN - INODORO

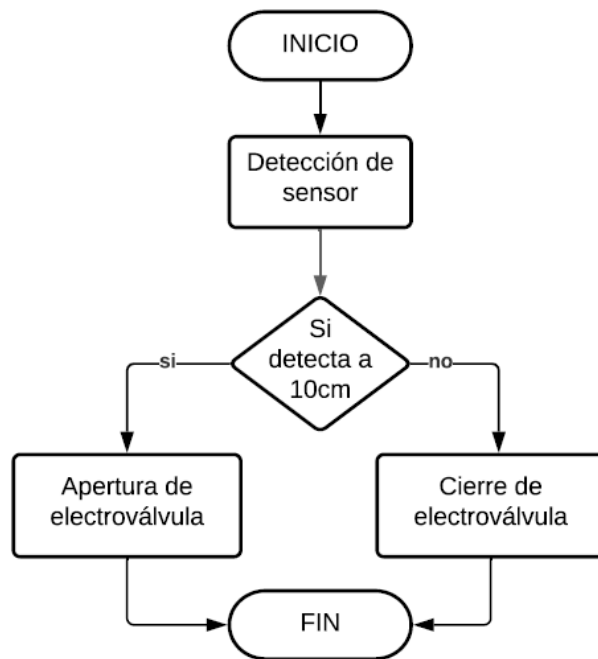
```
#include <Servo.h>
int sensor=2;
Servo myservo;
int cnt=0;
int ledv=4;
int ledr=5;
int leda=13;
int cnt2=0;
int st=0;
void setup() {
  pinMode(sensor, INPUT);
  pinMode(ledv, OUTPUT);
  pinMode(ledr, OUTPUT);
  pinMode(leda, OUTPUT);
  digitalWrite(leda, LOW);
  digitalWrite(ledr, HIGH);
  digitalWrite(ledv, LOW);
  myservo.attach(3);
  myservo.write(175);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  if(digitalRead(sensor)==LOW) {
    cnt++;
    Serial.println(cnt);
    cnt2=0;}
  else{
    cnt=0;
    digitalWrite(leda, LOW);
    digitalWrite(ledv, LOW);
    digitalWrite(ledr, HIGH);
    if (st==1){// sid etecto una persona y si ya se fue y han
    pasado 10seg
    cnt2++;
    Serial.print("cnt2");
    Serial.println(cnt2);

    if(cnt2>2) {
    digitalWrite(ledv, HIGH);
    digitalWrite(ledr, LOW);
    st=0;
    myservo.write(1);
    delay(5000);
    myservo.write(175);
    }
  }
  if(cnt>=10){//si ya decto a la persona
  digitalWrite(leda, HIGH);
  st=1;}
  delay(1000);}
```

1.2 Secuencia – Lavamanos

Mediante el flujograma se va detallando los pasos que debe realizar el sistema automático del lavamanos para realizar la respectiva programación del microcontrolador ATMEGA.

El primer paso que debe realizar el sistema es la detección de presencia de las manos del usuario para posteriormente enviar la señal de confirmación de presencia del usuario al microcontrolador para proceder a la activación del actuador. De la misma manera si el sensor no detecta presencia el actuador no se activará.

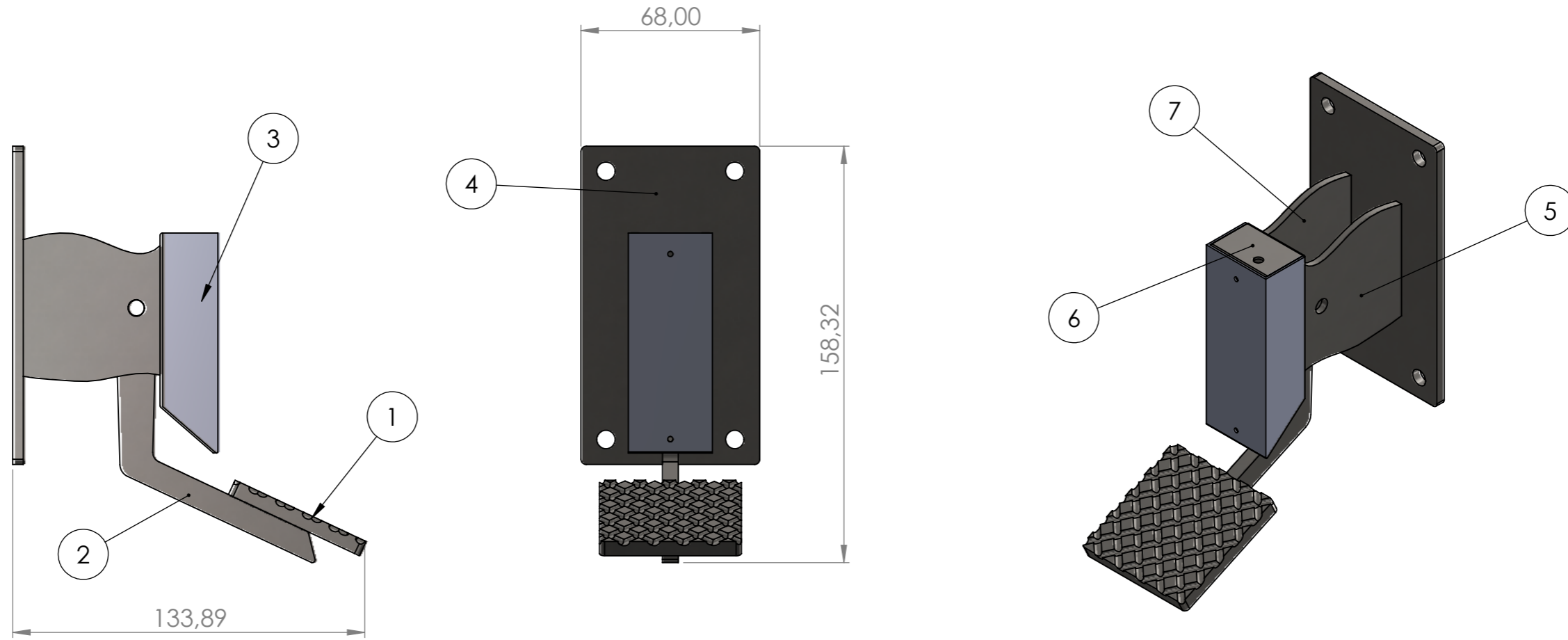


1.2.1. Código de Programación en Arduino

CÓDIGO AUTOMATIZACIÓN - LAVAMANOS

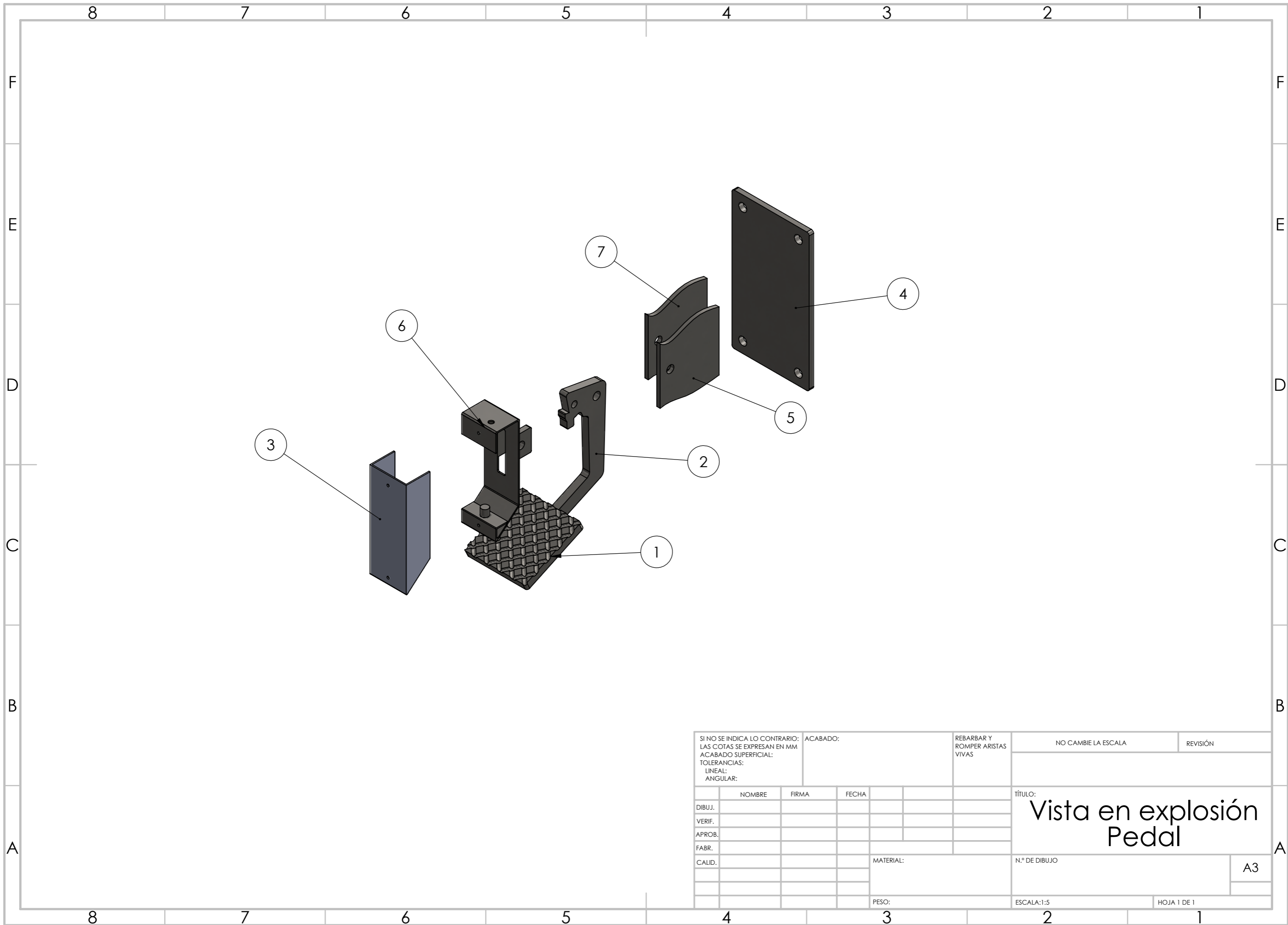
```
#include "Adafruit_VL53L0X.h"
Adafruit_VL53L0X lox = Adafruit_VL53L0X();
void setup() {
  pinMode(5,OUTPUT);
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("Adafruit VL53L0X test");
  if (!lox.begin()) {
    Serial.println(F("Failed to boot VL53L0X"));
    while(1);
  }
  // power
  Serial.println(F("VL53L0X API Simple Ranging example\n\n"));
}
void loop() {
  float dist;
  VL53L0X_RangingMeasurementData_t measure;
  Serial.print("Reading a measurement... ");
  lox.rangingTest(&measure, false); // pass in 'true' to get debug
  data printout!
  if (measure.RangeStatus != 4) { // phase failures have incorrect
  data
  dist=measure.RangeMilliMeter;
  Serial.print("Distance (mm): "); Serial.println(dist);
  if ((dist>75.0)&&(dist<140.00)){
  digitalWrite(5,HIGH);
  delay(1000);
  }else{
  digitalWrite(5,LOW);
  }
  } else {
  Serial.println(" out of range ");
  }
  delay(100);
}
```

Anexo 2: Planos de Construcción



N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	Piezade Presión	AISI 304	1
2	Brazo de Sujeción	AISI 304	1
3	Tapa de Protección	LATA DE ACERO INOXIDABLE	1
4	Pieza de Soporte	AISI 304	1
5	Aleta de Soporte1	AISI 304	1
6	Base de Resorte	AISI 304	1
7	Aleta de Soporte2	AISI 304	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.				TÍTULO: Conjunto Pedal		
VERIF.						
APROB.						
FABR.						
CALID.				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO
				PESO:		A3
				ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
						TÍTULO: Vista en explosión Pedal					
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA		N.º DE DIBUJO			
VERIF.								A3			
APROB.								ESCALA:1:5			
FABR.								HOJA 1 DE 1			
CALID.						MATERIAL:		PESO:			

4 3 2 1

F

F

E

E

D

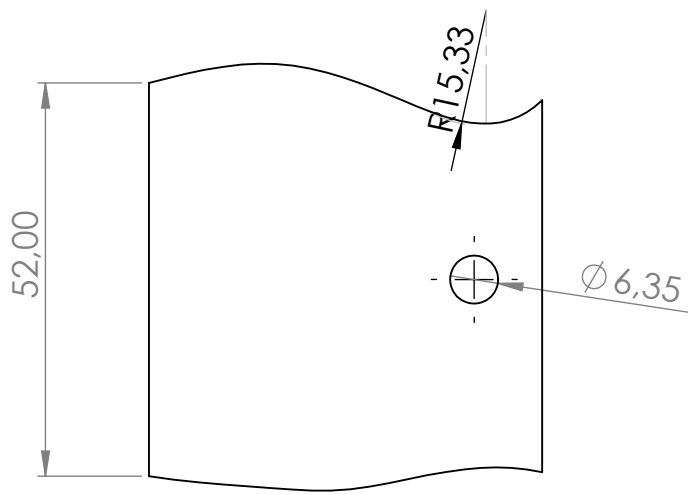
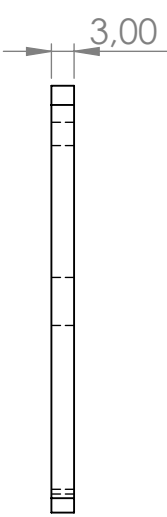
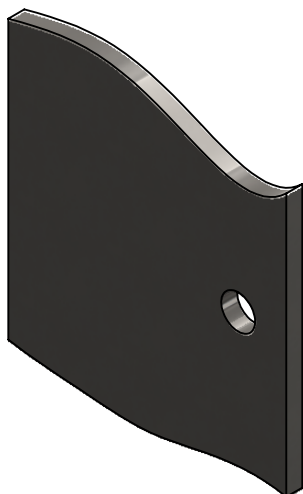
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:	<h1>Aleta de soporte</h1>
N.º DE DIBUJO	
PESO:	ESCALA: 1:1
	HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

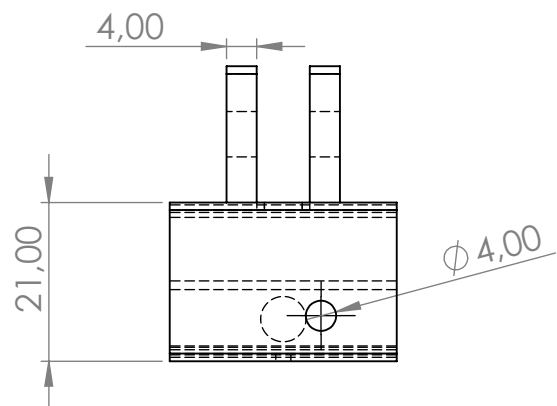
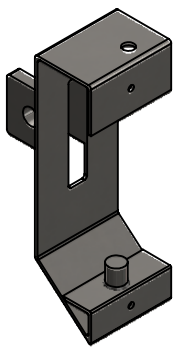
A

A4

4 3 2 1

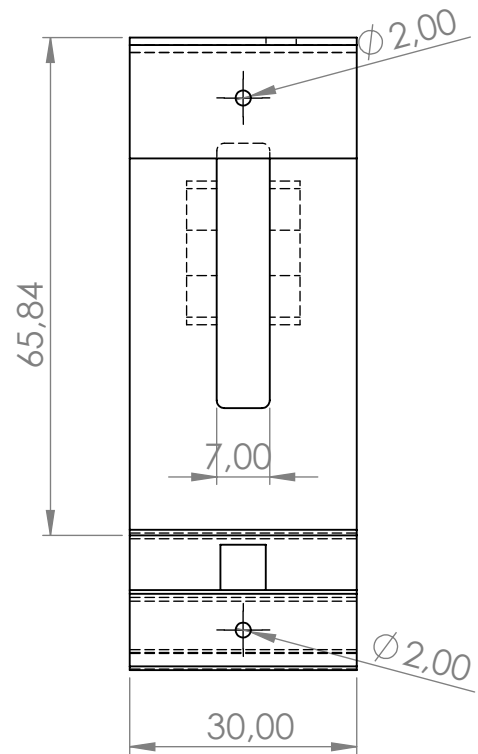
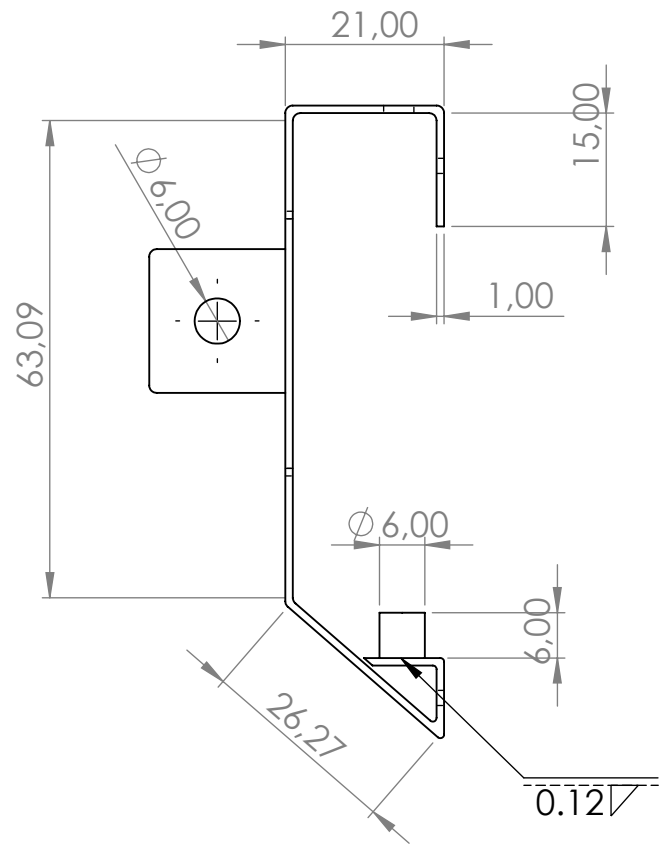
F

F



E

E



D

D

C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:	Base de resorte
N.º DE DIBUJO	
PESO:	ESCALA: 1:1
	HOJA 1 DE 1

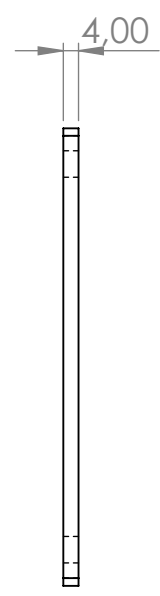
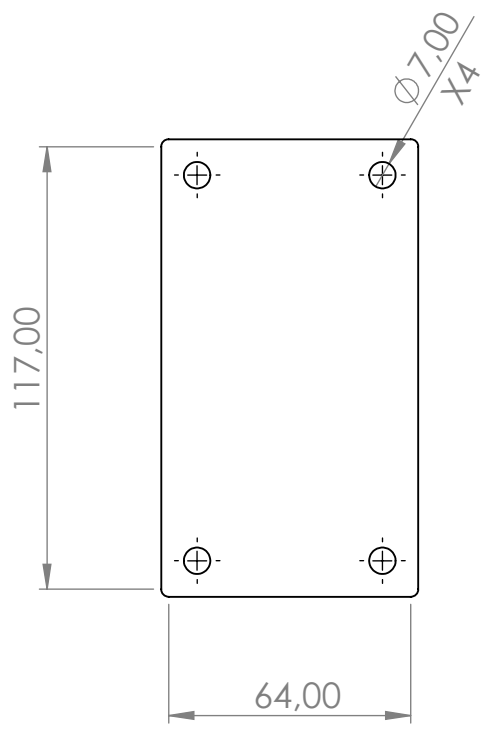
A

A

4 3 2 1

A4

4 3 2 1



F

F

E

E

D

D

C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:	basesujeción
N.º DE DIBUJO	
PESO:	ESCALA:1:1
	HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

A

A4

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

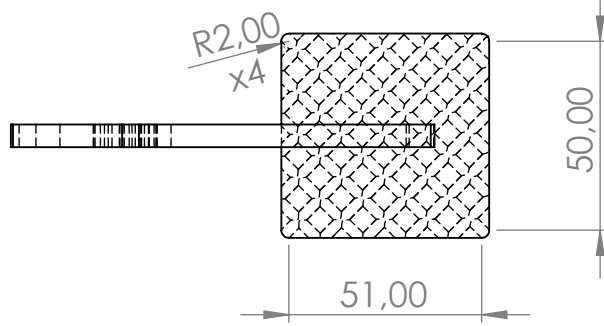
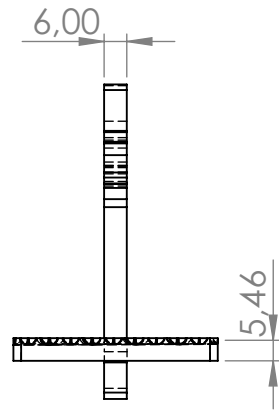
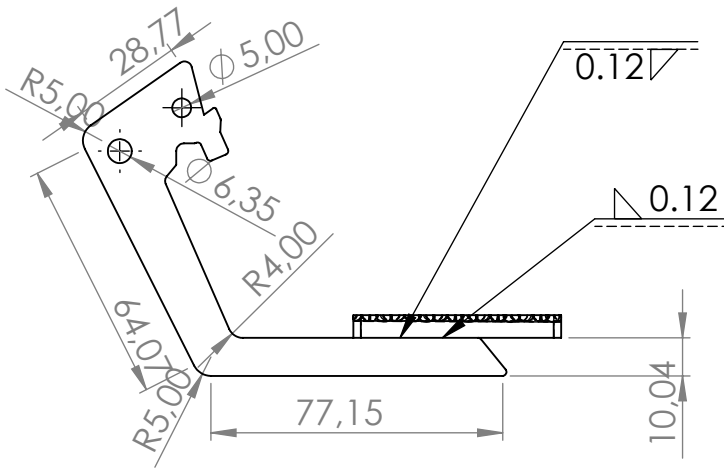
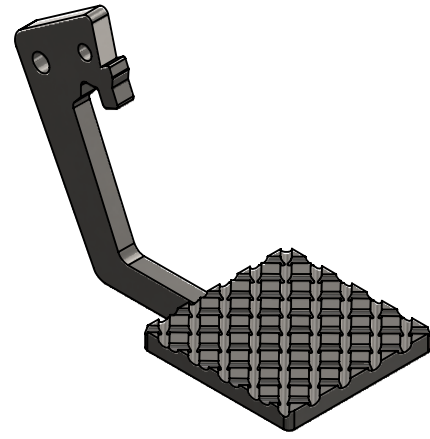
C

B

B

A

A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:
piezadepresión

N.º DE DIBUJO

ESCALA:1:2

HOJA 1 DE 1

A4

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

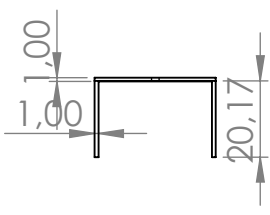
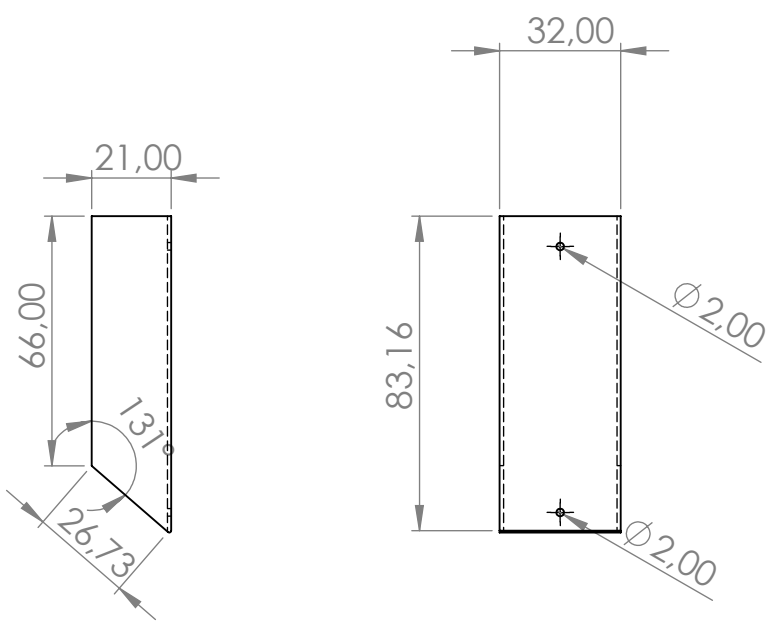
C

B

B

A

A



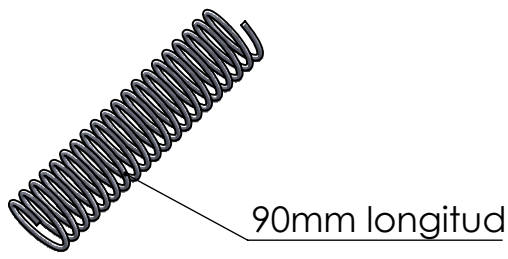
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA																TÍTULO: Tapa de protección		
NOMBRE	FIRMA	FECHA																					
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO		A4																		
PESO:			ESCALA:1:2		HOJA 1 DE 1																		

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F



E

E

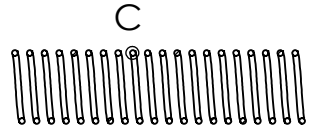
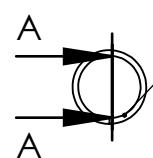
1,3mm diamtro de alambre



DETALLE C

ESCALA 10 : 1

9mm diametro interno



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

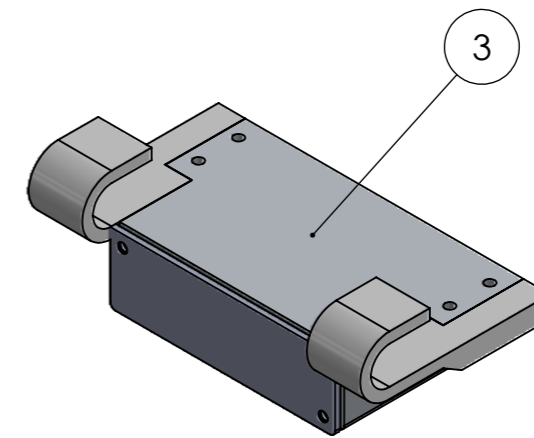
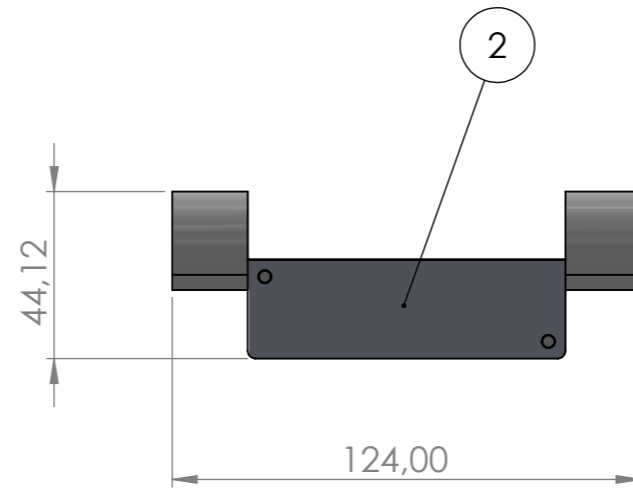
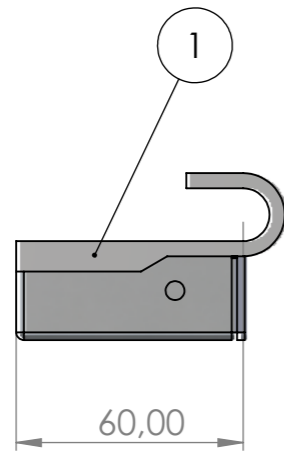
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:
DIBUJ.					
VERIF.					
APROB.					

CALID.			MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	resorte	A4

4 3 2 1

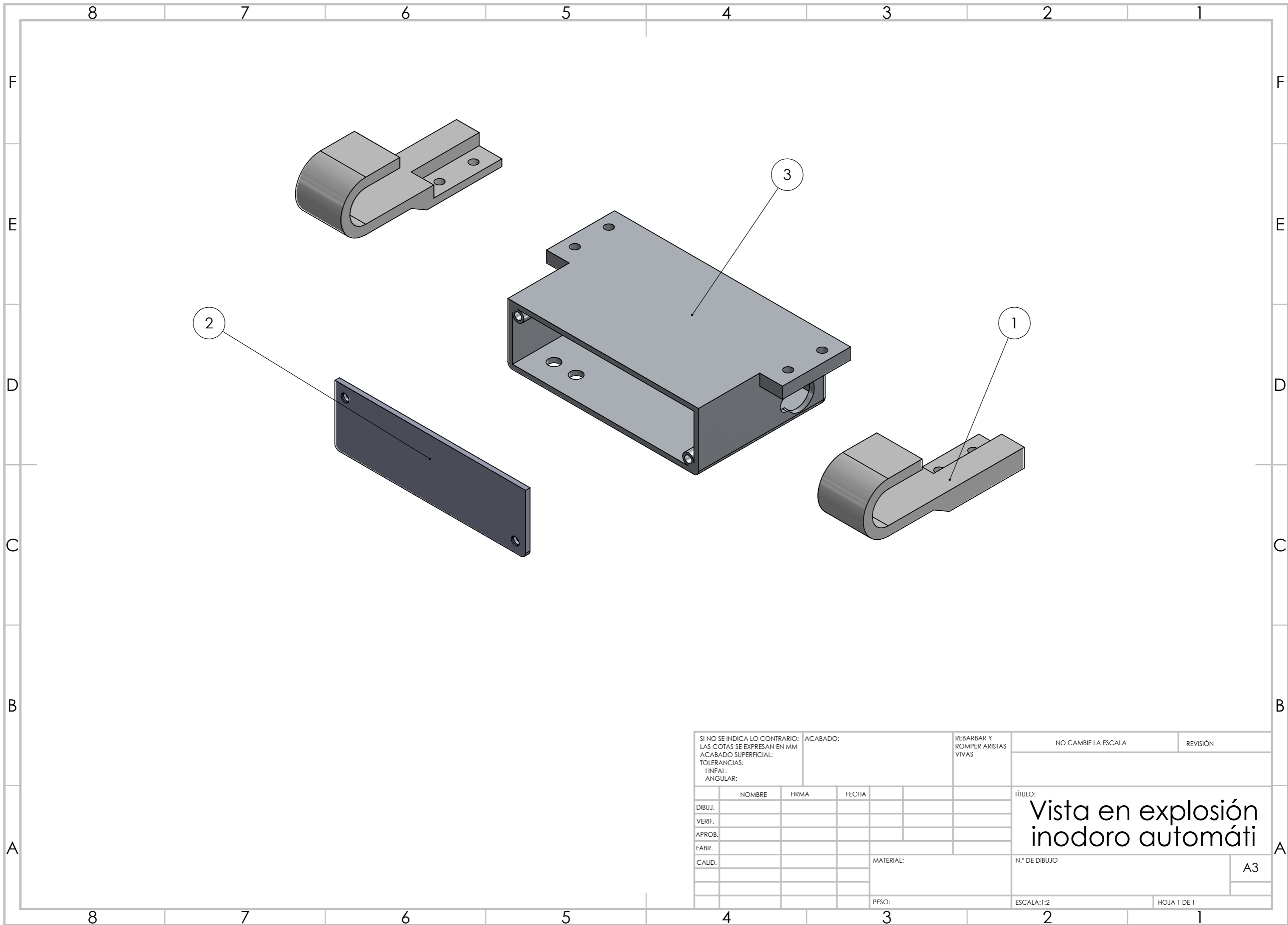
A

A

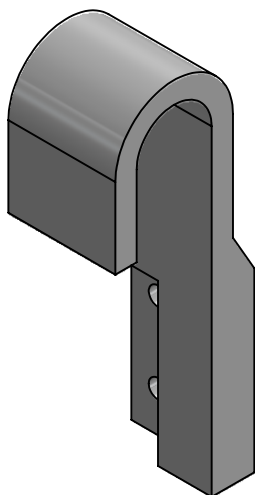
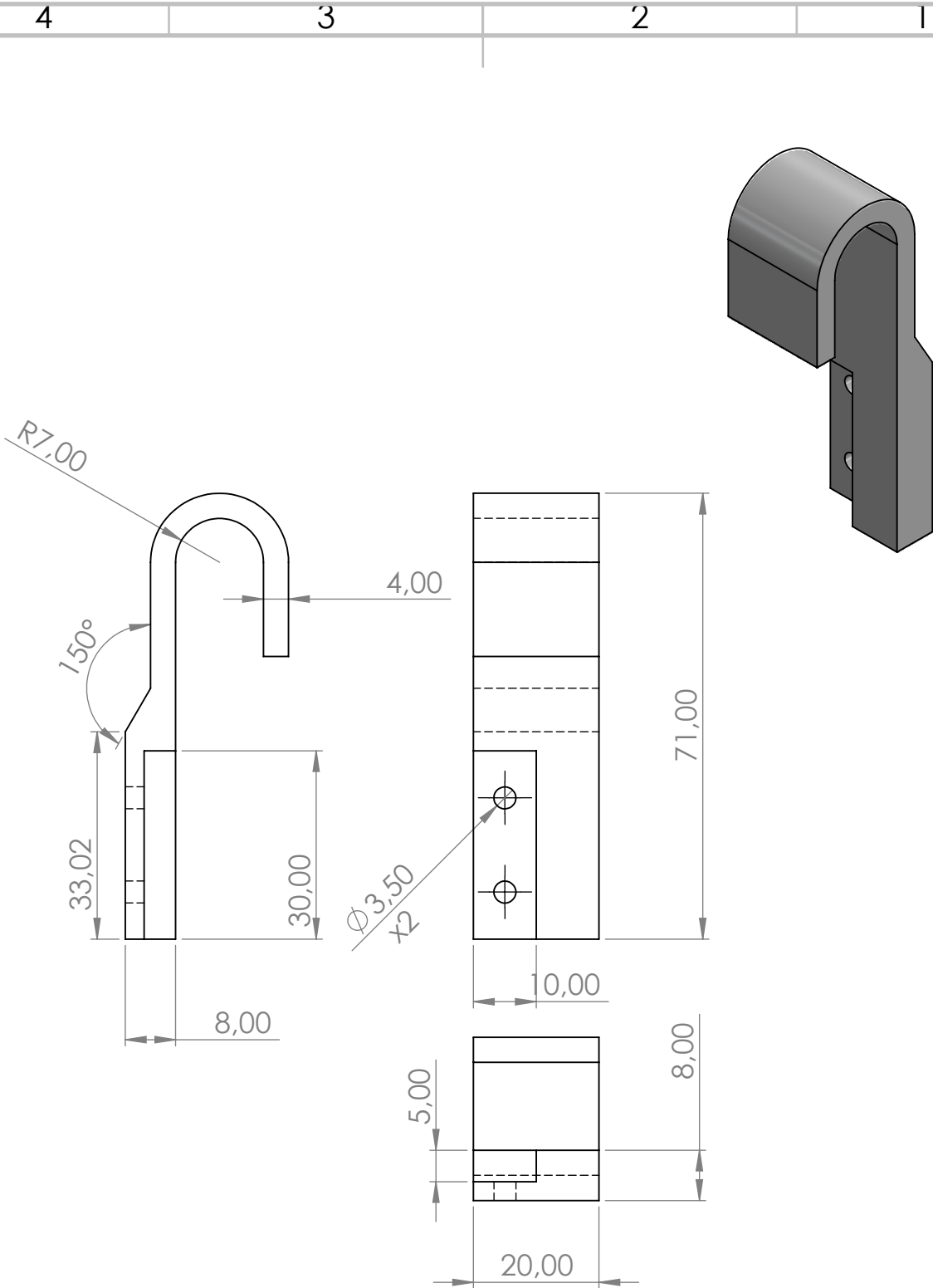


N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	Brazos de sujeción	PLÁSTICO PLA BLANCO	2
2	Tapa de la caja	PLÁSTICO PLA BLANCO	1
3	Caja Protectora	PLÁSTICO PLA BLANCO	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO: Conjunto Automático Ino.		
DIBUJ.			N.º DE DIBUJO		
VERIF.			A3		
APROB.			ESCALA:1:1		
FABR.			HOJA 1 DE 1		
CALID.			PESO:		



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
						TÍTULO: Vista en explosión inodoro automáti					
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA		N.º DE DIBUJO			
VERIF.								A3			
APROB.								ESCALA:1:2			
FABR.								HOJA 1 DE 1			
CALID.						MATERIAL:		PESO:			



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
<table border="1"> <tr> <td>NOMBRE</td> <td>FIRMA</td> <td>FECHA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA		DIBUJ.				VERIF.				APROB.				FABR.				CALID.				TÍTULO: <h1>Brazos de sujeción</h1>		N.º DE DIBUJO
NOMBRE	FIRMA	FECHA																												
DIBUJ.																														
VERIF.																														
APROB.																														
FABR.																														
CALID.																														
MATERIAL:				ESCALA:1:2		A4																								
PESO:				HOJA 1 DE 1																										

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

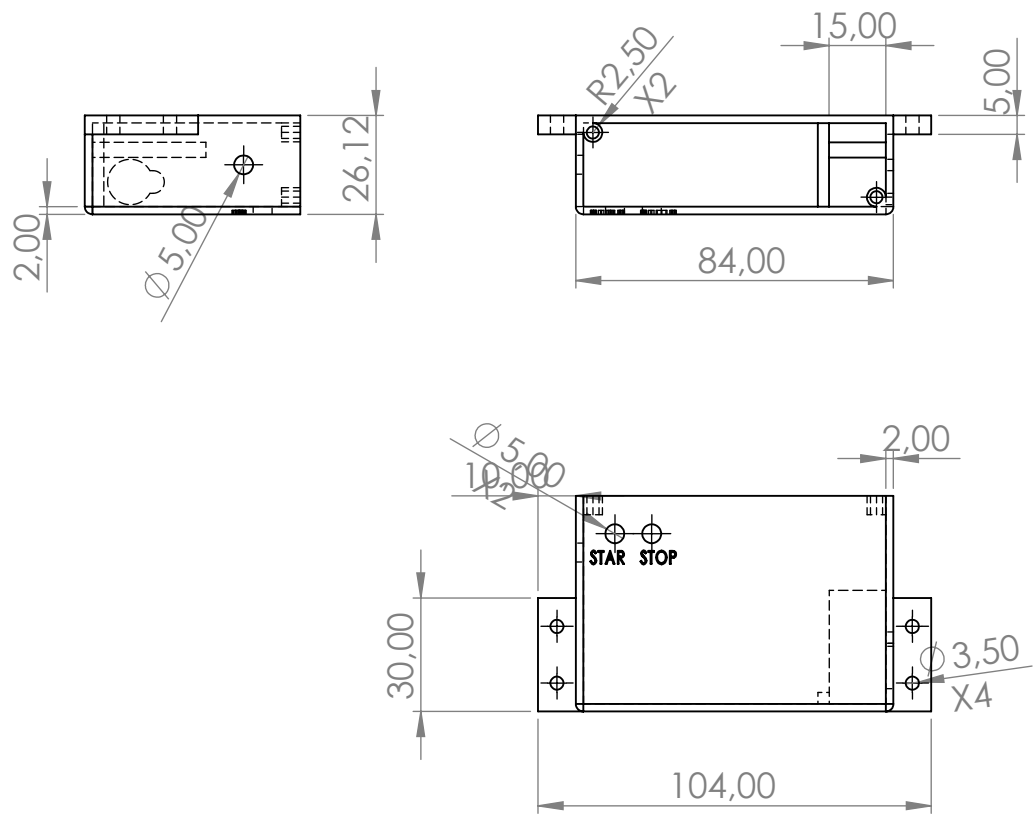
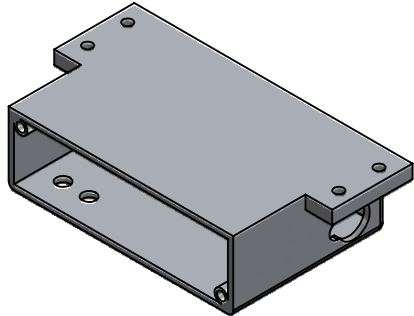
C

B

B

A

A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:
Caja protectora

N.º DE DIBUJO

ESCALA:1:1

HOJA 1 DE 1

A4

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

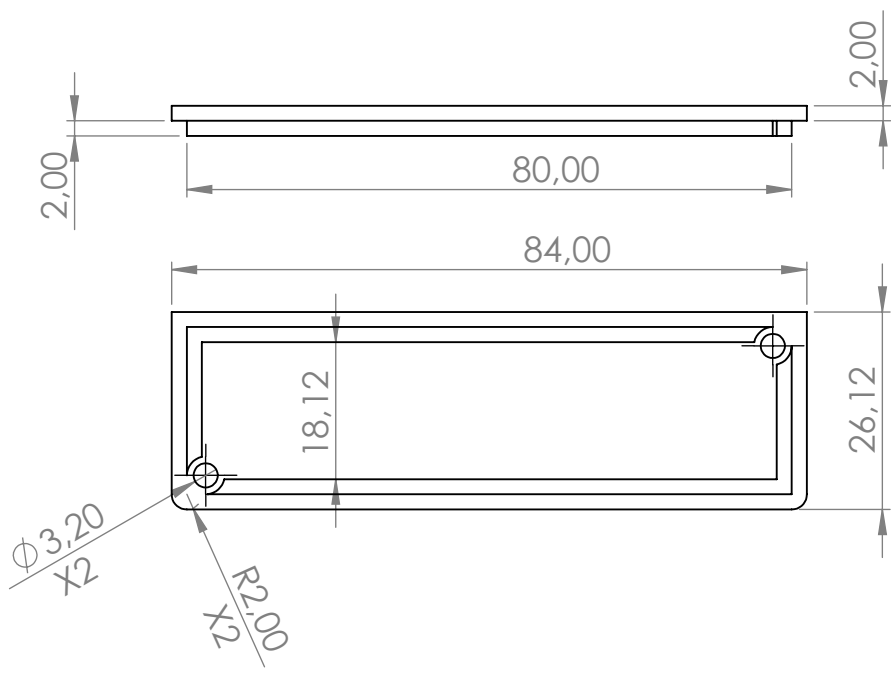
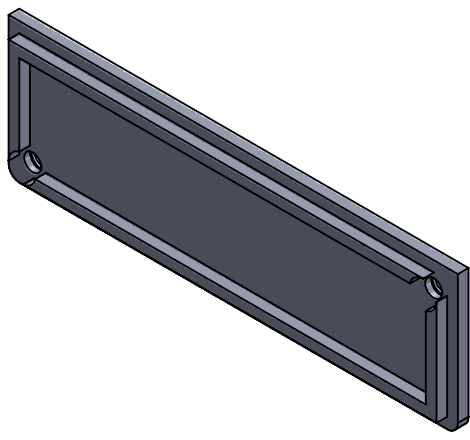
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 TOLERANCIAS:
 LINEAL:
 ANGULAR:

ACABADO:

 REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.				
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.				

TÍTULO:
Tapa de la caja

N.º DE DIBUJO

ESCALA:1:1

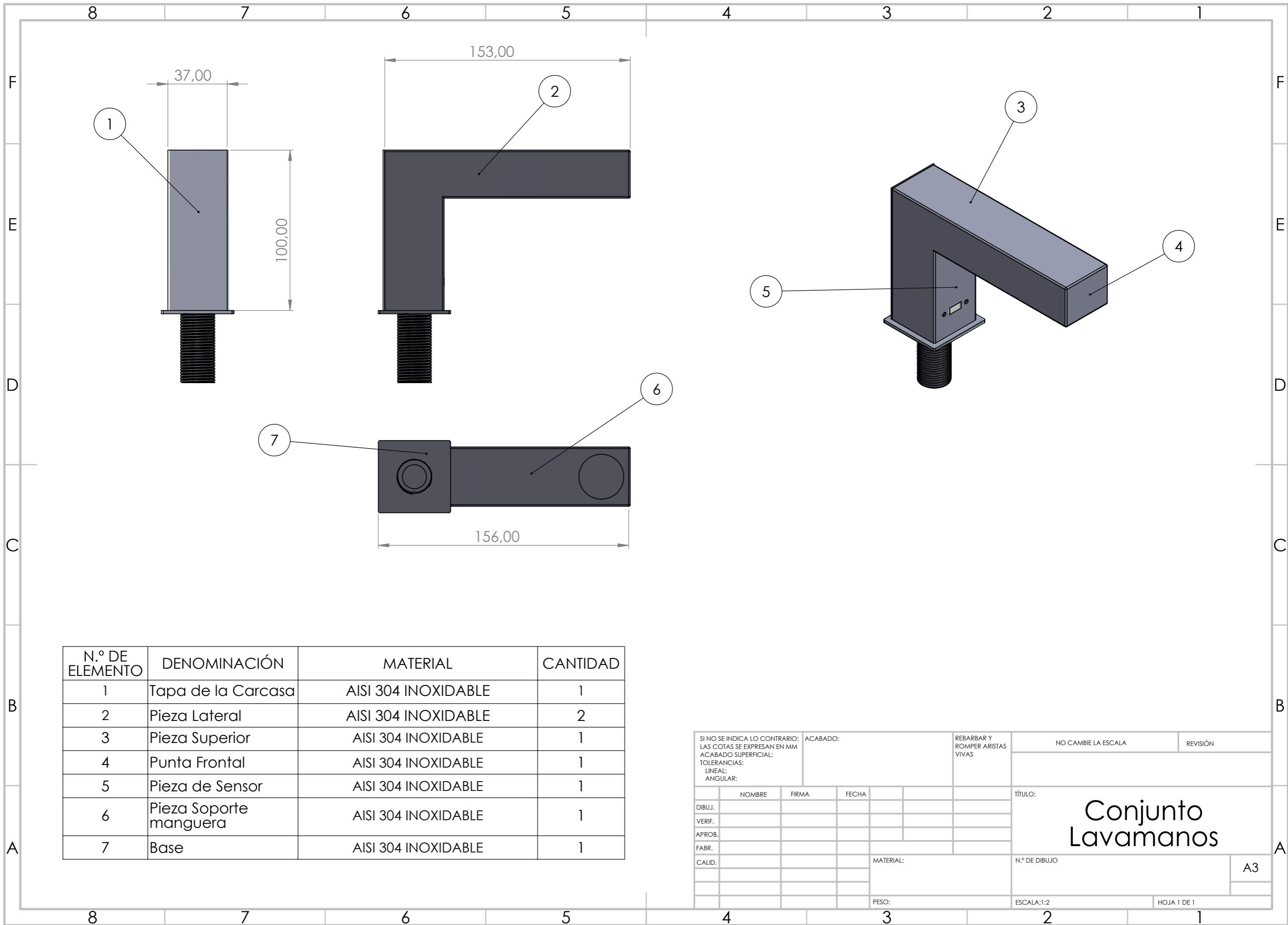
HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

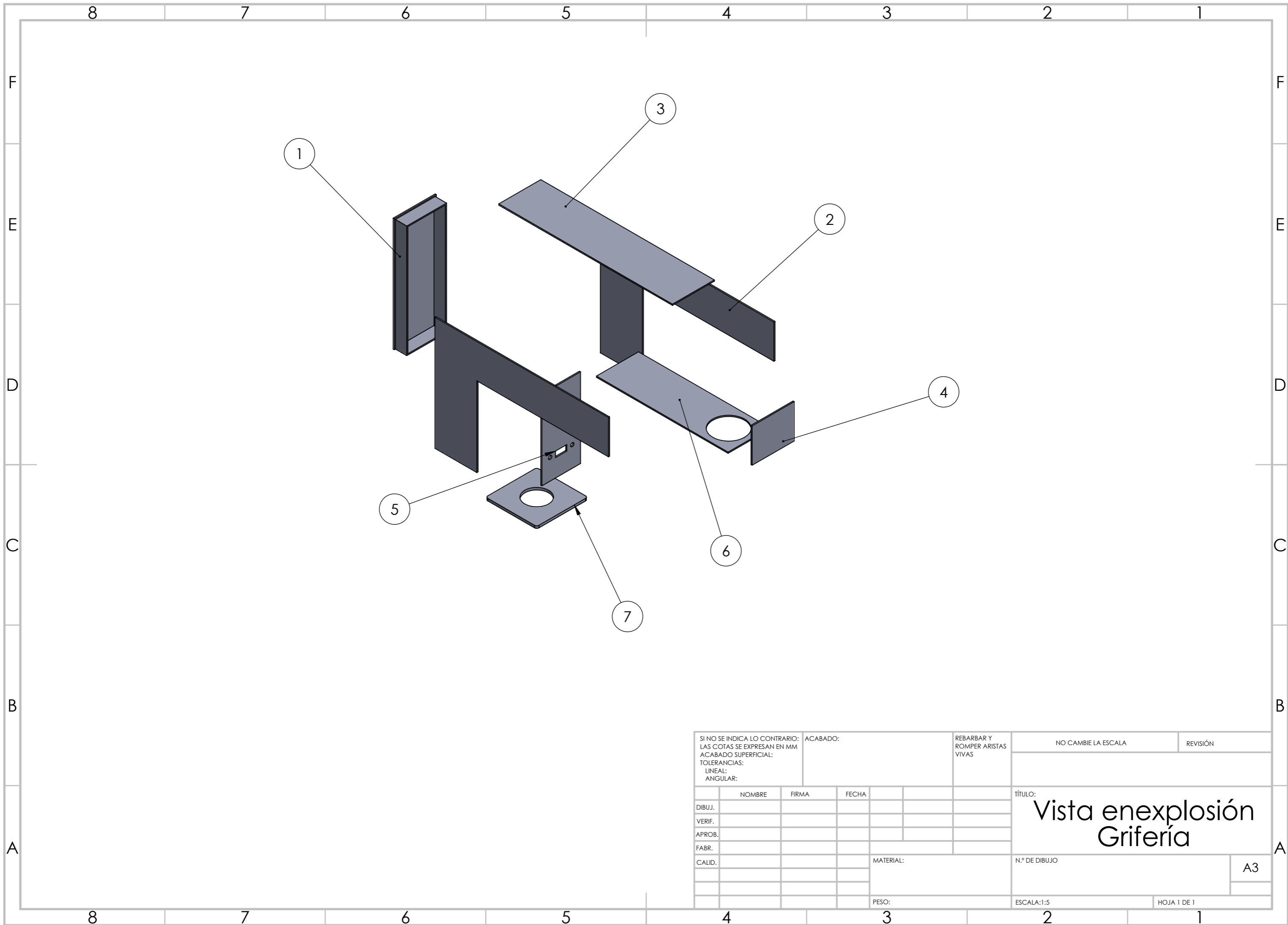
A

A4

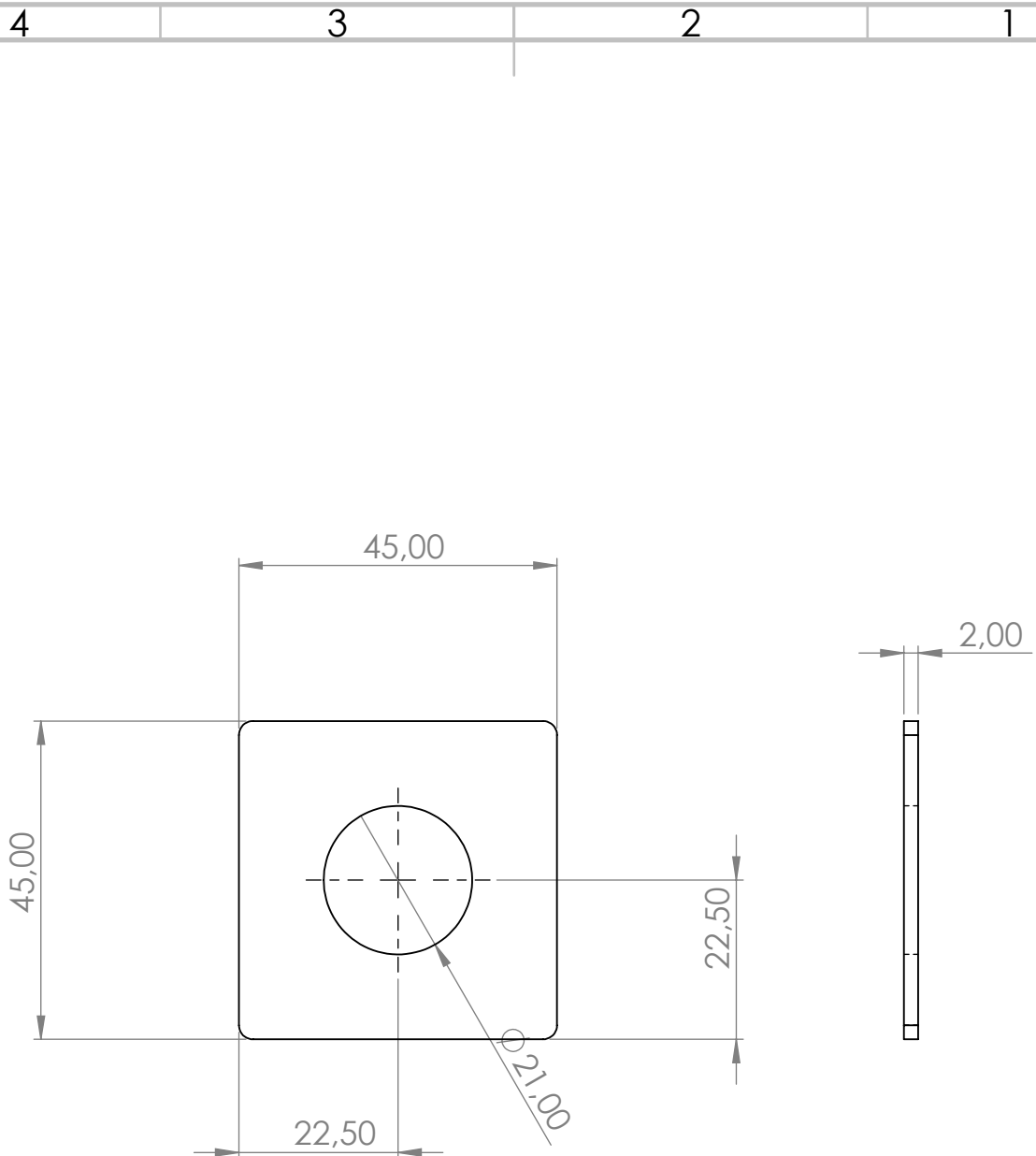


N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	Tapa de la Carcasa	AISI 304 INOXIDABLE	1
2	Pieza Lateral	AISI 304 INOXIDABLE	2
3	Pieza Superior	AISI 304 INOXIDABLE	1
4	Punta Frontal	AISI 304 INOXIDABLE	1
5	Pieza de Sensor	AISI 304 INOXIDABLE	1
6	Pieza Soporte manguera	AISI 304 INOXIDABLE	1
7	Base	AISI 304 INOXIDABLE	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO: Conjunto Lavamanos	
VERIF.				N.º DE DIBUJO	
APROB.				A3	
FABR.				ESCALA:1:2	
CALID.				HOJA 1 DE 1	
			PESO:		



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
						TÍTULO: Vista en explosión Grifería					
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA		N.º DE DIBUJO			
VERIF.								A3			
APROB.								ESCALA:1:5			
FABR.								HOJA 1 DE 1			
CALID.								PESO:			



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO: <h1>Base</h1>			
DIBUJ.		VERIF.		APROB.		FABR.		CALID.	
MATERIAL:				N.º DE DIBUJO				A4	
PESO:				ESCALA:2:1				HOJA 1 DE 1	

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

4 3 2 1

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

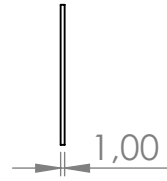
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 TOLERANCIAS:
 LINEAL:
 ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.					
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					

TÍTULO:
Pieza Superior

N.º DE DIBUJO

ESCALA:1:2

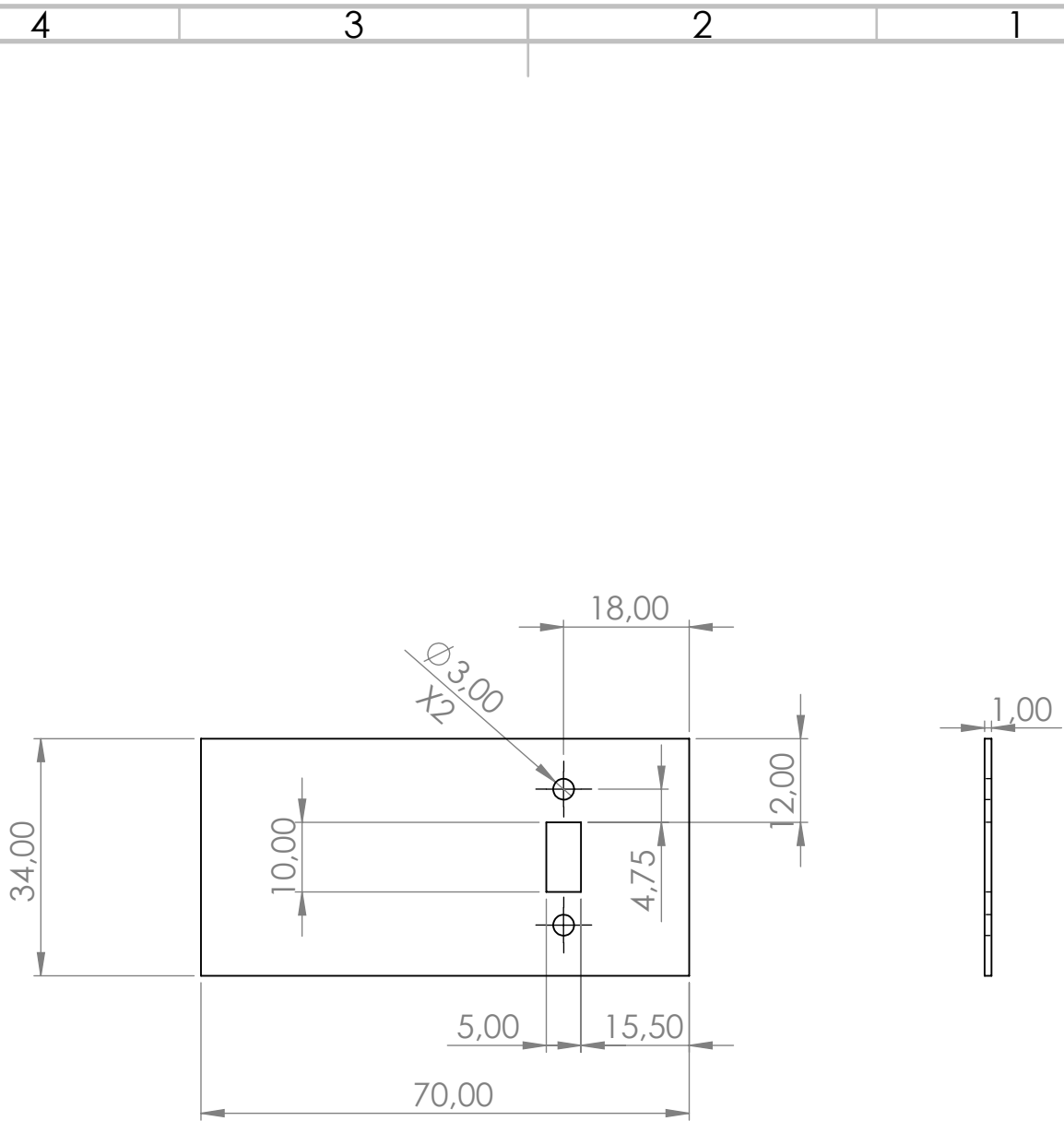
HOJA 1 DE 1

A4

4 3 2 1

A

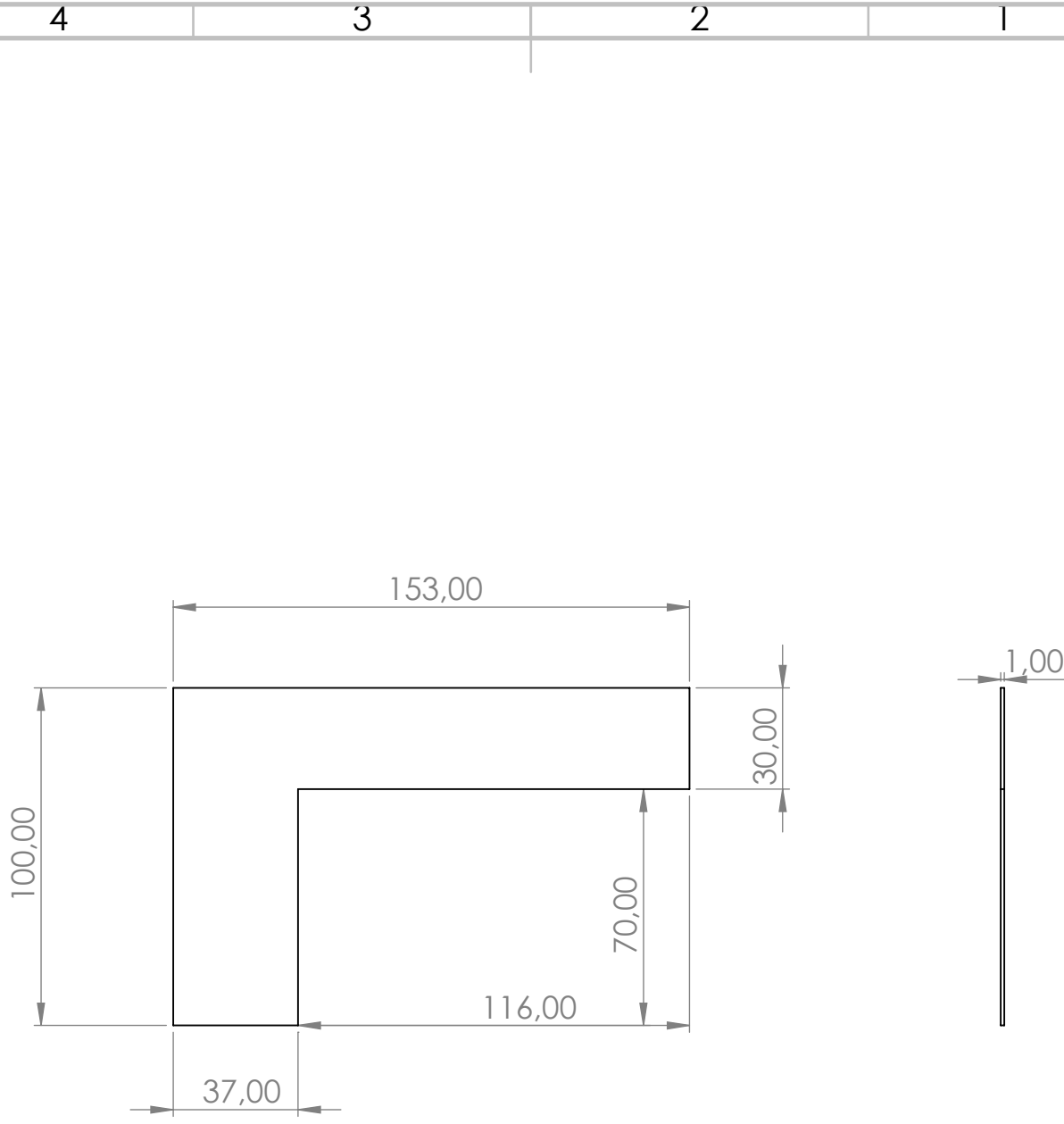
A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:	Piezadesensor	
N.º DE DIBUJO		A4
PESO:	ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1



F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.					
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					

TÍTULO:
Piezalateral

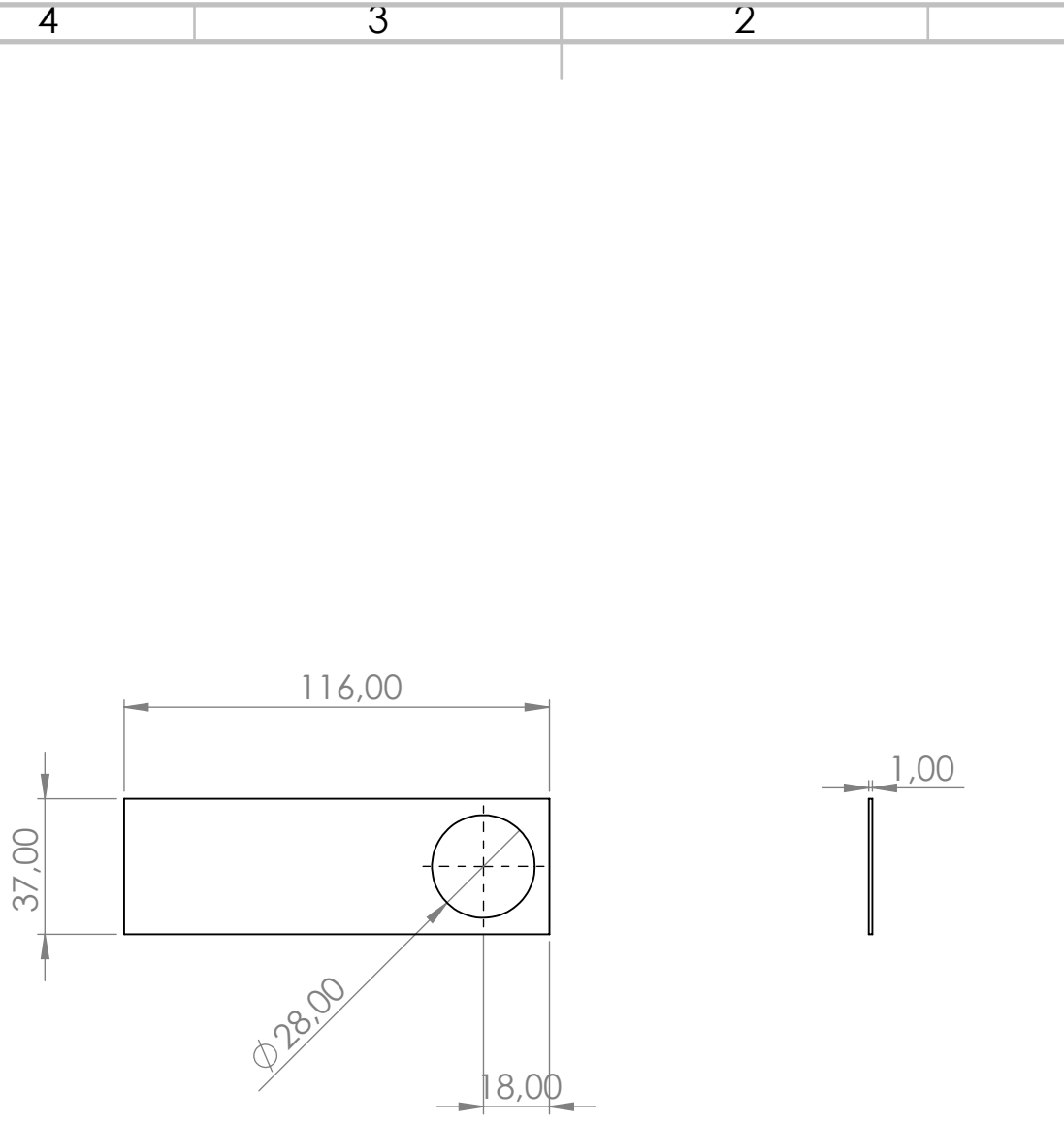
N.º DE DIBUJO

ESCALA:1:2

HOJA 1 DE 1

A4

4 3 2 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA																															TÍTULO: Piezasoportemanguera		
NOMBRE	FIRMA	FECHA																																				
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO		A4																																	
PESO:			ESCALA:1:2		HOJA 1 DE 1																																	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

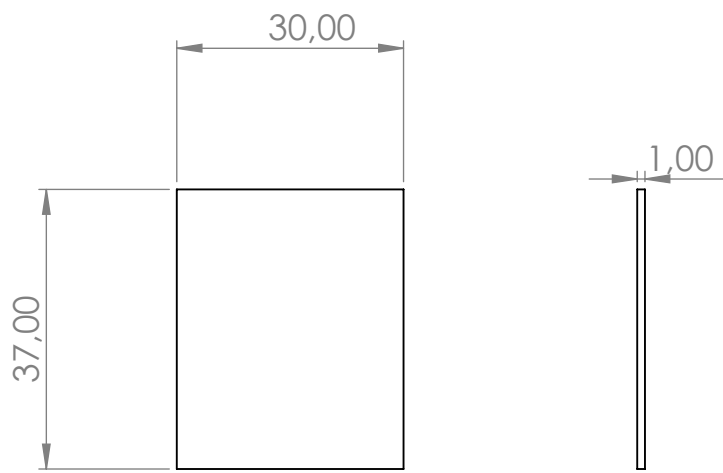
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:	<h1>Puntafrontal</h1>
N.º DE DIBUJO	
MATERIAL:	A4
PESO:	ESCALA:1:2
	HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

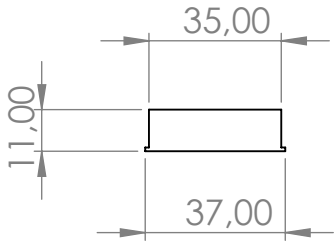
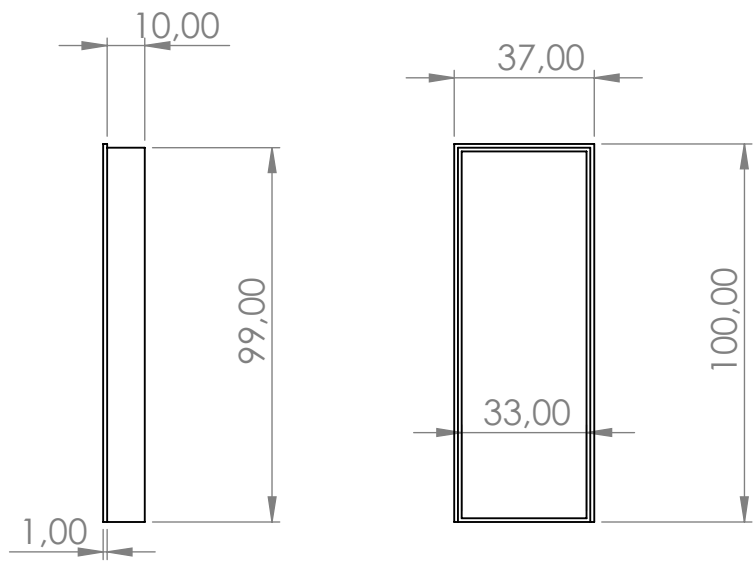
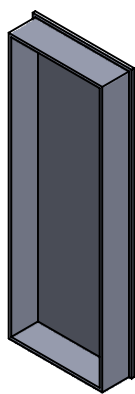
C

B

B

A

A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 TOLERANCIAS:
 LINEAL:
 ANGULAR:

ACABADO:

 REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:
Tapadela carcasa

N.º DE DIBUJO

ESCALA: 1:1

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

F

E

D

C

B

A

27,00

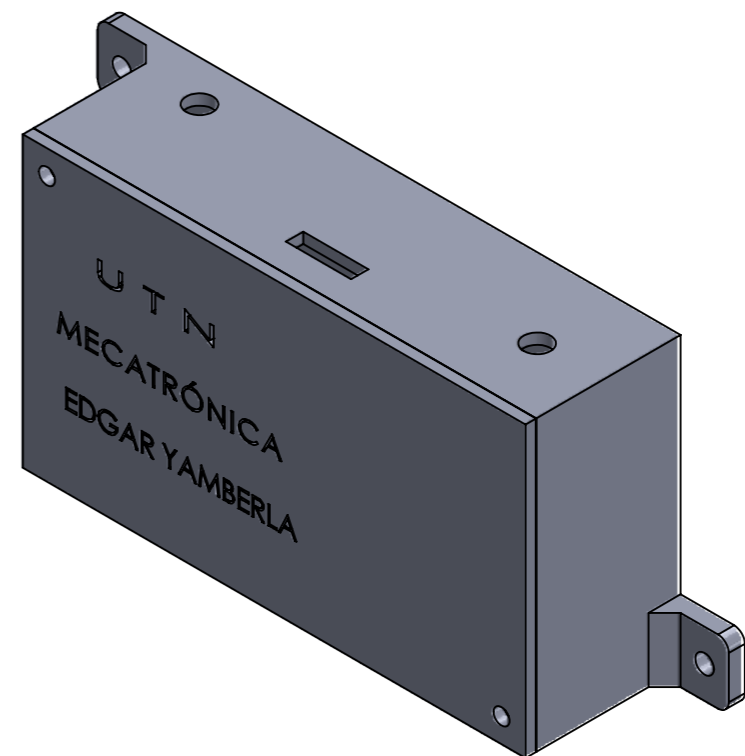
118,00

54,00

1

2

3



N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	Caja Protectora	PLÁSTICO PLA	1
2	Tapa de protección	PLÁSTICO PLA	1
3	Aletas de Soporte	PLÁSTICO PLA	2

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO: Conjunto automático Lava.		
VERIF.				N.º DE DIBUJO		
APROB.				A3		
FABR.				ESCALA:1:1		
CALID.				HOJA 1 DE 1		
				PESO:		

8 7 6 5 4 3 2 1

F

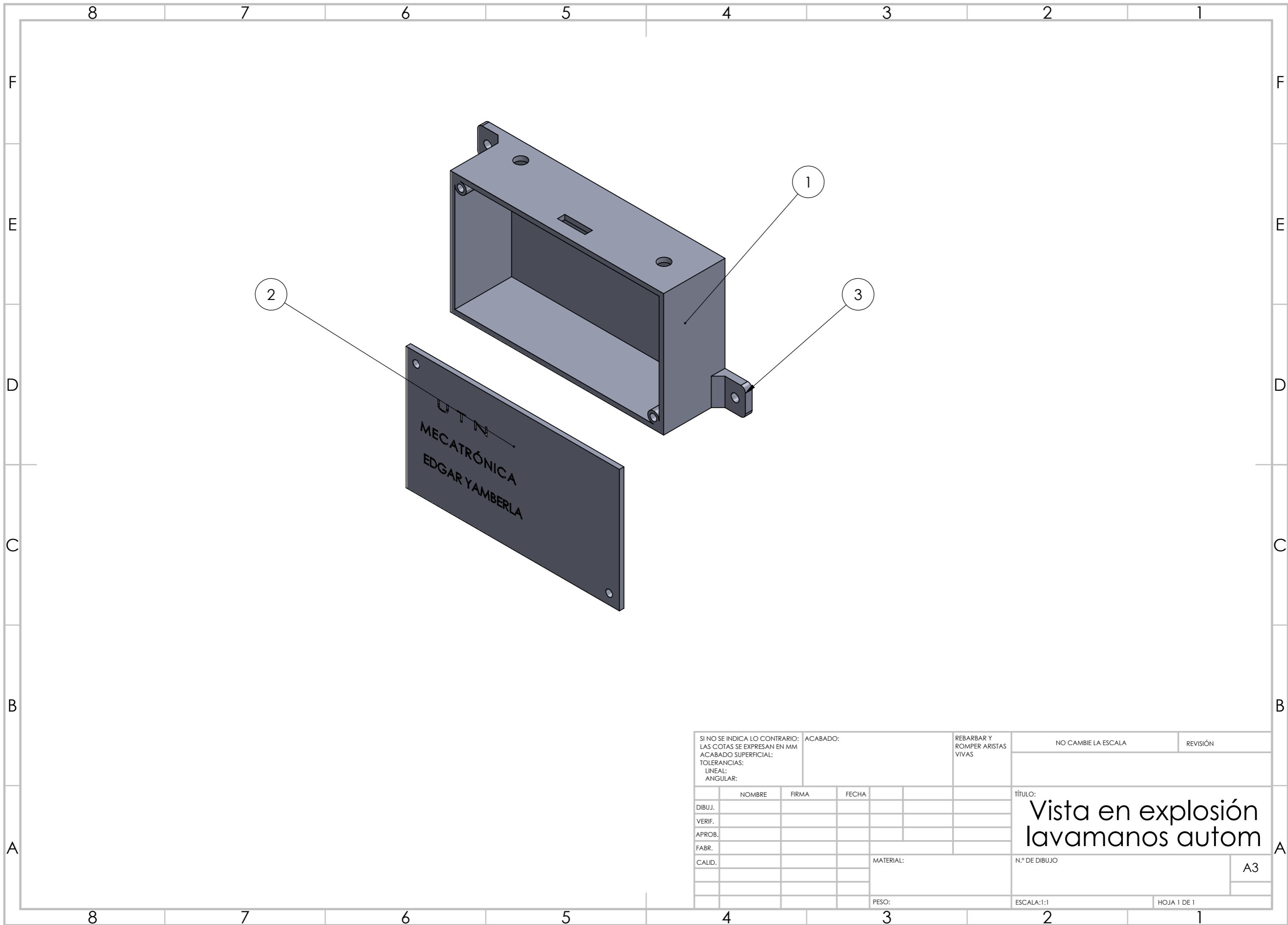
E

D

C

B

A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
DIBUJ.			NOMBRE			FIRMA		FECHA		TÍTULO:	
VERIF.										Vista en explosión lavamanos autom	
APROB.										N.º DE DIBUJO	
FABR.										A3	
CALID.										ESCALA:1:1	
								PESO:		HOJA 1 DE 1	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

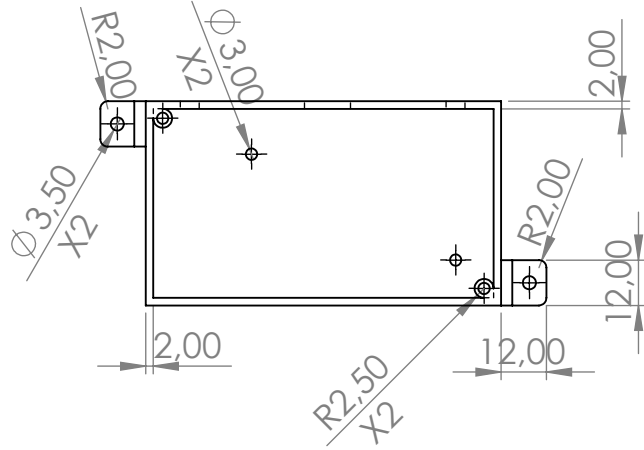
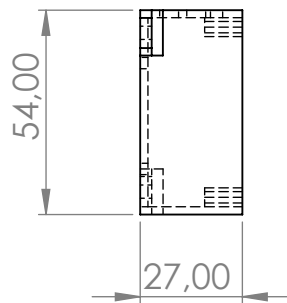
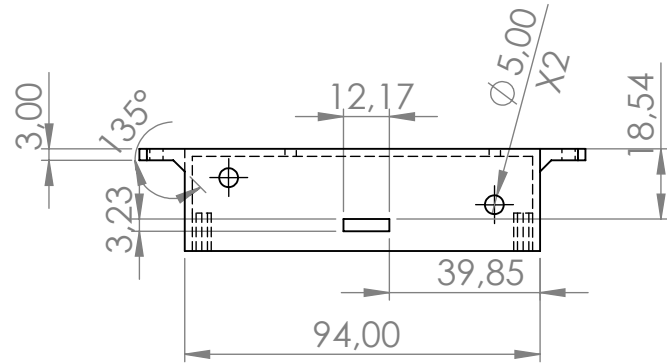
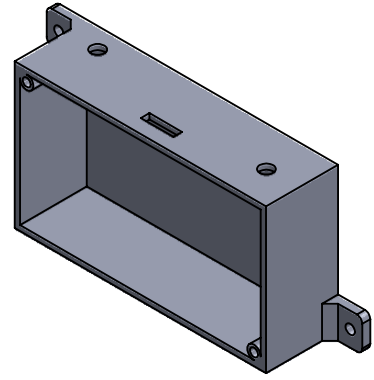
C

B

B

A

A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 TOLERANCIAS:
 LINEAL:
 ANGULAR:

ACABADO:

 REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:
Caja protectoraaa

N.º DE DIBUJO

ESCALA:1:1

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

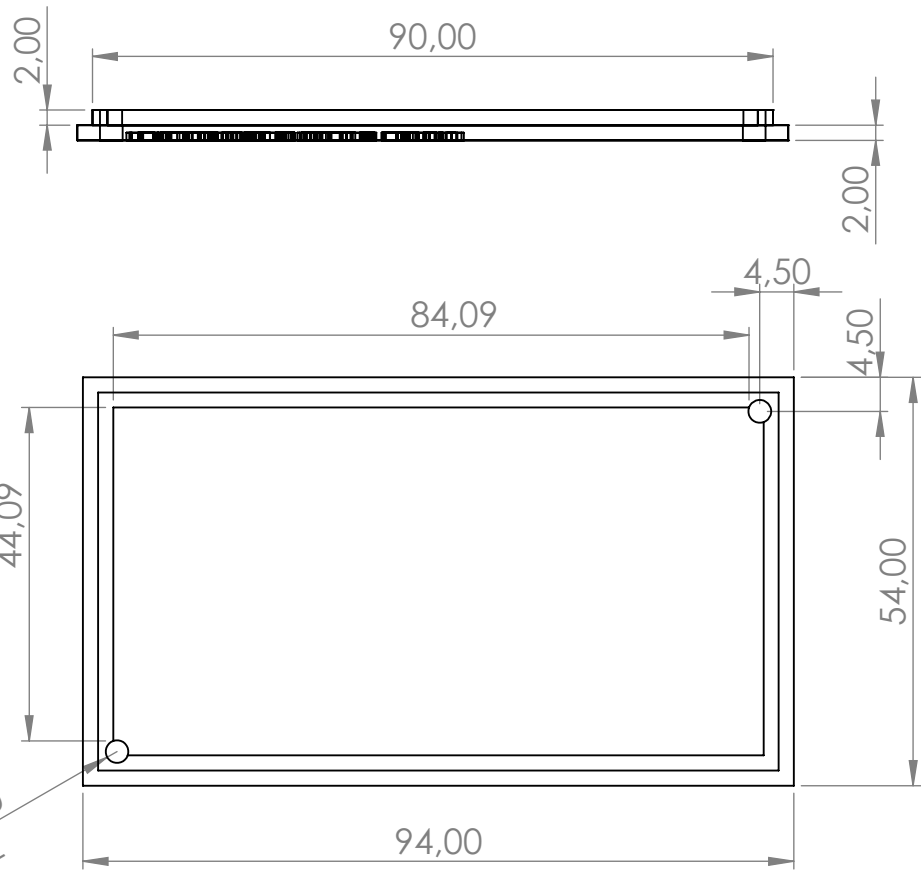
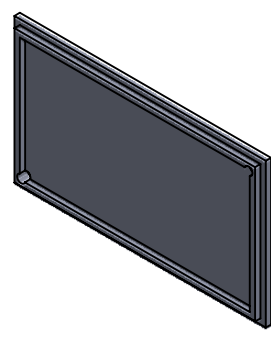
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO: Tapa de protección
N.º DE DIBUJO
A4
PESO:
ESCALA:2:1
HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

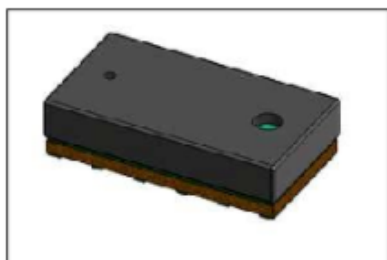
A

A



World smallest Time-of-Flight ranging and gesture detection sensor

Datasheet - production data



Features

- Fully integrated miniature module
 - 940nm Laser VCSEL
 - VCSEL driver
 - Ranging sensor with advanced embedded micro controller
 - 4.4 x 2.4 x 1.0mm
- Fast, accurate distance ranging
 - Measures absolute range up to 2m
 - Reported range is independent of the target reflectance
 - Operates in high infrared ambient light levels
 - Advanced embedded optical cross-talk compensation to simplify cover glass selection
- Eye safe
 - Class 1 laser device compliant with latest standard IEC 60825-1:2014 - 3rd edition
- Easy integration
 - Single reflowable component
 - No additional optics
 - Single power supply

Applications

- User detection for Personal Computers/ Laptops/Tablets and IoT (Energy saving).
- Robotics (obstacle detection).
- White goods (hand detection in automatic faucets, soap dispensers etc...)
- 1D gesture recognition.
- Laser assisted Auto-Focus. Enhances and speeds-up camera AF system performance, especially in difficult scenes (low light levels, low contrast) or fast moving video mode.

Description

The VL53L0X is a new generation Time-of-Flight (ToF) laser-ranging module housed in the smallest package on the market today, providing accurate distance measurement whatever the target reflectances unlike conventional technologies. It can measure absolute distances up to 2m, setting a new benchmark in ranging performance levels, opening the door to various new applications.

The VL53L0X integrates a leading-edge SPAD array (Single Photon Avalanche Diodes) and embeds ST's second generation FlightSense™ patented technology.

The VL53L0X's 940nm VCSEL emitter (Vertical Cavity Surface-Emitting Laser), is totally invisible to the human eye, coupled with internal physical infrared filters, it enables longer ranging distance, higher immunity to ambient light and better robustness to cover-glass optical cross-talk.

E18-D80NK Datasheet

Proximity Sensor/Switch

Proximity Sensor/Switch E18-D80NK



Description

A very cheap, easy to assemble, easy to use Infrared sensor with a long detection distance and has less interference by visible light. The implementations of modulated IR signal immune the sensor to the interferences caused by the normal light of a light bulb or the sun light. This sensor has a screwdriver adjustment to set the appropriate detected distance to make it useful in many applications, and then gives a digital output when it senses something within that

range. This sensor does not measure a distance value. It can be used for collision avoidance robot and machine automation. The sensor provides a non-contact detection.

Specifications

- Input voltage : +5V DC
- Current consumption : > 25mA (min) ~ 100mA (max)
- Dimension : 1.7cm (diameter) x 4.5cm (length)
- Cable length : 45cm
- Detection of objects : transparent or opaque
- Diffuse reflective type
- Sensing range : 3cm to 80cm (depends on obstacle surface)
- NPN output (normally high)
- Environment temperature : -25 °C ~ 55 °C

Pin Configuration

- Red wire : +5V
- Green wire : GND
- Yellow wire : DIGITAL OUTPUT

Features

- High Performance, Low Power AVR 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (ATmega48P/88P/168P/328P)
 - 256/512/512/1K Bytes EEPROM (ATmega48P/88P/168P/328P)
 - 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM (ATmega48P/88P/168P/328P)
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
 - Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I²C compatible)
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby.



8-bit **AVR**[®]
Microcontroller
 with 4/8/16/32K
 Bytes In-System
 Programmable
 Flash

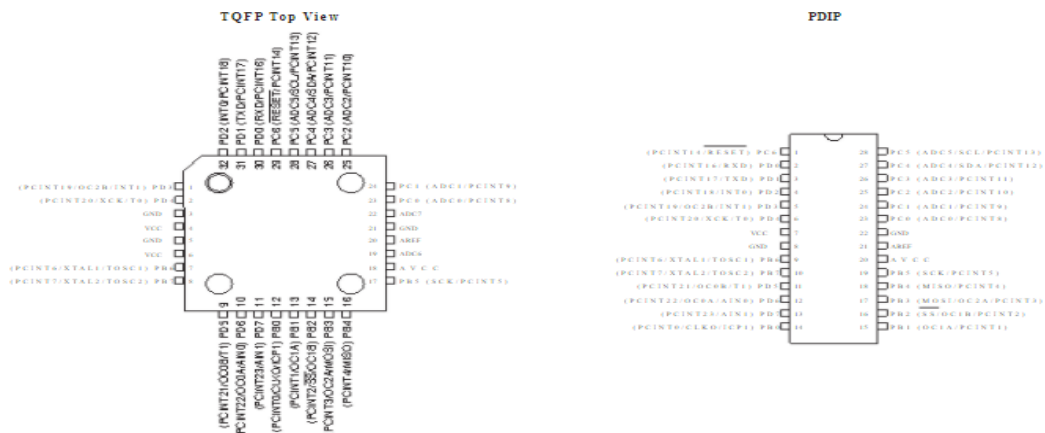
ATmega48P/V
 ATmega88P/V
 ATmega168P/V
 ATmega328P

Preliminary



1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48P/88P/168P/328P





Gobierno del Encuentro | Juntos lo logramos

UNIDAD EDUCATIVA "GABRIELA MISTRAL"
Otavalo - Ecuador

CERTIFICADO

QUE: el señor YAMBERLA MORAN EDGAR RAMIRO de cédula de identidad 1003865720 Estudiante de la Universidad Técnica del Norte, asiste a la unidad educativa "Gabriela Mistral" con fecha 30 de septiembre del 2021.

QUE: el mencionado señor cumplió con la actividad *Automatización de las piezas sanitarias como el inodoro y lavamanos.*

Es todo cuanto puedo mencionar en honor a la verdad.

Atentamente,

MSc FAUSTO Anrango Yacelga
VICERRECTOR ENCARGADO

