

DISEÑO DE CABEZALES INTERCAMBIABLES ADAPTABLES A MÁQUINAS  
UNIVERSALES PARA MEDIR Y COMPROBAR CON BASE EN PROPIEDADES  
MECÁNICAS LA CALIDAD DEL MATERIAL Y USO DEL OBJETO PARA EL  
DESARROLLO DE PROTOTIPOS EN LA PRÁCTICA KASSANI

**DAVID TORRENEGRA**

Trabajo de grado para optar al título de Diseñador Industrial

Profesores

PHD. D.I. DIANA ZORAIDA CASTEBLANCO CAICEDO

MSc. D.I JOHANNA MARITZA VELANDIA QUIROGA

MSc. D.I. SERGIO ANDRÉS ORTIZ RINCON

PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL

FACULTAD DE ARTES Y DISEÑO

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

BOGOTÁ D.C 2025



## *Agradecimientos*

Le doy gracias a mi mamá por todo lo que ha hecho por mí; sin ella no habría llegado hasta acá. También le doy gracias a la profesora Johanna Velandia, la mejor profesora y líder innata de la Universidad, sin ella no habría sido lo mismo. Al igual le doy gracias a los Ingenieros Mecánicos Diego Romero y Juan Marcos Heredia por guiarme y ayudarme en mi proceso. Esto es la prueba fehaciente que los diseñadores industriales y los ingenieros mecánicos podemos complementarnos muy bien y hacer grandes cosas.  
Muchas gracias a todos

# Contenido

INTRODUCCIÓN (práctica).....	7
Introducción a la empresa .....	7
1.  DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL.....	8
Sector económico al que pertenece la empresa.....	8
Contexto empresarial - Caracterización del sector.....	8
Cambios históricos.....	9
Tipos de productos .....	10
Clientes .....	11
Usuarios .....	12
Competencia .....	13
Ecosistema-Áreas de la empresa.....	16
Prospectiva de la empresa.....	19
Modelos de aprendizaje y herramientas.....	20
2.  DIAGNÓSTICO DE LA PRÁCTICA .....	21
Enfoque de diseño en la empresa y área a la que pertenece.....	21
Funciones del diseñador y áreas relacionadas con la práctica .....	22
Escenarios y estrategias de diseño relacionados con la práctica de la empresa.....	23
Conocimientos y habilidades que tiene el rol del diseñador como valor diferencial en el campo de acción en la empresa .....	23
Habilidades y conocimientos necesarios en la práctica .....	24
3.  DIAGNÓSTICO FORMATIVO .....	25
Análisis del plan de estudios.....	25
Metodologías aprendidas que aplico a los procesos de diseño usados en la empresa .....	27
Procesos y herramientas aprendidas dentro de la formación que aportan conocimiento a la práctica....	28
Vacíos de conocimiento y de competencias identificadas en la práctica y estrategias de resolución .....	28
Competencias de aprendizaje obtenidas durante la carrera.....	29
Aplicación de estas competencias de aprendizaje en la práctica .....	30
4.  ESCENARIO DE PROYECTO.....	31
Identificación de oportunidad y problemática .....	31
En que afecta a la empresa ese problema.....	32
Áreas vinculadas con la oportunidad identificada .....	33

Fundamentación del escenario temático identificado .....	34
Indicadores de afectación del escenario sugerido .....	38
Objetivos del proyecto .....	41
Desarrollo de la propuesta .....	43
Propuesta final .....	49
Comprobaciones e indicadores .....	54
Bibliografía .....	62

## Tabla de figuras

Figura 1	Salón de clases, distribuidos.....	10
Figura 2	Showroom Kassani Peru .....	11
Figura 3	Salon de clases, Medellin .....	12
Figura 4	Flujograma dirección de operaciones .....	15
Figura 5	Bandejas inyectadas en plastico para pupitre TOY.....	15
Figura 6	Inyectora de plastico, Planta de producción GR.....	16
Figura 7	Flujograma de dirección administrativa y financiera .....	17
Figura 8	flujograma de dirección de mercadeo.....	18
Figura 9	Flujograma dirección comercial .....	18
Figura 10	Ecosistema completo con las direcciones constituidas en la empresa .....	19
Figura 11	Tabla de proyectos de investigación.....	29
Figura 12	Tabla de proyectos Kassani.....	30
Figura 13	Tabla de categorías de análisis .....	31
Figura 14	Ecosistema escenario de proyecto .....	33
Figura 15	Prueba con cabezales de flexión. Tomado de Aponte Amado & Orjuela Bernal (2024, p. 86). .	37
Figura 16	Prueba con cabezales de compresión Tomado de Aponte Amado & Orjuela Bernal (2024, p. 61 y 82). .....	37
Figura 17	Análisis de PQR's Silla Praxis .....	38
Figura 18	Análisis PQR's Silla T5.....	40
Figura 19	Determinantes iniciales V.1 .....	41
Figura 20	Determinantes iniciales V.2 .....	42
Figura 21	Máquina de ensayos universal (piezas externas) .....	43
Figura 22	Falla por estática en la silla Praxis .....	44
Figura 23	Falla por fatiga en la silla Musk .....	45
Figura 24	Primeras propuestas de máquinas de ensayos universales/cabezales .....	46
Figura 25	Continuación de propuestas de máquinas de ensayos universales/cabezales .....	47
Figura 26	Iteración de propuestas de máquinas de ensayos universales/cabezales .....	48
Figura 27	Propuesta final CHECKTOOL.....	49
Figura 28	Propuesta final CHECKTOOL, cabezales V.1.....	50
Figura 29	Prototipo a escala CHECKTOOL .....	51
Figura 30	Distintos tipos de ensamble (accesorios) para cabezales / instron.com.....	52
Figura 31	Propuesta final CHECKTOOL, cabezales V.2 carcasa .....	53
Figura 32	Maquina universal de ensayos, Facultad de ingeniería, Universidad Jorge Tadeo Lozano .....	53
Figura 33	Propuesta final CHECKTOOL, cabezales V.2 base .....	54
Figura 34	Cabezales carcasa versión 1 y 2 CHECKTOOL.....	55
Figura 35	Cabezales carcasa puestos en máquina de ensayos universal .....	56
Figura 36	Vista completa.....	56
Figura 37	Prueba de compresión en simulación de fuerzas.....	57
Figura 38	Prueba de compresión en simulación de fuerzas segunda vista.....	57
Figura 39	Prueba de flexión en simulación de fuerzas.....	58
Figura 40	Prueba de flexión en simulación de fuerzas segunda vista.....	58

Figura 41 Prueba de torción en simulación de fuerzas .....	59
Figura 42 Mobility step mesa dirección (Mayor número de PQR's) .....	61

## INTRODUCCIÓN (práctica)

Este documento es el resultado de la primera experiencia profesional de mi carrera, en los 6 meses que ejercí como practicante de diseño en la empresa Kassani. Estando allí, aprendí que su cadena de producción de mobiliario está compuesta por 4 eslabones:

1. El área de desarrollo, encargada del diseño de producto, desarrollo de prototipos y control de calidad.
2. El área de mercadeo, encargada del marketing, la publicidad y el lanzamiento de producto.
3. El área comercial es la división encargada de tener contacto directo con el cliente.
4. El área administrativa, encargada del manejo de las finanzas de la empresa.

Como testigo del funcionamiento diario de la empresa, noté algunas curiosidades en los listados de peticiones, quejas y reclamaciones que me llamaron la atención. En primer lugar, noté que Kassani tiene un volumen de reclamaciones algo alto con relación al número de órdenes que maneja. En segundo lugar, también descubrí que hay un pequeño número de productos, sumado a una lista de daños específicos que figuran con alta frecuencia en estas reclamaciones.

Este descubrimiento me llevó a analizar con detenimiento los eslabones de producción de la empresa para encontrar las causas y las soluciones al problema. Mi especulación inicial era creer que la falencia podría estar presente en uno de dos momentos específicos en la fase de prototipado, en específico, en el momento de la retroalimentación del diseño o en la fase de control de calidad final del producto.

El objetivo de este documento es identificar exactamente cuál es el punto crítico y de acuerdo a eso desarrollar una herramienta especializada para solucionar el problema.

En los capítulos siguientes, se presenta un análisis detallado de los datos recopilados durante la práctica profesional, con el fin de identificar patrones y posibles puntos críticos dentro del proceso productivo. A partir de este diagnóstico, presento la propuesta de diseño de una herramienta especializada. Finalmente, se evaluó el impacto potencial de esta solución sobre la cadena de producción de Kassani.

### Introducción a la empresa

Kassani es una empresa dedicada al diseño de mobiliario, brindando diferentes soluciones para la industria, logrando así adecuar espacios para cualquier necesidad. Esto significa tener una propuesta diferencial con el cliente, ofreciendo productos especializados en el ámbito educativo, corporativo y horeca.

Uno de sus mayores diferenciales de diseño es el desarrollo de soluciones en ambientes de aprendizaje, siendo el sector educativo uno de sus mayores fuertes. Se ha reconocido por su mobiliario e investigación (I+D) en varios proyectos.

## 1. DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL

Sector económico al que pertenece la empresa

Kassani es una empresa ubicada dentro del sector secundario, lo que significa que fabrica el mobiliario comenzando con la materia prima hasta tener el mueble finalizado (en algunos casos estando por partes) para su despacho. No se fabrican en grandes cantidades para guardar en bodega; se prefiere producir solo por proyecto con el fin de ser instalado en el lugar correspondiente. En este sector, lo primordial es el área de diseño y desarrollo donde se comienza el nuevo diseño de un producto o familia de productos, iniciando por el desarrollo de prototipos, pruebas y calidad. No está de más mencionar la subárea de diseño de especiales enfocada en la personalización teniendo en cuenta las especificaciones del cliente a partir de un diseño existente creado por el área de diseño de línea.

Como sector terciario, una vez que se fabrique el mobiliario, se instala en el lugar correspondiente, ya sea en salones de clase, oficinas y salas de juntas, lobbies, restaurantes, hoteles, etc. Esto quiere decir que la instalación también requiere amoblar y acondicionar todo un espacio acorde con lo que necesita el cliente. En Kassani, en la subárea de arquitectura y espacios, trabajan arquitectos y diseñadores para coordinar estos elementos.

En este sector se encuentra el área comercial encargada de distribuir e instalar el producto a varias regiones dentro o fuera del país. El primer contacto del cliente con Kassani es con el área comercial. Asimismo, se encuentra el área de mercadeo, la cual siempre tiene contacto con la publicidad y el mercadeo del producto hacia los clientes. Una pequeña muestra sería los showrooms dirigidos al público para brindar una mejor experiencia y muestra de todos los productos.

Para finalizar está el sector cuaternario, el cual abarca tecnología, investigación, diseño y nuevos e innovadores procesos de producción, los cuales se enseñan a través de capacitaciones en la Escuela I+D (Investigación + Diseño).

Contexto empresarial - Caracterización del sector

Kassani es una empresa fundada por el arquitecto Jorge Vergel, diseñó en 1985 su primera mesa de dibujo para arquitectura D-2. Gracias al diseño de esta mesa nació esta empresa como la conocemos hoy, ampliando el diseño de mobiliario para el sector corporativo, horeca y educativo, siendo una de las empresas más reconocidas en Colombia por su calidad y diferencial de marca.

## Cambios históricos

En 1988 se iniciaron las primeras líneas de productos y en los años posteriores se redireccionaron a un enfoque centrado en el mercado institucional. Esto generó un aumento en la investigación y el análisis dentro del sector educativo, abarcando aspectos como los modelos de aprendizaje y su evolución en las escuelas. Para llevar a cabo este proceso, se tuvo en cuenta la colaboración de diversos profesionales, educadores y sociólogos con amplia experiencia en el área, con el objetivo de crear entornos óptimos que se ajusten tanto a las necesidades de los docentes como a las de los estudiantes, sin distinción de edad, ya sean niños, adolescentes o adultos. En este contexto, se consideró esencial documentar todo este conocimiento en dos libros que servirán como apoyo y guía para futuros diseños. Dada la naturaleza dinámica y diversa de la educación en colegios y universidades, esta ha ido evolucionando y mejorando continuamente gracias a la trayectoria recorrida.

Esto continuó hasta que en el 2008 Kassani se certificó con la calidad ISO 9001 (Organización Internacional de Normalización., 2015), demostrando ser un gran competidor para otras empresas en el mercado, abarcando no solo el sector educativo sino también el sector corporativo y hotelero (horeca). Pisando fuerte en 2009, hubo un nuevo enfoque en el amoblamiento corporativo, abriendo la posibilidad de tener un equipo de arquitectura y espacios para conocer el espacio y saber realmente la mejor forma de amoblar con varios elementos. Con la visión de Jorge Vergel, en ese mismo año tuvo nuevas representaciones internacionales, dando como resultado la exportación de productos a varios países como Perú, Ecuador, Centroamérica y México. Asimismo, se empezaron a generar alianzas con proveedores europeos como Actiu, una empresa multinacional española que fabrica y produce su propia línea de productos para el sector corporativo. Esto dio paso a Kassani para importar diseños exclusivos de Actiu, siendo la única empresa en tener piezas de esta empresa en su propio portafolio para toda Colombia y el exterior.

De igual forma, no hay que olvidarnos del sector horeca al tener varios proyectos de éxito como lobbies especiales para compensar o restaurantes y salas en centros comerciales. Al comenzar a tener tanta variedad de productos, un cambio importante en 2017 fue la inauguración de la planta en Tocancipá. Al tener una nueva normativa, se empezó a limitar las plantas a gran escala para cualquier proceso de fabricación en la ciudad, para evitar ruidos y molestias en zonas residenciales. Esto provocó trasladar toda una producción a Tocancipá, favoreciendo una mayor amplitud para maquinaria y almacén. Por otro lado, significa un mayor consumo en transporte desde Bogotá.

Al tener más espacio, se pueden analizar costos de producción y concluir, en algunos casos, si es favorable mandar a producir una pieza de otro material o es mejor comprar la máquina que lo hace directamente. Un ejemplo de esto es la silla Albert 2021, famosa por su diseño y de las mejores en el ámbito educativo, contando con una familia entera (silla con patas, con patas y ruedas, con apoyabrazos, etc.) estas patas al ser tubos anteriormente se mandaban a fabricar con un externo

para luego ser ensamblada con la mono concha, pero ahora se adquirió una dobladora de tubo mejorando así costo-beneficio.

El 13 de marzo de 2025, Kassani cumplió 40 años en el mercado, reconocido por su trayectoria en el país y con una proyección para años futuros y cambios estratégicos.

## Tipos de productos

Los productos de Kassani se dividen en tres sectores principales: el sector corporativo, que incluye oficinas, salas de juntas y espacios cerrados; el sector horeca, que abarca hoteles, restaurantes y lobbies; y el sector educativo, que comprende escuelas, universidades y diferentes instituciones. En cada sector se diseñan diversos tipos de mobiliario para cada contexto y, a partir de esto, existen familias por proyecto.

*Familias* quiere decir que a partir del diseño de un producto base como por ejemplo la silla maar (solo la carcasa) se pueden hacer variaciones en cuanto a color, patas de tubo o base 360° o rectas de perfil, apoyabrazos, perforaciones para respiración, etc. Puede variar la silla desde lo micro hasta lo macro.

Explicado esto, también se puede recalcar que en un mismo espacio tanto educativo como corporativo se pueden adaptar y/o mezclar algunas familias de objetos, como por ejemplo la familia de la silla Albert para estudiantes de diferentes edades junto con la familia de la silla Allis para oficinistas. Todo un mobiliario adecuado tanto para la zona estudiantil como para la zona corporativa. Además de esto, un mismo objeto o familia puede servir a cualquiera de estos, como lo es el tablero Pillans, el cual puede servir para los dos sectores o, si se prefiere, en el sector educativo usar un tablero móvil y en el corporativo un tablero fijo a la pared o deslizable (Figura 1).



Figura 1 Salón de clases, distribuidos

Todos estos productos operan en un mercado de competencia perfecta, donde la empresa se enfrenta a competidores tanto a nivel nacional como internacional. No obstante, como se mencionó anteriormente, Kassani presenta características distintivas en el mercado, lo que lo convierte en un competidor formidable, especialmente en las líneas de productos de estos tres sectores.

Tanto las sillas como cualquier producto se someten a pruebas mecánicas y físicas para comprobar su resistencia, peso y durabilidad. Aspectos que se tienen en cuenta para fabricar y comprobar su calidad. También es importante saber los requerimientos detallados del producto y su lugar de destino, un ejemplo riguroso serían las clínicas y hospitales donde las sillas de espera no pueden tener cualquier color, forma o perforaciones en la espalda por salubridad y unos percentiles específicos para cualquier persona que necesite sentarse en una sala de atención médica, además de otros aspectos que se tienen en cuenta.



*Figura 2 Showroom Kassani Peru*

## Clientes

Al tener una diversidad de "familias" en el portafolio. Una muestra representativa sería el sector corporativo, donde se destacan la Cámara de Comercio de Bogotá, Compensar, Abbott, el Banco de la República, entre otros. Un punto en el que se asemejan todos estos clientes es la forma como organizan un espacio favorable para el trabajo, teniendo amplitud y que sea agradable tanto para el oficinista como para el cliente.

En el ámbito educativo, además de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, se encuentran la Universidad de los Andes, la Universidad Nacional, la Universidad de La Salle, Universidad Javeriana así como instituciones por mencionar el Gimnasio Los Arrayanes , Colegio Montessori

en Medellín, Colegio Santa Francisca Romana, el Colegio de Estudios Superiores de Administración, entre muchos otros, no solo en Bogotá sino también en Cali, Medellín y Barranquilla.



*Figura 3 Salon de clases, Medellin*

Por último, en el sector Horeca, se pueden mencionar: Compensar, Ágora Bogotá, plazoletas de comidas en el centro comercial Plaza Central, cc Metropolis en su proyecto de renovación, el cc Atlantis está ubicado en una de las zonas más activas de la ciudad, entre otros.

Como podemos ver, existen muchos clientes reconocidos en cada sector, los cuales pueden ser clientes frecuentes, al igual que se pueden “mezclar” diferentes sectores, como ya se había mencionado anteriormente.

## Usuarios

En la Universidad Jorge Tadeo Lozano, en el módulo 20 hay espacios de estudio (salones de clase) con algunas oficinas de profesores de planta y con una cafetería y lugares de descanso y comidas. Esto quiere decir que hay estudiantes universitarios de carreras como diseño industrial, diseño gráfico, arquitectura y diseño y gestión de la moda. Al igual que profesores tanto de cátedra como de planta los cuales tienen su propia oficina.

Este es solo un caso de muchos en donde se muestra cuales serían esos usuarios, así mismo sucede con todas las universidades y colegios, en el caso de los centros comerciales es mayor el rango de edades y personas que pasan por un centro comercial, se podría deducir que entre semana en las mañanas o tarde noche se ven más que todo personas adultas o de la tercera edad, a los niños y jóvenes se podrían clasificar en fines de semana y horarios de la tarde noche donde más asisten.

## Competencia

No es un secreto para nadie, en todo el mundo existen millones de sillas y mesas. Una de las empresas más reconocidas en todo el mundo es IKEA, al tener un mobiliario económico para unos contextos informales como una casa o un estudio. Esta empresa fabrica y vende en tiendas físicas y digitales para cualquier persona que necesite una mesa o una silla con urgencia.

Estas y muchas más competencias hay en el mercado, tanto internacional como nacional, las cuales tienen su propio diferencial en el mercado y tienen un modelo de bajo, medio o de alto costo. Esto depende de muchos factores, pero en específico del diseño, el material en el que está compuesto, su producción y el transporte.

Al igual que IKEA, Homecenter-Sodimac ofrece productos de medio o bajo costo, pero con mayor visión en la ferretería y construcción, al igual que empresas como esta venden sillas de otras marcas, siendo uno de muchos modelos de negocio.

Otra empresa internacional sería BoConcept con una perspectiva más elegante, lujosa y de diseño danés, ofreciendo productos de alto costo y mayor exclusividad.

Muy pocas empresas como Kassani ofrecen un producto con mucha vida y durabilidad, logrando resistir más de diez años y tener una calidad impresionante.

Esta y muchas más cualidades y modelos de negocio son las que crean esta competencia. Sin embargo, algo importante donde todas quieren tener presencia es el término Sostenibilidad, un discurso muy profundo y delicado acerca de este tema es el ser sostenible. Tanto en el producto final como en su proceso de fabricación e instalación debe estar presente el accionar correcto bajo ciertos lineamientos. No en todas las cosas se puede lograr este objetivo, pero hacer este cambio es un reto para todos.

## Flujograma del proceso productivo

Una vez se tenga desarrollado un diseño en específico, se comienzan a hacer pruebas con prototipos hasta iterar y determinar su calidad. Al finalizar, se hace un estudio de costos; en el caso de la madera y el metal, se revisa si quedan algunos retales que pueden ser de utilidad.

Una vez aprobado, entra a todo un proceso productivo. Como primera instancia, está el Director de operaciones, Fernando Rivillas, el cual dirige todo el proceso de producción en la planta de Tocancipá. Por debajo de él se encuentra Omar Villalobos, Gerente de producción, a su cargo está el jefe de planta, Wilmer Pascagaza junto con su asistente de producción Yeimi Rachen. En este punto se derivan más ramas de producción.

Si el mueble diseñado es en madera aglomerada, melamina o HPL, en cualquier caso si se quiere un corte horizontal, pasa primero por la Rover (máquina especializada para cortar tableros de madera) operada por Jefferson Chaparro y Brayan Pérez. En esta máquina se coloca la tabla de madera, se ajusta a la medida junto con el archivo DXF.

En unas bandas se desplaza en el eje X y Y una fresa para crear un corte perfecto. Luego de haber cortado todas, éstas pasan por un proceso de pulido con Luis Chaparro, Norman Maldonado, Fermín Quintero y Brandon Pérez. Y para finalizar el ensamble se realiza con miniFix (ensamble ya patentado y muy usado).

Si el mueble diseñado es un puff grande (ejemplo), primero debe llevar toda una estructura en madera para luego ser acojinado con espuma. Para esto, el área de costura con Edison Cardozo y Sonia Murguelto manejando espumas, costuras y textiles, para así forrar el puff.

Por el contrario, si es un tipo de clóset, una vez esté cortado y ensamblado con la respectiva madera, llega al área de pintura con Guillermo Gómez encargado de pintar las partes correspondientes. En el caso de que sea una pieza en metal, primero se limpia y luego se pinta con electrostática.

Si el mueble llevara piezas metálicas o si es el caso de las patas de una silla con tubo, pasaría primero al área de metalmecánica con Juan Bello, Juan Estupiñán, Nelson Marquin, Sandra Puentes y Maria Cuervo con la máquina dobladora de tubo y el área de soldadura, para ser limpiada completamente con químicos y luego continuar con la pintura.

Una vez se realiza todo este proceso, se ensamblan las patas con la silla, en este caso la carcasa o monoconcha. En esta área se encuentra Luis Corredor, Álvaro Giraldo, Luis Maturana y Hernando Prieto.

Estos dos procesos de madera, metalmecánica, costura, pintura, pegado, corte y ensamble son supervisados por Felipe Vega y Alcibíades Guzmán. Con todo esto podemos darnos cuenta de la cantidad de procesos y subprocesos que pasan dentro de cada área, siendo todas de gran importancia.

Luego de tener el producto terminado, ya sea el puff, el mueble de madera o la silla con patas tubulares, se pasa por un embalaje para ser llevado al almacén y despachado e instalado en el lugar deseado.

No hay que olvidar que para entrar a la planta de producción es obligatorio utilizar como mínimo botas punta de acero, mascarilla N95, guantes y tapa oídos. Si no se cumple esta norma, puede incurrir en multas graves. Sin embargo, para realizar cualquier tarea mencionada, se deben utilizar más elementos de los necesarios.

Para que se cumpla toda la reglamentación, se hacen capacitaciones de SST / HSEQ (seguridad y salud en el trabajo) en repetidas ocasiones a todos los trabajadores y además se tiene siempre el ARL al día, grado 3.

Cabe aclarar que algunos procesos como las sillas plásticas se mandan a fabricar a externos lo que me lleva al siguiente punto.

## Dirección de Operaciones

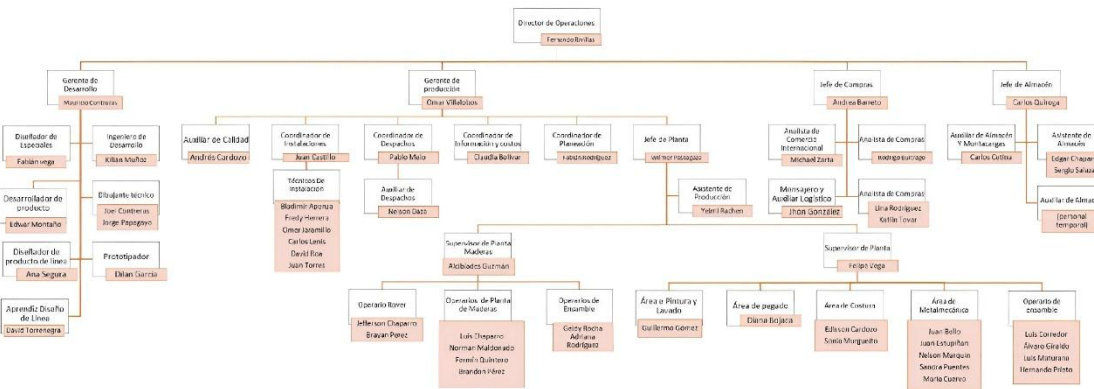


Figura 4 Flujograma dirección de operaciones

## Tecnología y herramientas

Una de las herramientas donde siempre hay que generar la orden para su producción es la inyección en plástico (Figuroa, Bustamante, & Alta, 2020), Al no tener esta máquina, se buscan empresas como OMP Group o Industrias plásticas GR. Estas empresas cuentan con excelente calidad.



Figura 5 Bandejas inyectadas en plástico para pupitre TOY

Además de la inyección por plástico y piezas que pueden estar ya prefabricadas se encuentran otras herramientas en la planta de producción de Kassani como, por ejemplo: La Rover, siendo una de las más imponentes en la planta, esta puede cortar con facilidad tablones gruesos de madera con total precisión, conjunto con esta se encuentra la prensadora de madera aglomerada/melamina, sin olvidar máquinas manuales como mototool, taladros tanto manuales como de árbol y perforadoras. Estas herramientas se encuentran en el área de maderas, pero también, se encuentra en metalmecánica máquinas como la dobladora de tubo, la soldadura MIC-TIC, electrostática y pintura, hornos para metal y tanques con químicos para limpiar todas las piezas. Y por último y no menos importante, está el área de textil donde manejan herramientas muy sencillas, pero eficaces como medidores, reglas y tijeras.

Todas estas herramientas se localizan dentro de un espacio grande con una organización y puestos de trabajo que cada área requiere, se ubican también estanterías industriales para el almacenamiento de productos terminados, productos prefabricados y productos importados.

En este mismo lugar se encuentran unas impresoras 3d, esta tecnología es muy útil para empezar con pruebas de prototipado y revisión de cualquier objeto que se requiera.



Figura 6 Inyectora de plástico,  
Planta de producción GR

## Ecosistema-Áreas de la empresa

Antes de explicar todas las áreas en las que está organizada Kassani, quiero dar un contexto de los cambios estratégicos que ha hecho la empresa en este año.

Kassani ha tomado la decisión de quitar el área principal de *diseño de línea*, esta área se encargaba de comenzar un nuevo proyecto de mobiliario, comenzando desde la investigación y fundamentación hasta llegar a crear propuestas de diseño y abrir la puerta a todo un desarrollo e iteración de prototipos.

Más adelante se dará respuesta a esta decisión tan grande de quitar esta área tan importante. Con este redireccionamiento, Ahora Kassani tiene 4 áreas. Cada una de estas tiene subáreas y cada una es un eslabón de una cadena. En primera instancia, se encuentra el área administrativa y financiera con la directora Yolima Velásquez, de la dirección parte la subárea de contabilidad, la cual le compete toda la organización de cuentas de nómina de cada empleado registrado. Luego sigue la subárea de Gestión humana, esta se encarga de la contratación de empleados y su inducción en la empresa, como tercera subárea está HSEQ/SST encargados de tener una normativa de seguridad en el trabajo para todos los empleados, esta es muy importante porque da una inducción obligatoria a todo el que entre a la empresa incluyendo a los que tengan mucho tiempo en la compañía para exponer varios requerimientos importantes a la hora de hacer su trabajo y no correr ningún riesgo. Y por último y no menos importante está la subárea de sistemas, esta se encarga de dar un equipo (computador, mouse y teclado) a cualquier empleado que ingrese en la empresa y su función requiera de esto.

### Dirección Administrativa y Financiera

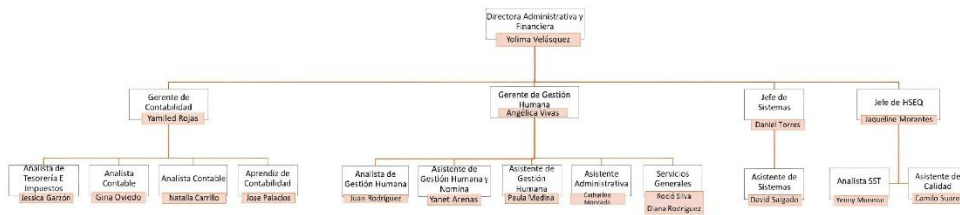


Figura 7 Flujoograma de dirección administrativa y financiera

Luego del área administrativa y de tener conocimiento de su función, sigue el área de operaciones con su director, Fernando Rivillas, la cual se divide en 4 subáreas. La primera y más importante es la subárea de desarrollo. Luego de remover el área de diseño de línea, todos los diseñadores (incluyéndome) que estábamos ahí nos pasaron a esta subárea con ingenieros, dibujantes técnicos y un prototipador. El objetivo de esta rama es rediseñar algunas tipologías de *familias* para mejorar el producto, economizar costos de materiales y ser más competitivos en el mercado. Más adelante se profundizará con mayor claridad esta subárea y se evidenciará uno de los puntos críticos de los cuales se derivará un escenario de proyecto.

Después de que un rediseño fue prototipado y aprobado por el equipo de desarrollo, pasa al área de producción en la planta. Una vez fabricados los primeros modelos; se pasan a la subárea de calidad; en esta se ponen a prueba las resistencias mecánicas y físicas del material. A la par, entra la subárea de compras, esta analiza la compra de materiales y procesos que conlleva el producir este objeto. Posteriormente aprobado el producto en estas tres subáreas, se comienza la producción y planeación (proceso mejor descrito en el punto 1.3) , para cuando esté finalizado el producto, se procede a su instalación (otra subárea) en el lugar correspondiente.

## Dirección de Mercadeo

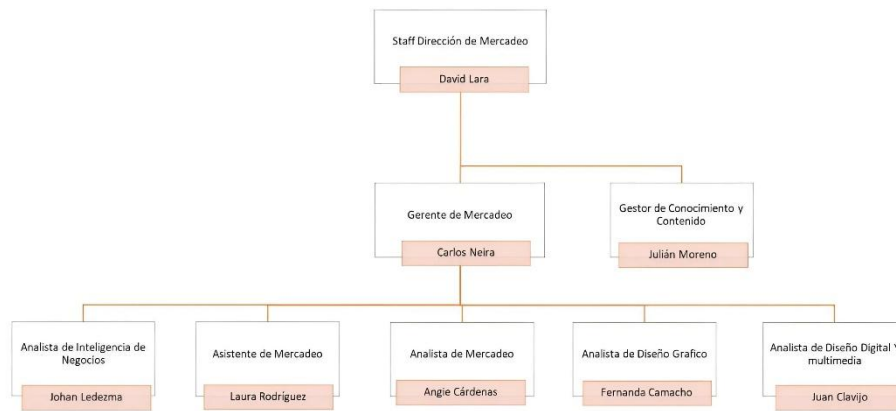


Figura 8 flujograma de dirección de mercadeo

Luego de tener el producto finalizado e instalado entra el área de Mercadeo como tercera área y muy importante como eslabón de toda la cadena, su director David Lara y equipo se encargan del

## Dirección Comercial

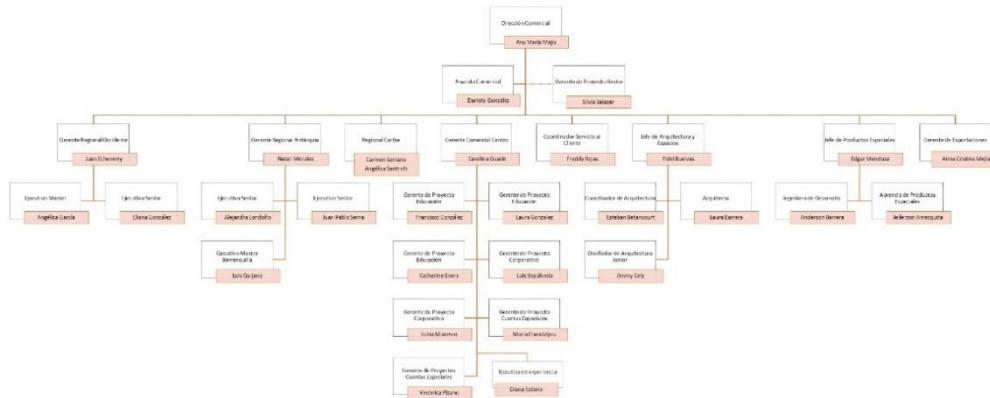


Figura 9 Flujograma dirección comercial



Esto quiere decir que solamente se rediseñarán algunas familias de productos. La decisión de rediseñar algunas está en manos del cliente y del comité de diseño.

La prospectiva que se quiere es reducir como mínimo un 20% los costos en materiales y piezas de algunos diseños; esto beneficia a la empresa ayudándole a ser más competitiva en el mercado.

Como segunda proyección, es llegar a situar la mirada en más países, específicamente en Estados Unidos. Esto puede ser un camino lento, pero logable si se analiza bien el mercado.

## Modelos de aprendizaje y herramientas

Gracias al primer análisis del ecosistema se derivó la siguiente pregunta:

¿Qué modelos de aprendizaje se podrían adaptar a varios contextos?

Desde que nacemos hasta volvernos adultos, pasamos por todo un proceso de enseñanza. Inicialmente desde niños, empezamos a entender el mundo desde nuestra propia perspectiva, gracias a la escuela. Y esto hace que subamos escalón por escalón enriqueciendo nuestro conocimiento. Con esta pregunta pasaremos desde la escuela hasta la universidad conociendo algunos modelos de aprendizaje para llegar a una conclusión y adaptación de algunos modelos de aprendizaje.

Para esta primera instancia nos apoyó un experto en Sociología y educación, ficha importante en esta investigación el señor **Julián Moreno**.

Como primera parte, en la escuela, en la mayoría de los colegios parten del *constructivismo* planteado por Piaget y ampliado por Vigotsky, para construir sus propios modelos pedagógicos, los cuales, en la actualidad, tienen una conexión profunda con temas relacionados con la felicidad y el desarrollo de habilidades blandas y sociales.

La intención en cuanto al desarrollo y apropiación de conocimiento formal, en teoría, está anclada al conocimiento contextualizado; o sea, al conocimiento en relación con problemas y con la realidad, intentando dar respuesta a ¿Cómo el conocimiento formal me permite interactuar mejor con la realidad? O en palabras más sencillas, ¿Cómo puedo utilizar esto que estoy aprendiendo?

Ya con estas teorías y conceptos con palabras clave, se explicará con mayor profundidad la teoría de Piaget y Vigotsky para así entender el pensamiento de acción de un niño.

También al mismo tiempo se investigará y se realizará un paralelo con algunos modelos de distintas instituciones y universidades.

Ahora bien, en la parte de herramientas ya conocemos un poco las que serían físicas para prototipar y fabricar en la planta de Tocancipá; sin embargo, están todas las herramientas digitales los cuales serían programas de mucha utilidad como SharePoint Intranet donde se encuentra toda la información de la empresa, sus productos, bloques, rénders, planos técnicos, etc. Esta va en conjunto con Microsoft Teams y Outlook siendo fundamentales en la empresa al ser el canal de comunicación. Haciendo un zoom in en mi área de diseño se utilizan herramientas de

ser el canal de comunicación. Haciendo un zoom in en mi área de diseño se utilizan herramientas de representación como PiconPlanner, Autodesk Inventor, Autodesk Fusion 360, Autodesk AutoCad, Power Point y ocasionalmente Excel.

## 2. DIAGNÓSTICO DE LA PRÁCTICA

Enfoque de diseño en la empresa y área a la que pertenece

En este punto hemos abordado un poco sobre Kassani, los productos que presta y su enfoque principal sobre el sector educativo. Para diseñar exclusivamente en este sector se deben tener varios requerimientos de diseño y una constante socialización con *Julián Moreno* y fundamentación del tema y de otros profesionales para abordar la necesidad que tienen los estudiantes y profesores.

Esta decisión transforma radicalmente el enfoque del diseño dentro de la empresa, ya que modifica el rol del diseñador, el prototipador y el área comercial. En este contexto, ya no se inicia el diseño desde cero para nuevos proyectos, sino que se trabaja sobre el rediseño de componentes específicos que complementan y constituyen el objeto final, sin intervenirlo en su totalidad. Este tipo de intervención permite optimizar el producto existente a partir de mejoras puntuales en sus piezas.

Este enfoque de diseño no solo parte del diseñador, sino que también influyen más actores como el prototipador, el área de diseño de especiales y el área comercial.

El prototipador va de la mano del diseñador al prototipar y darle vida a propuestas ya definidas con la ayuda de una serie de herramientas que van ligadas una de la otra.

Este redireccionamiento de la empresa da pie para cambiar y/o mejorar la forma con la que se ejecuta cada prototipo de forma rápida y casi automática.

Asimismo, se encuentra el área de diseño de especiales, una subárea encargada de la personalización y el rediseño de productos ya existentes dentro del portafolio de la empresa. Estos requerimientos parten de solicitudes específicas del cliente, consignadas en una ficha técnica que permite una producción directa, con una mínima intervención del área de prototipado. Generalmente, estas modificaciones incluyen cambios en dimensiones, color, material o forma.

Y por último, para cerrar este “triángulo” con las funciones de cada área. El área comercial da por terminada el accionar del diseño, esto porque una vez prototipado y terminado el objeto se pasan algunas muestras a este equipo para ser mostradas en el showroom de la calle 90 y que el cliente pueda probarlo y tener una mejor experiencia.

Con este saber yo pertenezco al área de operaciones, específicamente al área de desarrollo, encargada del rediseño y desarrollo de prototipos para la producción de productos Kassani.

En esta misma área se encuentra toda la operación necesaria para la fabricación de todos los productos junto con el área de compra de materiales y materia prima para este proceso.

### Funciones del diseñador y áreas relacionadas con la práctica

Dentro de mis funciones principales se encuentra el apoyo en proyectos de rediseño de producto, tanto para el área de desarrollo como para el área de diseño de especiales. Asimismo, soy responsable de entregar la documentación técnica necesaria al prototipador, permitiendo así la continuidad del proceso dentro de la cadena de producción.

Mis funciones secundarias, que van inmersas en el hacer del proyecto, serían cotizar materiales y procesos de mecanizado a proveedores o empresas nacionales, especializadas en el tema, estas cotizaciones se trabajan junto con el área de operaciones en compras.

Además de esto, algunas veces en proyectos grandes que van dirigidos al área de especiales se requiere de nuestra ayuda para el “*formalizar y concretar*” fichas técnicas de productos que se van a personalizar para dar paso a una producción directa.

En estas dos áreas (desarrollo y especiales) van en conjunto diseñadores, dibujantes técnicos, ingenieros y un prototipador.

Inmerso en estos proyectos se generan funciones específicas para el diseñador como idear, crear propuestas, representarlas análoga y/o digitalmente, iterarlas, prototiparlas a menor escala y perfeccionarlas llegando a unos planos técnicos, renders y especificaciones de materiales o cotizaciones.

Un punto importante, es el área de mercadeo, en esta área se tienen datos muy importantes para los diseñadores en cuanto a lo que más se vende y es de interés global. Con esta data se puede analizar y concluir con las piezas que puede valer la pena rediseñar y con las que no. Además de tener una guía de materiales y acabados que pueden ser muy deslumbrantes para el cliente, sin olvidar el fuerte discurso de la *sostenibilidad*, que como diseñadores debemos tener en cuenta.

Asimismo, estoy en constante aprendizaje de cada área y proceso que hay en la empresa y todo lo que conlleva detrás para producir un producto.

### Escenarios y estrategias de diseño relacionados con la práctica de la empresa

Como ya habíamos mencionado anteriormente, la prospectiva de la empresa es reducir los costos de cada prototipo en sus materiales y producción. Para que esto suceda se tiene una estrategia tanto en el diseño como en mercadeo. La planta de fabricación de Kassani esta limitada en ciertos procedimientos como inyectoras de plástico para sillas, extrusoras de plástico y aluminio

para perfilaría y cantos antishock, etc. Al parecer son procesos de fabricación que no parecen tan importantes a primera vista; sin embargo, pueden ser de gran importancia y estrategia de diseño, tener herramientas propias sin necesidad de proveedores y otras empresas. Un ejemplo claro es la familia de tableros Pillans. Estos tableros son un producto importado de Planning Siplamo; sin embargo, al ser importado los costos son mayores, por consecuencia se quiere un diseño propio de la empresa con fabricación colombiana. Un detalle importante, es que lo único que se puede fabricar en esta planta, son los sustratos (madera/melamina, aglomerado, hpl, afichable y acústico). Por consiguiente, se necesitan de otras empresas que tengan extrusoras de plástico o aluminio para los perfiles, inyectoras para las esquineras y el porta borrador. Esto no significa que sea malo, sino, por el contrario, una estrategia de análisis es observar las máquinas y herramientas que le servirían más a la empresa en costos y producción, el ejemplo más claro es la dobladora de tubo de metal, obtenida recientemente.

Conocimientos y habilidades que tiene el rol del diseñador como valor diferencial en el campo de acción en la empresa

Hay dos puntos clave de los cuales muestran el conocimiento y las habilidades de un estudiante de la Tadeo. Una de las habilidades como diseñador, de las cuales sigo construyendo, es la forma de como me puedo **adaptar** a cualquier cambio que se produzca en la empresa, el ejemplo más grande es la decisión de quitar el área de diseño de línea para pasarme al área de desarrollo con no solo diseñadores sino también ingenieros y dibujantes técnicos, sabiendo que el ingeniero tiene un pensamiento más técnico y enfocado en la función, se busca la forma de complementar este conocimiento con un diseño estético-funcional.

Esta adaptación conlleva el buscar y analizar siempre el contexto en el que estamos y las acciones de cada persona, sin olvidar que las cosas obvias son las más evidentes (observar desde lo macro hacia lo micro).

El segundo punto, como diseñador he tenido un espectro más amplio de conocimiento técnico, el cual me ha permitido tener más “guías” al momento de proponer un diseño, como por ejemplo habilidades de representación en 3d, conocimientos en factor humano, el trabajar con la forma (formal estética), conocimiento en materiales y procesos mecánicos, etc. En Kassani he tenido la oportunidad de profundizar estos conceptos y aplicarlos a la marcha de cada proyecto. Este conocimiento nos hace ser y tener el pensamiento de un *proyectista*.

Resultados y evidencias en la práctica

Uno de los resultados evidenciados durante la práctica es la mejora en la comunicación técnica entre diseñadores, ingenieros y prototipadores, tanto en los procesos de fabricación como en la

denominación y comprensión de las piezas que conforman un mueble. Esta interacción constante ha representado un proceso de retroalimentación fundamental para mi desarrollo profesional.

Un resultado relevante de la práctica fue el desarrollo del proyecto de los tableros **Pillans**, el cual representó una experiencia diferente a otros trabajos realizados. En este proyecto se diseñó un perfil destinado a cubrir el canto del tablero, garantizando un encaje preciso con el sustrato e integrando los elementos funcionales necesarios para su uso. Este proceso implicó múltiples iteraciones y ajustes hasta alcanzar una solución funcional y adaptable a distintos formatos de tablero.

### Habilidades y conocimientos necesarios en la práctica

Antes de empezar la práctica tuve que hacer todo un recorrido por la ruta objeto hasta llegar a tener un portafolio de conocimiento con los mejores proyectos y resultados obtenidos. Estos proyectos han sido de gran ayuda para enriquecer el conocimiento y convertirme en un proyeccionista. Uno de los conocimientos que siento que se deben profundizar más y deben ser necesarios, son los conocimientos técnicos en piezas, ensambles y micro ensambles más utilizados en el mundo del mobiliario como el MiniFix, ya que no habrá tanta dificultad o tiempo gastado al momento de dedicarse a diseñar estos. Además de profundizar en el mundo de las maderas, metalmecánica y plásticos con sus respectivos procesos y acabados.

Asimismo, considero fundamental el desarrollo de habilidades blandas, especialmente aquellas relacionadas con la comunicación efectiva. Si bien la comunicación gráfica es esencial dentro del proceso de diseño, resulta igualmente importante la capacidad de argumentar, escuchar y asimilar conocimientos provenientes de distintos profesionales, independientemente de su área o formación.

Por último, una de las habilidades que pueden cambiar tanto en el contexto de la universidad como de la práctica, es el trabajar eficientemente de forma rápida y consistente. Esto es una habilidad que poco a poco se va mejorando y perfeccionando con la experiencia. Otro aspecto relevante es el fortalecimiento de competencias técnicas como el modelado 3D paramétrico, el desarrollo de planos técnicos bajo normativa ISO y la aplicación de análisis de simulación FEA (análisis de elementos finitos). Estos conocimientos se reflejan directamente en el desarrollo del proyecto, permitiendo modelar soluciones de manera eficiente y diagnosticar posibles fallas en piezas diseñadas.

### 3. DIAGNÓSTICO FORMATIVO

#### Análisis del plan de estudios

El PEPA es una guía para cualquier persona, en especial estudiantes y profesores que cursen el pregrado de diseño industrial en la Facultad de Artes y Diseño. En esta guía se muestra el plan de estudios de toda la carrera, su organización semestre a semestre y las rutas por las que el estudiante deberá pasar de acuerdo con su criterio propio.

En mi caso, les contaré las asignaturas que me fortalecieron para tener pensamiento crítico en diseño para luego proponer y aportar en una empresa como Kassani.

Como primera parada, comenzaremos en las asignaturas básicas, llamadas de esa forma por ser primordiales en la formación, no solo para mí como diseñador industrial, sino también para publicistas, animadores, diseño y gestión de la moda, etc. Debo mencionar que mi experiencia en primer y segundo semestre fue en completa virtualidad por lo que todo trabajo o dinámica que realizara el profesor sería vista desde un computador, lo que quiere decir que debía estar en una concentración constante para escuchar.

Empezamos haciendo un diagnóstico con materias como:

Visualización en las artes y el diseño, donde empezábamos a dibujar y practicar lo que llamaríamos representación analógica, que tiempo después nos ayudó a mejorar y lograr demostrar una idea en papel.

Al igual que esta asignatura, esta también es Historia en las artes y el diseño, la cual fue una puerta al pensamiento crítico y al conocimiento de mucha información valiosa que siempre tenemos presente. En esta asignatura conocí el origen del diseño, la línea de tiempo en el arte, los sucesos geopolíticos y mucho más.

Ya con algunas bases de representación e historia del diseño, pasamos a tener un pensamiento espacial. Esta asignatura me ayudó a tener conocimientos elementales de geometría, a pasar de 2d a 3d y viceversa, tanto en papel como en una maqueta, y a llegar a conocer lo que sería un plano técnico.

Como podemos observar, estas asignaturas básicas fueron cursadas al mismo tiempo que tres proyectos de diseño industrial, de los cuales fui aprendiendo metodologías de diseño, varias rutas que podemos transitar para llegar a crear un objeto, ya sea un artefacto de luz, un cortador de sushi o unos delimitadores viales. En estos primeros proyectos fui ejerciendo estas habilidades de representación análoga y digital, pensamiento espacial con planos técnicos y conocimientos en historia de artistas o diversos referentes, un ejemplo, sería Victor Vassarely padre del arte óptico y referente primordial para la creación del artefacto de luz.

Luego de estos tres semestres, ya comenzamos a tener un diagnóstico de mis capacidades y conocimientos, pasando a profundizar en lo aprendido, llegamos a asignaturas específicas. El plan de estudios nos abrió tres caminos: ruta objeto, ruta interacción y ruta contexto, cada una con varios talleres dedicados a una forma de trabajo distinta.

En mi caso decidí irme por la ruta objeto en primera instancia con el taller Lógica de la forma, este taller en lo personal fue de mis preferidos porque viví toda una experiencia de crear y diseñar un electrodoméstico para la fabricación de queso fresco en casa, llevándome a un pensamiento crítico del usuario a quien va dirigido, el contexto donde se sitúa y el lácteo escogido que en este caso fue el queso, en particular al ser un país con una gran industria y variedad de lácteos.

PD: Gracias, profesora Sandra Bustacara y profesor Diego Romero, por darme herramientas que hasta el día de hoy me han servido para mejorar en cada diseño.

Como segundo taller decidí seguir con la ruta (“objeto”, resultó algo diferente a lo que pensaba). El taller vertical de movilidad fue un taller en el que, a pesar de no hacer lo que yo y mis compañeros queríamos, aprendí que el diseño no solo se basaba en la creación de objetos, sino, por el contrario, en saber y conocer lo que realmente puede necesitar uno o varios usuarios en un contexto propio. Un pensamiento muy noble y crítico al aprender cómo se investiga un tema.

PD: Gracias, profesor Christian Sabogal, que, a pesar de ser muy estricto, tuviste paciencia conmigo y entendiste mi manera de pensar.

Pasando al tercer taller, continué por esta ruta objeto, llegando así al taller de actividad y objeto. Este taller también fue uno de mis favoritos al lograr trabajar con muy buenos amigos, formando un equipo de diseño, con el cual logramos diseñar un asador portátil para camping. Ya en este punto, con conocimientos de los anteriores talleres, arrancamos con la metodología de design thinking, conociendo primero al campista, su actividad principal, *desde empacar todo, hasta comer lo producido en el asador, sus acciones* y el contexto en donde se iba a ubicar. Desarrollando así, varias propuestas de diseño y tomando decisiones en el camino. Este taller fue muy completo en cuanto a la aplicación de habilidades en representación 2d y 3d, habilidades en maquetación y corte y unión de maderas y metal en el taller. Al punto de llegar a cocinar en vivo a los profesores y a toda la clase.

PD: Muchas gracias, profesores Javier Lizcano y Augusto R., por guiarnos y permitirnos construir una estructura de pensamiento en diseño. Y cómo un diseño puede tener un factor diferenciador.

Y ya como cuarto y último taller me desvíe un poco por la variante y llegue a la ruta interacciones con el taller de mediaciones, a pesar de no ser un objeto tangible, yo y mis compañeros logramos rediseñar toda la aplicación del banco Scotiabank Colpatria, introduciéndonos en el mundo digital UX/UI (Caicedo, 2019) aprendiendo de la empresa NTTDATA, la cual nos mostró todo un mundo tecnológico del cual un diseñador industrial también puede aportar. Fu muy valioso aplicar esta misma metodología del design thinking pero

con un producto digital y toda una interacción que hay detrás de crear y lanzar una aplicación al mercado (Reyes, Rodríguez, & Muñoz, 2020).

PD: Gracias, profesoras Johanna Zárate y Nataly Opazo, por mostrarnos este universo UX/UI y llegar a aprender nuevas herramientas que las puedo aplicar en varios contextos.

A pesar de apretarnos un poco a mí y a mi equipo, logramos presentarles un muy buen proyecto, tanto a ustedes como a NTTDATA.

Como podemos observar, ya hemos pasado por siete talleres, de los cuales cuatro han sido más enfocados en una ruta específica. Estos talleres nos han ayudado a mantener un conocimiento transversal, lo que significa que vamos asimilando y conectando varios temas y conocimientos de variedad de materias. Esto nos hace mejores diseñadores, generando un pensamiento y un actuar integrales en todos los proyectos que tengamos.

Este saber integral se traduce en otras asignaturas como Factores humanos, Representación, Procesos y Teorías del diseño industrial.

En la asignatura de Factores humanos pasamos a conocer cómo está constituido el cuerpo humano, la antropometría, biomecánica, ergonomía y confort, llevándonos así a que cualquier objeto y espacio que diseñemos deberán incorporar estos conceptos.

Además del factor humano, son muy importantes la representación análoga, el bocetar en perspectiva y la representación digital, en específico, la creación de planos técnicos formales de un producto. Con estos planos técnicos podemos pasar al proceso de prototipado y fabricación de un producto, aprender sobre madera, metal y plástico con su respectiva maquinaria y tiempos. Al igual que un modelo 3d y varios renders nos ayudarán a comprender mejor el objeto a crear. (tener un pensamiento espacial).

Y, por último, pero no menos importante, se encuentran teorías del diseño industrial, que son la profundización de la historia en las artes y el diseño. En estas asignaturas no dejamos de lado la historia del diseño industrial, sus inicios y su conformación y variación con el tiempo.

Metodologías aprendidas que aplico a los procesos de diseño usados en la empresa

Las metodologías más comunes son la metodología de Design Thinking y el doble diamante; en cada una de estas, se aprendió a empatizar, definir, idear, prototipar y comprobar, independientemente de si es ruta objeto, interacción o contexto.

Específicamente en Kassani ya se definieron algunas familias de productos, por lo que nos saltamos el primer paso, ya que no tenemos que diseñar un nuevo producto. Por el contrario, al rediseñar algunos productos establecidos, pasamos directo a la etapa de definir qué productos se rediseñarán, idear y proponer propuestas nuevas, prototiparlas y comprobarlas con el cliente

cuando salgan al mercado nuevamente. Sin embargo, un punto importante es empatizar con el cliente para saber realmente su necesidad o requerimiento específico que quiera mejorar del producto.

Procesos y herramientas aprendidas dentro de la formación que aportan conocimiento a la práctica

Uno de los proyectos es el rediseño de la familia de tableros pillans, con este proyecto podemos evidenciar que he utilizado herramientas de representación como modelado 3d en fusión 360, dibujo análogo de algunas propuestas en la fase de ideación, tanto hacer como entender cualquier plano técnico, reconocimiento de materiales y procesos como extrusión de aluminio e inyección de plástico. A pesar de ser un objeto tan sencillo como lo sería un tablero, podemos aplicar nuestro conocimiento y seguir siempre en pro de la mejora y el aprendizaje.

Al igual que es un nuevo reto diseñar desde lo micro hacia lo macro con piezas y ensambles que requieren tolerancia y una constante prueba y error. Este ejercicio nos ayuda a comprender de una mejor manera que lo más funcional y práctico es a veces lo más sencillo y obvio.

Vacíos de conocimiento y de competencias identificadas en la práctica y estrategias de resolución

Uno de los vacíos o deficiencia en el plan de estudios es:

1. El conocimiento genérico de materiales junto con sus procesos y usos respectivos en cualquier objeto, un ejemplo de esto es el saber de plásticos además del termoformado hay muchos otros procesos como la inyección, extrusión o revolución, también en cuanto a acabados en maderas, conocimiento en HPL, melamina, aglomerado o en textiles y espumas, etc sin olvidarnos de la gran importancia de herrajes y tipos de uniones. Todos estos elementos se deberían integrar o reforzar más en las asignaturas de procesos I,II y III.
2. Como segundo punto y muy importante, aún me queda el vacío en conocimientos sobre “física” de los objetos, esta rama científica que nos ayuda a diseñar soportes con ángulos sin que se caigan, estructuras móviles, puntos de equilibrio de un objeto, etc. Tener este conocimiento previo nos ayuda a tener un diseño funcional-estético.

## Competencias de aprendizaje obtenidas durante la carrera

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE: David Torrenegra

PROYECTOS	PROCESO EVALUAR DE 1 A 5																													
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
SCOTIABANK COLPATRIA	4	4	4	3	4	4	4	3	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	3	5	5	4	2	5	5	1	5
QUESERA	4	5	5	3	4	4	4	2	4	5	5	4	5	5	5	2	5	5	4	3	1	3	4	1	4	4	1	4	4	
PENTA	3	2	3	3	2	2	2	5	4	4	2	3	3	3	3	5	5	5	4	4	1	4	3	1	4	4	5	2	4	
TADEO EN TERRITORIO	5	5	5	5	3	2	3	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	3	4	1	5	5	2	4	4	5	2	4

OBJETIVO:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Hacer relación Entre proyectos desarrollados en la UNIVERSIDAD con el proceso	FUNDAMENTACIÓN	CONSULTA A EXPERTOS	REFLEXIÓN CRÍTICA DE CONTEXTOS DE APLICACIÓN DEL PROYECTO	IDENTIFICACIÓN DE CATEGORÍAS-VARIABLES	MAPAS DE RELACION DE INFORMACIÓN	DESARROLLO DE ESQUEMAS O MATRICES DE INTERPRETACIÓN	COLABORACIÓN INTERDISCIPLINARIA	TRABAJO EN EQUIPO	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMÁTICA-OPORTUNIDAD	DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	PLANTEAMIENTO DE MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	TRABAJO DE CAMPO	RELACION ENTRE POBLACION MUESTRA	APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	CONCLUSIONES DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	CO-CREACIÓN	DESARROLLO DE MODELOS 2D-3D	PROTOTIPADO	COMPARACIONES	SISTENTACION EN CONTEXTO	CONSERVACION	RESOLUCION DE PROBLEMAS EN CONTEXTO	IMPLEMENTACION DE PROYECTOS EN CONTEXTO	SEGUIMIENTO DE LAS PROPUESTAS IMPLEMENTADAS	RETROALIMENTACION	

Figura 11 Tabla de proyectos de investigación

Esta tabla nos muestra los cuatro mejores proyectos realizados durante la carrera. A pesar de ser diferentes proyectos en contexto, usuario y actividad, estos tienden a acoger una misma ruta, partiendo desde el análisis de información hasta llegar a una propuesta desarrollada junto con un modelo/prototipo.

En este caso esta tabla se repartió en siete fases lo que significa que estos veintisiete requerimientos de proyecto se dividen en siete grupos de cuatro requerimientos semejantes o complementarios cada uno, para al final obtener un resultado general en la fundamentación, análisis de la información, uso de metodologías, diseño de herramientas, desarrollo de propuestas, herramientas de comprobación y prototipado en estos proyectos.

El primer objetivo de este ejercicio es visualizar de una manera más cuantitativa de 1 a 5 las mejoras y puntos fuertes que puede alcanzar cada proyecto, las semejanzas que pueden tener y los puntos donde se requiere un mayor trabajo y atención.

El segundo objetivo de este ejercicio es ver una relación entre los proyectos de la universidad y los proyectos realizados en la práctica (si se evidencia una ruta trazada similar).

Para concluir con esta primera tabla, podemos evidenciar un mayor fortalecimiento al momento de identificar una oportunidad, desarrollarla con instrumentos de investigación y proponerla con modelos/prototipos. Ahora bien, un punto a mejorar es el análisis e investigación de información; esto es crucial para un proyecto, ya que nos puede dar un diagnóstico fundamentado de todo un contexto, para así identificar un punto crítico y lograr diseñar con una directriz.

Aplicación de estas competencias de aprendizaje en la práctica

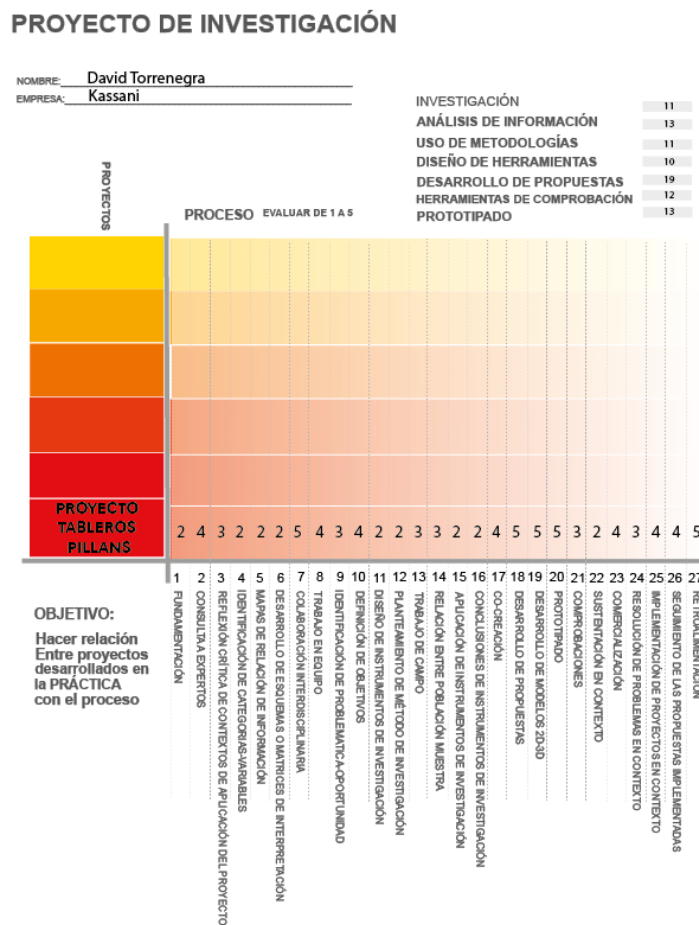


Figura 12 Tabla de proyectos Kassani

Ya en esta segunda tabla podemos ver el proyecto que se realizó durante la práctica trazando una ruta similar a los proyectos de la universidad. Como podemos observar, sigue habiendo un gran fuerte en el desarrollo de propuestas y prototipado; sin embargo, sigue existiendo un bajo puntaje en el análisis e investigación.

NOTA: Este proyecto tiene la particularidad de ser un rediseño, lo que significa un cambio en la ruta original en algunos aspectos.

#### 4. ESCENARIO DE PROYECTO

##### Identificación de oportunidad y problemática

Para identificar una oportunidad de diseño más específica, se tuvo que partir del concepto de un laboratorio para el rediseño y el desarrollo de prototipos. Dentro de este primer concepto podemos sacar varias categorías de análisis (variables) a las cuales podría ir dirigido el proyecto.

Se lograron obtener cinco categorías de mayor relevancia, cada una con su propia definición que va acorde al tema. Seguido de tener una categoría con su propia definición, se califica con un ranking de 1 a 5, donde 5 es casi perfecto y 1 es algo que falta por mejorar y no se ha puesto la suficiente atención. Luego de completar esta tabla (mostrada a continuación), se necesita saber los determinantes y requerimientos necesarios para que sea viable realizar esta categoría.

	Definición	1	2	3	4	5	Determinantes	Requerimientos
cat. a Diseño de procesos	Investigación Análisis Ideación Prototipado-claridad Implementación  Cada uno de estos eslabones forma una cadena, y en cada una de estas hay varias alertas que no pueden ser tan perceptibles.	Solo una persona se encarga de todo el proceso de prototipado.	Al ya no tener el área de diseño de línea, ya no se hace el proceso de analizar tanto como antes para crear algo nuevo y funcional.	Un eslabon flojo en este momento esta en la siempre se necesita estar actualizandose de nuevas formas de enseñanza, trabajo y/o servicio.	En este momento los procesos cada vez son más rapidos dando como resultado una ventaja y desventaja al mismo tiempo.	Ya se tiene una gran estructura para el desarrollo de prototipos desde que comienza en las manos del diseñador hasta que termina en manos del comercial.	Variación (experimentación)	-Adecuar el sistema de prototipado existente para el rediseño de varias propuestas y su experimentación.
cat. b Tecnología y herramientas necesarias para el proceso del laboratorio	"La usabilidad en sistemas de interacción tangible (SIT) desde la perspectiva del diseño centrado en el usuario" (DQJ).	Algo muy sencillo y obvio para todos es que el prototipador no tenga un espacio propio con sus herramientas para desarrollo de prototipos	No se ha tenido en cuenta la herramienta de parametros globales para la variación del producto.	Ademas de planos tecnicos no se utilizan más herramientas para hacer variaciones "experimentaciones"	No se enfatiza tanto en el uso de herramientas para la producción de diseños espadales. Especificamente si se quieren hacer variaciones.	Si hay una usabilidad tecnológica en cuanto a la eficiencia y automatización tanto en diseñadores como en auxiliares de maquinaria.	Un trabajo mano a mano diseñador y prototipador.	-Herramienta de parametros globales. -Un espacio propio para el prototipador. -Pruebas con diferentes materiales.
cat. c Áreas de conocimiento para el desarrollo de prototipos	Para el desarrollo de prototipos se requiere un conocimiento multidisciplinar. En este caso especifico para prototipar mobiliario se necesitan conocimientos de diseño, ingeniería, ciencia de los materiales, etc. Javier M. Reyes	El prototipador no tiene un área de conocimiento completa en cada proceso de manufactura en la	El diseñador no tiene todo el conocimiento para el costo de producción de una nueva pieza.	El diseñador tiene un conocimiento muy generico de la función de cada maquina y el alcance del material.	Cada vez se tiene un conocimiento más especializado en cuanto al rediseño de cada pieza que se requiere.	El prototipador ya se conoce a la perfección cada área de producción en la planta de Kassani.	Un repositorio	Un ideal seria tener una guía donde se recopilen datos técnicos (costos en el diseño para su fabricación, el limite de cada maquina junto con todo tipo de materiales que abarque y acabados).
cat. d Instrumentos de comprobación y medición	Sin duda la verificación y medición son cruciales en el desarrollo de prototipos, para esto existen muchas herramientas tanto analogas como digitales para la comprobación de mobiliario. Martha Angélica Cano Figueroa	Se tienen unos procesos muy empiricos "basicos" en cuanto a los metodos de comprobación de un prototipo.	Los proyectos para el área de la salud requieren una mayor exigencia de calidad.	Unicamente un prototipador e ingeniero revisan la calidad del prototipo.	Es de confiar de que cada material es de la mejor calidad.	La mayor cantidad de fases para el desarrollo de un prototipo son 7, siendo un ideal para cada modelo.	Recursos (tiempo y dinero)	Ir incursionando en tener instrumentos y metodos de comprobación más eficaces para medir la calidad de cada prototipo junto con el seguimiento de las normas ICONTEC..
cat. e Interacción e inmersión	La interacción e inmersión con mobiliario han evolucionado significativamente, pasando de objetos e estáticos a elementos dinámicos que buscan envigueser y mejorar la experiencia del usuario Jesús David Cardona	No se ha profundizado la interacción con el cliente y el mobiliario.	Se debería conocer con mayor regularidad toda la data de ventas de cada producto y el rediseño de estas.	Aun falta trabajo en el marketing y publicidad de rediseños sostenibles.	Se ha hecho un muy buen trabajo en el renderizado.	Hasta el momento se han construido muy buenos showrooms con todo el mobiliario de diseño de línea para la interacción con el cliente.	Colaboración empresa-cliente	-Ser más insisivo en la experimentación e inmersión en el rediseño de un producto en su contexto natural. -Evaluar, comprobar y mejorar. -Tecnología, RA

Figura 13 Tabla de categorías de análisis

Después de realizar esta tabla de categorías, nos podemos dar una idea de todas las posibilidades que puede tener un laboratorio y las fallas que podemos identificar. Para mi proyecto tomé la decisión de escoger la categoría (d) Instrumentos de comprobación y medición (calidad).

Esta categoría es una de las mayores oportunidades que puede tener Kassani, abarcando importantes eslabones (áreas) de la cadena de producción.

Este diagnóstico empresarial y de la práctica nos dio una base importante de donde partir para saber cómo está constituida la empresa y su cadena de producción. Ahora haremos un zoom más detallado en la cadena de producción, en específico, el eslabón del área de desarrollo y del área comercial. En el área de desarrollo se encuentran los diseñadores y el prototipador, los cuales son los responsables de rediseñar algunas familias de productos para prototiparlos y así llegar a un nuevo producto para su fabricación. Luego de prototipar y/o tener el producto finalizado, se pasa al área comercial para que esta logre mostrárselo al cliente (showroom) y se genere una interacción.

Dentro de este proceso de rediseño, un lenguaje entre diseñador y prototipador son los planos técnicos. Este documento permite una comunicación clara y concisa de lo que se requiere. Con esta información, el prototipador empieza a prototipar realizando varias fases en el proceso, de las cuales se requiere una mejora constante en cada una de ellas. Esta mejora o retroalimentación fase por fase se realiza de una manera *empírica con un método de observación*.

Identificando esto me doy cuenta de que se necesita un mayor control de calidad (retroalimentación) en el uso y material de cada pieza al momento de prototipar, ejerciendo un método más técnico y de mayor complejidad. Al igual que en las fases de prototipado, también identifique que se necesita realizar una pre-serie cuando el producto esté fabricado y terminado antes de que salga a las manos del comercial. Esto es porque identifiqué varios productos que han tenido rupturas en el material o en el uso de este, generando así unas PQR's (explicado más adelante).

En este punto tenemos dos caminos, el primer momento es en las fases de retroalimentación en el prototipado y el segundo momento es cuando se termina de fabricar un producto y se necesita hacer una pre-serie para su comprobación. En este caso tomé la decisión de irme por el primer momento y enfocarme en lo micro.

En qué afecta a la empresa ese problema

Como habíamos dicho anteriormente, este método más empírico o por observación utilizado en cada fase de prototipado genera un volumen de reclamaciones algo alto en relación con el número de órdenes que manejan al momento en el que el cliente usa el producto. Estas PQR's (Peticiones, Quejas y Reclamaciones) se producen específicamente en el uso del producto o en el defecto del material, afectando a la empresa y cuestionando la calidad de sus productos frente al cliente.

Un punto importante para resaltar, es la relación entre Kassani y el proveedor. Al tener muchos productos, de los cuales algunos solo fabrican un pequeño porcentaje del producto en la planta de producción y el otro gran porcentaje se ensambla y se termina de fabricar, generando una gran responsabilidad en el proveedor con cada pieza que produce (se terceriza). Sin embargo, a pesar



## Fundamentación del escenario temático identificado

En este capítulo veremos casos de gran fundamento y relevancia para nuestro proyecto. Estos casos engloban diferentes puntos conectados entre sí, como propiedades mecánicas de los materiales, normas internacionales de ensayo ISO, diseño y validación de prototipos mediante FEA y algunos casos de aplicación en mobiliario o estructuras similares con relación al funcionamiento, producción y procesos de máquinas universales, de ensayos y de impacto.

En el primer caso, analizamos un proyecto de grado de estudiantes de ingeniería mecánica, los cuales crearon una máquina para ensayos de impacto (Santamaria & Pardo, 2019). La finalidad de esta máquina era tenerla en la universidad para uso educativo en su laboratorio y poder abarcar todos los conocimientos, como la tenacidad o la absorción de energía, fundamentos esenciales para la ingeniería.

Para futuros ingenieros sin esta herramienta sería *“como enseñar a cocinar sin poder probar la comida”*.

Un ensayo de impacto consiste en un péndulo gigante (un martillo) controlado, donde se levanta a cierta altura y se suelta para que choque directamente con el material (probeta). La clave está en calcular cuánto sube el péndulo después de romper la probeta. Esta diferencia de altura indica la cantidad de energía que ha absorbido el material (su dureza ante un golpe seco) mide si un material se deforma o si se fragmenta completamente en muchos pedazos.

Este ensayo se puede ejecutar tanto de forma CHARPY como ISO. Esto significa la forma en que se sujeta la muestra, para CHARPY se sujeta horizontalmente, golpeándola por detrás; en el ISO la sujeta en vertical, golpeándola por el mismo lado. Son formas distintas de aplicar el golpe.

La justificación de este proyecto fue todo el proceso de aprendizaje que tuvieron que pasar estos estudiantes para llegar a crear una máquina como esta y no solamente comprarla a un proveedor. Además de enfrentarse a un costo muy alto, siendo uno de las mayores limitantes.

Se compararon precios y se llegó a la conclusión de que comprar esta máquina salía por un costo más elevado junto con su transportación y envío (sin embargo, no llegaba a tener un costo demasiado alto en comparación con la que podían crear ellos).

Además de la limitante del costo, tenían otros desafíos, como el espacio donde se iba a ubicar la máquina, siendo menor de dos metros de alto, menor de dos metros de ancho y menos de 1,3 m de profundidad. Esto genera unas restricciones en el diseño y en la forma que lo hacen más difícil y limitante.

Como cereza del pastel, esta máquina tendría que ser una herramienta totalmente tecnológica, con dispositivos que indiquen directamente cuánta energía absorbió el material, una captura de datos electrónica, directa a un software para tener resultados precisos, poder compilarlos y generar gráficas.

Partiendo de estos tres requerimientos (costo, espacio y tecnología), empezaron a crear la máquina. Para hacer esto necesitan partir de un método, en este caso escogieron el método por ponderación. En un inicio, calcularon la potencia mínima que necesita el motor, siendo de 0,086kW con un factor de seguridad del 30% hasta llegar a 0,11kW. Con estas cifras empiezan a buscar en el mercado motores que coincidan con estas potencias.

Con esta y muchas más piezas, fueron encontrando diferentes opciones, llegando a la conclusión de basarse en la fiabilidad, mantenimiento y disponibilidad. Puntos esenciales para la compra de cada pieza, a pesar de que su costo fuera un poco más elevado con segundas opciones. (es una decisión basada en datos, no en el precio).

Ya con la fuerza bruta, otra pieza importante es el cerebro, en este caso, eligieron un PLC, un controlador lógico programable de Siemens. Este controlador sabe gestionar la secuencia, leer botones, activar el motor, soltar el freno, etc. Además, son un estándar en la industria, por lo que fue una excelente opción. Para obtener precisión y lograr convertir el movimiento en datos, usaron un encoder óptico: es un disco diminuto con miles de marcas acopladas al eje del péndulo, esto significa que un sensor las va leyendo mientras gira para contar los pulsos que genera el PLC, percibiendo el ángulo exacto del péndulo en fracciones de grado. Como podemos captar, el nivel de detalle es impresionante en términos de funcionalidad y hasta incluye planos de ensamblaje descritos en el documento.

La metodología empleada en este proyecto sirve como antecedente para mi propuesta final, ya que demuestra la importancia de diseñar dispositivos especializados que permitan validar y comprobar propiedades mecánicas en diferentes probetas, en este caso, más específico, prototipos de mobiliario. De igual forma, este proyecto se enfrenta a grandes limitantes, uno de ellos común entre mi propuesta y este proyecto es el costo de fabricación e implementación.

El segundo caso está muy alineado con el primero y todo lo que se ha descrito anteriormente. Se trata de otro proyecto de grado sobre diseño y construcción de un prototipo de máquina universal de ensayos realizado por dos estudiantes de ingeniería mecatrónica (Amado & Bernal, 2024). Lo especial y curioso de este proyecto fue que diseñaron esta máquina para testear zanahorias, tomarlas como probetas de ensayo. Más adelante iremos desgranando más este proyecto, cómo lo hicieron y la justificación de por qué lo hicieron.

Para comenzar, este proyecto se centra en dos justificaciones importantes:

La primera justificación para diseñar y construir una máquina de este calibre fue para lograr tener una herramienta propia que pudieran usar los estudiantes de forma académica en su propio laboratorio sin tener la necesidad de hacer comprobaciones con otras máquinas de terceros o de otras universidades (tener autonomía institucional). Asimismo, la universidad podía reducir costos, construyéndola ellos mismos y no comprándola a proveedores. Esto es una inversión a futuro no solo de dinero sino de enseñanza y pedagogía para futuros estudiantes que quieran realizar pruebas mecánicas.

La segunda justificación de la cual va anclada la razón de porque testear una zanahoria, es porque, evaluar una zanahoria permite conocer su resistencia, elasticidad y límites de falla.

Esto es crucial para entender procesos de manipulación y transporte, donde el vegetal debe resistir cargas sin perder su integridad. Gracias a que en la misma universidad cultivan y cosechan sus propias zanahorias. Este estudio busca expandir el conocimiento en las áreas de agricultura y biotecnología, con el fin de impactar positivamente la calidad y eficiencia de la producción agrícola a nivel local y regional.

A partir de estas justificaciones, motivó a los estudiantes a construir su propia máquina de ensayos universal. Para iniciar, los tipos de ensayos que operará esta máquina serán ensayos de compresión y flexión, evaluando varias propiedades mecánicas como el límite de resistencia al que puede llegar la zanahoria (su nivel de rigidez y elasticidad). Del mismo modo, se necesita ajustar la zanahoria de tal manera que cumpla las normativas de estándares internacionales para probetas. Para su realización se tuvo que troquelar la zanahoria con dimensiones determinadas de 20 mm de longitud por 10 mm de diámetro. Se siguió la norma ASTM D695.

Ya con este conocimiento de operaciones, realizará esta máquina y el tipo de probeta. Se procede con el método Design Thinking para evaluar e iterar cuál sería el mejor material para construir la máquina y el tipo de mecanismo que tendrá. Este punto es muy interesante porque demuestra un método funcional que sirve para llegar a una solución óptima.

En el desarrollo de la propuesta, en un inicio se propuso construir una estructura modular con pilares de aluminio valorados inicialmente por su ligereza, resistencia a la corrosión y facilidad de ensamble mediante uniones atornilladas con un sistema electromecánico. Sin embargo, esta opción se descartó debido a que el costo de adquisición de los perfiles y elementos de montaje resultaba excesivamente alto para el presupuesto disponible.

El segundo intento propuso un prototipo con una estructura sólida de acero y un accionamiento hidráulico, buscando mayor rigidez y durabilidad mediante el uso de soldadura. Este enfoque también presentó complicaciones significativas: el uso de acero aumentaba considerablemente el peso total, dificultando su manipulación, y el sistema hidráulico resultaba demasiado complejo y costoso tanto en sus componentes como en su mantenimiento a largo plazo.

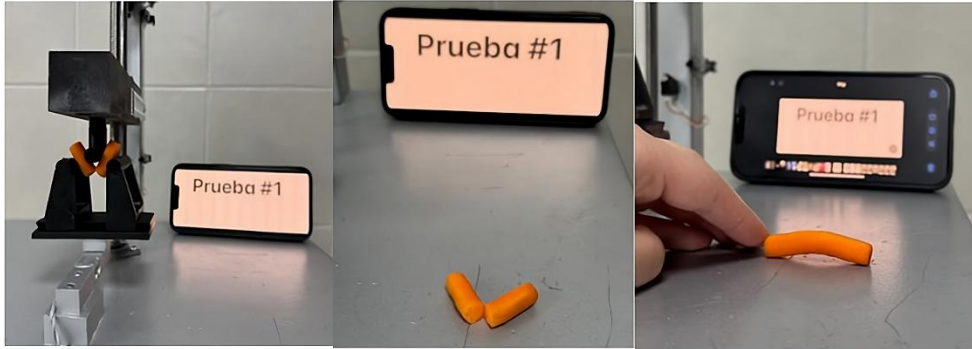
Finalmente, el equipo desarrolló una tercera idea que combinó lo mejor de las propuestas anteriores: una estructura de acero robusta pero con un sistema de desplazamiento mecánico. Esta versión final utiliza un motor paso a paso (Nema 23) acoplado a una caja reductora de precisión, lo que garantiza un control preciso de los movimientos y una fuerza adecuada para fallar las probetas, manteniendo el proyecto dentro de un marco financiero sostenible.

Ya con una estructura definida pasaron a algo importante y que nos concierne, y es el tipo de cabezales que usarán para desarrollar las pruebas. Se escogieron dos tipos. El primero son los platos de compresión con geometría cilíndrica para aplicar presión y los rodillos de flexión con tres puntos para generar un ángulo de flexión.

## Fallo de probeta.

**Figura 31.**

*Fallo de la probeta.*



*Nota. Autoría propia.*

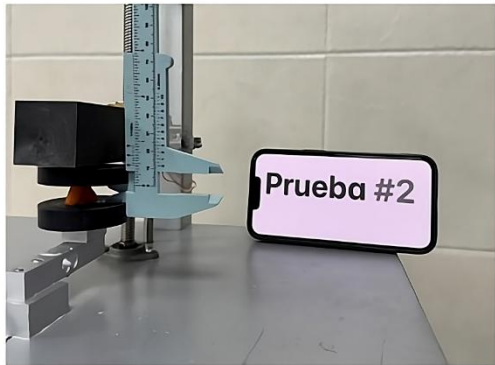
*Figura 15 Prueba con cabezales de flexión. Tomado de Aponte Amado & Orjuela Bernal (2024, p. 86).*

Como se puede observar, esta primera prueba la efectuaron con los rodillos de flexión, aplicando la prueba de flexión en tres puntos a la zanahoria.

## Validación de longitud final probeta.

**Figura 25.**

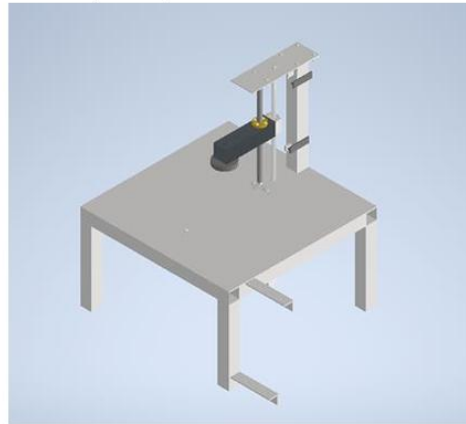
*Longitud final de 12 mm*



*Nota. Autoría propia.*

**Figura 7.**

*Diseño prototipo #2 en Autodesk Inventor.*



*Nota. Autoría propia.*

*Figura 16 Prueba con cabezales de compresión Tomado de Aponte Amado & Orjuela Bernal (2024, p. 61 y 82).*

En esta segunda prueba efectuada se utilizaron los platos de compresión cilíndricos. En la segunda Figura se puede ver cómo diseñaron la máquina completa con su estructura robusta y componentes en Inventor. Estos cabezales fueron suministrados por las empresas INSTRON, (s.f) y zwickroell.com, (s.f).

De lo expuesto se desprende una similitud entre ambos proyectos, con el mismo objetivo de validar propiedades mecánicas y la viabilidad técnica de diseñar equipos especializados de ensayo, se

evidencia la importancia de contar con herramientas adaptables a diferentes tipologías de productos (incluyo un artículo más técnico para complementar información) (Ayala, 2015).

Indicadores de afectación del escenario sugerido

Una vez identificadas las oportunidades y la problemáticas que afectan directamente a la empresa, debemos seguir haciendo un mayor zoom en: ¿Qué pieza de un producto en específico es la que más incurre en una PQRs luego de ser utilizada por el cliente o ha tenido defectos en el material?

Esta respuesta la obtendremos a partir de los listados ya existentes de PQRs. Este documento de Excel organizado por fecha, nombre del cliente, nombre del producto usado por el cliente y la descripción del defecto del producto nos dará la respuesta.

Gracias a Camilo Suárez de calidad, logramos obtener esta información, exactamente, fueron 2 documentos el primero es una lista de más de mil PQRs desde 2019 hasta 2024 y el segundo documento desde 2024 hasta la fecha.

Nota: Únicamente se analizó la lista de 2019-2024 ya que esta contaba con la descripción del defecto ocurrido; la otra lista solo contaba con fecha, nombre del cliente y producto.

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos con los productos que más incurrieron en una PQRs.

## Análisis de PQR's



Figura 17 Análisis de PQR's Silla Praxis

Se obtuvo un resultado de cuatro productos en particular: sillas de la línea corporativa, algunas operativas y otras gerenciales.



Figura 18 Análisis de PQR's Silla Jobs

Así como la silla Praxis, este tipo de sillas operativas comparte características similares. En este caso se detecta un daño en el material del espaldar, ya sea tipo carcasa mono concha o base nylon.



Figura 19 Análisis de PQR's Silla Musk

Como podemos ver en el caso de la silla Musk hay varias piezas involucradas; sin embargo, hay cierto tipo de piezas que tienen más predominancia en porcentaje que otras como por ejemplo la estructura base/patas de la silla.



Figura 18 Análisis PQR's Silla T5

Esta silla T5 es la más reciente del listado del año 2024.

Al igual que las tres sillas anteriores, se remarcan piezas con fallos repetidos. Para concluir este análisis de PQRs podemos observar varios indicadores de afectación en productos Kassani, pero en específico podemos sustraer lo que serían las carcacas mono conchas de espaldares y estructuras bases, patas o todo el mecanismo, incluyendo el pistón neumático de sillas corporativas, operativas o gerenciales.

Teniendo estas dos piezas con exactitud logramos responder la pregunta ¿Qué pieza de un producto en específico, es la que más incurre en una PQRs luego de ser utilizada por el cliente o ha tenido defectos en el material?, Al tener estas dos opciones de piezas ya podemos enfocarnos en un punto específico de afectación y apoyarnos para realizar pruebas de calidad.

NOTA: Se recomienda a la subárea de calidad tener más en cuenta este tipo de documentos en Excel, ya que a partir de las fallas más recientes es que podemos enfocarnos en mejorar el producto y tener una mayor calidad.

## Objetivos del proyecto

Estos objetivos los vamos a dividir en dos fragmentos: iniciaremos con el primero, mostrando una visión o primer esbozo del planteamiento inicial de un laboratorio, luego de esto pasaremos al segundo fragmento más estructurado y reforzado a partir de los cimientos del primero y toda la investigación que llevamos.

### Fragmento #1

El objetivo general del proyecto era *“Crear un laboratorio para el rediseño de prototipos en la empresa Kassani, que permita la reestructuración del portafolio en algunas familias de producto con base en las necesidades que surjan del cliente”*

Este objetivo surgió a partir de la problemática de ya existir un banco de desarrollo de líneas de producto, haciendo que no se necesite crear nuevos productos sino rediseñar los existentes. Este rediseño se realizará con algunas familias de producto, decisión que estará ligada al cliente y al comité de diseño.

Con esto en mente, pasamos a tener un tema (C1) que es el desarrollo de prototipos con unas temáticas (C2) metodologías de desarrollo de prototipos, un espacio físico y virtual, tecnología y herramientas, etc. También un contexto (C3) enfocado en el área de desarrollo y subárea de diseño de especiales, una estrategia (C4) laboratorio de diseño e ingeniería, por último, unos actores (C5) el equipo de diseño e ingeniería.

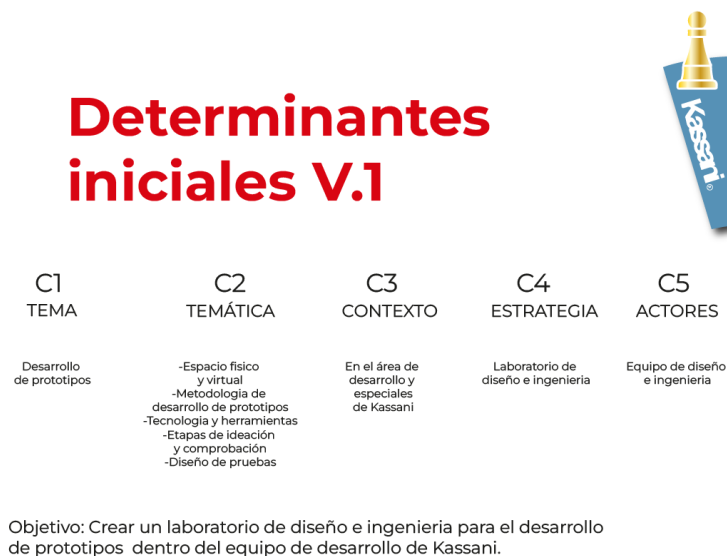


Figura 19 Determinantes iniciales V.1

Este objetivo general va acompañado de unos objetivos específicos:

- a. Mejorar la interacción e inmersión con el cliente a través de una variedad de prototipos.
- b. Ser más competitivos en el mercado, bajando costos en materiales.
- c. Llegar a un proceso de calidad más técnico y profesional.

Ahora bien

Nos enfocaremos en la categoría de análisis de calidad y comprobación de uso y materiales. Esta categoría nos redirige a un nuevo objetivo general:

“Diseñar cabezales intercambiables adaptables a máquinas universales para medir y comprobar con base en propiedades mecánicas la calidad del material y uso del objeto para el desarrollo de prototipos en la práctica Kassani”.

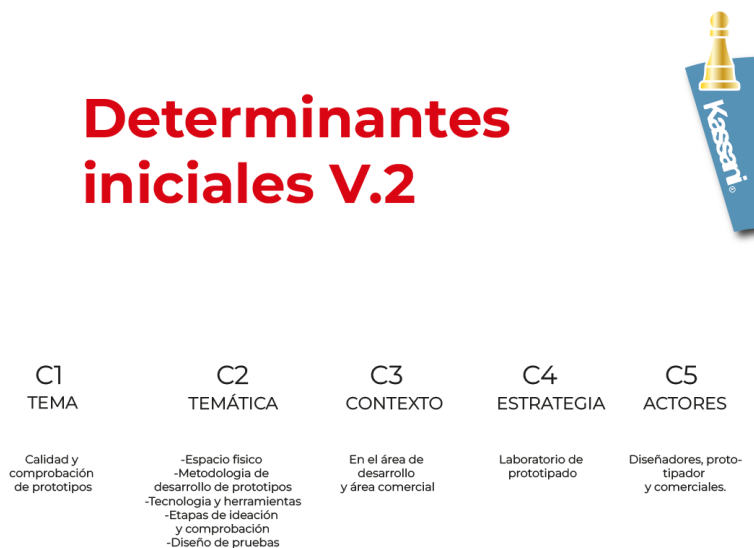


Figura 20 Determinantes iniciales V.2

Como podemos ver, ya cambiamos el contexto (C3) por uno más definido, incluyendo sus respectivos actores (C5) y pasando de un tema general a uno más específico.

Ahora los objetivos específicos son:

- a. Mejorar la calidad de los productos Kassani significando un número reducido de PQRs en los clientes para una mayor satisfacción.

- b. Ser una herramienta efectiva, siendo una ayuda tanto a corto como a largo plazo para otro tipo de piezas.
- c. Involucrar de una mejor manera a los actores en sus tareas correspondientes. (el diseñador tenga un muy buen conocimiento de las acciones del comercial y el prototipador para así reconocer sus necesidades y viceversa).
- d. Mejorar el trabajo de la subárea de calidad logrando ser un pilar importante y de conexión entre el área de desarrollo y el área comercial.
- e. Esta herramienta sirve como guía de apoyo tanto para Kassani como para el fabricante, las mejoras que puede hacer en la fabricación de productos, ya sea en plástico, metal, madera o cualquier otro.

### Desarrollo de la propuesta

Teniendo en cuenta las PQRs más recurrentes, podemos pasar a investigar herramientas que implementen ensayos en materiales para analizar y mejorar su calidad.

Este tipo de herramientas se llama comúnmente máquinas de ensayo universales. Este tipo de máquinas, como su nombre lo indica, logran hacer pruebas mecánicas a cualquier tipo de material (probetas).

Ya con este conocimiento empecé a investigar todo tipo de máquinas universales junto con las piezas y componentes con los que está diseñada para probar cualquier cosa (universal).

Estas máquinas cuentan principalmente con una estructura vertical, unos travesaños y unas mordazas o cabezales, véase la *Figura 20*. La clave se encuentra en estos cabezales, ya que se pueden cambiar y ajustar dependiendo de la probeta que se quiera probar. Este tipo de máquinas se diseñó con dos mordazas / cabezales para sujetar bien el material y realizar correctamente la prueba. Además de que el único travesaño y cabezal que se mueve en el eje vertical (Z) es el de abajo, esto para ir con el apoyo de la gravedad y la fuerza que se genere.



Figura 21 Máquina de ensayos universal (piezas externas)

Esto es externamente, por la parte interna se encuentran componentes tecnológicos como el tornillo de bola recirculante y los medidores anclados a las mordazas. Comúnmente se utiliza este tipo de tornillos para ejercer fuerza en el material; sin embargo, existen otros sistemas como el hidráulico y los sistemas de accionamiento electromecánicos (motores eléctricos), celdas de carga para medir la fuerza con precisión, software avanzado para control y análisis, etc.

En este punto, hay que comprender cuál es el tipo de fuerza que se generará. En las propiedades mecánicas existen más de 10 tipos de pruebas distintas que pueden medir un material.

Las más comunes pueden ser la resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga, ductilidad, resistencia a la fluencia y muchas otras más. En este caso podemos sintetizarlas en tres tipos de procesos mecánicos: compresión, tensión y flexión.

Cada uno de estos procesos tiene una función específica:

La tensión es una fuerza que estira un material (alargamiento), la compresión es una fuerza que lo aprieta o comprime (acortamiento), y la flexión es una combinación compleja de ambas, donde una parte del material se estira (tracción) y otra se comprime, resultando en una curvatura o doblado, como en una viga.

En las siguientes imágenes podemos ver dos conceptos de los cuales partiremos para saber qué tipo de fuerza aplicar para su comprobación.



Figura 22 Falla por estática en la silla Praxis

En la Silla Praxis se pueden ver dos fallas principales, la falla por estática y la falla por fatiga. En el caso de la falla por estática ocurre cuando un material en este caso el plástico de la carcasa cede

bajo una carga constante o lentamente aplicada, cuando el usuario se sienta y apoya la espalda cada vez.

Por el otro lado, esta falla por fatiga, se da porque la unión que une el espaldar y el asiento, que siempre está sometida a cargas cíclicas o repetitivas, acumula microdaños internos que, con el tiempo, generan grietas y, finalmente, una fractura. Al igual que el espaldar, el usuario, al sentarse, cada vez genera esta carga.

Ahora bien, esto también sucede con la silla Musk

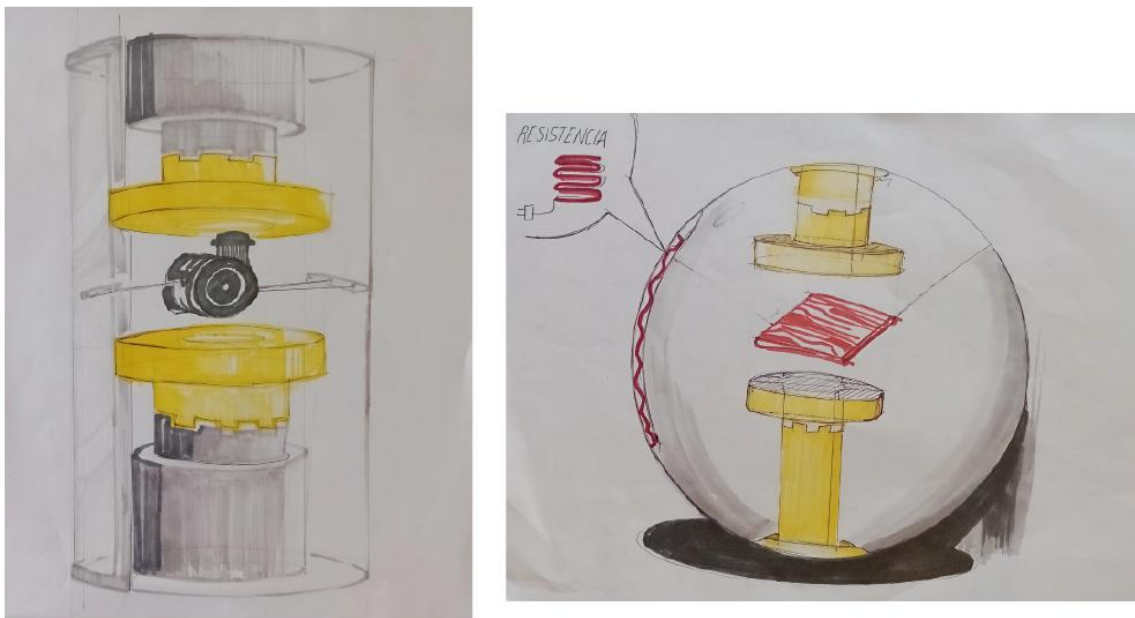


Figura 23 Falla por fatiga en la silla Musk

En la Figura 23, esta falla por fatiga también se aplica en la base, el pistón neumático y la cubierta del mecanismo, el punto de anclaje entre el asiento y el comienzo de la base.

Ya comprendido el funcionamiento de la máquina de ensayos universal, su diseño estructural y las fallas más predominantes de las sillas corporativas. Podemos pasar a bocetar diferentes propuestas de cabezales para este tipo de máquinas, comprendiendo su función y accionamiento.

# Propuestas



• Se quiere tomar en cuenta los elementos de maquina universal de ensayos para así diseñar unos cabezales específicos para la carcasa o estructura base.

Figura 24 Primeras propuestas de máquinas de ensayos universales/cabezales

En la figura 24 comencé a incluir diferentes formas y ensamblajes en los cabezales para sujetar las piezas, cada cabezal tendría una función exclusiva para cada prueba mecánica. Cabezales de compresión, tensión y/o flexión.

NOTA: es importante diferenciar cabezales de mordazas; más adelante veremos distintos tipos de máquinas de ensayos universales, en las que la mordaza es la pieza completa que sostiene y ajusta el cabezal con tornillos. En estas primeras propuestas se muestra como una sola pieza.

En un principio, se tuvo la idea de un sistema hidráulico con cabezales y formas cilíndricas, sin embargo, este tipo de sistema no era el indicado para este procedimiento. A diferencia de este, se cambió por el tornillo de bola recirculante.

• Se fue investigando los procesos mecanicos (compresión, tensión y flexión ) en este tipo de maquinas universales.

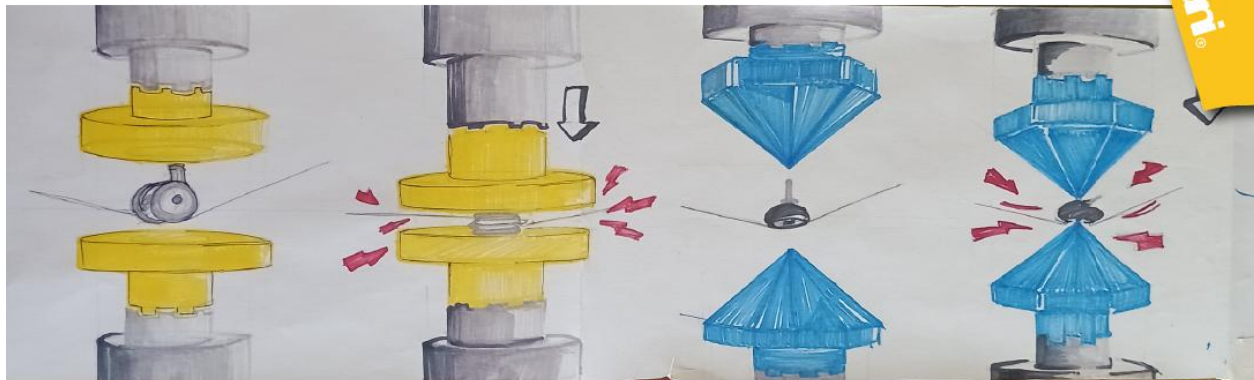


Figura 25 Continuación de propuestas de máquinas de ensayos universales/cabecales

Aún no se tenían muy claras las piezas y materiales exactos que se iban a probar; sin embargo, se fue comprendiendo el método por el cual se realizaban estas pruebas mecánicas. Empecé a trabajar con diferentes formas y tamaños para comprimir, tensionar o flexionar la pieza.

En un principio, se pensaba en sujetar la pieza con cables a tensión por extremos; sin embargo, no es una forma tan efectiva de realizar el procedimiento, ya que se requiere una acción de sujeción por ambas partes.

- Se fue iterando la forma conforme al mecanismo de funcionamiento correspondiente.



Figura 26 Iteración de propuestas de máquinas de ensayos universales/cabezas

Tenemos claras las funciones y procedimientos que van a ejercer estos cabezales; solo nos falta concretar las piezas y materiales exactos para probar. Aquí es donde nos ayudarán las PQRs.

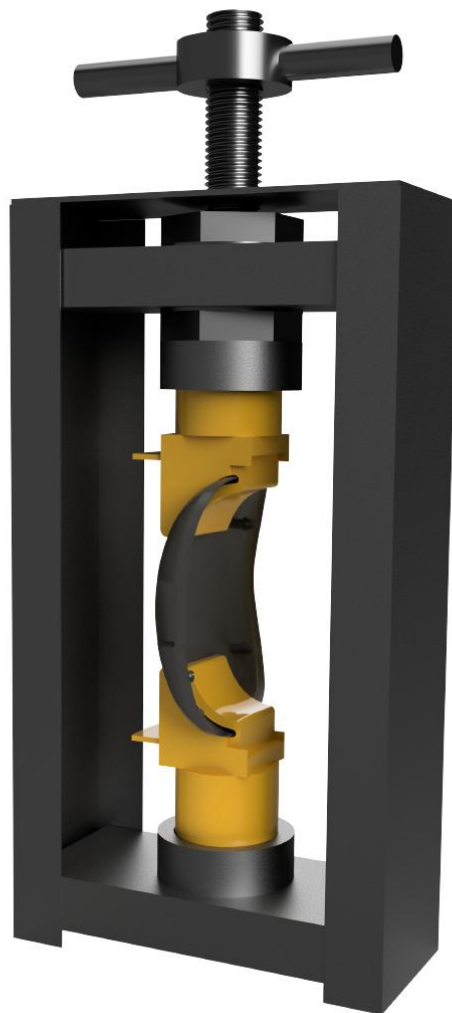
Estas PQRs nos mostraron las sillas corporativas con más problemáticas. En aquellas sillas se encuentran las piezas con el mayor porcentaje de fallo tanto en el material como en la estructura.

Estas piezas son las carcasas (mono conchas/espaldares) y las Bases/pistones neumáticos.

En este punto, ya habíamos logrado entender de una mejor manera una máquina de ensayos universales; por lo tanto, se comenzó a intentar diseñar este tipo de “garras” o arañas para sujetar la carcasa.

### Propuesta final

Con estos datos pasamos a mejorar nuestras propuestas de diseño. El diseño de cabezales específicos para carcasa / mono conchas y estructuras o bases. Estos cabezales se diseñaron con base en la forma de cada pieza, tomando su centro y analizando la mejor forma de sujeción para la pieza.



*Figura 27 Propuesta final CHECKTOOL*

En esta primera versión se diseñó pensando en un ensamble con la máquina tipo rosca. En el punto de sujeción se pensó en dos partes separadas con un ensamblaje por desplazamiento para apretar la carcasa o la base.

NOTA: se tomó en cuenta el funcionamiento y diseño estructural de una máquina de ensayos universal, sin embargo, únicamente sirve para la demostración de cómo estarían ancladas a la máquina (por eso se resalta con color amarillo).

- Estos cabezales se diseñaron específicamente en la forma de la carcasa de la silla Praxis.

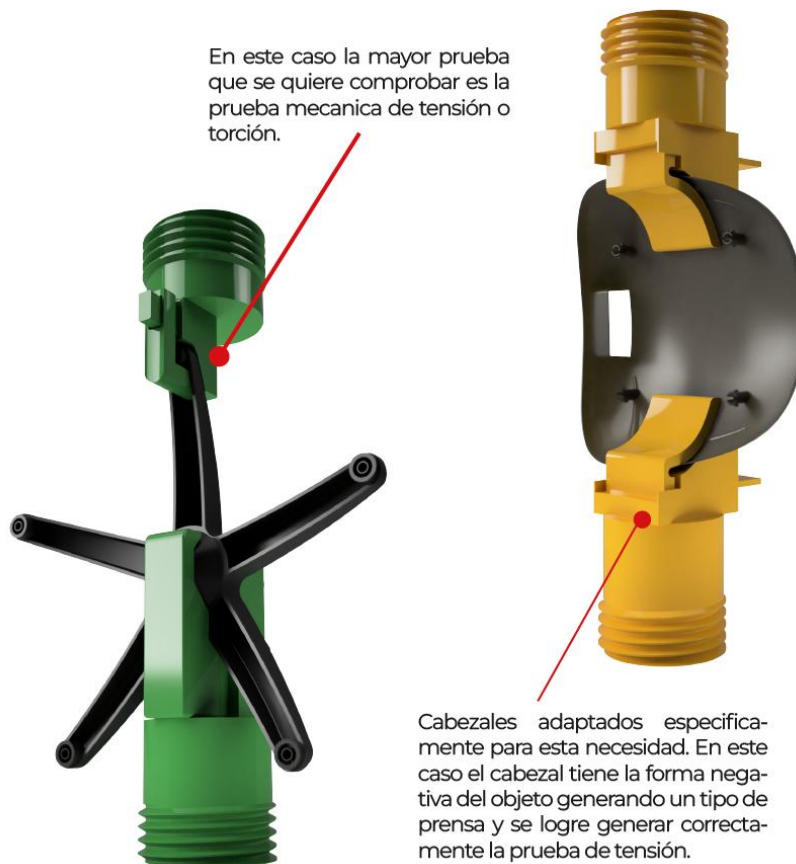


Figura 28 Propuesta final CHECKTOOL, cabezales V.1

Aquí se pueden observar las dos piezas con sus respectivos cabezales. En el caso de la base podemos analizar que se requirió una forma diferente de agarre, tanto central como en una de las puntas de la base.

En estas fotos y videos se podrá explicar de una mejor manera el funcionamiento de CHECKTOOL *Figura 26*. Se realizó un prototipo a escala, explicando el funcionamiento de cada pieza y su procedimiento.



*Figura 29* Prototipo a escala CHECKTOOL

Link de video explicativo: <https://youtu.be/2OckHBE5YWc>

Cómo podemos ver se cumplen los requerimientos en el diseño de las piezas, sin embargo, se pueden mejorar e iterar en la forma y función.

Para esto tome en cuenta los referentes y estudios realizados anteriormente en el desarrollo de proyecto con las máquinas de ensayo universales. Además, investigue diferentes tipos de máquinas

que manejarán diferentes materiales y distintos tipos de ensamble (accesorios) para cabezales con sus respectivas mordazas.

En el primer referente de maquina de ensayos universal encontré agarres de tracción con rodillo excéntrico con autoajuste, especializada en elásticos.

## Accesorios

AGARRES DE TRACCIÓN CON  
RODILLO EXCÉNTRICO CON AUTOAJUSTE



AGARRES DE TRACCIÓN CON  
TORNILLO DE ACCIÓN LATERAL

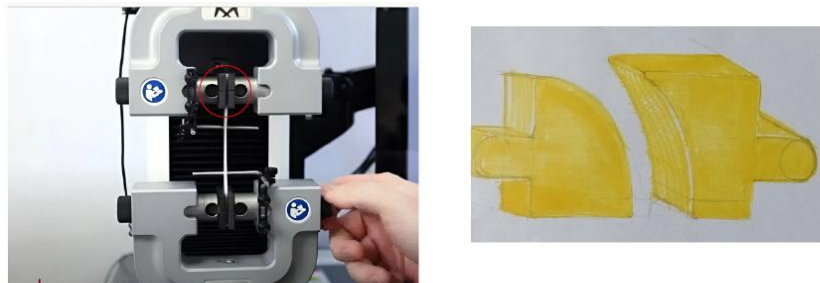


Figura 30 Distintos tipos de ensamble (accesorios) para cabezales / instron.com

Además de estos referentes, tome en cuenta la máquina de ensayos universal de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Con esta máquina pude analizar sus mordazas y cabezales o agarres de tracción con acción de cuña mecánica.

Esto me sirvió para medirlas y poder iterar la forma de mis cabezales para luego prototiparlas y encajarlas en estas mordazas.

Además de conocer en persona una máquina como esta, su funcionamiento con el tornillo de bola recirculante y celdas de carga para medir la presión. Cuenta con una capacidad de fuerza de 50 KN

lo que significa 5.100Kg de fuerza para comprimir, tensionar o flexionar cualquier pieza o probeta. Importante hay que mencionar que este tipo de maquinaria ya cuenta con una normativa estandarizada para la prueba de probetas (medida y grosor del material con su tipología).

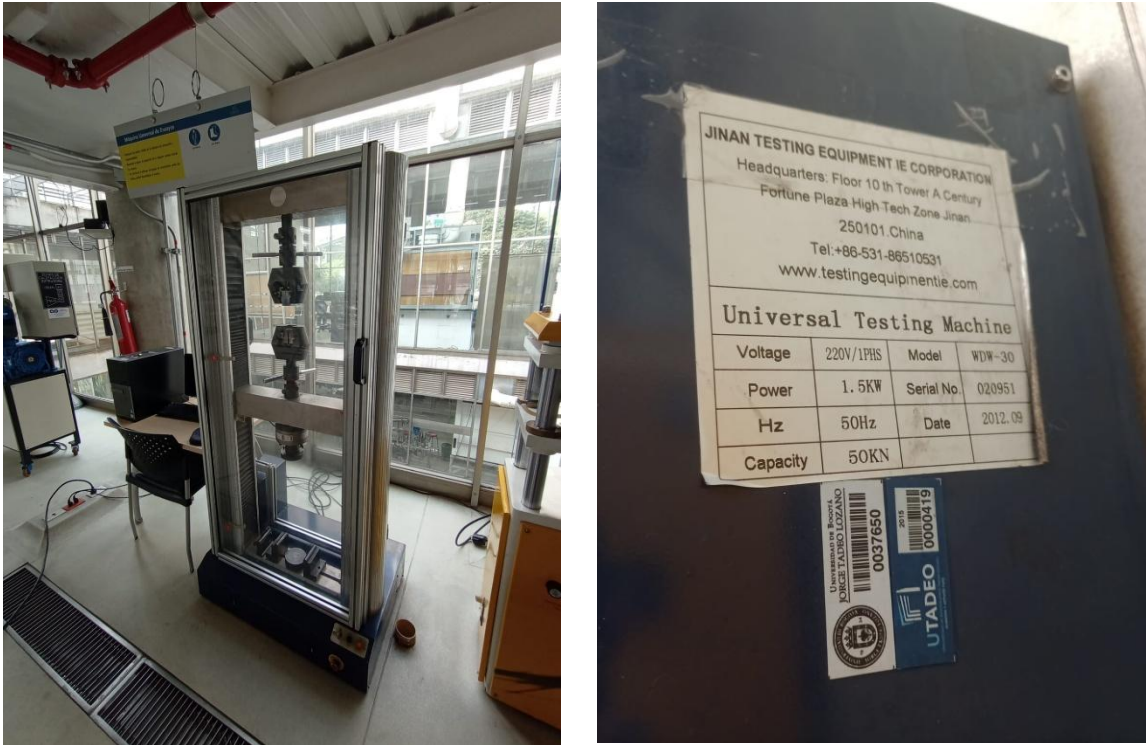
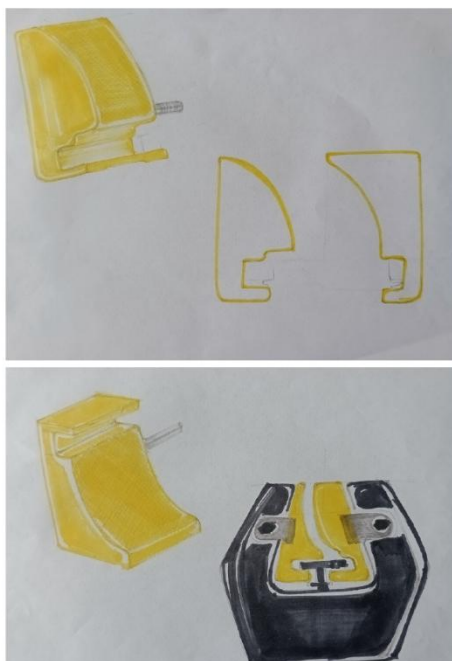


Figura 31 Maquina universal de ensayos, Facultad de ingeniería, Universidad Jorge Tadeo Lozano



## Iteración/Accesorios



AGARRES DE TRACCIÓN CON ACCIÓN DE CUÑA MECÁNICA



Figura 32 Propuesta final CHECKTOOL, cabezales V.2 carcasa

Como podemos ver en estos bocetos, itere la forma de los cabezales de la V.1 a una forma y funcionalidad alineadas con el diseño de estas mordazas. En este caso fueron los cabezales de la carcasa.

En el caso de la base itere la forma de los cabezales de la parte central

## Iteración/Accesorios

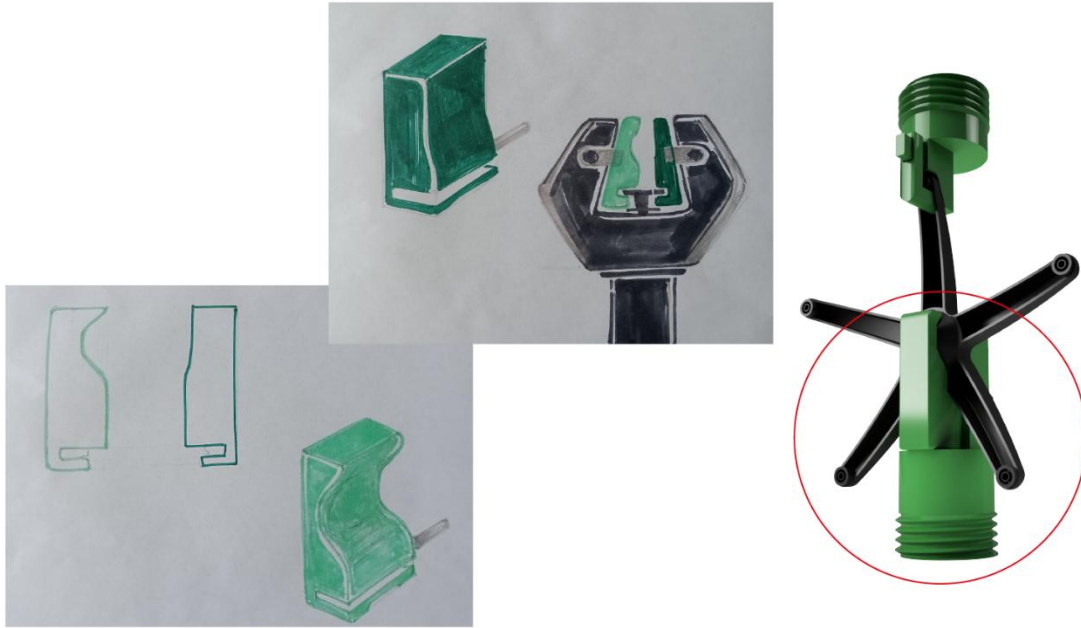


Figura 33 Propuesta final CHECKTOOL, cabezales V.2 base

Lo ideal de los cabezales tanto de la carcasa como de la base es que encajen de forma perfecta en las piezas y las mordazas para un ajuste perfecto. Es por eso que cada cabezal cuenta con un tornillo en la parte posterior, unas aberturas centrales y un corte semidiagonal en los laterales (no son completamente rectas). Una vez colocadas en las mordazas, se ajustan con un tipo de “arandelas” que a su vez cuentan con aberturas para apretar con llave Bristol.

### Comprobaciones e indicadores

Logré realizar los cabezales de la carcasa, iterando la forma, modelándolos en 3D, imprimiéndolos en filamento para luego fundirlos en aluminio.

Estas piezas en fundición de aluminio logré colocarlas en una de las mordazas de la máquina universal, dando como resultado un encaje casi perfecto y listo para colocar la carcasa.

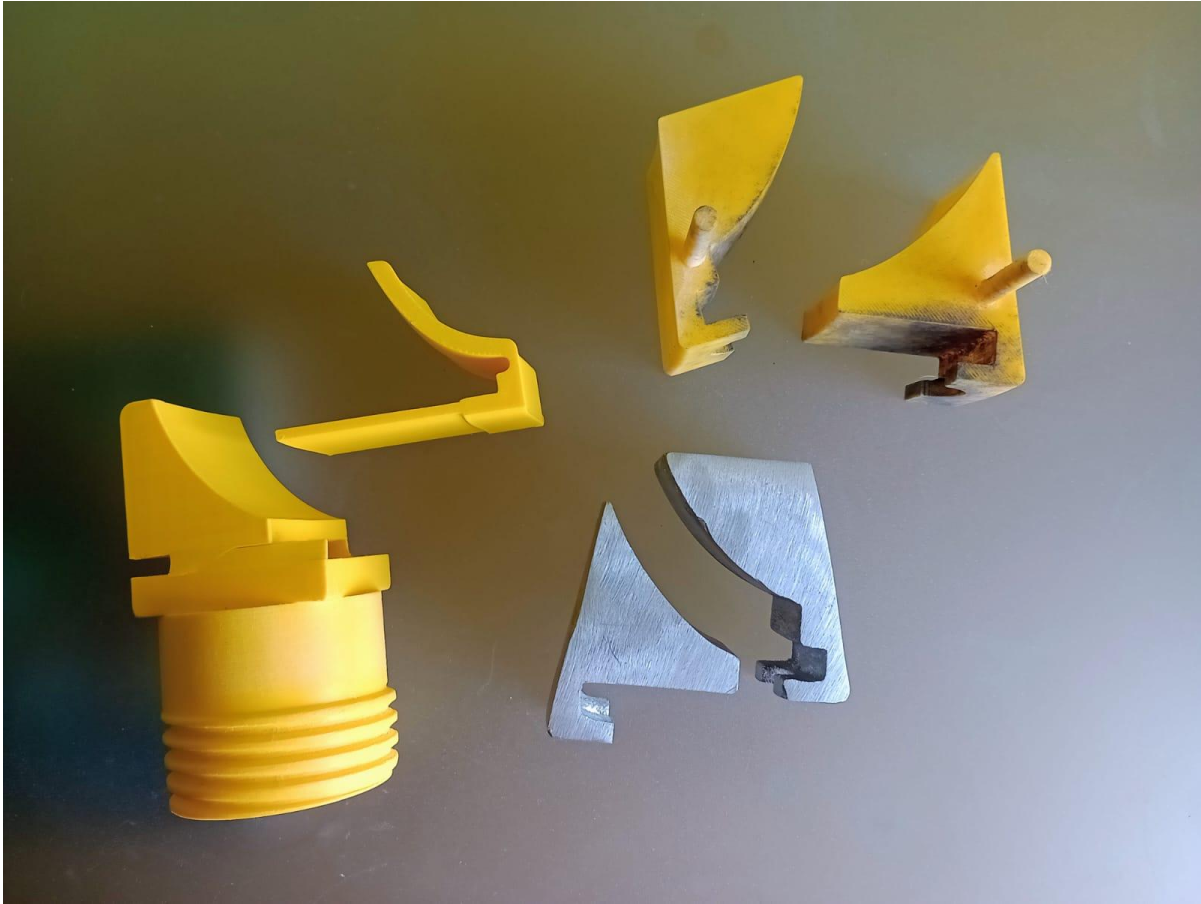


Figura 34 Cabezas carcasa versión 1 y 2 CHECKTOOL

Realice el cálculo en costos y producción de las piezas en aluminio, esto nos aproxima y nos indica el costo total de fabricación.

Para estas dos piezas en aluminio:

- Costo de impresión 3d en filamento PLA: \$40.000
- Costo fundición en aluminio: \$40.000
- Costo de pulir las piezas de aluminio: \$40.000

Esto nos da un costo total de 120.000 pesos para la fabricación de un par de cabezas.

Ahora bien, con base en estas cifras podemos afirmar que la producción y fabricación completa de los cuatro pares de cabezas en acero templado nos daría un total de: \$5,760.000 pesos.

Es importante aclarar en qué tipo de acero se fabricarán, si es acero templado de baja, media o alta gama. Tomando como referencia los cabezas de la máquina de ensayos universal, es probable que sean de acero templado de media o alta gama.

Si partimos de un acero templado O1/D2 de gama media, cada cabezal nos da un total de \$1,440.000. Si multiplicamos esta cifra por cuatro, nos dará ese total, mencionado anteriormente.

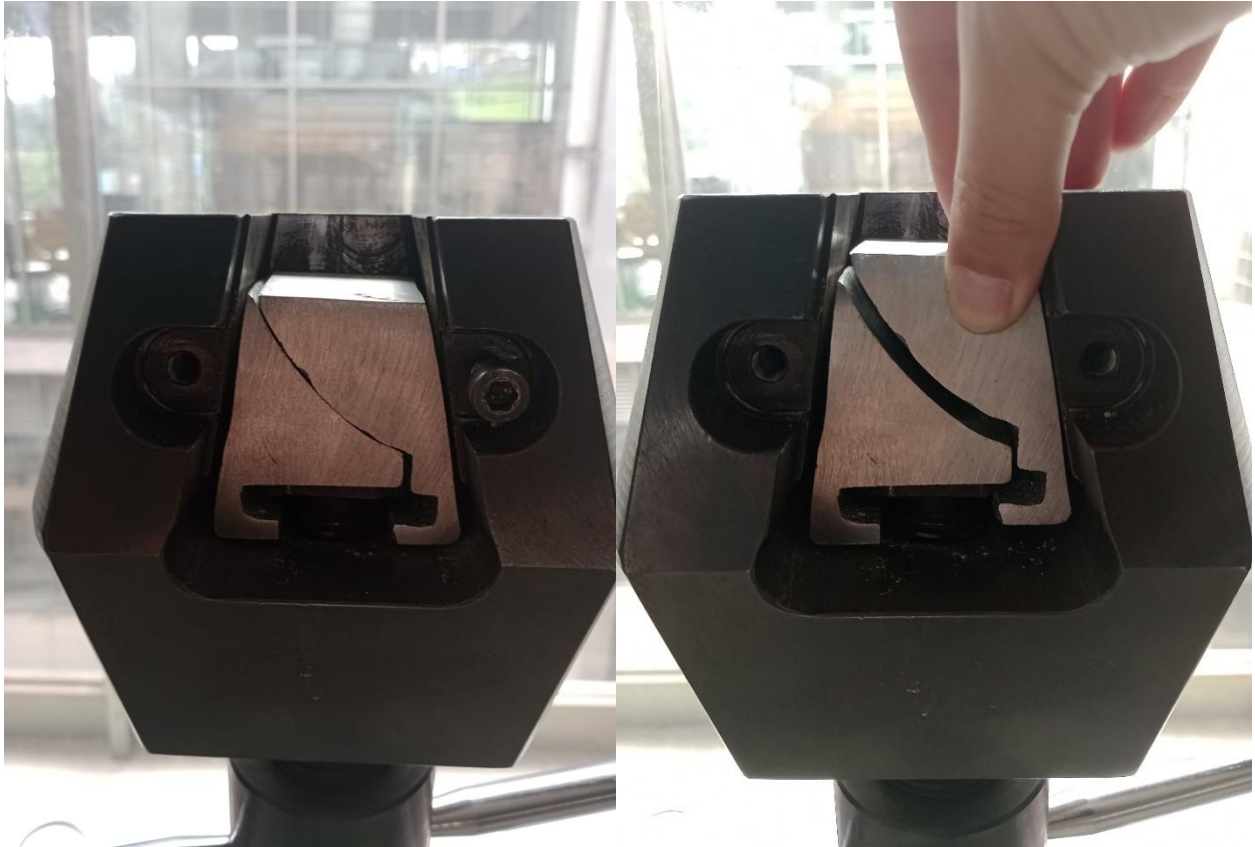


Figura 35 Cabezales carcasa puestos en máquina de ensayos universal



Figura 36 Vista completa

Como se puede observar, tiene un encaje limpio y exacto en la mordaza.

Se puede seguir iterando la forma hasta conseguir un encaje y funcionalidad perfectos tanto para la carcasa como para la base.

A continuación, se realizará una prueba simulada FEA a la carcasa en fusión 360 para abarcar de una mejor manera cómo actúan la compresión, torción y flexión en una prueba de uso (Cardona, et al., 2007). Para una prueba de uso se debe tomar en cuenta el peso de la cabeza y un empuje activo del cuello generando presión sobre el asiento.

**NOTA IMPORTANTE ACLARATORIA:** El efectuarlo en simulación es una aproximación mediante un modelo teórico. Este se basa en muchos supuestos; por eso solo se aproxima a la verdadera

prueba física (muestreo real), en este caso, ensayo destructivo con los cabezales..

Pruebas de simulación / indicadores de comprobación

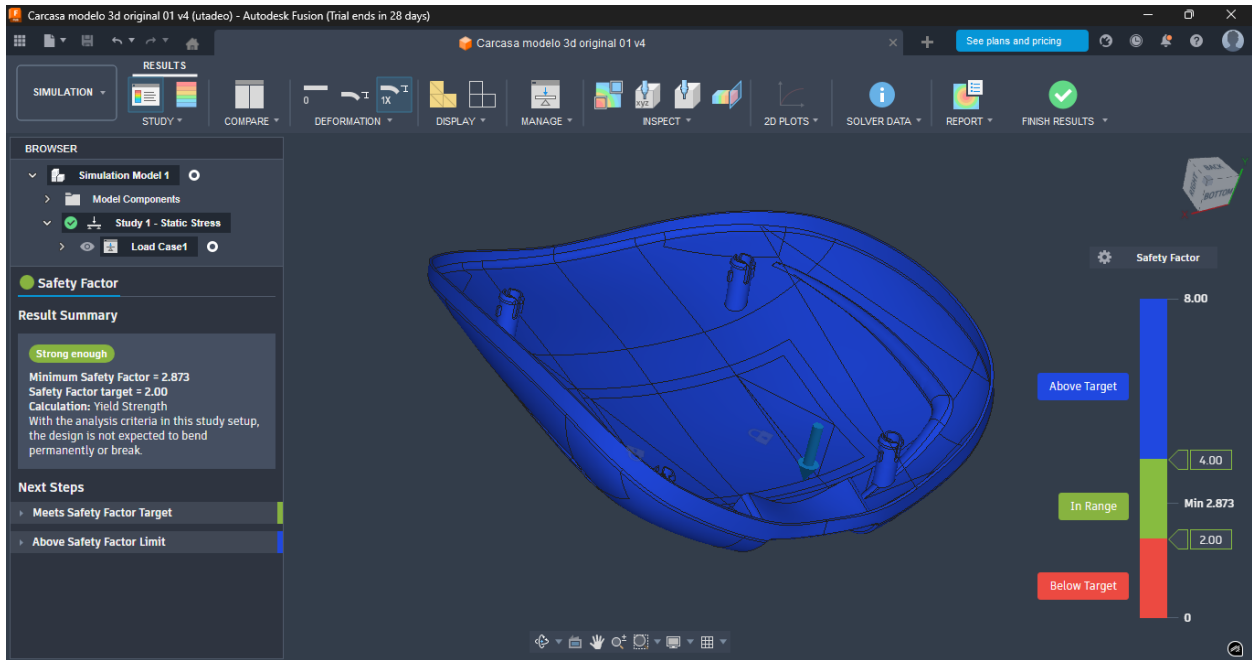


Figura 37 Prueba de compresión en simulación de fuerzas

Prueba de compresión

Como se puede observar, en esta primera simulación de la carcasa de la silla Praxis, se realizó una prueba de compresión tomando como punto de partida una fuerza equivalente a 85 N aplicada en la parte inferior de la carcasa, el punto de apoyo entre el espaldar y el asiento. Al aplicar esta

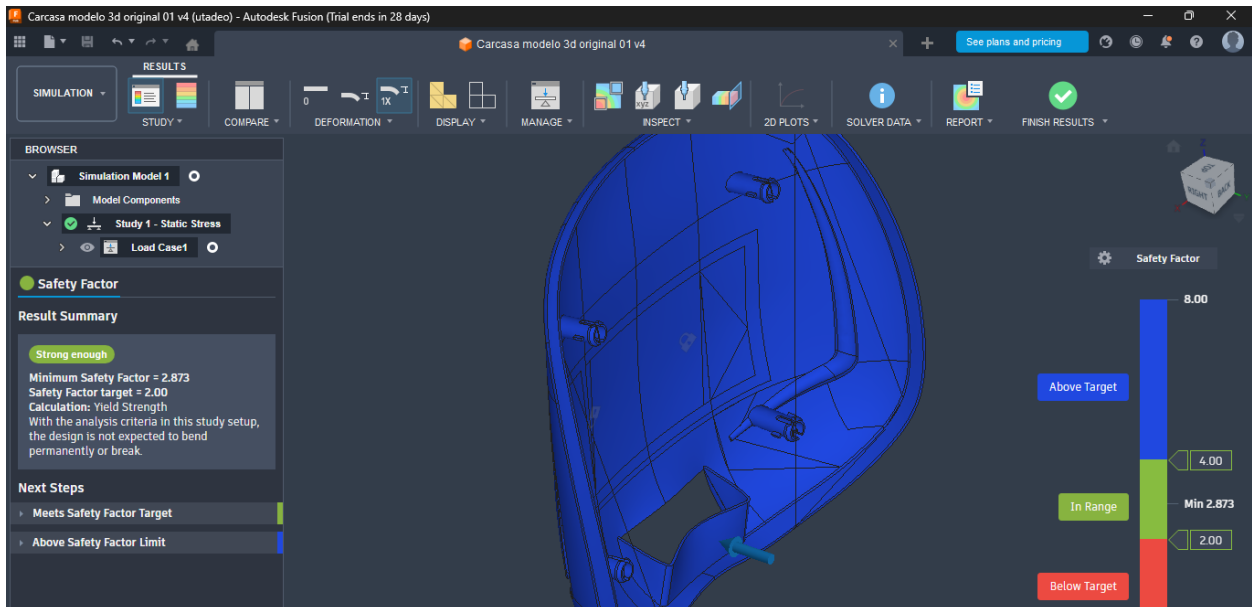


Figura 38 Prueba de compresión en simulación de fuerzas segunda vista

fuerza, vemos que se deforma notablemente la pieza de plástico PP con 2.3 mm de grosor (thicken). Esto quiere decir que tiene un factor de seguridad por encima de 2.8 (franja verde) antes de que falle en el uso.

## Prueba de flexión

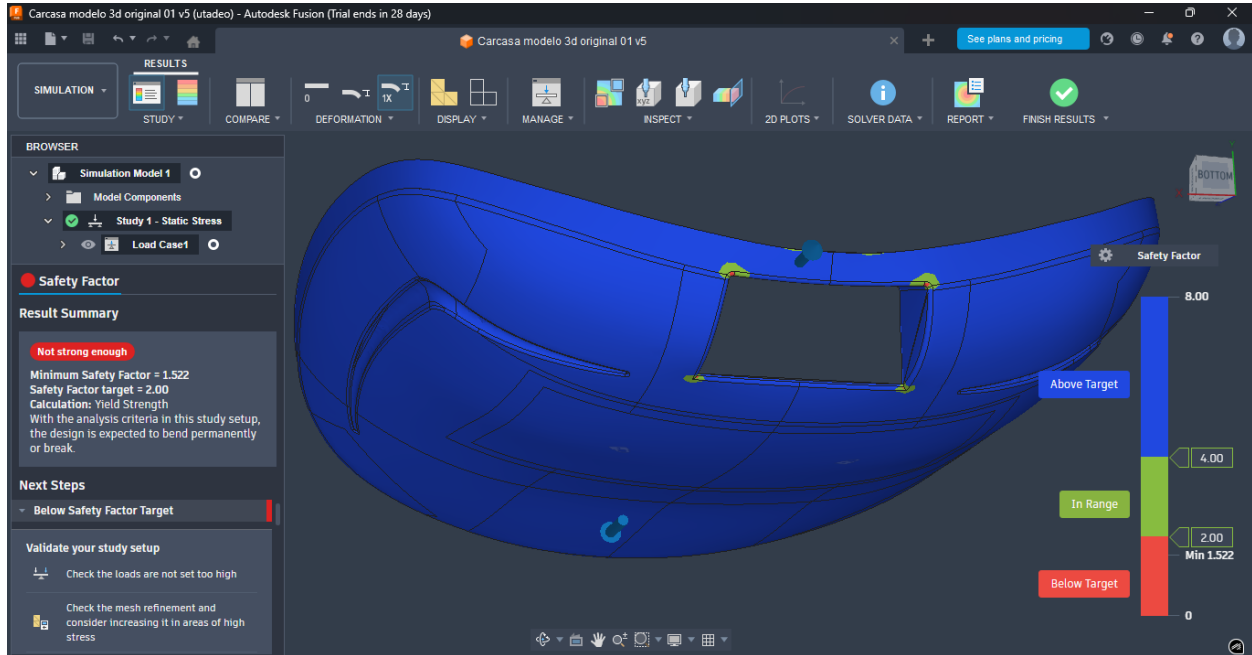


Figura 39 Prueba de flexión en simulación de fuerzas

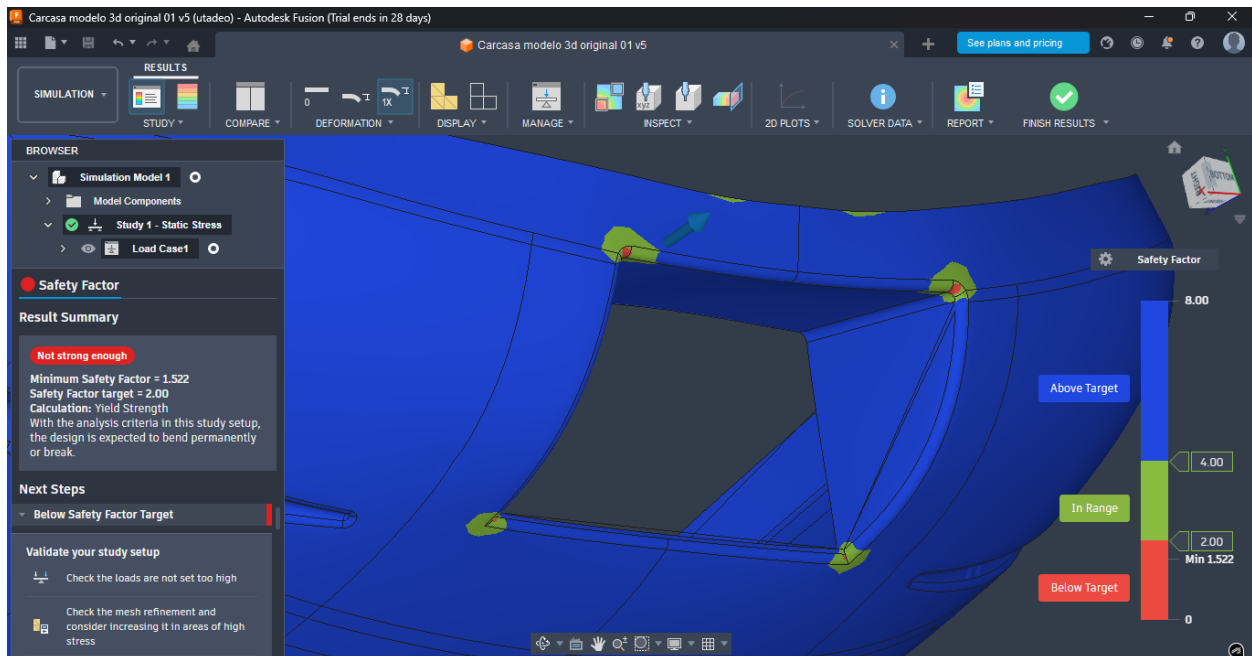


Figura 40 Prueba de flexión en simulación de fuerzas segunda vista

En la prueba de flexión se aplicó un punto de fuerza en cada extremo de la carcasa, como se puede ver una flecha apunta hacia la izquierda y otra hacia la derecha, las dos en lados contrarios XY y XZ, al hacer esto y aplicar nuevamente los 85 N de fuerza nos da como resultado una flexión en las esquinas del centro de la carcasa y en la parte superior (en la mitad de la curva central). Esta flexión que se produce en las esquinas se debe a la curvatura del bisel, la cantidad de grados con la que se diseñó puede determinar un fallo.

En este caso, el factor de seguridad se encuentra por encima de 1 con 1.522 (franja roja), lo que quiere decir una seguridad previa antes del fallo en el uso.

### Prueba de torción o tensión

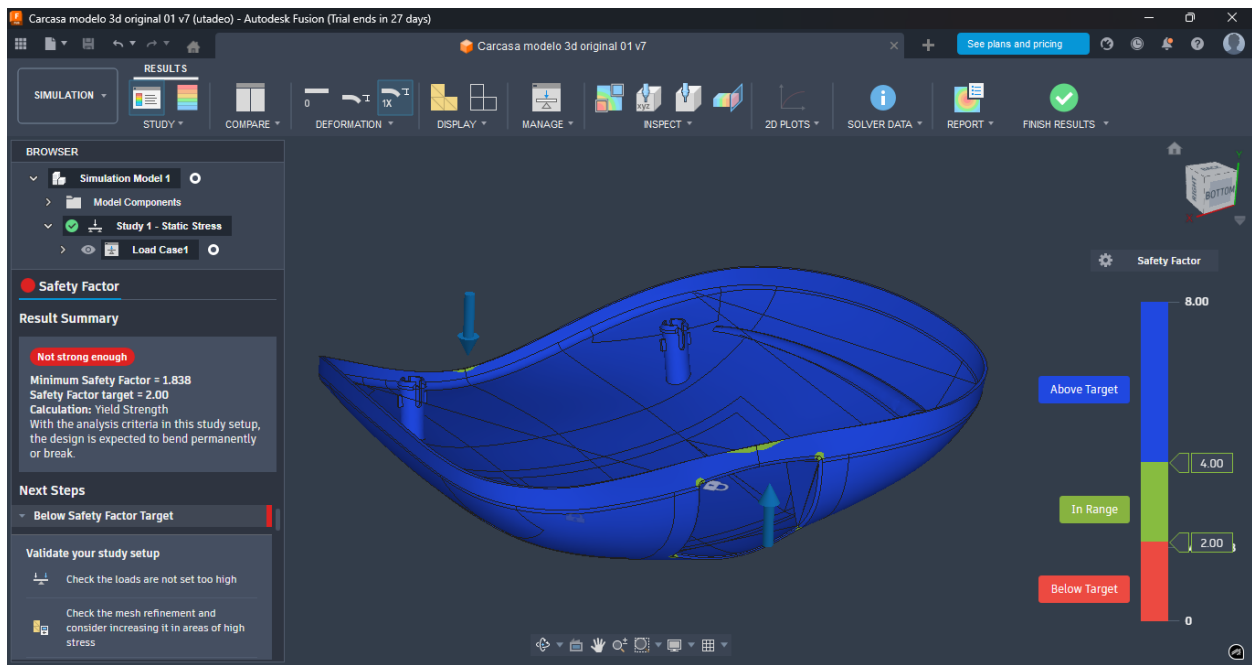


Figura 41 Prueba de torción en simulación de fuerzas

Asimismo, como en la prueba de flexión se necesitan dos fuerzas en cada extremo, aquí se requieren dos tipos de fuerza en los extremos de la carcasa +/- 85 N. Al hacer esto, se produjo una tensión en el material en cada extremo, especialmente en la parte inferior. Se puede observar claramente una expansión del material en toda la abertura.

De igual forma, el factor de seguridad se encuentra por debajo de 2, lo que sigue representando una seguridad para el uso y material antes de su fallo completo.

Estos 85 N parten de la fuerza de la cabeza, tomando como rango promedio entre 50 y 120 N se puede formular esta fuerza para tener referencia y realizar las pruebas. Se debe tener presente que estamos hablando de fuerza, no del peso de la cabeza, datos tomados de ((BIFMA), 2017).

La cabeza no solo es un peso estático, sino, por el contrario, un elemento activo que compromete varios músculos de toda la columna. Con esto nos podemos dar una idea aproximada del peso de una cabeza y cuello: es de 8.67 Kg (incluyendo estos músculos y parte del torso) (Vasavada, 1997).

## Conclusiones

- Para las pruebas de simulación se tiene que mejorar el enmallado de la carcasa para tener un mejor análisis estructural y de elementos finitos, al igual que hace falta realizar análisis de fatiga y otro tipo de análisis estructurales. Estos mismos análisis se tienen que aplicar a otros elementos unidos a la silla en los que estén sujetos a fuerzas externas, como lo son el asiento de la silla, las ruedas, la base, etc.

- Para el caso de la base se necesitaría realizar otro tipo de estudio para simulación en fusión 360 tipo ANSI, además de saber cuáles serían los puntos de restricción y de fuerza aplicada, al igual que el tipo de material, grosor (thicken) y la fuerza en N que ejerce el cuerpo. Todos estos parámetros cambian dependiendo de la pieza, material y función que ejerzan.

- Ahora bien, ya en este punto nos podemos preguntar: ¿Esta propuesta de diseño, tiene sus limitantes?

La respuesta es que sí.

Esta pregunta es realmente importante porque, como diseñadores, debemos estar un paso más adelante y saber si algo realmente puede funcionar antes de su fabricación y producción en masa.

Uno de los limitantes más fuertes y resaltantes sería el costo de fabricación y producción de estos cabezales y/o de una máquina de ensayos universales. En este tipo de propuestas se requiere una gran inversión por parte de la empresa para realizar estos estudios de calidad y, al final, llegar a un mejor diseño para el cliente.

Este limitante estará presente, sin embargo, esta propuesta es de gran beneficio para la empresa y para el cliente. No debemos pensar que el cliente es una cifra más de dinero, sino que, por el contrario, el cliente es el símbolo de confianza y garantía especial con la empresa, que en un futuro recomendará y llevará buen legado.

-Esta pregunta viene acompañada de otra pregunta muy importante, y es la siguiente:

¿Qué tanto de estas sillas corporativas se fabrica en la planta de producción propia de Kassani?

La respuesta a esta pregunta está dividida, ya que:

Por una parte, estas sillas corporativas, la mayoría de las partes, se fabrican con otros proveedores de Kassani para, al final, llegar a preensamblarlas en la planta de fabricación de Kassani.

Por otra parte, como se había mencionado anteriormente en el área de afectación de la empresa o punto crítico, *a pesar de que no se fabrican propiamente en la planta desde 0, Kassani es la responsable y la que vela por la comercialización y venta de estas sillas, lo que significa una responsabilidad enorme para la empresa si suceden PQRs por parte de los clientes, no para los proveedores de cada pieza de la silla.*

Respondiendo esta pregunta, podemos concluir que es válido trabajar las PQR de estas sillas y los puntos débiles que se encuentran. Sin embargo, podemos buscar un segundo camino y buscar un producto propio de Kassani fabricado en la planta de Tocancipá.

Este producto puede ser la mesa Mobility Step/mesa dirección. Según los registros de PQRs de igual forma utilizados para encontrar las sillas corporativas, se encontró esta mesa, la cual se reporta con fallas eléctricas, mecanismo dañado y una superficie agrietada.

El material de esta superficie puede estar compuesto de aglomerado o melamina HPL.



*Figura 42 Mobility step mesa dirección (Mayor número de PQR's)*

Se puede seguir investigando y acercándonos cada vez más al punto de fallo de este producto y ejecutar el mismo procedimiento de comprobación con el diseño de estas herramientas/cabezales para determinar si es falla por uso y/o material.

Concluyo este proyecto dejando las puertas abiertas a cualquier diseñador industrial o ingeniero con espíritu de iterar y mejorar este tipo de propuestas. Como podemos ver, los diseñadores podemos tomar muchos fundamentos técnicos y teóricos de la ingeniería para aplicarlos a nuestros diseños y viceversa. Podemos complementarnos con los conocimientos establecidos que tengamos.

Adjunto [link](#) del tablero Miro para visualizar el flujograma completo del proyecto con acceso libre (Piñeros, 2025).

# Bibliografía

- (BIFMA), B. a. (2017). *ANSI/BIFMA X5.1-2017: General-Purpose Office Chairs – Tests*. Grand Rapids, MI, EE. UU. (Sede de BIFMA): American National Standards Institute (ANSI) / BIFMA.
- Amado, J. L., & Bernal, Y. A. (2024). *Diseño y construcción de un prototipo de máquina universal de ensayos*. Bogotá D.C.: Universidad Agustiniana.
- Ayala, D. M. (2015). Máquina universal de ensayos:sistema estático. *Repositorio Universidad Técnica del Norte*, 8.
- Caicedo, I. A. (2019). 142Revista entorno, Universidad Modelo para el desarrollo y evaluación de la usabilidad en sistemas de interacción tangible desde la perspectiva del diseño centrado en el usuario. *entorno, Universidad Tecnológica de El Salvador*, 15.
- Cardona, J. D., Hidalgo, M. Á., Castán, H., Rojas, F., Borro, D., & Jaramillo, H. (2007). *Realidad Virtual y procesos de manufactura*. Cali: Dirección de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico.
- Figuerola, M. A., Bustamante, R. P., & Alta, M. M. (2020). Diseño de prototipo de molde multiparametrizable para manufactura rápida. *Centro de Tecnología Avanzada, A. C., Cd. Sahagún, Hidalgo, México*, 12.
- Organización Internacional de Normalización. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos (ISO 9001:2015)*. Ginebra, Suiza: Secretaria central de ISO.
- Piñeros, D. T. (2025). *Miro*. Obtenido de Flujograma CPG: [https://miro.com/app/live-embed/uXjVlirWnPg=?embedMode=view\\_only\\_without\\_ui&moveToViewport=-580%2C-1895%2C9163%2C4018&embedId=226004355056](https://miro.com/app/live-embed/uXjVlirWnPg=?embedMode=view_only_without_ui&moveToViewport=-580%2C-1895%2C9163%2C4018&embedId=226004355056)
- Reyes, J. M., Rodriguez, P. J., & Muñoz, I. K. (2020). KARE: Metodología para el desarrollo de prototipos de Interfaces Tangibles de Usuario basada en la definición de la Arquitectura de Información. *Revista Iberica de Sistemas y tecnologia de la información*, 13.
- Santamaria, J. L., & Pardo, J. S. (2019). *Diseño de una máquina para ensayos de impacto*. Bogotá D.C: Fundación Universidad de América.
- Vasavada, A. N. (1997). Influencia de la morfometría muscular y los brazos de momento en la capacidad de generación de momento de los músculos del cuello humano. *Spine*, 11.