

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
SANTIAGO - CHILE



**“DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA
INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM”**

SEBASTIÁN BENJAMÍN FUENTES TOLEDOS

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA**

Profesor Guía: Carlos Castro

Profesor Correferente:

José Allende, Juan Carlos Lanás, Cecilia Reyes y Pedro Gajardo

Agosto - 2023

DEDICATORIA

Este documento significa la culminación no solo del esfuerzo por mi parte, sino del apoyo que me han brindado mi familia y mis amigos, se los dedico a ellos, que en los momentos de mayor presión siempre estuvieron ahí para apoyarme y motivarme.

AGRADECIMIENTOS

Quiero darles las gracias a todos los miembros de la Dirección de Transformación Digital de la universidad y a todas las grandes personas que forman parte de los equipos de la UTFSM, quienes me brindaron con el apoyo que necesite para completar este trabajo, además de siempre estar dispuestos a ayudarme cuando lo necesite.

Quiero darle también un agradecimiento en especial a mi mentor durante este proceso de trabajo de memoria, José Allende, quien no solo estuvo presente durante cada paso que di en este trabajo, sino que también me impulso a crecer y madurar con el objetivo de volverme un profesional.

RESUMEN

Resumen— Durante el trabajo realizado se ha diagnosticado la infraestructura tecnológica de la UTFSM, utilizando una herramienta elaborada en base de un estudio de las características que debiese tener la infraestructura de una institución que esté preparada para enfrentar la Transformación Digital (TD), también se han dado recomendaciones para mejorar esta. De los resultados del diagnóstico, se logró concluir que la infraestructura tecnológica de la institución, desde una mirada técnica, está en un nivel intermedio que no garantiza abordar adecuadamente el proceso de transformación. También se observó, sin embargo, que la universidad ya se encuentra realizando esfuerzos para mejorar su nivel y se avanza en muchos sentidos. Junto con los esfuerzos actuales y si se siguen las recomendaciones dadas, se puede lograr planear de manera adecuada el proceso de Transformación Digital de la universidad.

Palabras Clave— Transformación Digital; Infraestructura; Educación.

ABSTRACT

Abstract— During the work carried out, the technological infrastructure of UTFSM has been diagnosed using a tool developed based on a study of the characteristics that the infrastructure of an institution should have to be prepared to face TD, recommendations have also been provided to improve it. From the diagnostic results, it was concluded that the institution's infrastructure that does not guarantee adequately addressing the transformation process. However, it was also observed that the university is already making efforts to improve its level and progress is being made in many ways. Along with the current efforts and by following the given recommendations, it is possible to effectively plan the university's Digital Transformation process.

Keywords— Digital Transformation; Infrastructure; Education.

GLOSARIO

UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María.

TD: Transformación Digital.

IES: Institución de Educación Superior.

RADIUS: Remote Authentication Dial-In User Service. Protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red.

EAP: Extensible Authentication Protocol. Framework de autenticación utilizado en redes point-to-point.

MFA: Autenticación Multi Factor. Protocolo de autenticación multifactor que exige autenticar el acceso mediante, por lo menos, un dispositivo adicional.

OSI: Open Systems Interconnection.

Cloud: Término utilizado para servicios computación en la nube.

Magic quadrant: Figura que representa en cuadrantes las posiciones de distintos jugadores en un mercado específico, según la visión de mercado de Gartner, generalmente se divide en los cuadrantes de líderes, retadores, visionarios y actores de nicho.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	4
ABSTRACT	4
INDICE DE FIGURAS.....	9
INDICE DE TABLAS.....	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2 Objetivos de la Memoria	12
1.2.1 Objetivo General	12
1.2.2 Objetivos Específicos	12
1.2.3 Árbol del Problema	13
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL	14
2. Discusión Inicial	14
2.1 Qué es la TD	14
2.2 Discusión de los trabajos leídos	15
2.2.1 La necesidad de la TD:	15
2.2.2 Actores que participan en la TD de las IES.....	16
2.2.3 Desafíos que presenta la TD	17
2.2.4 Iniciativas que han tomado las IES para afrontar la TD	17
2.2.5 Tecnologías utilizadas en la Transformación Digital.....	19
2.2.6 Esfuerzos de la industria	25
CAPÍTULO 3: DIAGNOSTICO	26
3.Diagnostico de la infraestructura tecnológica de la UTFSM	26
Sistemas académicos	28

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Situación SIGA/Banner Student	30
Finanzas.....	31
Recursos Humanos.....	32
Investigación	32
Biblioteca	32
Admisión	33
Comunicaciones	33
Vinculación con el Medio.....	34
Bienestar Estudiantil	34
Mesa de Servicio	34
Infraestructura	35
Levantamiento y mapeo de Sistemas	36
Sitios académicos y sistemas satélites de SIGA	38
Temas prioritarios Levantamiento Infraestructura	45
Asesorías.....	46
Asesoría Infraestructura	46
Temas prioritarios Asesoría Infraestructura	49
Asesoría Ciberseguridad	49
4. Propuesta de Valor de la memoria	51
CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE MEJORA	52
5. Análisis de la información recolectada	52
5.1 Diagnostico	52
5.2 Propuesta de arquitectura (Infraestructura)	56
6. Herramienta de Diagnostico	57

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

6.1.1 Seguridad	57
6.1.2 Alta disponibilidad y Resiliencia.....	58
6.1.3 Escalabilidad.....	59
6.1.4 Conectividad sólida	61
6.1.5 Automatización	62
6.1.6 Compatibilidad y estándares abiertos	63
6.1.7 Integración y colaboración	63
6.2 Evaluación de Infraestructura	65
6.2.1 Seguridad	65
6.2.2 Alta disponibilidad y Resiliencia.....	65
6.2.3 Escalabilidad.....	66
6.2.4 Conectividad sólida	67
6.2.5 Automatización	68
6.2.6 Compatibilidad y estándares abiertos.....	68
6.2.7 Integración y colaboración	69
6.3 Comparación con otras instituciones de educación superior.....	70
6.3.1 Encuesta Tecnologías Instituciones de Educación Superior	70
6.3.2 Encuesta Tecnologías Instituciones de Educación Superior	70
7. Propuesta de Mejora.....	71
Recomendaciones para mejora	71
8. Conclusiones y siguientes pasos	73
Conclusiones	73
Trabajos Futuros	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Árbol del problema	13
Figura 2: Magic Quadrant para ERP.....	20
Figura 3: Magic Quadrant para servicios de infraestructura y plataforma en la nube	23
Figura 4: Diagrama de la arquitectura de red de la universidad.....	35
Figura 5: Diagrama sistemas Satelites a SIGA y sitios academicos de la UTFSM	40
Figura 6: Diagrama sitios Administrativos.....	41
Figura 7: Diagrama Sistemas de vinculación con el medio, investigación y admisión.....	42
Figura 8: Diagrama de sistemas BANNER y sistemas de finanzas.	43
Figura 9: Diagrama de los módulos de Microsft Dynamics 365, sistema CRM.	45
Figura 10: Dispositivos sin soporte.....	48
Figura 11: Programas vulnerables.	50
Figura 12: Escenario menos costoso de migración.	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Universidades y sus soluciones para sistemas ERP, CRM.....	20
Tabla 2: Puntos fuertes y precauciones de proveedores cloud.	23
Tabla 3: Contrapartes y sus cargos.....	27
Tabla 4: Pros y contras de Banner Student.	30
Tabla 5: Listado de sistemas/servicios UTFSM.....	36
Tabla 6: Puntaje obtenido en dimensión de Seguridad.	65
Tabla 7: Puntaje obtenido en dimensión de Alta disponibilidad y Resiliencia.....	65
Tabla 8: Puntaje obtenido en dimensión de Escalabilidad.....	66
Tabla 9: Puntaje obtenido en dimensión de Conectividad sólida.	67
Tabla 10: Puntaje obtenido en dimensión de Automatización.....	68
Tabla 11: Puntaje obtenido en la dimensión de Compatibilidad y estándares abiertos.	68
Tabla 12: Puntaje obtenido en la dimensión de Integración y colaboración.....	69

INTRODUCCIÓN

Aunque la Transformación Digital (TD) no es un fenómeno nuevo para las IES, no ha sido hasta hace pocos años que se le dio la importancia que requiere, y en muchos casos las IES tuvieron que afrontarla de manera forzosa, muy especialmente producto de la pandemia COVID-19 iniciada en 2020, donde para poder cumplir con las normas sanitarias y, a la vez, el proceso formativo, las IES decidieron adoptar modalidades virtuales de enseñanza, como menciona las mencionadas por la UNESCO [11]. Con el fin de ayudar a enfrentar este fenómeno, investigadores de todo el mundo han tratado de apoyar a las IES mediante investigaciones enfocadas en comprender la TD y el cómo afrontarla para realizar un proceso de transformación exitoso. El problema que nace de este incremento en la necesidad de enfrentar a la TD es que las IES pueden no estar preparadas para este desafío.

Con el fin de contribuir a la sistematización de una estrategia de TD a la UTFSM se decidió realizar un diagnóstico a su infraestructura tecnológica con el que se puedan dar recomendaciones de mejora a su infraestructura tecnológica, esta abarca software, hardware, estándares y gobierno tecnológico, capacidades y habilidades, tanto técnicas como humanas y organizacionales.

CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, la Transformación Digital (TD), de la mano de las circunstancias que se han vivido durante la pandemia COVID-19, ha hecho que tecnologías en la nube se potencien y se han vuelto necesarias para el mejor desempeño posible.

En estos momentos la universidad está organizando y dando enfoque estratégico a su proceso de transformación digital y se deben atender decisiones estratégicas como si es necesario llevar una transición a nuevas plataformas en la nube. Es en este momento donde un diagnóstico de la situación actual de la infraestructura y procesos de la universidad es necesario para generar un plan de mejora que permita que la universidad se ponga a la par con las tecnologías en la nube.

Según Eggers y Bellman [14] en su trabajo acerca del viaje de la transformación digital y como esta afecta al gobierno, indicaron que las universidades en general determinan que manejar la transición a lo digital en el área cultural es retador o muy retador, por esta razón es necesario el poder planear de manera cuidadosa el cómo se realizara este proceso de cambio, para que el equipo de la organización sufra lo menos posible y su productividad no se vea afectada de mala manera.

Por estas razones la USM debe tener bien documentada y diagnosticada su infraestructura, con el objetivo de poder cumplir con estándares y normativas que se espera que organización como ella cumplan, entre estas por ejemplo cumplir en el mayor grado posible con la ISO 27001 acerca de seguridad de la información, o el Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea.

Debido a lo anterior, el realizar una discusión de los trabajos que se han hecho hasta ahora puede ser beneficioso para cumplir con el objetivo del trabajo de título del autor, el cual tiene dos objetivos: realizar un diagnóstico del estado actual de la infraestructura tecnológica de la Universidad Técnica Federico Santa María, y proponer mejoras respecto al diseño de esta, con un enfoque en la transformación digital.

1.2 Objetivos de la Memoria

1.2.1 Objetivo General

Diagnosticar el estado actual de la infraestructura tecnológica de la universidad y proponer mejoras respecto al diseño de esta, con un enfoque en la transformación digital.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Hacer un levantamiento de los sistemas y servicios tecnológicos existentes de la universidad.
- Revisar el estado del arte respecto de cómo las universidades han avanzado en esto.
- Hacer una revisión de cómo empresas fuera del rubro educacional han abordado estos procesos.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Hacer un levantamiento del modelo de datos de la universidad.
- Construir una herramienta para evaluar el estado de la infraestructura tecnológica de la universidad y proponer mejoras.

1.2.3 Árbol del Problema

A continuación se presenta el árbol del problema donde las causas se colorean de color verde, el problema que causan de color rojo y los efectos que este provoca con color amarillo, además los objetivos del trabajo de memoria que se desprenden de estos están en color azul.

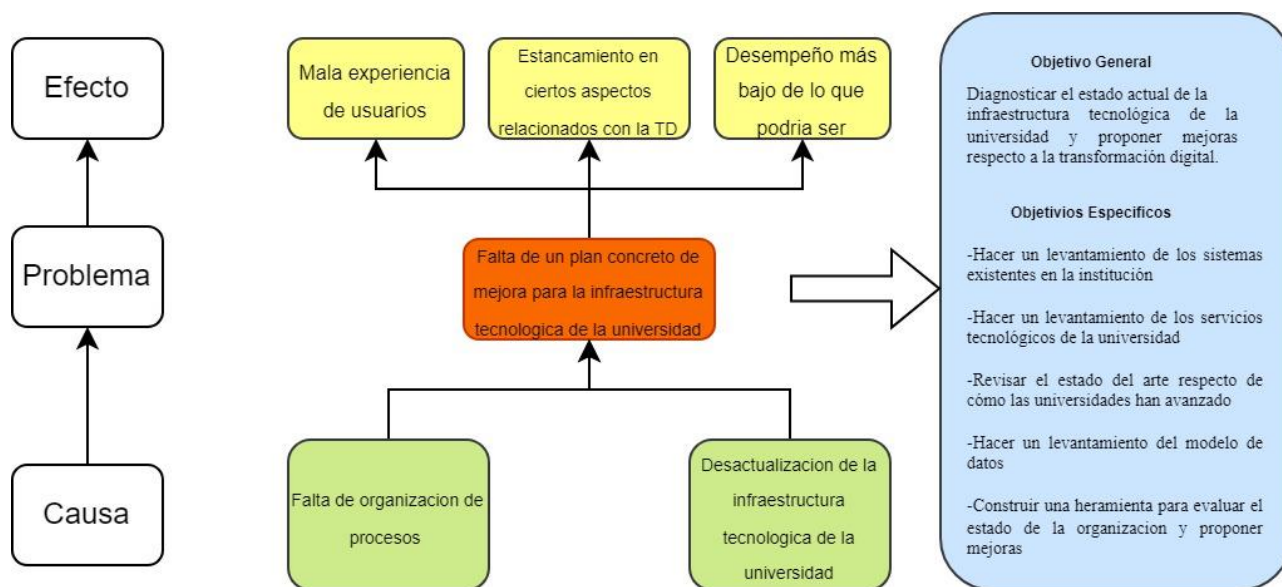


Figura 1: Árbol del problema

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL

2. Discusión Inicial

2.1 Qué es la TD

Antes de emprender la discusión de la literatura, se presentarán algunas definiciones de lo que es la TD, con el objetivo de llegar a una definición que será utilizada a lo largo del trabajo del autor.

“TD es una evolución acelerada. También es una revolución debido a sus implicaciones radicales y estructurales tanto para personas e infraestructura, que también demanda nuevos modelos de educación y de negocios” [3].

“La transformación digital de negocio se puede definir como la modificación de procesos, procedimientos, capacidades, y políticas de negocio para tomar ventaja de los cambios y oportunidades presentadas por nuevas tecnologías digitales, como también el impacto que tienen en la sociedad, manteniendo siempre en mente acerca de las tendencias actuales y futuras” [4].

“La Transformación digital es fundamentalmente acerca del cambio e implica personas, procesos, estrategias, estructuras, y dinámicas competitivas” [6].

Estas definiciones nos permiten comprender que el proceso de TD implica tanto a la tecnología como a las personas, y además implica un proceso complejo de afrontar. A partir de lo anterior, se propone la siguiente definición:

La TD es un proceso de cambio a nivel tecnológico, organizacional y de modelo de negocios, que implica una transformación en los ámbitos de las personas y los procesos. Este proceso se lleva a cabo con el fin de permitir que las organizaciones sean capaces cumplir con objetivos estratégicos de su negocio, que implica el uso de nuevas tecnologías para mantener su competitividad.

Microsoft identifica los 4 siguientes pilares como los principales propulsores de la TD [24]:

- **Involucrar al Cliente:** El construir experiencias naturales y a medida al aprovechando la data que representa una vista completa del cliente. Luego extraer información practica que pueda ofrecer personalización a escala.
- **Empoderar Empleados:** Empoderar gente para lograr más al diseñar un ambiente de trabajo donde todos los estilos de trabajo puedan prosperar, un ambiente que utilice la inteligencia digital para mejorar las experiencias y permita la flexibilidad de la movilidad, mientras se mantiene la organización, personas e información seguras.
- **Optimizar Operaciones:** Acelerar la sensibilidad del negocio, mejorando los niveles de servicio, y reducir costos con procesos inteligentes que anticipen el futuro y coordinen personas y activos de forma más eficiente.

- **Transformación de productos:** Diferenciar y capturar oportunidades emergentes al aprovechar data como un recurso estratégico. Cambiar de retrospectiva a previsión, automatizar procesos manuales, entregar personalización a clientes e innovar con nuevos modelos de negocios, servicios, productos y experiencias.

De estos pilares que presenta Microsoft podemos desprender distintas áreas que la TD abarca, como lo son las habilidades humanas, la cultura, procesos, infraestructura tecnológica, entre otros, y cada uno de estos temas se presta para poder explorar el como una organización puede mejorar en cada uno de ellos, en este trabajo de memoria si bien se hablara de más de uno de estos, el principal enfoque será en la infraestructura tecnológica y se acotara lo más posible a esta.

2.2 Discusión de los trabajos leídos

2.2.1 La necesidad de la TD:

El primer punto que se tratará será de donde nace la necesidad de la TD.

Uno de los motivos por los que nace la necesidad de la TD es la disrupción en la educación superior [4], donde las tecnologías digitales están redefiniendo la naturaleza de la educación superior, y como esta es utilizada. La TD es impulsada y construida por la tecnología digital [8], esta cambia significativamente el panorama educativo y para operar de manera efectiva, además de mantenerse competitivas, las IES deben mantenerse al día con las nuevas tecnologías. Otros propulsores que lideran las organizaciones a la TD pueden ser [2]: la siempre cambiante experiencia y satisfacción de usuario, el crecimiento de nuevas oportunidades en un nuevo mercado, la presión en aumento de la competencia y nuevos estándares en regulaciones y cumplimientos.

La industria 4.0 es una revolución marcada por tecnologías como la inteligencia artificial, la analítica, el internet de cosas, entre otras, según Deloitte [31] implica la combinación de técnicas avanzadas de producción y operación con tecnologías inteligentes, que se integran a organizaciones, personas y activos. También ha jugado un rol detonante de la necesidad de la TD [1, 3], esta cuarta revolución industrial ha hecho que las compañías y organizaciones se concentren en el uso masivo y eficiente de las tecnologías de comunicación e información, esto para satisfacer las necesidades cambiantes de las nuevas generaciones de sus clientes, en el caso de las IES las nuevas demandas de los estudiantes por un currículo que los prepare para los nuevos desafíos del mundo digital.

En el trabajo de Benavides et al. [1] se realizó un estudio de la literatura actual de la transformación digital en instituciones de educación superior donde mencionan la

importancia de la ruta con que las organizaciones llevan a cabo su proceso de transformación. Se menciona la importancia de una estrategia de digital bien planeada junto a marco de trabajo de transformación digital. El tener que reinventar procesos también es mencionado y como esto es de suma importancia. En el trabajo de Benavides et al. se puede apreciar las dimensiones en las que la transformación digital ha permeado a las instituciones de educación superior. Además, se recalca la necesidad de que la transformación digital debe ser una transformación holística e integral de las instituciones.

2.2.2 Actores que participan en la TD de las IES

Podemos definir 4 actores principales [1] que son importantes en la TD de las IES:

- 1- **Estudiantes**: Los estudiantes son claramente uno de los principales actores que participa en la TD de una IES, siendo estos mencionados en la mayoría de los trabajos estudiados. [1,2,3,4,5] Los estudiantes esperan una actualización al currículo que ofrecen las universidades, además de una experiencia personalizada de educación, donde la información que quieran o necesiten esté disponible de manera inmediata en cualquier momento. Debemos recordar también que finalmente la calidad con la que aprecia la gente a una IES es la calidad de los profesionales que forman.
- 2- **Profesores**: Tan importantes como los estudiantes [1], los profesores de las IES son actores importantes ya que son los que interactúan directamente con los estudiantes. [3] Se busca empoderar a los profesores, además [5] de impulsarlos a aprovechar todas las formas y estrategias que diseñen para captar la atención de los estudiantes. [1] También se debe de apoyar a los profesores para poder impulsarlos y entrenarlos para poder satisfacer las necesidades de los alumnos actuales.
- 3- **La industria**: Cuando se trata acerca de la industria, [1,4,8,12] se establece que su rol en la TD de las IES es la de apoyar a los estudiantes, recomendando el generar asociaciones entre las IES y la industria para acercar esta a los estudiantes y prepararlos para el mercado laboral de la industria 4.0. Además, esta debe de entregar ejemplos de las habilidades que esperan que los estudiantes tengan al momento de volverse profesionales y entren al mercado laboral.
- 4- **Administradores universitarios**: [1,7] El cuerpo administrativo de las IES forman parte importante de la TD siendo este el que toma las decisiones que harán que esta sea exitosa o no. [6,7] Las tecnologías que trae la TD ayudara a que los administradores de las IES tengan más tiempo libre para tratar con problemas complejos y de esta forma puedan trabajar de forma más eficiente.

2.2.3 Desafíos que presenta la TD

Como se puede imaginar durante un cambio tan radical y que afecta de forma total a las organizaciones, la TD trae consigo grandes desafíos que pueden afectar la decisión que realizar la transformación, pero en la actualidad a pesar de los posibles desafíos que se presentaran a lo largo de este arduo proceso, la TD es inevitable, por lo que conocer sus desafíos es vital para planificar y realizar una TD exitosa.

[1,2,13] Uno de los desafíos principales que enfrentaran las IES durante el proceso de TD es la definición de una mirada estratégica para la TD. [2,3] Las IES necesitan una vista estratégica que permita que toda la institución se una en la implementación de iniciativas digitales y que afronte la TD de forma holística.

[1,2] Otro desafío es el conocimiento digital de los actores en la TD, la falta de conocimiento digital puede generar una carencia de las habilidades requeridas para una adopción digital significativa. Esta carencia de habilidades digitales forma una brecha importante, por lo que las IES necesitan encontrar formas efectivas para incorporar oportunidades claves de aprendizaje en su plan de TD.

[2] Un tercer desafío es el de satisfacer las expectativas de los estudiantes, que demandan una mejora en las partes básicas de su experiencia.

Con el aumento del uso de tecnologías digitales también nace el desafío de mantener cierto nivel de seguridad y protección de data y regulaciones, la automatización de procesos puede incrementar la agilidad de las IES, pero también incrementa los riesgos de ciberseguridad.

[1,2] Un desafío que pueden enfrentar los administradores de las universidades está relacionado con lo financiero, restricciones tecnológicas, y capacidad de la infraestructura para acomodar la TD en las IES.

2.2.4 Iniciativas que han tomado las IES para afrontar la TD

A continuación, se listarán las iniciativas más comunes con las que las IES han propuesto durante su proceso de TD.

Según el estudio de Fernández et al [7] el 24% de las iniciativas que identificaron se centran en el proveer educación de calidad y competitiva. Esto debido a que el objetivo principal de las IES es educar, por lo que tomar iniciativa hacia la TD y actualizar procesos en esta dirección les retorna valor a las instituciones. La siguiente iniciativa que destaca Fernández et al [7] es el proveer calidad de servicio, seguridad de información y toma de decisiones basada en conocimiento que representan el 15% de las iniciativas identificadas, las IES son consideradas como negocios complejos y el transformarlas debiese incluir todos los

aspectos de negocio. También se encontró que el 9% de las iniciativas de las IES consideran habilidades y cultura digitales de la TD en la comunidad, esto refleja la preocupación por uno de los desafíos que se tocó en la sección anterior. De este estudio también se descubrió que solo 23% de las IES estudiadas poseen una estrategia TI, lo que significa que la mayoría de las IES emprenden el viaje de la TD sin alinear sus esfuerzos con el negocio global, lo que podría llevar a un desperdicio de esfuerzo en proyectos que no ayudaran a retornar valor para la institución. En este estudio se definieron además 7 desafíos estratégicos por los cuales se agruparon las iniciativas, los cuales se listarán a continuación junto a las 2 iniciativas más comunes para tratar cada desafío:

- **Extender la habilidad y cultura digital entre la comunidad universitaria** (6% de las iniciativas estudiadas).
 - Entregar conocimiento que solucione desafíos actuales (45% de las iniciativas en esta sección).
 - Aprovechar el poder de la tecnología para ofrecer una experiencia de calidad (36% de las iniciativas en esta sección).
- **Ofrecer educación de alta calidad y competitiva** (25% de las iniciativas estudiadas).
 - Ofrecer aprendizaje permanente (30% de las iniciativas en esta sección), esto se refiere a que las universidades están explorando un rango de edad menos tradicional en su cuerpo estudiantil.
 - Expandir colaboración con la industria para el proceso educativo (18% de las iniciativas de esta sección), esto se refiere al punto en la sección de actores donde se mencionó que la industria debiese de verse más involucrada en la enseñanza de los estudiantes.
- **Ser competitivo gracias a la alta calidad del servicio** (17% de las iniciativas estudiadas).
 - Proveer data y servicios compartidos (52%), la mayoría de las IES están moviéndose en dirección de la data y servicios compartidos, debido a que al compartir data y servicios deja más recursos para la innovación, lo que genera mayor visibilidad de la institución y asegura que la información sea precisa.
 - Estandarización y automatización de procesos (27%), lo que generara que investigadores, profesores y administradores tengan más tiempo libre.
- **Optimizar la seguridad de la información y mantener la continuidad del negocio** (16% de las iniciativas estudiadas).
 - Entrenar al personal para cambiar los procesos y políticas de almacenamiento de data (28%), un rol muy importante en la seguridad de datos es el mantener al usuario consciente.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Definir nuevas políticas de seguridad (25%), un incremento en riesgo de datos y servicios ha llevado al cambio o adición de nuevas políticas para asegurar el almacenamiento seguro, efectivo, y costo efectivo.
- **Tener información y conocimiento para una óptima toma de decisiones** (14% de las iniciativas estudiadas).
 - Ofrecer soluciones para recolectar, reportar y analizar data de distintas fuentes (77%), una gran cantidad de IES están tomando la iniciativa para construir un sistema de toma de decisiones informado, utilizando la data para adaptar el producto y servicio a las preferencias de los estudiantes y el personal.
- **Satisfacer las demandas emergentes de los estudiantes** (12% de las iniciativas estudiadas).
 - Incrementar y simplificar las interacciones de los estudiantes con el personal (44%), la automatización del soporte no ha dejado atrás las estrategias para incrementar la comunicación de los estudiantes con el personal académico.
 - Ofrecer autoservicio continuo (36%), las IES están creando unidades de autoservicio estratégicas, que le entregan soporte en cualquier momento a los estudiantes, además de simplificar, automatizar y estandarizar procesos.
- **Extender las habilidades y cultura digital en la comunidad universitaria** (9% de las iniciativas estudiadas).
 - Entrenamiento para mejorar las habilidades digitales de la comunidad (59%), generalmente el personal tiene dificultades aceptando nuevas formas de trabajar, por lo que para mejorar las habilidades de este las IES están generando espacios de colaboración, interacción en tiempo real y entrenamiento.
 - Incrementar la colaboración entre TI y otras unidades (23%), las universidades han establecido la integración del departamento TI con otras unidades, de forma que el rol del departamento TI pasa de ser puramente técnico a uno de consultoría.

2.2.5 Tecnologías utilizadas en la Transformación Digital

ERP

Microsoft da la siguiente definición de que es ERP:

“ERP es el software de gestión empresarial que permite a una organización utilizar un sistema de aplicaciones integradas para gestionar cuentas e integrar las actividades financieras, de cadena de suministro, de operaciones, de creación de informes, de fabricación y de recursos humanos de una empresa”. [22]

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Los sistemas ERP, aunque no son nuevos para las universidades, han sido de gran importancia para las universidades y organizaciones fuera del rubro de la educación. Los sistemas ERP permiten la administración de las diferentes áreas y procesos de una institución educativa, como admisión, matrícula, gestión de estudiantes, recursos humanos, finanzas y contabilidad.

A continuación, se muestra una figura con los sistemas ERP más utilizados a nivel mundial para empresas centradas en servicio como lo son las IES.



Figura 2: Magic Quadrant para ERP

Fuente: Gartner, Magic Quadrant para ERP en nube para empresas centradas en servicio

En la siguiente tabla se pueden observar los sistemas ERP y CRM que algunas IES tanto dentro como fuera del país están utilizando. En esta se puede observar una

Tabla 1: Universidades y sus soluciones para sistemas ERP, CRM.

Fuente: Elaboración propia.

Universidad	Solución ERP	Solución CRM
U. Católica (Finanzas)	Oracle (Cloud)	No se logró encontrar información

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA
UTFSM

U. de Chile (Admin. /Finanzas)	SAP (Cloud)	No se logró encontrar información
U. de Santiago de Chile (RRHH/Finanzas)	PeopleSoft	No se logró encontrar información
U. Diego Portales	SAP	No se logró encontrar información
U. Autónoma	Banner (On premise)	Microsoft Dynamic 365 (Cloud)
Universidad de los Andes	SAP (On premise con intenciones de migrar a Cloud)	Salesforce (Cloud)
UDLA	Peoplesoft Financiero Contable (Cloud privada)	Microsoft Dynamics (Cloud)
U. Finis Terrae	Banner (On premise)	Salesforce (Cloud)
UNAB	SAP (Cloud Amazon)	Microsoft Dynamic 365 (Cloud)
DuocUC	SAP r3 (On premise)	Microsoft Dynamic 365 (Cloud)
U. del Desarrollo	Lisa (On premise), cambiando a SAP (Cloud)	Salesforce (Cloud) y Mantis (On premise)
Fen. Uchile	Sixma (On premise)	Saleforce
U. Mayor	SAP S4 (On premise)	Microsoft Dynamic 365 (Cloud)
U. Stanford (2017)	Oracle/PeopleSoft (Cloud)	No se logró encontrar información
U. Stanford (2019)	No se logró encontrar información	Salesforce
U. Oxford (Press)	Dynamics 365	Microsoft Dynamic 365
U. Oxford	No se logró encontrar información	Oracle Service (Cloud)

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

MIT (2022) *	SAP	No se logró encontrar información
U. Nacional Autónoma de México (Finanzas 2020)	Odoo	Odoo

*Están en proceso de actualizarlo por lo que este cambiará en un futuro no tan lejano

Como se puede apreciar existe una tendencia a ocupar SAP como sistema ERP y una muy fuerte tendencia a ocupar Microsoft Dynamic 365 como sistema CRM. Además, podemos observar que la mayoría de las IES en Chile tienen su sistema ERP implementado de manera local, y en el caso del sistema CRM casi la totalidad de las instituciones ocupan Dynamics 365 en la nube.

CRM

Microsoft da la siguiente definición de CRM:

“CRM es una categoría de soluciones de software que abarca distintos sistemas de gestión de clientes (como ventas, servicio y marketing) y les permite funcionar en conjunto. Agiliza los procesos empresariales y conecta los datos de los clientes para ayudarle a crear relaciones, aumentar la productividad y mejorar la interacción con ellos”. [23]

Los CRM también han sido parte importante en el proceso de transformación digital de las IES, estos sistemas generalmente forman parte de los sistemas ERP, como un módulo que está disponible de estos, por lo que su adopción ha incrementado junto la adopción de estos sistemas va de la mano con la de los ERP. Los sistemas CRM permiten la gestión integral de la relación con los clientes, lo que permite a las instituciones a gestionar de mejor manera las interacciones con los clientes, en el caso de las IES esto se ve en la gestión del ciclo de vida de los estudiantes, desde su admisión hasta un posible seguimiento luego de su graduación.

Cloud

En estos momentos los principales proveedores en lo que son las soluciones en la nube son: Amazon Web Services (AWS), Microsoft, y Google, según Gartner en su artículo Magic Quadrant para servicios de infraestructura y plataforma en la nube [15].

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM



Figura 3: Magic Quadrant para servicios de infraestructura y plataforma en la nube

Fuente: Gartner, Magic Quadrant para servicios de infraestructura y plataforma en la nube

En el artículo también se habla acerca de los puntos fuertes de los servicios y precauciones que tener acerca de estos como, por ejemplo, para los 3 mencionados anteriormente:

Tabla 2: Puntos fuertes y precauciones de proveedores cloud.

Fuente: Gartner [15].

Proveedor	Puntos fuertes	Precauciones
AWS	<u>Amplitud de funcionalidad</u>: AWS sigue siendo la plataforma con la mayor cantidad de funcionalidades y ha sido un guía en el mercado general. <u>Ecosistema vibrante y próspero</u>: AWS, dada su cuota de mercado, es un imán para posibles socios del ecosistema.	<u>Socavar relaciones con clientes</u>: AWS a menudo optimiza a corto plazo al tratar con los clientes, especialmente en el momento de la renovación del contrato, lo que da como resultado socavar las relaciones con los clientes. <u>Estrategia multinube</u>: AWS cuenta con una estrategia relativamente débil para

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA
UTFSM

		apoyar clientes que buscan soluciones multinube o soberanas.
Google Cloud Plataform (GCP)	<u>Ejecución de ventas:</u> el enfoque empresarial constante de GCP y el cambio a vender a ejecutivos de negocios están teniendo resultados muy notables, tanto en términos de adopción como presencia empresarial. <u>Nube Soberana:</u> GCP tiene una postura de asociación más flexible fuera de sus regiones principales.	<u>Aumento de precios:</u> Google aumentó recientemente los precios en un 100 % para algunos aspectos de sus servicios de almacenamiento. <u>Confusión estratégica:</u> Aunque Google mantiene programas de habilitación de clientes tanto para su Programa de Evaluación Rápida y Migración (Rapid Assessment & Migration Program, RAMP) como para el Programa de Modernización de Aplicaciones en la Nube (Cloud App Modernization Program, CAMP), Gartner considera que RAMP es más frecuente en el mercado y rara vez oímos que los clientes hablen de CAMP.
Microsoft Azure	<u>Orientado a las soluciones:</u> Microsoft Azure tiene una gran orientación de soluciones con una amplia gama de capacidades de nube de Microsoft y socios de ecosistema complementarios para satisfacer los casos de uso de los clientes. <u>Híbrido y multinube:</u> La visión de Microsoft para este mercado está respaldada por la creencia comprometida de que la mayoría de las empresas seguirán siendo híbridas y multinube.	<u>Problemas de seguridad y falta de innovación:</u> 2021 fue un año relativamente poco notable para Microsoft Azure en relación con las innovaciones, Gartner interpreta esto como el tiempo que Microsoft dedica en gran medida a los problemas de confiabilidad y seguridad a los que se enfrentan los clientes de Azure <u>Licencias punitivas:</u> Microsoft planea cumplir con los Principios justos de licencia de software. Sin embargo, Microsoft utiliza licencias para sus productos, como Windows y SQL Server, de forma punitiva frente a proveedores de nube competitivos, lo que vuelve más costoso implementar volúmenes de trabajo de Windows en cualquier lugar que no sea Azure.

2.2.6 Esfuerzos de la industria

Los esfuerzos en que han realizado las grandes empresas en el tema de TD son varios, pero podemos señalar los más comunes y los que son relevantes en el área de infraestructura tecnológica.

Uno de los esfuerzos más comunes es el generar una hoja de ruta de mejora, incorporar soluciones como sistemas ERP y CRM, utilizar machine learning e inteligencia artificial para procesar datos y generar valor para el negocio.

Algunos ejemplos que podemos revisar son los planes de TD son los siguientes:

Plan de TD de Amazon según Third Stage Consulting [30], Amazon corresponde a una de las empresas más grande en la actualidad, y si bien esta corresponde a una empresa que se dedica a la venta y distribución de productos físico, el área en la que destaca es su relación con el cliente. El contar con una buena relación con el cliente es vital para las organizaciones hoy en día y el plan de Amazon se enfoca en esto mismo. La data y procesos integrados corresponde a un beneficio para los clientes. Third Stage Consulting define 2 pasos en el caso de estudio para una gran empresa manufacturera de acero: el primer objetivo que se planteo fue establecer un servicio al cliente de grado de consumidor, que permita una comunicación efectiva con estos, el segundo paso fue implementar un sistema ERP correcto que cubriera con todas las necesidades de la empresa, además de implementar tecnología de inteligencia de negocio, mediante machine learning e inteligencia artificial. Con estas tecnologías implementadas se logró una visibilidad completa de todos los aspectos del negocio.

Transformación en Oracle [29], como parte de sus esfuerzos en la TD, se decidió realizar una asesoría por parte de Omdia, que estableció un marco de trabajo para evaluar el progreso de vendedores y proveedores de servicios han realizado para su transformación interna. De los resultados de esta se obtuvieron los siguientes hallazgos clave. Oracle ha avanzado significativamente hacia su objetivo de transformar su modelo de negocio, Al aprovechar su propia suite de infraestructura y aplicaciones basadas en la nube. Oracle demuestra que las inversiones correctas, combinadas con una estrategia bien pensada, pueden impulsar un cambio rápido hacia lo digital. En lugar de hacer de la transformación un esfuerzo de arriba hacia abajo, Oracle ha involucrado a sus empleados, socios y clientes para dirigir el enfoque de sus diversas iniciativas. Oracle respalda su transformación a través de políticas de personal y una cultura organizacional que fomenta la innovación y el espíritu empresarial.

Transformación en Netflix [32, 33], el caso de Netflix es el ejemplo por excelencia de como la transformación digital puede ser una oportunidad para destacar en el mercado. Netflix

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

comenzó siendo una empresa de alquiler de películas en DVD por correo, para luego convertirse en, tal vez, la organización más grande de su mercado, su influencia llevo a grandes empresas como Amazon, Disney, HBO, entre otras a tratar de llevarse una tajada del mercado que básicamente creo Netflix. Los esfuerzos que realizo para llegar al punto donde esta fue siempre con una visión a futuro, detectaron una demanda que no estaba siendo satisfecha y apostaron todo a esta oportunidad, adoptando tecnología digital que les permitió adelantarse a su competencia. Dentro de los esfuerzos que realizaron se pueden listar las siguientes, personalización de contenido de usuarios, localización de contenido, una mejor experiencia de usuario, privacidad de información y soporte técnico, entre otros. Varios de estos esfuerzos fueron impulsados por machine learning e inteligencia artificial.

Transformación digital en Microsoft [34, 35], como uno de los lideres en tecnología se espera que los esfuerzos de Microsoft sea un ejemplo para el resto del mundo. Una de las iniciativas que realizaron fue reinventar la experiencia de sus empleados creando un espacio laboral hibrido, que mezcla trabajo presencial y a distancia. Para lograr esto Microsoft tuvo que establecer capacidades digitales que sus trabajadores deben adquirir, además de normas culturales que deben de seguir y espacios físicos que deben existir para brindar soporte a esta visión hibrida. Otro de los esfuerzos que ha realizado Microsoft es la implementación de un modelo de seguridad de cero confianzas (Zero Thrust model), el cual se centra en una fuerte identidad de usuario, verificación de la salud de dispositivos, validación de la salud de aplicaciones, y una seguridad sin privilegios de acceso a recursos corporativos y sus servicios. Con este modelo duro de seguridad Microsoft se resguarda de las posibles amenazas que existen en el mundo digital actual.

CAPÍTULO 3: DIAGNOSTICO

3.Diagnostico de la infraestructura tecnológica de la UTFSM

Habiendo ya dejado una base teórica de lo que es la TD y como las IES y otras empresas fuera del rubro de la educación han afrontado esta, se procederá a diagnosticar la infraestructura tecnológica de la UTFSM, donde primeramente se listaran las distintas fuentes de información que esta posee, analizando y hablando acercad de la importancia de cada una.

La UTFSM centra su quehacer en los siguientes ámbitos: docencia de pre y postgrado, Investigación, Innovación y Emprendimiento, Vinculación con el medio y asistencia técnica y formación continua.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Para ello, tiene además áreas administrativas a revisar en los ámbitos de finanzas, recursos humanos, tecnologías, admisión, docencia de pregrado, docencia de postgrado, acompañamiento estudiantil.

La siguiente tabla muestra las contrapartes y cargos consultados al revisar la infraestructura tecnológica de cada tema:

Tabla 3: Contrapartes y sus cargos.

Fuente: Elaboración propia.

Tema	Contraparte	Cargo
SIGA/Banner Student	Pedro Peralta	Director de Sistemas de la Información
SIGA/Banner Student	Marcela Muñoz	Subdirectora de sistemas académicos
Finanzas/Banner	Ricardo Cabrera	Subdirector de sistemas administrativos
Infraestructura	Mauricio Saldivia	Jefe de gobierno de datos
Sistemas de gestión del cambio	Susana Muñoz	Scrum Master Dirección de transformación digital
SIGA/Banner Student, Sistemas de Biblioteca Digital, Springer	Rimsky Espindola	Exdirector de estudios, director de información bibliográfica
Sistemas LMS	Rodrigo Díaz	Gestor requerimientos, dirección de educación a distancia
Infraestructura	Alejandro Barcena	Administrador de sistemas DTI
Infraestructura	Gonzalo Vasquez	Administrador de bases de datos área sistemas, DGSG
Sistema CRM y EDDA	Karina Pasten	Analista Área de Desarrollo de Sistemas, DGSG

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Mesa de servicio	Stephen Souza	Soporte Computacional y Mantenimiento de Plataforma, Dirección de Tecnologías de Información
Estándares de seguridad	Gabriel Torres	Oficial de seguridad de la información y continuidad operacional
Capa de integración Ethos Banner	Sergio Fuentes	Director de datos, Dirección general de sistemas de gestión
Infraestructura de Red	Pablo Rivera	Administrador de Redes, Dirección de Tecnologías de Información
Herramientas de automatización	Martin Barra	Ingeniero de Automatización, RPA e Integración
Herramientas de automatización	Gabriel Quinteros	Ingeniero de Automatización, RPA e Integración
Infraestructura	Matías Sanhueza	Arquitecto de Software y Estándares

Sistemas académicos

SIGA: SIGA vendría siendo un sistema ERP construido en la misma universidad, al cual se le han agregado funcionalidades según estas han ido surgiendo. Existen dos partes de SIGA en la universidad, la plataforma en la que se tratan la mayoría de las necesidades de los estudiantes y muchas de los profesores, por ejemplo, la inscripción de asignaturas además existe la base de datos académica, a la que suele llamarse SIGA también, donde se guardan una gran cantidad de datos de diversa índole, esta base de datos se comunica con una gran cantidad de sistemas. SIGA como sistema existe desde el 2002 y ha sido parte integral de la universidad, este hecho en java 6 y la base de datos es Oracle. Al ser un sistema que se creó hace tanto tiempo existen algunos dolores, por ejemplo, con el sistema de actas y las inscripciones de asignaturas, y ya se está planeando el actualizar este sistema para mejorar la velocidad de procesamiento.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Al ser un sistema que ofrece una gran cantidad de servicios, SIGA tiene una gran cantidad de sistemas satélites, estos sistemas satélites han sido creados cuando surge la necesidad de estos, por esta razón estos pueden ser bastante antiguos y estar desactualizados o incluso puede ser que ya no estén en uso.

LMS:

- Aula: Esta es la plataforma de aula online de la universidad donde la mayoría de los cursos en los que participan los estudiantes se encuentran y son organizados. Esta se sincroniza directamente con SIGA de dónde saca sus datos. Esta plataforma esta administrada por Moodle y se utiliza la versión 3.9.12 de este, además se planea actualizar esta versión a la 4.2 a fines del año 2023.
- USMX: Plataforma de cursos online gratuitos que ofrece la universidad, con un enfoque de ayudar a jóvenes que estén por rendir la PAES, o para estudiantes de primer año. Esta plataforma actualmente no está muy organizada, pero se está planeando solucionar esto además de realizar un relanzamiento de la plataforma.
- ICampus: Esta es una plataforma de educación continua donde no es necesario tener un correo institucional para poder ingresar, sino que se le entrega un usuario y una contraseña a los estudiantes que estén matriculados en cursos de esta plataforma, se utiliza mayormente para cursos de postgrado, diplomados entre otros. Esta plataforma también se encuentra implementada en Moodle 3.9.12 como Aula. El problema que se tiene con esta plataforma es la falta de comunicación entre los departamentos que sacan cursos, diplomados y demás, con el departamento de educación a distancia, ya que al generar los cursos estos son generalmente anuales y aula función de manera semestral, en cambio con ICampus esto no es un problema y los departamentos pueden tener más poder para organizar sus cursos en esta plataforma.

Banner Student:

Este es un sistema que es parte del sistema Banner ERP de Ellucian. general se utiliza este sistema para la información financiera que entrega, es decir pagos de aranceles y matriculas, además este sistema se ocupa para emisión de certificados. El núcleo de este sistema son las cuentas corrientes de los estudiantes, y es con este dato que se administran los datos financieros. También se planea el integrar los diplomados a este sistema.

Sistema de validación de documentos: Este es un sistema que permite constatar la autenticidad y vigencia de los documentos emitidos por la UTFSM, este también interactúa con grados y títulos administrado por Banner Student.

Situación SIGA/Banner Student: Actualmente se está analizando acerca de que va a pasar con la integración de banner, las opciones actuales son: integrar totalmente Banner Student, lo que significa el avanzar con el plan de integración que presento Ellucian y comprometerse con el sistema, o refactorizar siga a una nueva versión.

El refactorizar Siga significaría crear un equipo que implemente las funcionalidades faltantes y mejore las ya existentes para que cumplan con las especificaciones que se tiene, esta opción significa la creación de un equipo que a lo largo de un año aproximadamente refactorizara la plataforma, la ventaja de esta opción es la probable baja en costos de mantención, esto se debe negociar con Ellucian.

Tabla 4: Pros y contras de Banner Student.

Fuente: Elaboración propia.

Pros	Contras
Al utilizar Banner Student se puede empezar a ocupar la suite completa de Ellucian.	Costo anual elevado (260.000 USD\$ como piso).
En conjunto con Ethos es muy integrable.	Soporte limitado con coste adicional.
Reconocido y utilizado por una gran cantidad de IES en E.E.U.U..	Producto base que no responde a todas las necesidades de la universidad.
Al ocupar Banner Student se pueden centralizar los datos para que sean los mismo entre los distintos sistemas.	Esfuerzo adicional para implementar estas necesidades adicionales.
Da reglas y estándares que seguir para trabajar con COBOL.	Si bien es muy integrable, se deberán realizar trabajos para integrar todos los sistemas con los que no cuenta actualmente.
Permite la personalización de los Forms que conforman Banner.	Funciona con programas hechos en COBOL, lo que puede generar problemas al momento de trabajar con ellos, por la antigüedad del lenguaje.
Obliga a estandarizar procesos, a estándares a los que ya se han sumado todas las IES que utilizan el sistema.	Al obligar a estandarizar procesos, se puede volver muy rígida la forma en la que se trabaja, ya que se deben adaptar procesos

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

	creados de manera ad hoc al estándar que pide Banner.
--	---

Todavía es muy temprano para poder tomar una decisión al respecto, de si es mejor elección continuar utilizando SIGA con Banner Student de manera limitada a lo mínimo que se necesite de este, o si es que la implementación completa de Banner Student sea la mejor elección. Esta decisión es demasiado compleja y de gran importancia como para ser tomada a la ligera. Otro factor que se debe tener en cuenta en esta decisión es que Banner Student no cuenta con todas las funcionalidades que ocupa la universidad, el integrar completamente el sistema conllevaría a un periodo de ajustes en el que se debiesen terminar de implementar las funcionalidades que faltan, y esto también significaría dedicar un equipo a este trabajo, por lo que independiente de la decisión que se tome se debe formar este equipo.

Finanzas

Banner Finanzas: Este sistema forma parte de Banner ERP con el que se administran Registros contables, Gestión de egresos que interactúa con Smartsheet, Activo fijo que interactúa IGEO y con Smartsheet, y Disponibilidad presupuestaria.

Banner Cuentas por Pagar: Este sistema forma parte de Banner ERP con el que se administra Pago en línea que interactúa con el Portal de Autoservicio Institucional y con PayPal, y Cuentas de cobro

Sistemas de Apoyo: Los sistemas de apoyo para el área financiera de la UTFSM tenemos los siguientes sistemas: wherEX Licitaciones, Smartsheet compras internacionales que interactúa con Activo fijo y Gestión de egreso, IGEO Gestión de infraestructura que interactúa con Activo fijo, Formularios de servicio que se subdivide en Pagos a proveedores, Activo fijo, y Órdenes de Compra; Autoventa Punto de venta de servicios, Gosocket Facturación electrónica que interactúa con Banner Finanzas, Autoventa, y el SII.

Sistema de Presupuestación: Este sistema caía bajo los sistemas de Power Apps hasta 2023 y se está trabajando para que sea incorporado en el SIIF.

Activos Fijos: Actualmente falta establecer políticas de que es activable o no, Ricardo Cabrerías menciona que desconoce si es que estas ya existen, pero que es uno de los dolores que posee el área de finanzas.

SIIF: Este corresponde a un sistema de ingreso de solicitudes financieras, actualmente comprende solicitudes de pagos de honorarios y solicitudes de presupuestación, en un

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

futuro se agregarán más tipos de solicitudes, pero en esta etapa inicial del sistema solo comprende las dos mencionadas.

Recursos Humanos

Smartime: Plataforma cloud para gestión y control de asistencia.

Softland: Sistema de remuneraciones que se subdivide en Proceso de pago, e Información Histórica que interactúa con los Sistemas de remuneraciones históricas, además Softland interactúa con Banner Finanzas, Santander y Previred.

Sistemas de remuneraciones históricas: Como su nombre lo indica son los sistemas de remuneraciones históricas que interactúa con Softland, este sistema se ocupa para ver el historial de remuneraciones de los integrantes de la universidad.

EDDA: La plataforma de Evaluación de Desempeño Docente y Académico que se comunica con la base de datos académicos SIGA. En esta plataforma los profesores realizan dos procesos, el compromiso anual, en el que se informan cuantas horas se comprometen en cumplir durante el año, y también en esta plataforma realizan el informe de actividades en el cual informan cuantas horas realmente realizaron durante el año. En esta plataforma los profesores ingresan información de docencia, investigación, vinculación con el medio y administración.

Hiring Room: Esta es el portal de empleos de la universidad, en la que se listan ofertas de trabajo en la universidad, esta ocupa el sistema del mismo nombre.

Investigación

Portal de Gestión de Proyectos: Este portal permite la gestión de proyectos que postulan a fondos externos o internos de la UTFSM y aquellos que no tienen financiamiento, que están vinculados a la UTFSM, se encuentra en el grupo de sistemas de Microsoft Dynamics 365, además de interactuar con Vinculación al Medio.

CRM Proyectos académico: El CRM que se utiliza es de Microsoft Dynamics 365. En este módulo se manejan los datos del portal de gestión de proyectos, en tablas de iniciativas y de proyectos, la tabla de iniciativas se manejan las propuestas de proyectos que los profesores quisieran realizar, una vez una iniciativa es aprobada se genera el proyecto que es administrado en la tabla de proyectos.

Biblioteca

Biblioteca USM: Esta es la plataforma principal de biblioteca, donde se puede encontrar información variada, está implementada con Springshare, este se divide en módulos con distintas funciones.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Biblioteca Digital USM: Esta es la plataforma de biblioteca digital de la universidad, está implementada en Odilo, se conecta con Azure también para poder entrar con las credenciales de la universidad.

Catalogo USM: Esta plataforma permite la reserva de activos de la biblioteca USM por parte de los estudiantes, esto incluye libros, equipos de trabajo (notebooks), calculadoras, entre otros. Esta plataforma ocupa Koha, un sistema integrado de gestión de bibliotecas es de código abierto y la versión que se está utilizando actualmente en la universidad es la versión estable del 2021, además esta se actualiza todos los años, también es importante mencionar que funciona con una base de datos en MySQL, y un posible problema puede presentarse con este sistema ya que funciona con LDAP.

Repositorio USM: Esta es la plataforma en la que se guarda los trabajos de título de los estudiantes de la universidad, esta implementada en DSpace, La plataforma se encuentra en la versión 6 es la versión 7, está cuenta con su propia base de datos donde se guardan los trabajos de los estudiantes, además, está se conecta con Azure lo que permite ingresar con las credenciales de la universidad.

Admisión

Postulaciones y Prematriculas: Este sistema se divide en tres para Pregrado, Postgrado y Diplomados.

CRM Admisión: El CRM que se utiliza es de Microsoft Dynamics 365 con su base de datos Dataverse que guarda la información de todos los módulos de Dynamics 365. En este módulo del CRM se manejan los datos de los ingresos y posibles ingresos a la universidad, estos datos se manejan en las siguientes tablas:

- **Contactos:** esta corresponde a una tabla compartida por la mayoría de los módulos del CRM, y contiene los datos de los clientes de la universidad.
- **Oportunidades:** en esta tabla se guardan todos los posibles ingresos de estudiantes a la universidad, ya sean estudiantes de pregrado o postgrado.
- **Cientes Potenciales:** en esta tabla se maneja la información de los estudiantes de enseñanza media que postulan a la universidad.
- **Preferencia de Carrera:** en esta se guardan las preferencias de los postulantes a la universidad.

Comunicaciones

CRM Marketing: Este sistema está encargado de comunicaciones internas y pertenece a Dynamics 365 y utiliza su base de datos Dataverse. Este es el módulo que más se utiliza

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

dentro de Dynamics 365, es este módulo el cual se utiliza para mandar mails de forma masiva.

Vinculación con el Medio

CRM Vinculación con el Medio: El CRM que se utiliza es de Microsoft Dynamics 365 con su base de datos Dataverse. En este módulo se trabaja con tablas de entidades que están vinculadas con la universidad, las tablas más utilizadas por este módulo son Contactos y Cuenta, en la tabla de Contacto se encuentran los datos de todos los individuos que están vinculados de una forma u otra con la universidad, en la tabla de Cuenta se encuentra información parecida a las de Contacto, pero en vez de ser de individuos es la información de organizaciones, además existen tablas relacionadas con estas que también son muy ocupadas por este módulo.

Gestal: Esta es la oficina de gestión que se encarga de favorecer y fortalecer el vínculo laboral entre la UTFSM y distintas empresas y organizaciones del país y el mundo. Una de las actividades que realiza es el portal de empleos usm.trabajando.com, que en alianza con trabajando.com se ofrecen distintas ofertas de empleo, prácticas y posibles memorias para los alumnos y exalumnos sansanos.

Bienestar Estudiantil

SIREB: Plataforma para la gestión de beneficios y atención del estudiante, esta interactúa con SIGA, Banner y el Portal de Desarrollo Estudiantil. Esta plataforma es utilizada distintos perfiles, no tan solo estudiantes, también es utilizado por perfiles de administrador, secretarias y profesionales (asistentes sociales, dentistas, kinesiólogos, médicos y psicólogos). Esta plataforma esta implementada en PHP 5.3 y su base de datos propia esta MySQL, de manera parecida a SIGA esta plataforma está en necesidad de una actualización a un posible SIREB 2, pero hasta ahora solamente se ha mantenido.

Portal de Desarrollo Estudiantil: El Portal de Desarrollo Estudiantil tiene el objetivo entregar información de las actividades extracurriculares realizadas por el estudiante.

Servicios Médicos: Este sistema está ya construido, pero falta el crear el portal con el que se pueda acceder a este, además es parte de Dynamics 365.

Mesa de Servicio

La mesa de servicio es la encargada de resolver los requerimientos o incidentes que sus clientes le entregan, siendo los clientes los usuarios pertenecientes a la universidad. En este momento los tickets de los clientes son entregados de 4 formas distintas, estas son las siguientes: a través de correo electrónico, su página web, a través del plugin de Microsoft Teams o de manera presencial. Una vez un ticket es ingresado al sistema este será

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

solucionado de la manera que la mesa de servicio considere correcta. Los sistemas con los que trabaja la mesa de servicio son muy variados, ya que estos dependen de la índole de cada ticket ingresado.

Infraestructura

Red: La red de la universidad, por lo menos en casa central, cuenta con equipos de la marca Dell, que cuentan con una doble redundancia, proporcionando una capa adicional de seguridad y continuidad en caso de fallas de equipo físico o interrupciones en los enlaces de los proveedores. Además, cuentan con una doble redundancia en los enlaces iBGP de Reúna, al fallar un equipo, este seguiría activo debido a su configuración de doble peer de BGP entre ambos dispositivos.

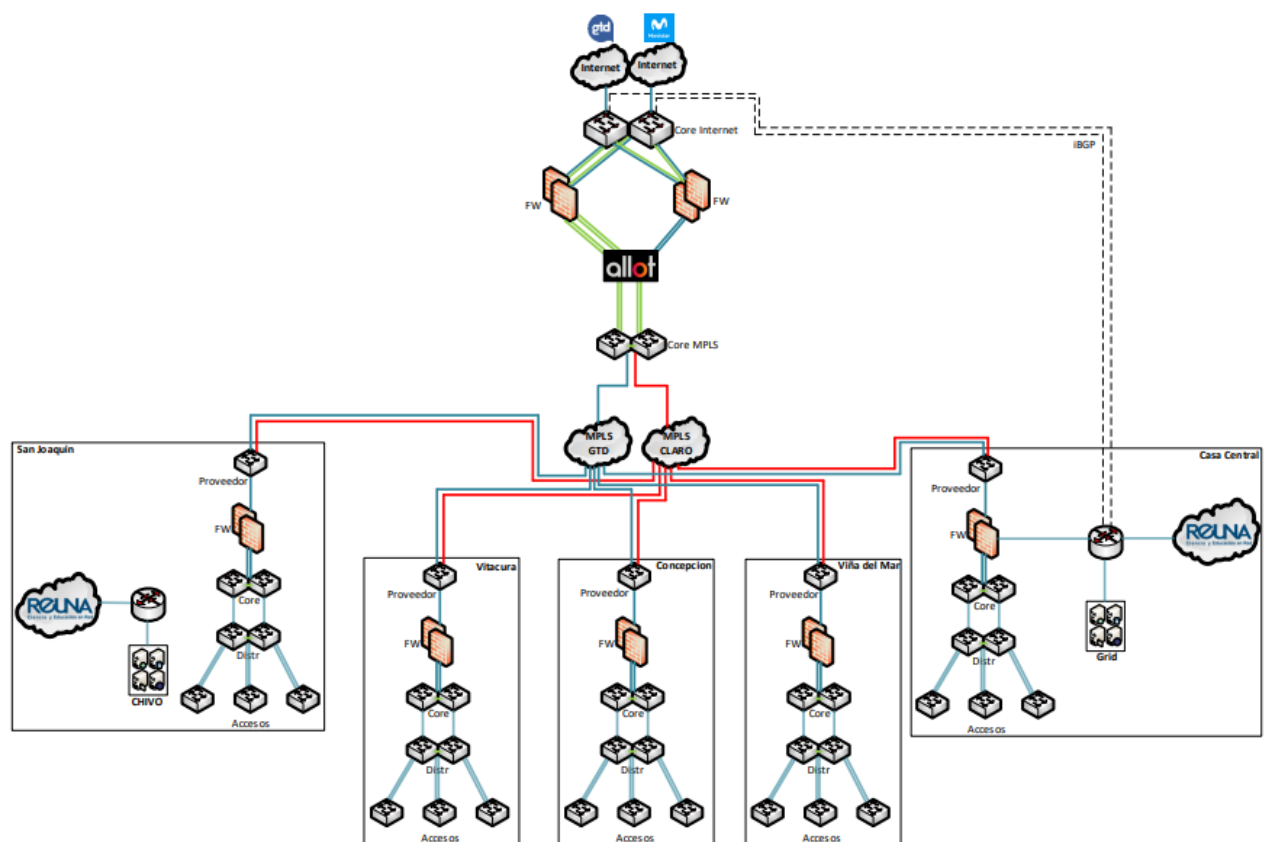


Figura 4: Diagrama de la arquitectura de red de la universidad

Fuente: DTI.

En la figura anterior se puede apreciar la arquitectura de red a alto nivel de la universidad, en el que podemos ver que esta cuenta con redundancia a nivel de conectividad, con 2 proveedores de internet, además se puede observar que los firewalls de la universidad funcionan a nivel del Core de la red, lo que permite además generar redes virtuales segmentadas, brindando un nivel de seguridad avanzado.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Levantamiento y mapeo de Sistemas

A continuación, se presentan diagramas con los sistemas levantados hasta la fecha de la universidad.

Tabla 5: Listado de sistemas/servicios UTFSM

Fuente: Elaboración propia.

Sistema	Versión	BD	Servicio Cloud/On Prem	Software Propio/Terceros	BD Propia/Terceros	Integrable	Capacidad de almacenamiento en GB	Almacenamiento utilizado en GB
Banner	9,x, java 8	Oracle 19 c	On prem	Terceros	Propia	si (api, ethos)	6361	1339,8
SIGA	Java 6	Oracle 11 g actualizado recientemente a 19 c	On Prem	Propio	Propia	si (api)	5765	1549,2
Sireb	PHP 5.3	MySQL	On prem	Propia	Propia	si (api)	Dentro de SIGA	Dentro de SIGA
USMX	Open edx (latest)	NA (opción de híbrido)	On prem	Terceros	Propia	si	NA	NA
Aula	Moodle 3.9.12	SIGA	On prem	Terceros	Propia	si	3500	2100
EDDA	Java 8	SIGA	On prem	Propio	Propia	no	Dentro de SIGA	Dentro de SIGA
ICampus	Moodle 3.9.12	BD manual (EXCEL)	On prem	Terceros	Propia	si	150	29
Springshare (Biblioteca USM)	NA	NA	Cloud	Terceros	NA	no	NA	NA
Odilo (Biblioteca digital USM)	NA	NA	Cloud	Terceros	NA	no (excepto por	NA	450,2

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

						autenticacion)		
Repositorio USM	Dspace 6	MySQL	Cloud	Terceros	Terceros	no	1500	755
Catalogo USM	Koha 21.05	java java8	Cloud	Terceros	Propia	si	200	142
Dynamics 365	9,1	MS SQL	Cloud	Terceros	NA	si (api)	57	36
GoSocket	Signature	NA	Cloud	Terceros	NA	si	NA	NA
Softland	NA	NA	cloud	Terceros	Terceros	NO	NA	NA
Smartime	V 1.0.0	SQL Server	Cloud	Terceros	NA	no	NA	NA
SIIF 2,5	Java 17	oracle 19c	On prem	Propio	Propia	si (api, ethos)	Dentro de BANNER	Dentro de BANNER
Aranda	Aranda 8 -> 9	SQL Server	On prem	Terceros	Propia	no	En espera de la información	En espera de la información
Pasaporte USM	java 1,7	NA	On prem	Propio	NA	si (api)	Dentro de SIGA	Dentro de SIGA
Directorio	HTML / PHP	NA	On prem	Propio	NA	no	NA	NA
SRH	Spring mvc	oracle	On prem	Propio	Propia	si	Dentro de SIGA	Dentro de SIGA
Conciliación bancaria	Java 17	oracle 19c	On prem	Propio	Propia	si	Dentro de BANNER	Dentro de BANNER

En la tabla anterior se listan sistemas de la universidad junto a información relevante de estos, para poder realizar una evaluación del estado de estos. En esta tabla podemos ver que la mayoría de los sistemas relevantes para el funcionamiento de la universidad se encuentran implementados de forma local, y los que no son servicios que ha contratado la universidad con un objetivo específico. Además, la mayoría de los sistemas y servicios son integrables de alguna manera, esto significa que en el caso que se deba implementar un nuevo sistema o servicio el cual deba comunicarse con alguno ya existente será un proceso no tan costoso ni consumirá demasiado tiempo.

Sitios académicos y sistemas satélites de SIGA

El primer diagrama muestra los sitios académicos de la universidad junto a los sistemas satélites a la plataforma SIGA, en el diagrama se representan los sistemas con un círculo y con un cilindro las bases de datos con las que se comunica cada uno, además los sistemas que se encuentran en desuso se han rotulado con color amarillo.

Dentro de este diagrama se encuentran los siguientes sistemas:

Sitios Académicos: En total se han levantado 16 de estos.

- SIGA, esta plataforma se comunica con la base de datos del mismo nombre, para evitar confusiones se referirá a esta base de datos como SIGA BD.
- Aula USM.
- USMX, esta plataforma actualmente se está manteniendo de manera manual sin comunicación a una base de datos.
- ICampus, esta plataforma actualmente se está manteniendo de manera manual sin comunicación a una base de datos.
- SIREB, esta plataforma se comunica con SIGA BD.
- Admisión USM.
- uPlanner.
- Sitio Biblioteca.
- Portal autoservicio.
- Repositorio Digital.
- Gestión de Proyectos.
- Biblioteca Digital.
- Postulación Postgrado, esta plataforma se comunica con SIGA BD.
- Pre-Postulación Postgrado, esta plataforma se comunica con SIGA BD.
- Postulación Intercambio, esta plataforma se comunica con SIGA BD.
- Plataforma EDDA, esta plataforma se comunica con SIGA BD.

Sistemas satélites de SIGA: En total se han levantado 35 sistemas, donde los marcados con color amarillo debiesen ser considerados para un posible respaldo y luego ser dados de baja.

- Alertas Notas Parciales
- Sistema de Generación de Archivos para Bancos
- Sistemas de Traspaso Matrículas PAM
- Sistema de Gestión de Solicitudes Académicas, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Encuestas evaluación, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Sistema de Encuestas y Votaciones para BIBLIOTECA, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Sistema de Encuestas y Votaciones para CENTRO SANGRE, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Encuesta DEFIDER (encuesta_oracle), este sistema se comunica con SIGA BD.
- Portal Único de Bienvenida
- Sistema de Gestión de Gimnasio III, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Sistema de Consulta de Cuenta Pago Ayudantía

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Sistema de Impresión de Pagarés
- Encuestas RRHH, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Encuestas RREE, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Encuestas POSTESP, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Sistema Ley de Reprogramación
- Muestra FOTO
- Postulación a Plan de Fortalecimiento Académico, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Sistema de Consulta de Programas Académicos para DGD, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Encuestas TARJETA, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Encuestas OPINION, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Encuestas DTI, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Encuestas TICAlu, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Sistema antiguo de postulación especialidad (postesp)
- Simulador Postulación Especialidad, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Postulación Beca Matrícula
- Sistema de Consulta de Programas Académicos, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Encuestas SERVICIOS, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Encuestas SEMTRA, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Cuestionario HONEY-ALONSO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Consultas Portería, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Verificador de documento, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Centro Integrado de Aprendizaje de Ciencias Básicas, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Sistema Postulación a Especialidad, este sistema se comunica con SIGA BD.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

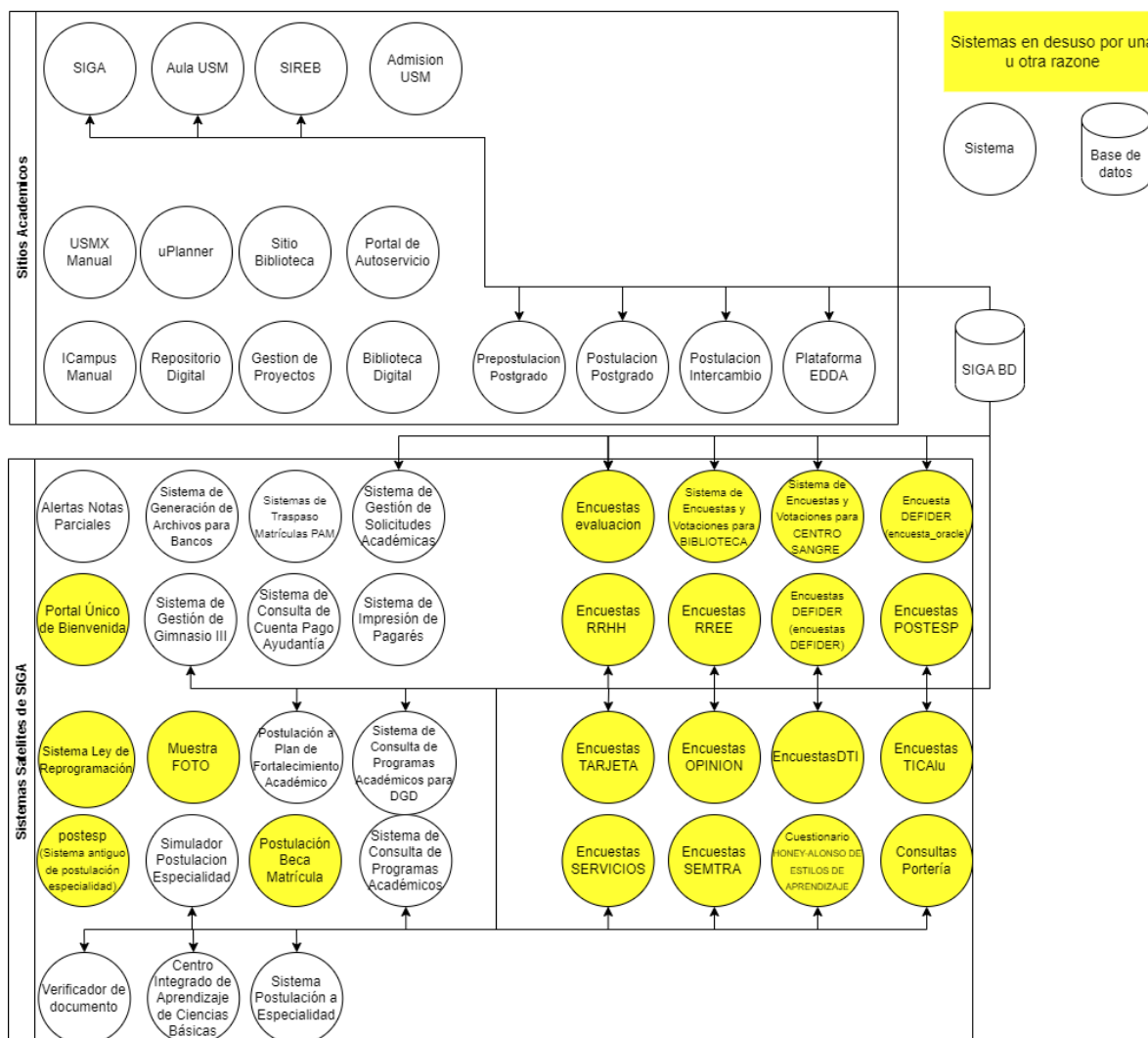


Figura 5: Diagrama sistemas Satélites a SIGA y sitios académicos de la UTFSM

Fuente: Elaboración propia.

Sitios Administrativo: Se han levantado 12 sitios administrativos hasta ahora los que incluyen a los siguientes sitios:

- Reportaría Argos.
- Sistemas de Remuneración Histórica.
- Plataforma de Gestión PEI 2020 – 2024.
- Formularios VREA.
- Portal de Requerimientos DTI.
- CRM Servicio Médico.
- Sistema Casino USM.
- Portal Office 365.
- ERP Softland.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Pasaporte USM, este sistema se comunica con SIGA BD.
- Portal de Reportes UDAI.
- Portal de solicitudes UDAI.

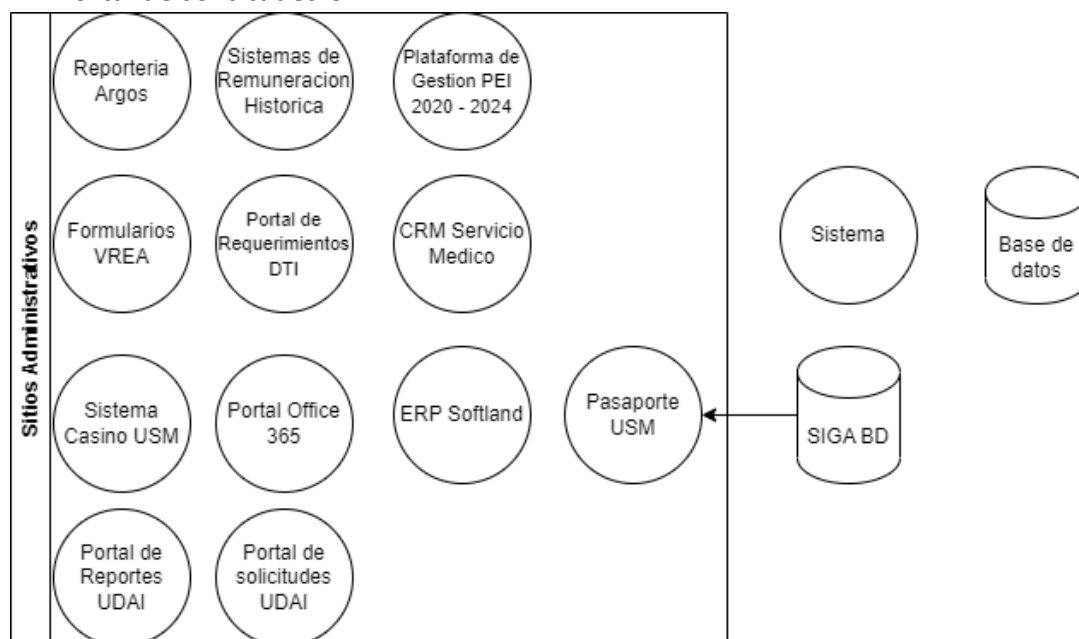


Figura 6: Diagrama sitios Administrativos.

Fuente: Elaboración propia.

Sistemas de Vinculación con el medio, Investigación y Admisión: Estos sistemas fueron agrupados ya que la mayoría de sus sistemas pertenecen a Microsoft 365, en total se levantaron 10 sistemas, que incluyen los siguientes:

Sistemas de investigación:

- Plataforma de Publicaciones.
- SCIVAL.
- Portal de Gestión de Proyectos, este pertenece a Microsoft 365.
- CRM Proyectos Académicos, este pertenece a Microsoft 365 y se comunica con la base de datos propia de Dynamics 365 Dataverse.

Sistemas de Vinculación con el Medio:

- Portal Empleos.
- CRM Vinculación con el Medio, este pertenece a Microsoft 365 y se comunica con la base de datos propia de Dynamics 365 Dataverse.

Sistemas de Admisión:

- CRM Admisión, este pertenece a Microsoft 365 y se comunica con la base de datos propia de Dynamics 365 Dataverse.
- Portal de Postulación, este pertenece a Microsoft 365.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Sistema de Resultados de Postulaciones Nacionales PSU, este sistema se comunica con SIGA BD.

Además de los anteriores sistemas, Microsoft 365 también se encarga del sistema de comunicación CRM Marketing Comunicaciones internas.

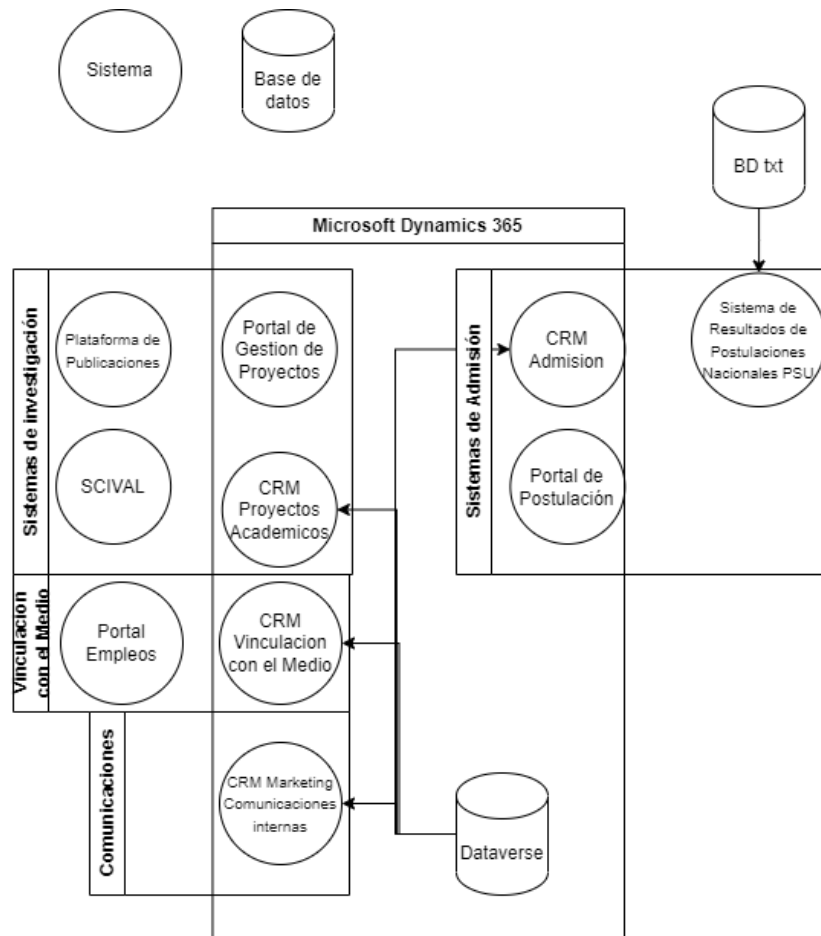


Figura 7: Diagrama Sistemas de vinculación con el medio, investigación y admisión.

Fuente: Elaboración propia.

Sistemas de Banner y Apoyo de Finanzas: Actualmente se han levantado un total de 13 sistemas que corresponden a Banner y sistemas de apoyo de finanzas.

Sistemas Banner, Banner Finanzas y Banner Cuentas por Cobrar:

- Banner Student.
- Registros Contables.
- Pago en Línea.
- Gestión de Egresos.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Cuentas de Cobro.
- Activos Fijos.
- Disponibilidad Presupuestaria
- Servicio Pago

Sistemas de Apoyo Finanzas:

- wherEX.
- IGEO.
- Formularios de Servicios.
- Smartsheet.
- Portal GoSocket.

Sistemas Fuera de Banner

- Conciliación Bancaria
- SIIF 2.5 Pago
- SIIF 2.5 Presupuestación

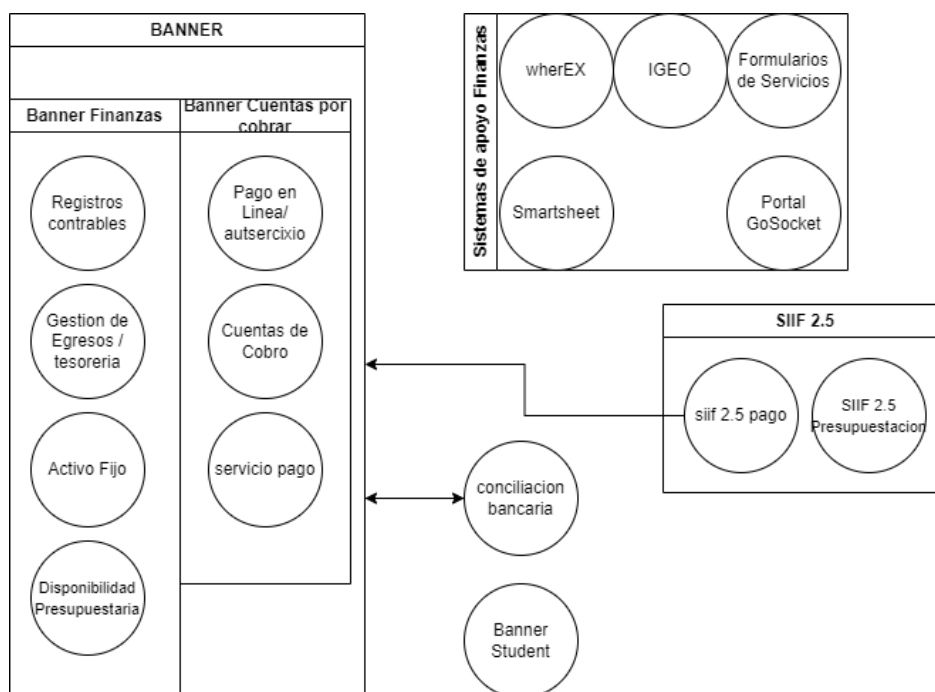


Figura 8: Diagrama de sistemas BANNER y sistemas de finanzas.

Fuente: Elaboración propia.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Microsoft Dynamics 365: Este es el sistema CRM de la universidad, posee su propia base de datos llamada Dataverse en la cual se guardan tablas con la información de varias entidades, y comprende los siguientes módulos:

- Marketing, este es el módulo más ocupado según lo conversado Karina Pasten, y principalmente se ocupa para envío masivo de mails y la comunicación interna de la universidad.
- Admisión.
- Vinculación con el medio, dentro de las entidades que maneja este módulo los que más se ocupan son las de Contacto, que corresponde a la tabla que maneja la información de todas las personas que están vinculadas con la universidad de algún modo u otro, y la tabla de Cuenta, que es parecida a la de Contacto, pero con organizaciones en vez de personas. Además, dentro de las que no se están utilizando se encuentran las siguientes, Casos, Paneles, Citas, y actividades. Cabe mencionar que se tiene la intención de modificar la entidad de Casos para adaptarla para el seguimiento de convenios.
- Colaborador (SEMTRA), este módulo esta implementado, pero falta todavía el crear el portal de servicio médico.
- Gestión de Proyecto.
- Postulación y Prematricula.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

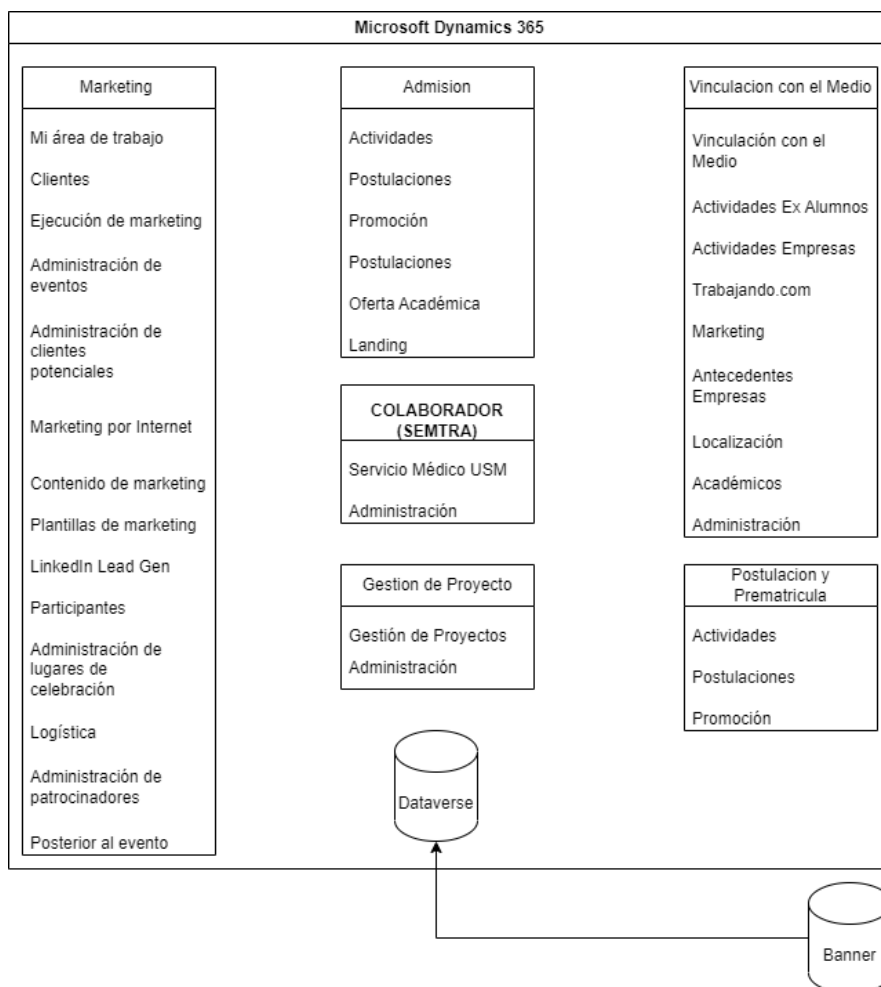


Figura 9: Diagrama de los módulos de Microsoft Dynamics 365, sistema CRM.

Fuente: Elaboración Propia

Temas prioritarios Levantamiento Infraestructura

- **SIGA:** Primero que nada, se debe actualizar la base de datos de SIGA, ya que esta se encuentra sin soporte, esto es un problema grave ya que esta base de datos es una de las más importantes que hay en la universidad. Un segundo punto importante en lo que es el sistema SIGA es su modelo de datos, el modelo actual ha mutado demasiado para seguir siendo útil, por lo que si se desea seguir trabajando con SIGA se debe volver a armar el modelo de datos de este. Como tercer punto es importante el listar los servicios satélites de SIGA, ya que como se mencionó anteriormente estos pueden estar desactualizados o en desuso, esto con el fin de poder dar de baja los que ya no son necesarios y poder actualizar los que si son necesarios.
- **MFA:** Como parte de mejoras a la ciberseguridad de la universidad, se debiera habilitar la Autenticación Multi Factor (MFA), esto es un estándar a nivel mundial y la universidad se está quedando atrás al respecto, si se debe tener en mente la

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

resistencia al cambio al introducir este cambio, ya que lo más probable es que usuarios que ya estén acostumbrados a acceder solo con su contraseña no les sea fácil ajustarse a este cambio.

- **Protocolos de seguridad:** Actualmente los protocolos de seguridad que ocupa la universidad para conectar a servicios y redes son LDAP y Radius, ambos son bastante antiguos y tienen problemas de seguridad, en específico estos protocolos permiten que se capten los usuarios y las contraseñas de los usuarios, esto claramente corresponde a un riesgo, por lo que estos protocolos debiesen ser actualizados a Oauth 2 o SAML que son estándar actualmente, además teniendo esto mente cada vez que se planea crear un nuevo servicio o aplicación en la universidad, estos deben soportar estos protocolos.
- **Listar aplicaciones y versiones:** Con el fin de tener una vista completa de los servicios y aplicaciones de la universidad se propone realizar una lista de estos con sus versiones actuales, esto con el propósito de poder diagnosticar cada sistema y poder decidir si estos deben de ser actualizados o si es que siguen siendo necesarios, así en el momento que la universidad decida migrar a la nube, solo se migraran los sistemas necesarios, además de que estos van a poder ser actualizados antes ser migrados.
- **CRM:** El sistema CRM que están ocupando la mayoría de los departamentos corresponde a Dynamics 365, donde se comparten varias tablas entre los módulos que ocupa cada dirección. De las entrevistas que se han realizado acerca del tema quedo claro que no se ocupan todas las características del sistema, esto debido a que algunas partes de los módulos se ocuparon durante un periodo de tiempo y luego no se volvieron a ocupar, también quedo claro la intención de cambiar esto, por ejemplo en el módulo de vinculación con el medio no se utilizaban las entidades de casos, citas, paneles, y actividades, pero se tiene planeado el modificar la entidad de casos para adaptarla al seguimiento del ciclo de vida de convenios.

Asesorías

Durante el mes de diciembre del 2022 y el principio de enero del 2023 se realizaron dos asesorías a la universidad por parte de Microsoft, en el área de infraestructura. y un asociado de ellos Suri Services en el área de ciberseguridad.

Asesoría Infraestructura

Durante la asesoría de infraestructura se encontraron una gran cantidad de sistemas y se llegó a los siguientes indicadores:

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Sistemas Descubiertos: De los sistemas encontrados, la gran mayoría son estaciones de trabajo Windows que se encuentran todavía en soporte general, pero de todas formas existe una cantidad de máquinas que se encuentran en soporte extendido, la mayoría de estas son de tipo servidor por lo que es importante solucionar este problema debido a que se aproximan al final del soporte lo que significa que pueden generar vulnerabilidades que no serán solucionadas por el soporte oficial. Luego les sigue una cantidad de alrededor de 70 sistemas Linux donde la mayoría son CentOS.

También existe un pequeño número de sistemas que ya se encuentran en el fin de soporte, la mayoría de estas también siendo de tipo servidor Windows, lo que significa que pueden estar vulnerables a posibles ataques, además si estos equipos están siendo utilizados pueden ocurrir problemas de compatibilidad eventualmente si es que se trata de trabajar con estos sistemas desactualizados.

Resultados del Escaneo: El escaneo que se realizó durante la asesoría de infraestructura se alcanzó a un número de 914 sistemas, de los cuales se inventarió 110 de ellos, dentro de los sistemas que se logró inventariar se encuentran en su mayoría sistemas Linux y el resto considera servidores Windows de los cuales una pequeña cantidad todavía requiere de un escaneo según el reporte.

De estos servidores Windows que faltan por inventariar sería una buena idea escanearlos, ya que algunos de ellos corresponden servidores bastante antiguos que probablemente requieran de actualizaciones.

Vista general SQL: Durante la asesoría se encontraron 10 dispositivos, en los cuales existen 16 instancias SQL en las cuales se encontraron 84 bases de datos. De estas instancias solamente 3 se encuentran dentro del soporte general, 5 se encuentran con soporte extendido, 7 se encuentran en el final de soporte, y un dispositivo no proporciona información.

En la siguiente figura se pueden apreciar los dispositivos que se encuentran en el fin de soporte, donde se puede ver que todos están actualmente corriendo, lo que puede significar que se esté vulnerable a algún tipo de ataque o a un posible fallo en estos dispositivos.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Device-Name, SQL Version, Edition, SQL Instance, Engine State, IS State, RS State, ...

Device-Name	SQL Version	Edition	SQL Instance	Core Count	Engine State	IS State	RS State	AS State	Service Pack	Max Service Pack
ARANDADBUDAI.AD.U...	2012	Enterprise	MSSQLSERVER	2	Running				SP1	4
LYNC-CDR.AD.USM.CL	2012	Enterprise	MONITOR	1	Running		Running		SP1	4
LYNCEDGE.AD.USM.CL	2012	Express	RTCLOCAL	16	Running				RTM	4
LYNC-FE2.AD.USM.CL	2012	Express	LYNCLOCAL	8	Running				RTM	4
LYNC-FE2.AD.USM.CL	2012	Express	RTC	8	Running				RTM	4
LYNC-FE2.AD.USM.CL	2012	Express	RTCLOCAL	8	Running				RTM	4
WIN-F3F63TQ1OR3	2012	Enterprise	MSSQLSERVER	4	Running				SP1	4

Figura 10: Dispositivos sin soporte.

Fuente: Asesoría de Infraestructura de Microsoft.

Además de esto en la sección de actividad de las bases de datos SQL se puede observar que uno de los dispositivos más utilizado es ARANDADBUDAI.AD.USM.CL, teniendo alrededor de casi 2 millones de escrituras en promedio, este es uno de los dispositivos que ya se encuentran en el fin de soporte mencionado anteriormente. También se encuentra en esta misma situación la instancia RTC, RTCLOCAL, LYNCLOCAL del dispositivo LYNC-FE2.AD.USM.CL, estas instancias no tienen una cantidad tan grande de lecturas y escrituras como ARANDADBUDAI.AD.USM.CL, pero siguen siendo un número no menor, además existen los dispositivos ya mencionados en la tabla anterior que también se encuentran en la misma situación.

Propuesta de Azure VM: Como parte de este informe también se propuso un plan para pasar servidores que actualmente se encuentra on premise a la nube de Microsoft en Azure. En esta propuesta por parte de Microsoft se entregan distintos escenarios para la transición a la nube con los perfiles que tendría cada servidor en Azure (D1_v2, D2_v3, etc..), además se presenta el costo que tendría mantener cada uno de estos escenarios de manera mensual y anual. El escenario que se muestra en la siguiente figura considera máquinas virtuales y almacenamiento de tamaño correcto, además de utilizar la oferta de licenciado AHB (Beneficio Híbrido Azure) la que permite reutilizar las licencias que ya se tiene en los servidores Windows, SQL y licencias Linux en la nube, lo que da la oportunidad de ahorrar una gran cantidad de dinero manteniendo una solución híbrida mientras se realiza la migración a la nube, esta opción otorga un descuento muy significativo en el coste de realizar la migración. Además, una de decisiones importantes que realizar en este escenario es el nivel de compromiso, esto en las opciones de la reserva de instancias (RIs, Reserved Instances) esta opción que entrega Azure permite la reserva de instancias, lo que entrega

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

un descuento significativo en el coste de total de la migración, esto se presenta en 3 opciones un plan de un año de compromiso, de 3 años de compromiso (mayor descuento) o no optar a la reserva de instancias.

Temas prioritarios Asesoría Infraestructura

- **Actualización del servidor ARANDADBUDAI:** Este servidor se encuentra sin soporte y es de bastante importancia al ser el sistema de requerimientos de la UDAI, este tema ya se le hizo saber la DTI, donde respondió se le informaría al equipo correspondiente para solucionarlo.
- **Escaneo de los servidores no inventariados:** existe un grupo de servidores Windows que no alcanzaron a ser escaneados durante la asesoría, de estos varios son antiguos por lo que podría ser necesario analizar si son necesarios para actualizarlos o darlos de baja.
- **Análisis de la propuesta de migración a nube:** este punto es importante debido a que si se pretende realizar una migración a la nube el informe contiene varios escenarios de cómo se podría realizar esta migración junto al tipo de máquinas que se utilizarían en la nube y el costo que llevaría realizarlo.

Asesoría Ciberseguridad

De los resultados de la asesoría de ciberseguridad aparecen los siguientes indicadores:

Sistemas Windows: Se escanearon en total 916 dispositivos que ocupan Windows, la gran mayoría en distribuciones de Windows 10 y 11. Un grupo no menor de máquinas que pertenecen a VMware se encuentran ya fuera de soporte según el informe, esto puede ser un problema a futuro en casos que no se pueda encontrar soporte de terceros, además de que podrían surgir nuevas vulnerabilidades en estos sistemas.

Riesgo de Ransomware: El siguiente punto de esta asesoría se refiere al riesgo de ataques de ransomware donde muy pocos de los dispositivos escaneados están expuestos a ataques de WannaCry, Bluekeep, o Meltdown, donde los dispositivos que están expuestos a Meltdown abarcan a los dispositivos que están expuestos a los otros 2 tipos de ataque, cabe remarcar que los dispositivos que están expuestos a estos ataques son todos servidores.

Vulnerabilidad de Software: Dentro de este informe también se encontraron los siguientes softwares con vulnerabilidad y su severidad, como se puede ver en la siguiente tabla.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Software	Max Severity	# Devices	# Vulnerabilities	Version	Vendor
Adobe Flash Player 27 PPAPI	10.00	1	14	27.0.0.187	Adobe
mysql-community-client	10.00	1	1	5.6.32	Oracle
mysql-community-common	10.00	1	1	5.6.32	Oracle
mysql-community-libs	10.00	1	1	5.6.32	Oracle
mysql-community-server	10.00	1	1	5.6.32	Oracle
Microsoft Silverlight	9.30	4	10	5.1.10411.0	Microsoft

Figura 11: Programas vulnerables.

Fuente: asesoría de ciberseguridad por Suri Services.

Vale la pena revisar en donde estas aplicaciones están trabajando, para tratar de solucionar estas vulnerabilidades que podrían causar problemas en el futuro.

Azure AD Riesgo de Usuarios: Como parte del informe de ciberseguridad también se dio una lista de usuarios en riesgo en la Azure AD, donde se puede ver que un poco menos de la mitad de los usuarios en AD están en riesgo mediano o superior, siendo los usuarios en riesgo alto un poco más de un cuarto de los usuarios totales.

Actividad de usuarios: También se tiene un registro de actividades en las que han estado involucradas las cuentas de usuarios, donde se registraron un total de 5000 eventos. De estos eventos es importante revisar los que son sospechosas, por ejemplo, los intentos fallidos de acceso desde lugares extraños, o cuentas bloqueadas repetidamente por intentos de acceso fallido.

Alertas de Seguridad Aplicaciones en la Nube: En esta sección se muestran alertas en aplicaciones en la nube que fueron captadas durante el periodo en el que se realizó la asesoría, en total se registraron 5000 alertas en total, donde casi en su totalidad, 4884 fueron designadas como de alta severidad, sin embargo, la rededor de 2000 de estas son de alertas de acceso de usuario con propiedades no familiares, este tipo de alerta solas puede que no sean de gran seriedad, pero en la categoría de acceso de usuario con propiedades no familiares +1 y +2, empiezan a aparecer casos de viajes atípicos para el usuario, además de posibles ataques de pulverización de contraseñas e ingreso desde IPs maliciosas lo que puede ser un poco más preocupante. También se detectaron 40 casos de programas malignos, según el reporte estos son de severidad media, pero no debiesen ser dejado de lado. En esta sección también se encontraron algunos casos de viajes imposibles.

Temas prioritarios Asesoría Ciberseguridad

- **Revisar las alertas de seguridad de aplicación cloud:** En el reporte se muestra una gran cantidad de alertas de seguridad en aplicaciones cloud, esto en forma de accesos con propiedades no familiares, múltiples intentos de accesos fallidos, viajes

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

imposibles, entre otras con el fin de revisar si las cuentas de los usuarios involucrados están seguras o no.

- **Seguridad para Endpoints;** Según el reporte se capturaron más de 10,000 puntos vulnerables con 1432 de estos categorizados como críticos, en el reporte también existen recomendaciones para solucionar estas vulnerabilidades de los puntos.
- **Puntaje de seguridad:** En el reporte se indica que existen 170 acciones de mejora para la ciberseguridad de la universidad, que abarcan temas de dispositivos (107), aplicaciones (48), identidad (11), y datos (4), de estas 84 ya han sido completadas y las restantes están enumeradas desde el 1 en adelante según la importancia que se les dio en el reporte.

4. Propuesta de Valor de la memoria

Habiéndose ya realizado un levantamiento de los sistemas y servicios de la universidad, se procede a volver a listar los objetivos específicos de esta memoria, además de mencionar como cada uno de estos será trabajado para entregar valor al proceso de transformación digital de la universidad.

Hacer un levantamiento de los sistemas y servicios tecnológicos existentes de la universidad.

Este objetivo fue trabajado en la sección anterior de la memoria, con los resultados de este objetivo se planea realizar un análisis de la información recolectada con el fin de poder diagnosticar la infraestructura tecnológica de la universidad y de esta manera contribuir al objetivo general de la memoria, que vale recordar es “Diagnosticar el estado actual de la infraestructura tecnológica de la universidad y proponer mejoras respecto al diseño de esta, con un enfoque en la transformación digital”.

Revisar el estado del arte respecto de cómo las universidades han avanzado en esto.

Este objetivo ha sido trabajado en la sección 3 del documento donde se ha presentado distintas acciones que han tomado las IES respecto a la transformación digital, que van desde el adoptar o renovar sistemas de su infraestructura tecnológica, hasta el adoptar nuevas iniciativas para estar a la par de las tendencias tecnológicas actuales, esto para satisfacer las necesidades que han ido presentando sus estudiantes. El fin de este objetivo es el de tener una idea clara de los esfuerzos que están realizando las IES respecto a la transformación digital, y en esta memoria se trabajara la información recopilada para poder hacer una comparación de la infraestructura tecnológica de la universidad respecto a los esfuerzos de las demás IES.

Hacer una revisión de cómo empresas fuera del rubro educacional han abordado estos procesos.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Este objetivo fue planteado con el fin de no tan solo revisar como las IES han enfrentado la transformación digital, sino que también como lo han hecho las organizaciones fuera del rubro de la educación, y de esta manera tener una perspectiva que tal vez no se lograría tan solo viendo el proceso desde la posición de una IES. En esta memoria se ha avanzado en este objetivo en la sección 3 del documento, donde se han estudiado las tendencias de las organizaciones al enfrentar la TD, con esto en mente la información recopilada será considerada al momento de diagnosticar la infraestructura tecnológica de la universidad para poder presentar un análisis de esta no tan solo como institución de enseñanza superior, sino que también como negocio.

Hacer un levantamiento del modelo de datos de la universidad.

Actualmente este objetivo no se ha desarrollado todavía en la memoria, el objetivo de este era tener un modelo de datos con el cual se pudiera apoyar las recomendaciones de mejora del trabajo. Este objetivo tal vez debiese de ser postergado para un posible trabajo posterior a esta memoria, esto por limitaciones de tiempo.

Construir una herramienta para evaluar el estado de la infraestructura tecnológica de la universidad y proponer mejoras.

Este objetivo sería el principal contribuyente al cumplimiento del objetivo general de la memoria, la construcción de una herramienta para evaluar el estado de la infraestructura tiene la finalidad de poder visualizar el diagnóstico realizado a esta. En este trabajo de memoria se planea trabajar este objetivo creando una herramienta que permita la evaluación de la infraestructura tecnológica de la universidad, esto podría ser en forma de un modelo comparativo con los estándares actuales de lo que se espera de una IES en respecto a la transformación digital, otra opción un poco menos ambiciosa es el formular un Excel en el que se indique las deficiencias que tiene la universidad, o los puntos en los que se puede mejorar.

CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE MEJORA

5. Análisis de la información recolectada

5.1 Diagnostico

CRM: El tener un CRM centralizado es buena idea para la mayor parte del negocio, pero al tener actividades tan diversas, una mejor opción podría ser tener un sistema hibrido, por ejemplo, en la biblioteca ya se está trabajando con un CRM específico para bibliotecas (lib connect de SpringShare).

En el caso del CRM de marketing como se mencionó este módulo de Microsoft Dynamics es muy utilizado para realizar envíos masivos de mail, esto no es aprovechar la capacidad del sistema a toda su capacidad. El objetivo que se tiene para este módulo del CRM es lograr omnicanalidad, es decir que este módulo debiese lograr integración y sincronía entre todos sus canales de comunicación [26].

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

ERP: Actualmente la universidad estaría ocupando principalmente dos ERP en sus actividades, el sistema de SIGA, que fue creado por la misma universidad al cual se le han ido agregando nuevas funcionalidades mientras la necesidad de estas han ido surgiendo en la universidad, el otro ERP que se está utilizando es Banner, el cual consta de dos partes, la parte de finanzas que está ya implementada en la universidad, y la parte de Banner Student que se encarga de la parte académica, esta última esta implementada a muy bajo nivel, básicamente para demostrar que esta exista. Esto ocurre ya que la función que generalmente ocuparía Banner Student está siendo cumplida por SIGA.

Se ha trabajado para lograr que coexistan estos dos sistemas, pero de todas formas queda la duda de que pasara con estos sistemas, ya existen algunas opciones, una de estas es seguir trabajando con los dos sistemas tratando de hacerlos funcionar en conjunto y que se puedan comunicar entre ellos, otra opción es dar de baja uno de los dos sistemas, estas pueden ser las opciones más desalentadoras, ya que se ha gastado ya mucho dinero y tiempo en ambos sistemas.

También se ha analizado un comparativo entre estos dos sistemas, donde se listan las características que posee el SIGA y cuál sería su homólogo en Banner, si es que este existe, también se señala un tiempo estimado de cuanto se tardaría el implementar alguna característica en el caso que fuese necesario en Banner Student. De este comparativo, en la última versión que se ha revisado se ha encontrado que Banner Student tendría un 43% de avance para estar productivo, vale la pena mencionar que ninguna de las características que no existen en Banner Student han empezado a ser trabajadas.

Habiendo dicho lo anterior, se identifica que la opción de no dar de baja SIGA, este sistema nace de las necesidades que tuvo la universidad, por lo que si no se asegura que estas necesidades que son cubiertas por SIGA no son cubiertas de la misma o mejor manera no se debiera de cambiar, lo que si puede ser una buena opción en el caso de que se quiera implementar de manera completa Banner Student es lo siguiente, el realizar una transición de SIGA a Banner de manera paulatina, mientras se vayan completando funcionalidades en Banner Student se realice el cambio dentro de lo posible, tal vez se podrían establecer checkpoints con cierta cantidad de funcionalidades o un conjunto específico de funcionalidades que en cuanto se cumplan se realice el cambio de la funcionalidad en SIGA a Banner Student, de esta manera el shock o la resistencia al cambio que presenten los usuarios sea lo menor posible.

Asesoría Infraestructura

En la asesoría realizada por Microsoft a la universidad se descubrió que existen sistemas que se encuentran ya fuera del plazo de soporte, y de estos algunos de eran de sistemas importantes, como la base de datos del sistema de requerimientos de la UDAI. Esto ha llevado a la conclusión de que se debiese realizar una revisión de los sistemas y su versión para evitar este tipo de situaciones en el futuro.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Migración Cloud

En esta asesoría también se entregaron opciones de escenarios para realizar una migración a la nube de Azure, en la que se considera mover todos los sistemas descubiertos durante la asesoría, bien esto podría cambiar en el caso que se decida no mover todos los sistemas a la nube.

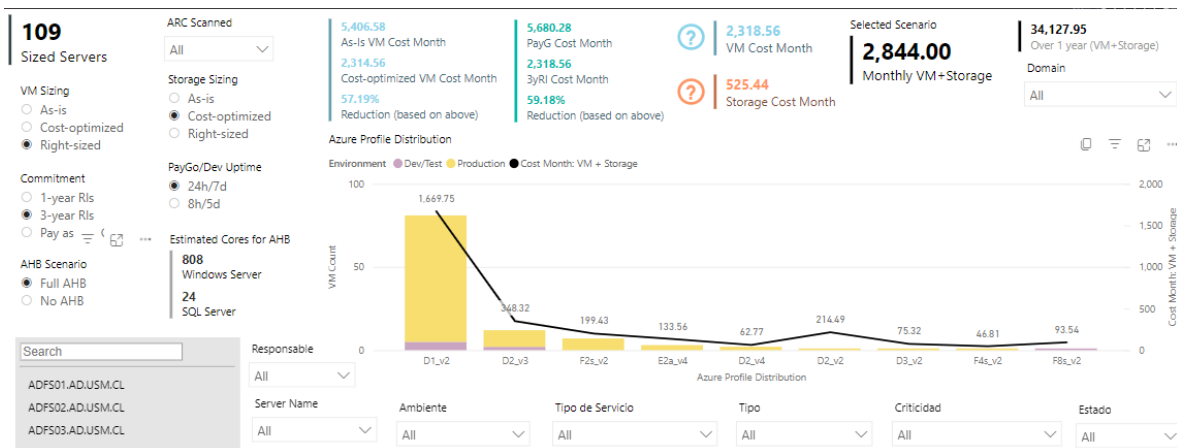


Figura 12: Escenario menos costoso de migración.

Fuente: Asesoría de infraestructura de Microsoft.

Antes de analizar los detalles del escenario se explicará brevemente que significa cada opción y termino, As-is corresponde a lo más cercano a las especificaciones actuales, Right-sized prioriza el rendimiento, Cost-optimized esta opción elige la opción menos costosa entre As-is y Right-sized. Beneficios híbridos de Azure (AHB) esto corresponde un beneficio que ofrece Azure, que permite ocupar licencias on-premise con máquinas virtuales en la nube y así ahorrar en costos de licenciado. RIs (reserva de instancias) como se mencionó anteriormente esto corresponde a un plan con el cual se pueden reservar las instancias que se van a ocupar con el fin de obtener un descuento de hasta 72% comparado a la opción de pay-as-you-go, este plan se ofrece en opciones de 1 o 3 años, esto al combinarse con AHB puede llegar hasta un 80% de descuento.

Para el tamaño de las máquinas virtuales se considera que la opción right sized es la mejor ya que la diferencia de costo entre esta y la opción que optimiza el costo es muy baja, y de esta manera se tendrá la mejor opción de rendimiento para todas las maquinas que se elijan para ser trasladadas a la nube. Para el tamaño de almacenamiento (Storage sizing) se decidió la opción de optimización de costo, la diferencia del costo entre la opción As-is y Right-sized no es muy significativa, pero al elegir la opción que optimiza costos hay una diferencia significativa en el costo, esto debido a que la opción que optimiza el costo considera ocupar casi en totalidad HDDs, esto que puede perjudicar el rendimiento de algún sistema, en cambio la opción Right-sized contempla ocupar SSDs en los dispositivos con la mayor cantidad de IOPS.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Con respecto al nivel de compromiso la opción más barata es el plan de 3 años, claro que viene con los posibles problemas que comprometerse a largo plazo trae, es decir en el caso que algún sistema cambie o ya no sea necesario se deberá realizar la gestión para cambiar las reservas, pero es importante mencionar que se pueden realizar cambios a las reservas ya realizadas, es decir la opción de reserva de instancias tiene cierta flexibilidad con la que se puede jugar, se puede intercambiar una reserva por otra equivalente y se puede reembolsar una reserva de hasta \$50.000 USD en una ventana de hasta 12 meses si es que esta ya no se necesita. Una opción que se puede realizar para este escenario de migración es el analizar cuáles son los sistemas más importantes y que se tiene la seguridad de que seguirán siendo ocupados en un plazo de 3 años, teniendo en mente la flexibilidad que tiene este sistema de compromiso también existe cierto margen que se puede dar para elegir los sistemas, ya que se puede negociar un reembolso de las reservas que ya no sean necesarias, o intercambiar una reserva por una equivalente.

Asesoría Ciberseguridad

En esta asesoría realizada por Suri Services se realizaron análisis de distintas índoles con el fin de reconocer en qué estado está la ciberseguridad de la universidad.

En lo que ransomware se refiere se realizó un análisis para 3 tipos de ataques WannaCry/BadRabbit, Bluekeep y Meltdown, en el que se detectaron 19 servidores / datacenter, de los cuales 2 se encuentran expuestos a WannaCry/BadRabbit, 1 a Bluekeep y 7 están expuestos a ataques tipo Meltdown, de estos dispositivos detectados la mayoría sin servidores antiguos (2012). Esto significa que una actualización de los dispositivos detectados como vulnerables es necesaria, con el fin de que tengan acceso a los últimos parches de seguridad disponibles.

Se realizó un análisis de softwares vulnerables en el que se encontraron 6 softwares vulnerables que afecta a una pequeña cantidad de dispositivos, por lo que es factible el revisar estos incidentes de manera rápida a mano.

También se realizó un análisis del Azure active directory por usuario, donde se detectaron alrededor de 15000 usuarios, donde la 51% de estos son de riesgo bajo, 22% son de riesgo medio y 26% son de riesgo alto, además de un caso confirmado de vulneración. Esto representa un riesgo a la universidad por lo que se debiese tomar acción al respecto, esto es explorado en las acciones de mejora que el informe presenta.

El resultado de esta asesoría fue una lista de acciones de mejora donde existen 86 de estas que no han sido realizadas, algunos ejemplos de estas son las siguientes: Requerir MFA para roles administrativos, usar protección avanzada contra ransomware, bloquear la ejecución de scripts potencialmente confusos, entre otros. La mayoría de estas acciones de mejora corresponden a mejoras para el Defender de puntos de conexión, el cual recordemos

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

detecto 10.000 puntos de conexión vulnerables donde 1432 de estos son críticos según el informe.

El cumplir con estas acciones de mejora es importante por una ciberseguridad aceptable en la universidad, o por lo menos analizar la lista de acciones para reconocer las acciones que son posible de implementar de manera rápida e implementar las acciones que son más críticas, como lo es el requerir MFA para roles administrativos.

5.2 Propuesta de arquitectura (Infraestructura)

De la investigación realizada se puede concluir que no existe una arquitectura/infraestructura única y perfecta, pero se puede presentar una lista de características que debiese cumplir, a continuación, se listaran estas características de una infraestructura que este pensada para el tipo de organización y caracterizada como la UTFSM.

Para esto se listarán características que debiese cumplir:

Seguridad robusta: La seguridad de la organización es vital para evitar ciber ataques y la protección de datos sensibles. Esta debe consistir en firewalls, encriptación de datos, sistemas de detección de intrusos entre otros.

Alta disponibilidad: Con el fin de entregar la mejor experiencia para los usuarios la alta disponibilidad es crucial. Esta se puede lograr mediante redundancia, balanceadores de carga y mecanismos de tolerancia al fallo.

Escalabilidad: La escalabilidad es importante para poder adaptarse al desarrollo continuo de la organización y los requerimientos cambiantes del negocio. Por esto el poder agregar nuevos recursos según sea necesario debe ser un proceso que se pueda lograr con cierta facilidad, además de poder administrar esto recursos según las demandas cambiantes del negocio.

Conectividad sólida: Una infraestructura tecnológica debe contar con una conectividad confiable y rápida tanto en redes locales como en conexiones a Internet. Esto implica contar con equipos de confianza y actualizados.

Computación en la nube: El uso de tecnología en la nube permite que la infraestructura de una organización logre escalabilidad, flexibilidad y reducción de costos de infraestructura.

Automatización: La automatización es un punto importante que debe cumplir la infraestructura tecnológica de una organización, esto con el objetivo de mejorar la administración, mantención y reducción de errores humanos en tareas y procesos repetitivos.

Compatibilidad y estándares abiertos: La compatibilidad y el cumplimiento de estándares abiertos son claves para que las organizaciones estén preparadas para el futuro, además de cumplir con lo que ya se espera de ellas.

Adaptabilidad a nuevas tecnologías: Una infraestructura tecnológica actual de tener la capacidad de adoptar nuevas tecnologías emergentes que permitan el mejor funcionamiento de la organización, lo que permita mantenerse competitiva en el mercado actual.

Integración y colaboración: La infraestructura debe permitir que el trabajo colaborativo de todos los miembros de la organización, para esto las partes que la componen deben estar integradas y ser capaces de comunicarse entre sí, de esta manera facilitando el trabajo en conjunto de los distintos departamentos y lograr una comunicación efectiva entre ellos.

6. Herramienta de Diagnostico

Se construyo una herramienta para determinar si la infraestructura tecnológica de la universidad se adapta a los estándares que una organización actual debiese cumplir, estos basados en las características listadas en la sección anterior. Se reconocieron 7 dimensiones que abarcan las características listadas anteriormente las cuales corresponden a las siguientes:

- Seguridad
- Alta disponibilidad
- Escalabilidad
- Conectividad sólida y Resiliencia
- Automatización
- Compatibilidad y estándares abiertos
- Integración y colaboración

En la herramienta de diagnóstico se definen 4 niveles de cumplimiento en cada subdimensión que comprenden cada una las dimensiones nombradas, a continuación, se listaran cada subdimensión y los requerimientos para alcanzar cada nivel de cumplimiento.

6.1.1 Seguridad

Firewall:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no existe ningún tipo de firewall en la institución. Esto significa que no hay protección contra posibles amenazas externas y la red se encuentra totalmente expuesta a ataques y accesos no autorizados.
- Nivel 1: Se implementa un firewall de red perimetral que opera en la capa 3 del modelo Open OSI.
- Nivel 2: Se implementa un firewall de aplicaciones que opera en aplicación, capa 7 del modelo OSI.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Nivel 3: En este nivel, se implementa un firewall avanzado. Esto puede incluir inspecciones exhaustivas de paquetes, prevención de intrusiones, filtrado de contenido, control de aplicaciones, detección de amenazas avanzadas y análisis de comportamiento.

Gestión de accesos y autenticación:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no existe ningún tipo de gestión de acceso ni autenticación.
- Nivel 1: En este nivel, se implementa un sistema de gestión de acceso y autenticación básico, por ejemplo, el requerir que los usuarios tengan un usuario y una contraseña.
- Nivel 2: En este nivel, se implementa un sistema de gestión de accesos y autenticación más robusto, con protocolos de autenticación como MFA para los roles administrativos más importantes.
- Nivel 3: En este nivel, se implementa el sistema de gestión de acceso y autenticación robusto aplica para todos los usuarios de la organización.

Encriptación de datos:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no existe ningún tipo de encriptación de datos.
- Nivel 1: En este nivel, se utiliza una encriptación básica para proteger por lo menos los datos más sensibles de la organización, por ejemplo, un cifrado simétrico.
- Nivel 2: En este nivel, se emplea un sistema de encriptación asimétrico que utiliza un par de claves: una clave pública para encriptar datos y una clave privada para desencriptarlos.
- Nivel 3: En este nivel, se implementa una encriptación robusta y se utilizan estándares de encriptación reconocidos y certificados.

6.1.2 Alta disponibilidad y Resiliencia

Redundancia de sistemas:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no existe ningún tipo de redundancia en sus sistemas.
- Nivel 1: En este nivel, se implementa una redundancia básica en componentes críticos. Por ejemplo, se utilizan discos duros en configuración RAID para duplicar datos.
- Nivel 2: En este nivel, se extiende la redundancia más allá de los componentes individuales. Se puede utilizar un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) para proporcionar energía continua a los sistemas.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Nivel 3: En este nivel, se implementa una redundancia geográfica, donde los sistemas y datos críticos se replican y respaldan en centros de datos geográficamente separados

Balanceo de carga:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no existe ninguna estrategia de balanceo de carga.
- Nivel 1: En este nivel, se implementa un balanceo de carga básico utilizando un algoritmo de Round Robin.
- Nivel 2: En este nivel, se utiliza un balanceo de carga más inteligente que tiene en cuenta las métricas de rendimiento de los servidores, como la carga de CPU, la memoria y el tráfico de red.
- Nivel 3: En este nivel, se implementa un balanceo de carga con capacidades avanzadas, como el balanceo de carga basado en contenido o el balanceo de carga dinámico, además se considera que la herramienta de balanceo debe entregar recomendación para un mejor desempeño y estar automatizada.

Respaldo y recuperación:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no existe ninguna estrategia de respaldos y recuperaciones.
- Nivel 1: En este nivel, se implementa una estrategia básica de respaldos programados. Se realizan copias de seguridad regulares de los datos y sistemas críticos en intervalos predeterminados.
- Nivel 2: En este nivel, se mejora la eficiencia de los respaldos utilizando técnicas de respaldo incrementales o diferenciales.
- Nivel 3: En este nivel, se implementa una estrategia avanzada de respaldos y recuperaciones en tiempo real.

6.1.3 Escalabilidad

Modularidad:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no existe ningún enfoque modular y se ocupa una arquitectura monolítica.
- Nivel 1: En este nivel, se adopta una estructura más modular en la infraestructura tecnológica. Los sistemas y componentes se dividen en módulos independientes la cual puede ser no completa.
- Nivel 2: En este nivel, se logra un modularidad completa de los servicios y aplicaciones de la universidad.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Nivel 3: En este nivel, se implementa una arquitectura basada en microservicios, servicios y aplicaciones se dividen en componentes más pequeños y autónomos que operan como microservicios y se logra desacoplamiento.

Almacenamiento escalable:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no existe ninguna solución de almacenamiento escalable.
- Nivel 1: En este nivel, se ha implementado un sistema de almacenamiento escalable con agregación, en el que se combinan varios dispositivos de almacenamiento para generar un único pool de almacenamiento de gran capacidad.
- Nivel 2: En este nivel, se utiliza una solución de almacenamiento distribuido, como un sistema de almacenamiento en clúster o un sistema de archivos distribuido, donde la distribución del almacenamiento se realiza de manera manual.
- Nivel 3: En este nivel, se implementa un almacenamiento escalable y automático con funcionalidades avanzadas, como la adición automática de nuevos nodos según la demanda.

Horizontalidad:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no existe ningún enfoque de horizontalidad.
- Nivel 1: En este nivel, se implementa una horizontalidad básica mediante la replicación de servidores o componentes idénticos.
- Nivel 2 En este nivel, se mejora la horizontalidad mediante la implementación de un balanceo de carga automático.
- Nivel 3: En este nivel, se logra una horizontalidad elástica y auto escalada, la infraestructura está diseñada para ajustarse automáticamente según la demanda. Cuando aumenta la carga de trabajo, se agregan automáticamente nuevos recursos.

Elasticidad:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no existe ningún enfoque de elasticidad.
- Nivel 1: En este nivel, se implementa una elasticidad básica que permite ajustar manualmente los recursos en función de la demanda, por ejemplo, se pueden agregar o quitar recursos de manera manual según sea necesario.
- Nivel 2 En este nivel, se mejora la elasticidad mediante la implementación de mecanismos automáticos para ajustar los recursos. Se utilizan herramientas y servicios que monitorean continuamente la demanda y ajustan automáticamente los recursos en función de reglas predefinidas.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Nivel 3: En este nivel, se logra una elasticidad avanzada y autoajustable basada en políticas específicas. La infraestructura se adapta de manera dinámica según la demanda en tiempo real.

6.1.4 Conectividad sólida

Equipos de red confiables:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no existe ningún enfoque específico para garantizar la confiabilidad de sus equipos de red.
- Nivel 1: En este nivel, la organización invierte en equipos de red de calidad empresarial, fabricados por proveedores confiables y reconocidos en la industria.
- Nivel 2 En este nivel, se implementan equipos de red con características de redundancia y alta disponibilidad, por ejemplo, equipos con componentes duplicados.
- Nivel 3: En este nivel, se implementa una supervisión y gestión avanzada de los equipos de red. Se utilizan herramientas de monitoreo y gestión de red para obtener visibilidad en tiempo real del rendimiento y estado de los dispositivos, se emplean tecnologías de automatización y orquestación para la configuración y gestión centralizada de los equipos.

Ancho de banda adecuado:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que el ancho de banda no satisface los requerimientos básicos de la organización.
- Nivel 1: En este nivel, se implementa un ancho de banda básico, que satisface los requisitos básicos de la organización.
- Nivel 2 En este nivel, se implementa un ancho de banda escalable y redundante, que puede ofrecer un balanceo de carga para responder a las necesidades de la organización, además de contar con un nivel de redundancia en caso de que ocurra un fallo.
- Nivel 3: En este nivel, se logra un ancho de banda de alta capacidad y de baja latencia, que cumpla con los requerimientos más demandantes posibles de la organización.

Redes inalámbricas seguras:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no se ha implementado ninguna medida de seguridad en sus redes inalámbricas.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Nivel 1: En este nivel, se implementa una seguridad básica en las redes inalámbricas utilizando protocolos de autenticación WPA o WPA2. Los usuarios deben ingresar una contraseña para acceder a la red wifi.
- Nivel 2: En este nivel, se implementa un ancho de banda escalable y redundante, que puede ofrecer un balanceo de carga para responder a las necesidades de la organización, además de contar con un nivel de redundancia en caso de que ocurra un fallo. En este nivel, se mejora la seguridad de las redes inalámbricas utilizando el protocolo WPA3, que ofrece mayores capacidades de cifrado y protección contra ataques de fuerza bruta, además de contar con un sistema de control de acceso más estricto basado en certificados digitales.
- Nivel 3: En este nivel, se implementa una seguridad empresarial completa para las redes inalámbricas. Se utilizan soluciones avanzadas de autenticación y autorización, como EAP (Extensible Authentication Protocol) y RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service), además, se segmenta la red inalámbrica en diferentes redes virtuales.

6.1.5 Automatización

Orquestación:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no ha implementado ninguna estrategia de orquestación de datos.
- Nivel 1: Se implementa una orquestación de datos básica mediante el uso de scripts o herramientas sencillas para automatizar tareas de procesamiento y transformación de datos.
- Nivel 2: Se mejora la orquestación de datos mediante el uso de plataformas integradas de gestión de datos, como ETL o herramientas de integración de datos.
- Nivel 3: Se implementa una orquestación de datos sofisticada y en tiempo real. Se utilizan soluciones de orquestación y flujo de trabajo más avanzadas que permiten una integración y procesamiento de datos en tiempo real, asegurando la sincronía y la disponibilidad inmediata de datos para su análisis y toma de decisiones en tiempo real.

Herramientas de automatización:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no se ha implementado ningún tipo de herramienta de automatización.
- Nivel 1: En este nivel, se implementa una automatización básica mediante el uso de scripts y macros.
- Nivel 2: En este nivel, se mejora la automatización mediante el uso de herramientas como RPA (Robotic Process Automation), para automatizar tareas más complejas e imitar acciones que realizaría un usuario humano.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Nivel 3: En este nivel, se implementa una automatización avanzada con el uso de inteligencia artificial y machine learning, se utilizan algoritmos avanzados para automatizar procesos más sofisticados, como la toma de decisiones basada en datos o el análisis de grandes cantidades de información en tiempo real.

6.1.6 Compatibilidad y estándares abiertos

Estándares de seguridad:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no ha implementado ningún estándar de seguridad.
- Nivel 1: En este nivel, se implementan estándares de seguridad básicos que abordan las necesidades mínimas de protección. Se establecen políticas de seguridad de la información y se implementan medidas de seguridad esenciales.
- Nivel 2: En este nivel, se mejoran los estándares de seguridad implementando medidas más avanzadas y cumplimiento de normativas específicas de seguridad.
- Nivel 3: En este nivel, se implementan estándares de seguridad de clase empresarial que abordan las necesidades de una organización a gran escala. Se adoptan soluciones avanzadas de seguridad, como sistemas de detección y respuesta a incidentes (SIEM), sistemas de prevención de pérdida de datos (DLP) y políticas de gestión de riesgos más sofisticadas.

Estándares de comunicación a nube:

- Nivel 0: El nivel 0 significa que no se ha implementado ningún estándar específico de comunicación en la nube.
- Nivel 1: En este nivel, se adoptan estándares básicos de comunicación en la nube que permiten la interoperabilidad mínima entre sistemas y aplicaciones en la nube. Se puede utilizar protocolos estándar de comunicación.
- Nivel 2: En este nivel, se implementan estándares más avanzados de comunicación en la nube para mejorar la integración y la seguridad. Se pueden adoptar estándares de autenticación y autorización, como OAuth 2.0.
- Nivel 3 En este nivel, se utilizan estándares de comunicación en la nube de clase empresarial que abordan las necesidades de una organización a gran escala. Se pueden adoptar estándares de seguridad más rigurosos, como cifrado de extremo a extremo y protección de datos sensibles.

6.1.7 Integración y colaboración

Comunicación unificada:

- Nivel 0: En este nivel, la organización no ha implementado ninguna estrategia de comunicación unificada.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- Nivel 1: En este nivel, se implementa una comunicación unificada básica, que integra algunas herramientas y aplicaciones de colaboración.
- Nivel 2: En este nivel, se mejora la comunicación unificada con la integración de más herramientas y servicios de trabajo en equipo, por ejemplo, agregar funciones de voz y videoconferencia, herramientas de trabajo en equipo y plataformas de reuniones virtuales, para una colaboración más completa y en tiempo real.
- Nivel 3: La organización implementa una comunicación unificada completamente integrada y enfocada en la movilidad. Están disponibles aplicaciones y servicios de comunicación que son accesibles desde diferentes dispositivos. La comunicación unificada es fluida y permite a los usuarios estar conectados en cualquier momento y lugar.

Sistemas de gestión de proyectos:

- Nivel 0: En este nivel, la organización no ha implementado ningún sistema de gestión de proyectos.
- Nivel 1: En este nivel, se utilizan sistemas básicos de gestión de proyectos, como hojas de cálculo o herramientas simples de planificación.
- Nivel 2: En este nivel, se implementan sistemas de gestión de proyectos más avanzados y específicos, se utilizan herramientas de gestión de proyectos en línea que ofrecen funciones de colaboración en tiempo real y seguimiento de hitos.
- Nivel 3: En este nivel, la organización adopta sistemas de gestión de proyectos de clase empresarial, estas herramientas están integradas con otros sistemas de la organización, como recursos humanos y finanzas, lo que permite una gestión más transversal de los proyectos.

APIs y Servicios Web:

- Nivel 0: En este nivel, la organización no ha implementado ninguna API ni servicio web.
- Nivel 1: En este nivel, se comienzan a implementar APIs y servicios web básicos para facilitar la integración entre aplicaciones, se pueden crear APIs RESTful o servicios web SOAP para permitir la comunicación entre servicios y aplicaciones.
- Nivel 2: En este nivel, se implementan APIs y servicios web más avanzados con funcionalidades adicionales, como autenticación, autorización y manejo de errores.
- Nivel 3: En este nivel, la organización establece una plataforma de APIs y servicios web empresariales, se utiliza una arquitectura orientada a microservicios que permite una mayor modularidad y escalabilidad, además, se ofrece una documentación detallada para una adopción más rápida de los sistemas.

6.2 Evaluación de Infraestructura

En esta sección se utilizará la herramienta diseñada para determinar el nivel de la infraestructura tecnológica de la UTFSM, y en base a los resultados que se obtengan se entregaran recomendaciones para mejorar en cada una de las dimensiones establecidas.

6.2.1 Seguridad

Tabla 6: Puntaje obtenido en dimensión de Seguridad.

Fuente: Elaboración propia.

Seguridad	Puntaje
Firewalls	3
Gestión de accesos y autenticación	1
Encriptación de datos	0
Total	1,33

Firewall: En la subdimensión de firewall, se obtuvo un nivel de 3, alcanzando el nivel más alto posible. El firewall de la universidad cumple con todos los requisitos que una organización debiese cumplir para estar preparada para posibles ataques.

Gestión de acceso y autenticación: En esta subdimensión se obtuvo un nivel de 1, cumpliendo con lo mínimo necesario, pero esto no es suficiente en el contexto actual de la transformación digital. Todavía es necesario el utilizar protocolos de autenticación multi factor, esto para proteger por lo menos a los roles administrativos de la organización.

Encriptación de datos: Actualmente la universidad no cuenta con ningún tipo de encriptación para proteger sus datos almacenados, lo que puede permitir que un intruso con acceso a las bases de datos de la universidad tenga a su disposición todos los datos de la organización, incluyendo datos sensibles como los datos personales de los estudiantes. Para poder alcanzar los niveles 1 y 2 se debe implementar encriptación de datos, por lo menos en los datos sensibles en el caso del nivel utilizando algún método de cifrado básico. En el caso del nivel 2 se debe implementar un método de encriptación más robusto, como el mencionado cifrado con clave pública y privada.

6.2.2 Alta disponibilidad y Resiliencia

Tabla 7: Puntaje obtenido en dimensión de Alta disponibilidad y Resiliencia.

Fuente: Elaboración propia.

Alta disponibilidad y Resiliencia	Puntaje
Redundancia de sistemas	2

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Balanceo de carga	2
Respaldo y Recuperación	3
Total	2,33

Redundancia de sistemas: En esta subdimensión la universidad logro un nivel de 2, estando preparada con dispositivos que cuentan con redundancia tanto a nivel de componente como a nivel de energía, esto debiese permitirle a los sistemas un nivel de tolerancia al fallo robusta. Para lograr llegar al nivel 3 de redundancia de sistemas se debe implementar un sistema de redundancia geográfica, con el que se pueda mantener el funcionamiento de los sistemas de la universidad por lo menos de modo limitado en caso de que una catástrofe afecte al datacenter en el que se encuentran los sistemas de la organización.

Balanceo de carga: El balanceo de carga actual de la universidad está funcionando con un balanceo estático, sin estar basado en métricas, por lo que este caería en el nivel 1 definido. No obstante, este cuenta con la capacidad de ser basado en métricas, pero no se ha implementado, también este podría llegar a cumplir los requisitos del nivel 3, por lo que en esta dimensión la universidad estaría en vías de llegar al nivel 3.

Respaldo y recuperación: El sistema actual de respaldo y recuperación de la universidad cuenta con la capacidad de crear respaldos en tiempo real, por lo que en esta dimensión la universidad se encuentra en el nivel 3.

6.2.3 Escalabilidad

Tabla 8: Puntaje obtenido en dimensión de Escalabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Escalabilidad	Puntaje
Modularidad	1
Almacenamiento escalable	1
Horizontalidad	2
Elasticidad	1
Total	1,25

Modularidad: La arquitectura de la universidad cuenta con cierto nivel de modularidad básico, por lo que no corresponde a una arquitectura monolítica, pero no logra llegar al nivel 2 de esta dimensión ya que la modularidad que existe actualmente es limitada. Recordemos que para lograr alcanzar el nivel 2 se debe lograr una modularidad completa en los servicios y aplicaciones, y para alcanzar el nivel 3 se debe por lo menos implementar una arquitectura de microservicios en el que se logre un desacoplamiento total de las aplicaciones, donde estas son diseñadas para que sean altamente reutilizables.

Almacenamiento escalable: Actualmente solo se cuenta con escalabilidad con agregación en los sistemas de almacenamiento de la universidad, por lo que solo llegaría al nivel 1, para lograr llegar al siguiente nivel se debe implementar una solución de almacenamiento en clusters o un sistema distribuido administrado de manera manual.

Horizontalidad: Esta subdimensión se encuentra en nivel 2, existen un balanceador de carga y servidores duplicados, pero el proceso de balanceo se realiza de manera manual, por lo que no se lograría llegar al nivel 3.

Elasticidad: La elasticidad existente es del tipo más básico, con ajustes manuales, por lo que el nivel que se alcanza es el nivel 1, para lograr obtener el siguiente nivel es necesario aplicar reglas basadas en métricas, que realicen ajustes de manera automática en tiempo real. Para obtener el nivel 3 en esta subdimensión es necesario, además de definir reglas basadas en métricas, establecer políticas específicas que realicen ajustes automáticos no solo basándose en métricas de desempeño.

6.2.4 Conectividad sólida

Tabla 9: Puntaje obtenido en dimensión de Conectividad sólida.

Fuente: Elaboración propia.

Conectividad sólida	Puntaje
Equipos de red confiables	2
Ancho de banda adecuado	2
Redes inalámbricas seguras	3
Total	2,33

Equipos de red confiables: Los equipos de red de la universidad presentan componentes duplicados y la arquitectura de red cuenta con una estrategia de alta disponibilidad, por lo que en esta dimensión se alcanza el nivel 2. Para alcanzar el nivel 3 se debe de utilizar también tecnología de automatización y orquestación para administrar los dispositivos.

Ancho de banda adecuado: El ancho de banda que posee la universidad esta cuenta con dos proveedores de internet, y se han realizado mejoras recientemente que han marcado un importante cambio en la satisfacción de los usuarios, como se muestra en el diagrama de la arquitectura de red de la universidad existe redundancia con dos proveedores y alta disponibilidad, por lo que en esta subdimensión se lograría el nivel 2 de cumplimiento, para llegar al nivel 3 solo falta lograr un ancho de banda de alta capacidad que logre satisfacer las demandas más pesadas y lograr una baja latencia con la red.

Redes inalámbricas seguras: En esta subdimensión se logra el nivel 3 de cumplimiento, la universidad cuenta con una seguridad a nivel de red avanzado, con segmentación de redes virtuales y aplicando protocolos RADIUS y EAP.

6.2.5 Automatización

Tabla 10: Puntaje obtenido en dimensión de Automatización.

Fuente: Elaboración propia.

Automatización	Puntaje
Orquestación	1
Herramientas de automatización	2
Total	1,50

Orquestación: La universidad cuenta con una orquestación básica de datos, en la que todavía no se empiezan a utilizar plataformas integradas para la gestión de datos, por lo que se alcanzaría el nivel 1, sin embargo, ya existen esfuerzos para lograr llegar al nivel 2 utilizando herramientas como ETL. Para llegar al nivel 3 faltaría lograr integración y procesamiento de datos en tiempo real, para lograr sincronía y disponibilidad de datos.

Herramientas de automatización: Las herramientas que se están utilizando actualmente en la universidad son avanzadas que cuentan con las características para lograr alcanzar el nivel 3, pero no se está utilizando el módulo de inteligencia artificial de manera suficiente para alcanzarlo, por esta razón se alcanza el nivel 2.

6.2.6 Compatibilidad y estándares abiertos.

Tabla 11: Puntaje obtenido en la dimensión de Compatibilidad y estándares abiertos.

Fuente: Elaboración propia.

Compatibilidad y estándares abiertos	Puntaje
Estándares de seguridad	0
Estándares de comunicación nube	2
Total	1,00

Estándares de seguridad: La situación de los estándares de seguridad de la universidad es la más pobre posible, no existe ningún tipo de política de seguridad que se aplique en la universidad, por esta razón se estaría en el nivel 0. Para enmendar esta situación se deben definir estándares de seguridad que permitan un adecuado cuidado de la información de la universidad y de sus sistemas, con todo lo que estos conllevan, es decir informar de los estándares a los usuarios de los sistemas UTFSM y velar por el cumplimiento de estos. Algunas medidas que se pueden aplicar en esta subdimensión podrían ser las siguientes: Establecer protocolos de autenticación multifactorial, requerir que los usuarios cambien sus contraseñas luego de un periodo establecido de tiempo, someterse a asesorías de seguridad y ciberseguridad de manera periódica, entre otras. También el formar un equipo de seguridad de la información que vele por el cumplimiento de los estándares establecidos es una medida que ayudaría a lograr alcanzar por lo menos el nivel 2 de esta subdimensión.

Estándares de comunicación nube: Los estándares para la comunicación con la nube de la universidad cumplen con incluir protocolos de seguridad e integración, se utiliza OAuth 2.0 para lograr la seguridad requerida de autenticación, por esta razón se alcanzaría un nivel 2 de cumplimiento. Para lograr alcanzar el nivel 3 se deben implementar estándares fuertes por lo menos de nivel empresarial, un posible estándar al cual adherirse es el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR), y así lograr un cumplimiento de estándares internacionales.

6.2.7 Integración y colaboración

Tabla 12: Puntaje obtenido en la dimensión de Integración y colaboración.

Fuente: Elaboración propia.

Integración y colaboración	Puntaje
Comunicación unificada	2
Sistemas de gestión de proyectos	1
APIs y Servicios Web	1
Total	1,33

Comunicación unificada: La comunicación en la universidad cumple con los requerimientos necesarios para alcanzar el nivel 2 de cumplimiento, proporcionando herramientas de colaboración en tiempo real a través de Microsoft Teams, entre otros, pero al no estar centralizado como el canal de comunicación no se podría decir que se cumple con el nivel 3. Actualmente se está trabajando en un proyecto de comunicación unificada en el que se utilizara Microsoft Teams como medio de comunicación, hasta que este proyecto no se cumpla en su totalidad no se podría considerar que se cumpla el nivel 3.

Sistemas de gestión de proyectos: La gestión de proyectos en la organización es la más básica, utilizando hojas de cálculo para esta, además, no existe una metodología generalizada con la que se gestionen los proyectos por lo que se alcanzaría el nivel 1 de cumplimiento. Actualmente en la universidad se está empezando a adoptar una herramienta de gestión de proyectos, Jira, pero esta no ha sido implementada para todos los equipos de trabajo.

APIs y Servicios Web: Se cuenta con APIs y servicios web básicos para lograr cierto nivel de integración entre sistemas y aplicaciones, pero estos no cuentan con características como manejo de error o gestión a nivel de microservicios, por lo que se estaría en el nivel 1 de esta subdimensión. Se está trabajando en un proyecto que agregaría una capa de integración con un sistema llamado Ethos, con este proyecto se lograría manejo a nivel de eventos, que es incluso más específico que el nivel de microservicios, este proyecto esta

pronto de ser completado y con este sistema de middleware se lograría llegar al nivel 3 de cumplimiento.

6.3 Comparación con otras instituciones de educación superior

Respecto a las demás instituciones de educación superior se realizaron 2 encuestas, la primera encuesta para determinar las soluciones que se están ocupando en los sistemas ERP y CRM actualmente, y la segunda para determinar los esfuerzos que están haciendo las instituciones para enfrentar la transformación digital.

6.3.1 Encuesta Tecnologías Instituciones de Educación Superior

En esta encuesta se les pidió a las instituciones responder a las preguntas de que solución se está ocupando para sus sistemas ERP y CRM, además de preguntar si esta solución esta implementada de forma local o en la nube. Los resultados de esta encuesta se ocuparon en conjunto a la información recolectada de manera independiente y se pueden apreciar en la tabla 1 de este documento.

Como se puede apreciar hay una gran parte utiliza SAP como su solución para su sistema ERP, lo que concuerda con la información recolectada de los sistemas más comunes para este tipo de sistema. Esto puede significar que las IES prefieren tener un sistema que se ajusta más a las necesidades empresariales que a las necesidades de una institución de educación. Recordemos que los requerimientos más importantes cambiaran para cada organización, pero este sistema no tiene un enfoque en la educación por lo que tal vez tengan otros sistemas implementados para cumplir con las necesidades académicas de sus alumnos, en cambio hay existe un pequeño grupo, incluyendo a la UTFSM, que han optado por ocupar implementar Banner, como se ha mencionado anteriormente Banner es un ERP con un enfoque completo para IES, que permite manejar los datos académicos de los alumnos y profesores, además de lo que se espera de un sistema ERP por el lado de finanzas.

En lo que respecta a los sistemas CRM, existen dos claros favoritos, Microsoft Dynamics 365 y Salesforce, lo que también tiene sentido con el estudio realizado, ya que estos 2 son los principales jugadores en el mercado de los CRM. Finalmente, la decisión entre uno u el otro depende del tamaño de la institución y la suite que se ocupe mayormente en la institución, por ejemplo, Dynamics, al ser parte de Microsoft, tiene integración completa con toda la suite de software de esta, además de contar con una gran ventaja al tener acceso a la herramienta de Power BI.

6.3.2 Encuesta Tecnologías Instituciones de Educación Superior

En esta encuesta se recopiló información de como las IES nacionales están enfrentando la TD, de las respuestas recopiladas, todas las instituciones están de acuerdo en que esta representa un desafío que debe ser enfrentado, y en general se está creando un plan para

poder enfrentarla. En este sentido la UTFSM le lleva la delantera a las otras instituciones, ya que ya cuenta con un departamento dedicado a su proyecto de TD.

7. Propuesta de Mejora

Recomendaciones para mejora

Escaneo de los sistemas faltante: Para poder realizar análisis más detallado a los distintos sistemas de la universidad se recomienda realizar un escaneo más profundo de los distintos sistemas y dispositivos de la universidad, ya que como se pudo observar en la sección de las asesorías que tuvo la universidad por parte de Microsoft, muchos de los sistemas y dispositivos fueron tan solo descubiertos, pero muchos de estos no fueron inventariados, por lo que podrían tener problemas, ya sean vulnerabilidades o estar quedando obsoletos, que podrían causar problemas en un futuro. Además, un escaneo de los sistemas podría permitir gestionar que máquinas son realmente necesarias, lo que permitiría dar de baja las que no se consideren necesarias lo que significaría una menor cantidad de máquinas que migrar en el escenario que se pase a la nube.

Protocolos de seguridad:

Durante la investigación y diagnóstico realizados, se concluyó que este es uno de los puntos más débiles de la universidad, se cuenta con un oficial de seguridad de la información muy capaz, pero sin políticas y protocolos de seguridad de la información se está vulnerable a posibles ataques, hasta ahora no ha existido ningún problema de este tipo, pero esto no debe entregar una falsa sensación de seguridad. Se recomienda el establecer políticas de seguridad, y que se vele por el cumplimiento de estas, y como se mencionó en la sección el formar un equipo de seguridad de la información ayudaría a esto.

Acciones de mejora asesoría de ciberseguridad:

Como resultado de la asesoría de ciberseguridad se entregaron acciones de mejora con las cuales se puede mejorar la ciberseguridad de la universidad, en total son 170, y de estas 84 ya han sido completadas. Se debiese de intentar de completar las acciones restantes, por ejemplo, el implementar MFA para roles administrativos, que es algo que se ha discutido en este documento, también recordemos que existe una gran cantidad de endpoints vulnerables según esta asesoría, y dentro de las acciones de mejoras varias de estas apuntan a solucionar estos problemas.

Actualización de Dispositivos y mantenimiento regular: Es esencial mantener la infraestructura actualizada con las últimas versiones de software y parches de seguridad para evitar vulnerabilidades. Durante las asesorías realizadas por Microsoft se descubrieron sistemas y equipos que se encontraban desactualizados, dejándolos vulnerables a ataques o potenciales problemas de compatibilidad. Existe una cantidad no menor de dispositivos

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

que se encuentran en soporte extendido o directamente sin soporte, los primeros puede que no estén generando problemas actualmente, pero los equipos sin soporte, según los informes de las asesorías ya tienen problemas, por ejemplo, los dispositivos se encuentran vulnerables a ataques de tipo meltdown, lo que se podría evitar actualizando sus sistemas operativos.

Migración a la nube: El migrar a la nube puede ser una buena decisión que en el contexto de la transformación digital tiene mucho sentido, pero en la actualidad existen variados proveedores de servicios nube, como se expuso en la sección 3 de este documento. Recordemos que el objetivo de migrar a la nube es la flexibilidad que entrega esta misma, por lo que se debe analizar que sistemas tienen sentido ser migrados a la nube esto con el fin de reducir el coste de esto lo más posible. Habiendo dicho esto recordemos que no es necesario migrar la totalidad de los sistemas, una estrategia híbrida es posible e incluso en el escenario analizado en Azure existe el beneficio AHB, que permite utilizar las licencias de los sistemas locales en la nube lo permitiría una solución híbrida durante el proceso de migración.

Omnicanalidad CRM Marketing: Como se ha mencionado anteriormente el CRM de marketing se está ocupando principalmente para envío masivo de correos, lo que puede ser una manera muy limitada de realizar marketing. Microsoft Dynamics 365 ofrece un servicio de omnicanalidad para servicio al cliente, lo que podría facilitar la omnicanalidad, pero este tal vez no es lo que se necesite. Para lograr la omnicanalidad todos los canales por los que se manden mensajes deben de estar sincronizados e integrados, lo que puede ser desafiante de lograr, por esta razón es necesario tener una estrategia de omnicanalidad, se debe tener claro los canales que se van a utilizar, estos pueden ser mails, redes sociales, mensajes de texto, chat en vivo, entre otros.

Plan de trabajo basado en el diagnóstico realizado:

En la sección 6.3 de este documento se pudo apreciar que la institución cuenta por lo menos con el nivel 1 en la mayoría de las dimensiones que fueron estudiadas, y en varias de estas también se logró un nivel 2. El resultado final luego de haber aplicado una ponderación a los niveles obtenidos en cada dimensión, la cual fue elegida luego de haber realizado una encuesta de que tan importante es cada dimensión para agentes relevantes en la universidad, es de un nivel general de 1.55, lo cual indica que en este momento la universidad está llegando al nivel que debiese tener una institución preparada para la TD. Uno de los puntos que fue mencionado más frecuentemente durante las entrevistas realizadas durante el diagnóstico, fue la necesidad de establecer una integridad de la información, siendo la demanda de la disponibilidad de información homogénea una de las más importantes, ya que el trabajar con información distinta genera confusión y problemas con los resultados generado.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Finalmente, para lograr el nivel esperado se debiesen de seguir las recomendaciones que fueron entregadas para cada subdimensión en la sección 6.3, además el licitar una asesoría para generar una hoja ruta para lograr un mayor nivel de cumplimiento debiese ser una necesidad.

Situación SIGA Banner:

Una de las principales decisiones que deben ser abordadas por la universidad es el decidir con que solución ERP se seguirá adelante, en específico los sistemas de SIGA y Banner, ya que ambos sistemas tienen como objetivo principal lo mismo, la adecuada gestión de la información de los alumnos y profesores de la institución. Recordemos que SIGA es una solución creada dentro de la misma universidad, por lo que puede responder a las necesidades de la universidad de manera directa, pero esto significa asignar un equipo que implemente las soluciones. Por otro lado, Banner es una solución reconocida en el mercado de los ERP académicos, pero este no cumple con todas las necesidades que necesita la universidad, si bien existe un comparativo de cuanto trabajo significaría el agregar las características faltantes a este sistema, esto también significa el dejar un equipo encargado de implementarlas. La recomendación que se da a este problema es el continuar utilizando ambos sistemas, pero dándole más protagonismo a Banner. Esta solución híbrida se podría lograr utilizando el proyecto de integración Ethos, lo que permitiría una comunicación entre ambos sistemas.

8. Conclusiones y siguientes pasos

Conclusiones

En vista al contexto que se está viviendo en el proceso de TD de la universidad, además de lo que se espera de una IES en la actualidad, se puede concluir que el tener un plan para la TD es de vital importancia, y que un buen proceso es clave para que los esfuerzos den frutos, ya que un mal proceso de TD puede significar una pérdida de recursos y tiempo de grandes proporciones.

Según los resultados obtenidos del diagnóstico realizado, se puede concluir que el nivel de la infraestructura de la universidad todavía no llega al esperado de una organización que quiere ser referente en el contexto de la TD, pero que, si están las bases para lograrlo, y que en algunos ámbitos si se encuentran avanzados, y se estarían cumpliendo las expectativas que se tienen de una organización de su calibre. Lo importante es no perder el enfoque y tratar las áreas en las que se encuentra débil la universidad.

Se destaca del análisis y del instrumento generado la relevancia de definir estándares de seguridad, implementar los mismos. Del mismo modo, la orquestación y automatización se ven lejanos a lo que está definido como un nivel ideal en la rúbrica de automatización.

Con el trabajo realizado se ha realizado un estudio que permite el entender la necesidad de un plan de trabajo para enfrentar la TD, además se han identificados los esfuerzos

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

realizados por IES nacionales y organizaciones fuera del rubro de la educación, se puede apreciar que la UTFSM se encuentra adelantada a muchas de estas y está preparada para competir con las instituciones más preparadas en este campo. Sin embargo, la institución está lejos de ser competitiva con los procesos de transformación generados en el ámbito tecnológico en otros rubros, para los cuales la universidad entrega profesionales.

No se logró realizar un modelo de datos de la universidad, debido a que esto correspondía a un trabajo muy extenso, por lo que esto también debiese ser realizado en algún futuro, con el fin de poder actualizar sistemas como SIGA.

Como siguientes pasos se recomienda el continuar con la metodología de trabajo con la que se ha trabajado hasta ahora en la universidad, agregando también un enfoque en las áreas débiles que todavía no han sido abordadas y fueron listadas en el diagnostico de este trabajo. Y como se mencionó en la sección de mejoras el licitar una asesoría profesional para generar una hoja de ruta de mejoras debiese de ser una necesidad que debe ser abordada tarde o temprano.

Trabajos Futuros

Como última parte de este trabajo se desea proponer temas que deben ser tratados por parte de la universidad, que podrían ser temas de trabajo para estudiantes memoristas. Esta sección fue escrita en conjunto por José Allende y Sebastián Fuentes.

Infraestructura de gestión necesaria para la transformación digital: Desde el gobierno de tecnologías a las personas.

La gestión en una organización es crucial para su correcto funcionamiento, esto implica la gestión desde tecnologías hasta la de personas, y corresponde a uno de los desafíos más importantes de una organización. La TD conlleva una gestión que no puede ser igual a la gestión clásica de estas áreas, una estructura ágil y colaborativa desde la perspectiva tecnológica debe tener un sustento en términos de capacidades. Dentro de la gestión que se debe realizar esta el gobierno de tecnologías, este da apoyo transversal a todos los procesos de la organización. Como mencionar que Deloitte [28] define el gobierno de tecnologías es una necesidad, por lo que este tema debiese ser tratado lo más pronto posible.

Gestión del cambio: El AS IS al TO BE en transformación digital.

La gestión del cambio es una parte crucial de cualquier proceso que implica grandes cambios dentro del funcionamiento de una organización, dentro de lo que esta conlleva existen los procesos AS IS y los TO BE, el mapeo de estos procesos ayuda a describir y mejorar los procesos internos de la organización. El mapeo de procesos AS IS corresponde a la descripción actual de los procesos de la organización e involucra a los usuarios que

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

participan en estos. Por otro lado, el mapeo de los procesos TO BE define el futuro de los procesos y al objetivo que se quiere llegar con estos, además de definir herramientas con las que se pretende aportar valor a los procesos. Pero definir el camino del AS IS al TO BE determina y condiciona enormemente cumplir con los planes, más aún en organizaciones con una cultura que viene de antes que las innovaciones tecnológicas.

Cómo lograr incorporar ciencia de datos en la gestión universitaria.

En la actualidad la ciencia de datos es una parte clave de toda organización, la cual entrega valor para el negocio, permite a la organización entender las necesidades de sus clientes, si el producto que entregan es el correcto, y además de brindar información clave para la toma de decisiones estratégicas. Las universidades también son una organización que se puede beneficiar de la ciencia de datos, estas poseen información crítica en sus manos, como el número de prospectos que desean postularse a ellas, métricas de desempeño de los alumnos, grado de satisfacción de los alumnos, fidelidad de alumnos, entre otros, y esto corresponde solo a los datos que aportan los alumnos, también como cualquier otra organización cuentan con tareas como definir presupuestos, levantamiento de fondos, etc.

Con el fin de apoyar a todos estos procesos y tomas de decisión estratégicas en una universidad, un proyecto que se enfoque en este tema puede ser de gran valor para la universidad, actualmente la UTFSM ya tiene un proyecto en el que se utiliza la ciencia de datos, el proyecto SAT-E, el cual busca detectar y apoyar de manera oportuna a las dificultades que puedan presentar los alumnos, esto demuestra que la ciencia de datos puede incorporarse a la gestión universitaria, por lo que se debiese poder identificar otras oportunidades en las cuales se pueda utilizar. Esto podría permitir a la UTFSM diferenciarse de las de universidades nacionales y exponerse como referente en el mercado.

Ciberseguridad y Seguridad de datos en la era de la industria 4.0 y 5.0.

En la última década se ha experimentado una evolución de la industria a una gran velocidad, con la aparición de nuevas tecnologías y herramientas que las organizaciones deben adoptar para mantenerse competitivas puede que se descuide el ámbito de la seguridad, está abarcando la ciberseguridad y la seguridad de datos. La ciberseguridad y la seguridad de datos es vital hoy en día, ya que las organizaciones ya no solo se plantean la posibilidad de algún tipo de ataque, sino que se preparan para el momento en el que serán atacadas, y se preparan con planes de contingencia para afrontar esta situación. Como se ha planteado en este trabajo, la UTFSM tiene un problema con sus estándares de seguridad, por lo que un proyecto que plantee un plan de contingencia en caso de algún tipo de ataque debiese ser un tema importante que tratar, además en este proyecto se pueden plantear estándares de seguridad de datos y como velar por su cumplimiento.

Capacidades tecnológicas y nuevos perfiles profesionales en la revolución 4.0.

La industria 4.0 es un contexto que todo el mundo está viviendo, y en el mundo laboral actual ha impactado en gran manera en los perfiles profesionales que se buscan y son necesarios. En el contexto de la revolución 4.0 se requieren nuevas capacidades tecnológicas que hace 20 años no existían, por esta razón un trabajo de investigación que permita descubrir los perfiles que son buscados en el mercado laboral actual beneficiaría en gran manera a la universidad, ya que con esta información le permitiría actualizar su oferta académica y preparar a sus estudiantes con las herramientas que son necesarias para diferenciarse en el mercado laboral.

La relevancia de los casos de negocios en tecnología.

El estudio de casos de negocios es un tema de gran relevancia, estos ayudan a la toma de decisiones, asignaciones de recursos, medición del éxito, entre muchos otros temas. En el contexto actual y en el que se ha vivido los últimos tiempos han surgido una gran cantidad de tecnologías que son útiles para los negocios, por esta razón la relevancia de los casos de negocios de estas debe ser estudiada, ya que sin duda son relevantes.

Gobierno y protección de datos.

El establecimiento de un gobierno adecuado y la implementación efectiva de medidas de protección de datos son elementos fundamentales para garantizar la confidencialidad, la seguridad y el cumplimiento normativo en la administración de la información dentro de una entidad. La universidad cuenta con un rol dedicado para el gobierno de sus datos que es relativamente nuevo, por esta razón un proyecto que se enfoque en este tema en conjunto con la protección de datos, que es muy débil en la universidad, puede ser muy beneficioso.

La agilidad: Principios de simplificación, valor y mejora continua.

La agilidad en procesos se compone de 3 principios: la simplificación, la generación de valor y la mejora continua. Estos 3 principios son claves para la metodología ágil de trabajo, que en la actualidad es una forma de trabajo que mejor se adapta a las necesidades del cambiante mercado.

La diferencia de innovar con transformación.

Innovación y transformación son dos conceptos relacionados pero distintos en el ámbito organizacional. La innovación se refiere al proceso de introducir ideas, conceptos, productos, servicios o prácticas nuevas o significativamente mejoradas en una organización. La transformación implica cambios profundos y amplios en la forma en que opera una organización. Un estudio al respecto puede dar un enfoque correcto al como trabajar estos 2 temas.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

Un ejemplo concreto es la definición de madurez tecnológica, que termina recién en la operación del sistema, pero no abarca la actualización del proceso y la gestión del cambio.



¹ Documento de Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación N° 1602: Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. COLCIENCIAS, 2016

Habilidades humanas, cultura y procesos de la Transformación Digital

Como se mencionó en las primeras secciones de este documento, la TD no solo corresponde a un cambio de tecnologías, corresponde a un cambio integral de la organización. Por esta razón el estudiar el cambio necesario en de las habilidades humanas, la cultura empresarial y de procesos es un esfuerzo que se debe realizar, con el objetivo de entender el cambio por el que deben pasar las personas que forman la organización.

Bibliografía

- [1] Benavides, L., Tamayo Arias, J., Arango Serna, M., Branch Bedoya, J., & Burgos, D. (2020). Digital Transformation in Higher Education Institutions: A Systematic Literature Review. *Sensors*, 20(11), 3291. <https://doi.org/10.3390/s20113291>
- [2] Rodrigues, Luis. (2017). Challenges of Digital Transformation in Higher Education Institutions: A brief discussion.
- [3] J. A. P. Gama, "Intelligent Educational Dual Architecture for University Digital Transformation," 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), San Jose, CA, USA, 2018, pp. 1-9, doi: 10.1109/FIE.2018.8658844.
- [4] G. Sandhu, "The Role of Academic Libraries in the Digital Transformation of the Universities," 2018 5th International Symposium on Emerging Trends and Technologies in Libraries and Information Services (ETTLIS), Noida, India, 2018, pp. 292-296, doi: 10.1109/ETTLIS.2018.8485258.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- [5] Arango Serna, M. D., Branch, J. W., Castro Benavides, L. M., & Burgos, D. (2019). Un modelo conceptual de transformación digital. Openenergy y el caso de la Universidad Nacional de Colombia. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(4), 95–107. <https://doi.org/10.14201/eks201819495107>
- [6] Wade, M. Digital Business Transformation a Conceptual Framework. *Glob Cent Digit Bus Transform*. Available online: http://www.huffingtonpost.com/vala-afshar/accenture-digital-7-digital-business-transformation-lessons_b_6622648.html
- [7] Fernández, A., Gómez, B., Binjaku, K. et al. Digital transformation initiatives in higher education institutions: A multivocal literature review. *Educ Inf Technol* (2023) <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11544-0>
- [8] Martin, F., Xie, K. Digital Transformation in Higher Education: 7 Areas for Enhancing Digital Learning. <https://er.educause.edu/articles/2022/9/digital-transformation-in-higher-education-7-areas-for-enhancing-digital-learning>
- [9] Fahey, K. How Higher Education Can Overcome Barriers to Digital Transformation. <https://er.educause.edu/articles/sponsored/2021/10/how-higher-education-can-overcome-barriers-to-digital-transformation>
- [10] Bonk, C. The Future of Online Teaching and Learning in Higher Education: The Survey Says <https://er.educause.edu/articles/2006/11/the-future-of-online-teaching-and-learning-in-higher-education-the-survey-says>
- [11] UNESCO Office Santiago and Regional Bureau for Education in Latin America and the Caribbean [746], Economic Commission for Latin America and the Caribbean [106], Education in the time of COVID-19 https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374075_eng.locale=en
- [12] Elliot, T., Kay, M., Laplante, M., Digital Clarity Group Digital Transformation in higher education: How Content Management Technologies and Practices Are Evolving in the Era of Experience Management <http://www.digitalclaritygroup.com/digital-transformation-in-higher-ed/>
- [13] Bhattacharya, A. Digital transformation challenges in education institutions <https://hospitalityinsights.ehl.edu/digital-transformation-challenges>
- [14] The journey to government's digital transformation https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/digital-transformation-in-government/DUP_1081_Journey-to-govt-digital-future_MASTER.pdf (2015)
- [15] Magic Quadrant para servicios de infraestructura y plataforma en la nube <https://www.gartner.com/technology/media-products/reprints/AWS/1-2AOZQARI-ESL.html> (2021)
- [16] <https://uit.stanford.edu/organization/priorities/administrative-applications> (2017)
- [17] <https://deg.ing.uc.cl/finanzas/nuevo-erp-gestion-financiera/> (2020)
- [18] <https://uchile.cl/presentacion/vicerrectoria-de-asuntos-economicos-y-gestion-institucional/proyecto-u-mas-gestion/presentacion/que-es-ugestion>
- [19] <https://www.isystems-group.com/resources/oxford-university-press-streamlines-tIESr-processes-with-microsoft-dynamics-and-intelligent-systems/>
- [20] <https://uit.stanford.edu/salesforce/what-is-salesforce>
- [21] <https://www.cxtoday.com/crm/gartner-magic-quadrant-for-cloud-erp-for-product-centric-enterprises-2022/>
- [22] Cinco pasos para conseguir un sistema ERP mejor <https://dynamics.microsoft.com/es-mx/erp/erp-system/>

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA UTFSM

- [23] <https://dynamics.microsoft.com/es-mx/crm/crm-software/>
- [24] <https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/dynamics365-en-digital-transformation.pdf>
- [25] https://siteal.iiep.unesco.org/eje/infraestructura_y_conectividad
- [26] Omnicanalidad: qué es y cómo implementarla <https://www.salesforce.com/mx/blog/2022/08/omnichannel.html>
- [27] Industry 4.0 architecture for manufacturing <https://www.ibm.com/cloud/architecture/architectures/industry-40/reference-architecture/>
- [28] Gobierno de TI en las empresas y su necesaria implementación <https://www2.deloitte.com/cr/es/pages/risk/articles/gobierno-de-ti-en-las-empresas-y-su-necesaria-implementacion.html>
- [29] After years of work on Oracle's digital transformation, I just got our report card <https://blogs.oracle.com/oracle-at-oracle/post/after-years-of-work-on-oracles-digital-transformation-i-just-got-our-report-card> (2020)
- [30] How Amazon Is a Roadmap for Digital Transformation Success <https://www.thirdstage-consulting.com/amazon-roadmap-for-digital-transformation-success/> (2021)
- [31] ¿Qué es la Industria 4.0? <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>
- [32] The Netflix Effect: How Digital Transformation Changed the Entertainment Industry Forever <https://blogs.sap.com/2023/03/14/the-netflix-effect-how-digital-transformation-changed-the-entertainment-industry-forever>.
- [33] Machine learning <https://research.netflix.com/research-area/machine-learning>
- [34] Reinventing Microsoft's Employee Experience for a hybrid world https://www.microsoft.com/insidetrack/blog/reinventing-microsofts-employee-experience-for-a-hybrid-world/?OCID=InsideTrack_Search (2023)
- [35] Sharing how Microsoft now secures its network with a Zero Trust model https://www.microsoft.com/insidetrack/blog/zero-trust-networking-at-microsoft-hinges-on-communication-collaboration-and-expert-knowledge/?OCID=InsideTrack_Search (2023)