

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EVALUACIÓN DE UNA HERRAMIENTA WEB SOFTWARE LIBRE DE GESTIÓN
DE INCIDENCIAS EN PYME DEDICADAS A LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS
DE TIC EN COSTA RICA

Trabajo final de investigación aplicada, sometido a la consideración de la Comisión
del Programa de Estudios de Posgrado en Tecnologías de Información y
Comunicación para la Gestión Organizacional para optar al grado y título de
Maestría Profesional en Tecnologías de Información y Comunicación para la
Gestión Organizacional

ROBERTO GUSTAVO ESCOBAR AGÜERO

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2021

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios Todopoderoso. Además, quiero dedicarle y agradecer profundamente a toda mi familia, quienes les he robado mucho tiempo que pudimos pasar juntos, en especial, a mi esposa e hijos, a quienes amo mucho.

También, le dedico este logro a mis padres, ustedes me dieron las bases, me educaron con amor y han sido todo un ejemplo de trabajo y superación, los amo mucho “ma” y “pa”:

“La persona humilde, sencillamente trabaja”.

Agradezco también a todo el equipo de trabajo de la maestría, profesores y personal administrativo, un abrazo.

“Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Posgrado en Tecnologías de la Información y Comunicación para la Gestión Organizacional de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título en Maestría Profesional en Tecnologías de Información y Comunicación para la Gestión Organizacional.”

M.Sc. Yeison Andrés Granados Bolaños
Representante de la Decano Sistema de Estudios de Posgrado

M.Sc. Sindy Porras Santamaría
Profesora Guía

M.BA. Vivian Murillo Méndez
Lectora

Dra. Susan Chen Mok
Lectora

M.Sc. Yorleny Salas Araya
**Directora de Posgrado en Tecnologías de la Información y
Comunicación para la Gestión Organizacional**

Roberto Gustavo Escobar Agüero
Sustentante

Tabla de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Hoja de Aprobación.....	iii
Resumen	viii
Abstract	ix
Lista de Cuadros	x
Lista de Figuras	xi
Justificación	1
Problemática.....	2
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos	4
Capítulo I Contextualización y Fundamentación Teórica.....	5
1.1 Antecedentes.....	5
1.1.1 GI en América	5
1.1.2 Las PYMES en Costa Rica.....	7
1.1.3 Aporte de las PYMES al país	8
1.1.4 Iniciativas de gobierno en materia de PYMES.....	8
1.2 Fundamentación teórica	9
1.2.1 TIC y herramientas WEB Software Libre.....	9
1.2.1.1 Herramientas WEB.....	10

1.2.1.2 Tecnologías Software Libre	11
1.2.1.3 Nuevas tendencias en el desarrollo de aplicaciones de TIC	12
1.2.2 Procesos de GI basados en ITIL v3 y v4.....	13
1.2.3 PYME	15
Capítulo II Marco Metodológico	17
2.2 Etapas de la investigación.....	18
2.2.1 Elaborar el plan experimental.....	18
2.2.1.1 Desarrollo de las fases del Modelo de Selección de Referencias Basado en Cuatro Etapas	19
Fase 1. Identificar el área y los objetivos del estudio	19
Fase 2. Establecer los criterios de selección basados en el negocio.....	20
Fase 3. Realizar el Análisis de los Software Libre.....	23
Fase 4. Selección de un Software	24
2.2.2 Realizar el Experimento	24
2.2.3 Organizar los resultados en forma estadísticamente apropiada, de modo que se pueda apreciar claramente el efecto.....	25
2.2.4 Aplicar la prueba de significación estadística apropiada.....	26
2.3. Cronograma	30
Capítulo III Análisis de Resultados	31
3.1. Selección y Ajuste de la Herramienta.....	31
3.1.1 Lista de Herramientas	31
3.1.2 Selección de la Herramienta	33
3.1.3 Adaptar la Herramienta	34

3.1.4 Probar la Herramienta	36
3.2. Resultado de las encuestas	37
3.2.1 Caracterización	38
3.2.2 Evaluación de la Calidad del Software	39
3.2.3 Sobre la Gestión de Incidencias	42
Capítulo IV Discusión	48
Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones	50
5.1 Conclusiones.....	50
5.1.1 Lista de soluciones software libre para la gestión de incidencias.....	50
5.1.2 GLPI resultante al aplicar el modelo de selección de software basado en cuatro etapas.....	51
5.1.3 Se configuró GLPI en un servidor VPS	52
5.1.4 Se probó la herramienta en cinco PYME dedicadas a la prestación de servicios de TIC	53
5.1.5 La percepción de las PYME.....	54
5.2 Recomendaciones.....	54
5.2.1 La experiencia sobre la lista de herramientas.....	54
5.2.3 El despliegue de la aplicación sobre un VPS fue exitoso	55
5.2.4 La experiencia de las PYMES	55
5.2.5 Percepción de las PYME.....	56
Anexos.....	57
ANEXO 1 Cuestionario Aplicado a las PYMES TIC	57
ANEXO 2 Bitácoras de Pruebas de Software	60

ANEXO 3 Manual de Instalación de GLPI en VPS.....	86
Referencias.....	94

Resumen

El presente trabajo final de graduación (TFG) lleva a cabo un proceso de selección minucioso de una herramienta de gestión de incidencias que, al mismo tiempo, se haya desarrollado mediante tecnologías web y su licenciamiento le permita ser considerada software libre.

Para encontrar la herramienta adecuada, primero, se generó una lista de candidatos por medio una indagación exhaustiva en bases de datos de búsqueda académica; luego, se aplicó un método de selección de software, basado en cuatro etapas; asimismo, se verificó que la herramienta cumpliera con las recomendaciones de ITIL y COBIT.

El software resultante se instaló y configuró para ser puesto a prueba en cinco PYMES dedicadas a la prestación de servicios TIC en Costa Rica.

Al finalizar, se obtienen los resultados de la experiencia que tuvieron las empresas midiendo la calidad del software. Dichos resultados se manifestaron a favor de la aplicación, la cual obtuvo una puntuación alta respecto a su calidad.

Al final se concluye y se recomienda GLPI como una herramienta adecuada para la gestión de incidencias en PYME.

Abstract

This final graduation project (TFG) carries out a meticulous selection process for an incident management tool that at the same time has been developed using web technologies and its licensing allows it to be considered free software.

To find the appropriate tool, a list of candidates was first generated by means of an exhaustive search in academic search databases, then a software selection method based on four stages was applied, in addition, it was verified that the tool complied with the recommendations of ITIL and COBIT.

The resulting software was installed and configured to be tested in five PYME dedicated to the provision of TIC services in Costa Rica. At the end, the results of the experience that the companies had measuring the quality of the software are obtained. These results were in favor of the application, which obtained a high score regarding its quality. In the end, GLPI is concluded and recommended as a suitable tool for managing incidents in PYME.

Lista de Cuadros

Cuadro 1 Clasificación de las empresas con base en su tamaño. Fuente: Elaboración propia.	8
Cuadro 2 Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL. Fuente: Elaboración propia.	21
Cuadro 3 Criterios propuestos con base en las prioridades establecidas por el método de selección de referencias utilizado. Fuente: Elaboración propia.	23
Cuadro 4 Comparación de las herramientas por medio de los valores en cada criterio de evaluación. Fuente Elaboración propia.	24
Cuadro 5 Lista de PYME que participaron de la prueba de la herramienta. Fuente: Elaboración propia.	25
Cuadro 6 Lista de variables con el valor/peso asignado. Fuente: Elaboración propia.	28
Cuadro 7 Valor acumulado para cada una de opciones de las respuestas. Fuente: Elaboración propia.	28
Cuadro 8 Nota Final con base en la suma de promedios de cada variable. Fuente: Elaboración propia.	29
Cuadro 9 Lista de herramientas obtenidas en orden alfabético. Fuente: Elaboración propia.	32
Cuadro 10 Comparación de las herramientas de la lista obtenida. Fuente: Elaboración propia.	33
Cuadro 11 Resultados de la escala de medición de la calidad del servicio del software. Fuente: Elaboración propia.	40
Cuadro 12 Nota Final con base en la suma de promedios de cada variable. Fuente: Elaboración propia.	42

Lista de Figuras

Figura 1 Diagrama de Flujo de las etapas de la GI con base en ITIL V3. Fuente: Elaboración propia.	14
Figura 2 Relación entre los objetivos y las etapas de la investigación cuasiexperimental. Fuente: Elaboración propia.	18
Figura 3 Fases del Modelo de Selección de Referencias para la Implementación de Procesos de Software basada en cuatro etapas. Fuente: Elaboración propia.	19
Figura 4 Pasos utilizados para la consulta y selección de la lista de herramientas que cumplen con las condiciones necesarias. Fuente: Elaboración propia.	20
Figura 5 Cronograma de Actividades. Fuente: Elaboración propia.	30
Figura 6 Tamaño de la organización por número de trabajadores. Fuente: Elaboración propia.	38
Figura 7 Actividad de TIC que desarrolla. Fuente: Elaboración propia.	38
Figura 8 Cantidad de años de brindar servicios en el mercado. Fuente: Elaboración propia.	39



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Roberto Gustavo Escobar Agüero, con cédula de identidad 6-0362-0297, en mi condición de autor del TFG titulado Evaluación de una herramienta web software libre de gestión de incidencias en PYME dedicadas a la prestación de servicios TIC en Costa Rica.

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI ☒ NO * ☐

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.


FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

Justificación

Muchas actividades, en general, se han digitalizado, el Internet ha tomado niveles industriales y cada vez son más los servicios de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), accesibles por medio de tecnologías Web [1].

La gestión de las incidencias (GI), es una tarea fundamental en los procesos de gestión, según la Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (ITIL por sus siglas en inglés). ITIL relaciona la GI con los procesos tales como: gestión de problemas, gestión de cambios, gestión de los niveles de servicio y gestión de la entrega de servicio [2].

Estas tareas son sumamente importantes para el mejoramiento de los servicios de TIC y su evolución en el tiempo, de esta forma lo señala la norma ISO 27001 al colocarlo dentro de los dominios fundamentales para asegurar la calidad de los servicios.

La adquisición de TIC se ha convertido en una necesidad propia de cualquier sistema económico [3]; sin embargo, en el caso de las pequeñas y medianas empresas, en adelante, las PYMES por sus siglas, el panorama es complicado.

Elementos tales como: la administración adecuada del plan financiero, el control de los factores externos y las herramientas de control estratégico son fundamentales para garantizar el cumplimiento de sus objetivos [4].

Una GI adecuada es capaz de afectar, de manera positiva, estos factores influyentes en la administración de las PYME. Esta investigación se enfoca en las PYME dedicadas a la venta de productos/servicios de TIC.

Al prestar servicios de TIC es inevitable la aparición de incidencias, una adecuada gestión de estas puede ofrecer una disminución en los costos asociados al proceso.

La implementación de un servicio de escritorio (*service desk*) permite, entre algunas funciones, medir el tiempo invertido por los colaboradores en cada una de las tareas, priorizar los incidentes, según el nivel de urgencia y agrupar datos históricos en reportes congruentes que facilitan la toma de decisiones, las cuales eventualmente, podrían representar una disminución en los costos.

De esta forma, una herramienta Web, que al mismo tiempo sea Software Libre, podría brindar a las PYMES la oportunidad de atender incidentes relacionados con los productos/servicios que venden, abordando un problema real, innegable y latente, que es crucial en la búsqueda de atender los clientes (usuarios) de la mejor manera y permitiendo que sus equipos de trabajo dediquen más tiempo a la mejora de sus servicios.

Problemática

El manual de ITIL V4 [2] señala la GI como una tarea que se debe atender en los procesos de gestión de los departamentos de TIC actuales. Una incidencia se refiere a la interrupción de cualquier servicio de TIC [5]. Esto no excluye a las PYMES; puesto que, afecta tanto a empresas grandes, como a las de menor envergadura. Cuando se interrumpe un servicio, significa que no cumple con la función u objetivo con el que fue creado en su totalidad o parte de él.

Por tal motivo, el nivel de urgencia, con la cual se atiende una incidencia, depende de su naturaleza y gravedad; sin embargo, debe ser atendida de alguna forma, puesto que afecta directamente los clientes (usuarios) ya que no reciben lo que el producto/servicio prometió.

La calidad de los servicios de TIC es definida por los usuarios con base en la experiencia de su uso, una incidencia, que se refiere a una interrupción no planificada total o parcial, afecta la forma en que ellos perciben el servicio y al mismo tiempo, su calidad.

Una vez que una solución de TIC se ha puesto en marcha, comienza un ciclo indefinido que consiste en el soporte y mantenimiento de la misma durante el tiempo que la organización así lo desee [6]. Durante este lapso, las soluciones tecnológicas presentan incidencias por distintas razones, el éxito de la solución se encuentra estrechamente relacionada a la gestión de estas incidencias.

La GI en las TIC tiene como objetivo restablecer el servicio que ha sufrido un fallo [7]. La urgencia con la que debe ser atendida la incidencia va a depender del tipo de servicio y la cantidad de personas que lo utilicen. La falta de atención de una incidencia significa privar a los usuarios del uso que brinda la tecnología, por tanto, deja de ser funcional.

Todos los servicios o productos cuya naturaleza está fundamentada en el uso de las TIC se encuentran expuestos a la aparición de errores o problemas de distinto tipo, es inevitable que ocurran [8]. Por tal razón, todos deben contemplar la forma como se llevará a cabo la GI, una vez que se encuentre a disposición de los usuarios.

Algunas organizaciones de TIC optan por subcontratar los servicios de GI, uno de los factores por considerar es el índice de ocurrencia, si se presentan con mucha frecuencia, la gravedad será más alta; también es importante el factor tiempo, algunas incidencias dependiendo de su naturaleza, pueden incurrir en una inversión de tiempo significativa y, por último, el nivel de especialización, en algunas ocasiones, el personal de TIC de la organización no cuenta con el conocimiento técnico para resolverlo, en dado caso, este último factor implica que el servicio estará fuera de línea aún más tiempo[9].

Según el manual de ITIL V3, las incidencias deben ser atendidas por medio de herramientas llamadas *service desk* [7], sin embargo, muchas de estas soluciones son herramientas que requieren el pago por las licencias [10] [11][12][13] y para las

PYME suele ser una problema adquirir nuevos compromisos económicos y aumentar sus costos fijos .

Objetivo General

Evaluar una herramienta web software libre de Gestión de Incidencias por medio de la implementación en cinco PYMES dedicadas a la prestación de servicios de TIC en Costa Rica aportando una alternativa a los procesos de gestión.

Objetivos Específicos

1. Crear una lista de herramientas desarrolladas por medio de plataformas web y licenciadas bajo las condiciones de software libre cuya finalidad sea colaborar en los procesos de gestión de incidencias.
2. Seleccionar una herramienta web software libre para la gestión de incidencias por medio de la aplicación de un modelo de elección adecuado.
3. Adaptar la herramienta por medio de un proceso de configuración que le permita ser accesible vía web a las cinco organizaciones que harán uso de esta.
4. Probar la herramienta en los procesos de gestión de incidencias por un período de dos meses en cinco PYME dedicadas a la prestación de servicios de TIC generando un juicio de valor en las organizaciones participantes.
5. Evaluar la percepción que tuvieron las empresas participantes en cuanto a la calidad y el mejoramiento en los procesos de gestión de incidencias que la herramienta les brindó.

Capítulo I Contextualización y Fundamentación Teórica

La GI es un tema que se ha abordado de diferentes formas en las organizaciones, se han realizado distintos esfuerzos para aplicar marcos de referencia en los flujos de proceso interno y se han desarrollado herramientas tanto software libre, como licenciadas que atienden esta problemática.

A continuación, se describen algunos procesos en donde se han dedicado esfuerzos para atender dichos procesos de gestión.

1.1 Antecedentes

1.1.1 GI en América

En el 2015, en Perú, se puso en práctica el marco de trabajo ITIL para mejorar los procesos de gestión de incidencias en el área del Centro de Sistemas de Información de la Gerencia Regional de Salud, obteniendo muy buenos resultados al mejorar la atención al cliente, los tiempos de respuesta y en general la eficiencia de su personal con respecto a este rubro [14].

En la misma nación, en la Universidad de San Martín de Porres, se utilizó un método para seleccionar un software para GI que estuviera acorde a las normas ITIL basado en cuatro etapas: identificar el área y los objetivos del estudio, establecer los criterios de selección basados en el negocio, realizar el análisis comparativo de los software libres y seleccionar un software libre [15].

Estos trabajos especifican los beneficios de la implementación de ITIL en la GI y los rigurosos procedimientos que son necesarios para identificar un software para necesidades específicas, en este caso para GI.

En el 2016 en el mismo país, L. Alfaro y D. Paucar, identifican la GI como uno de los procesos más críticos en la operación de servicios de TIC y además,

construyeron un Datamart con información relevante a cerca de los procesos para la toma de decisiones relacionados con esta área en específico [16]. Un Datamart es una base de datos con información específica para la toma de decisiones. Como parte de esta información, existen datos sobre el control y seguimiento de las incidencias en los departamentos de TIC una vez que fueron iniciadas por los usuarios de los sistemas [17].

La GI es una actividad asociada a los servicios de TIC, e implica la inversión de tiempo y dinero en las organizaciones, de esta forma, algunas compañías internacionales han optado por cobrar montos adicionales a los servicios de TIC por la atención de las incidencias [18]. Tal es el caso de Vodafone, empresa dedicada a servicios de telefonía, quien comenzó a cobrar por atender incidencias por teléfono desde el 2017.

Asimismo, en el 2018, empresas multinacionales como Accenture, son ejemplos de casos de éxitos en la aplicación de GI en empresas dedicadas a las TIC, buscando la mejora en el tiempo de resolución de las mismas y aplicando el marco de trabajo del ITIL V3[19] al mismo tiempo, se mejoró la gestión de procesos (BMP por sus siglas en Inglés) en la organización, en este caso en una de sus sedes en Perú.

El mismo año, se registró el uso correcto de la GI en la búsqueda de soluciones proactivas para servicios relacionados con Cloud Computing [20] en donde se realiza un análisis y gestión de riesgos de los servicios de TIC basados en las normas ISO/IEC 2707(2015).

La GI, en las TIC, se ha amoldado a las nuevas tendencias, por ejemplo, en el 2019, en Santiago de Chile, se llevaron a cabo implementaciones de metodologías ágiles, específicamente Scrum, en el mejoramiento de requerimientos e incidencias de los sistemas de una empresa financiera [21]; obteniendo de esta forma, mejoras en el tiempo de entrega de incidencias resueltas.

Durante este mismo año, se llevó a cabo el desarrollo de soluciones informáticas implementando técnicas de DevOps (Desarrollo y Operaciones por sus acrónimos en inglés) que incluyen la GI para el Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) de la Universidad de Chile[22].

En Costa Rica, se llevó a cabo una iniciativa, la cual consistió en el desarrollo de un sistema web para la atención de incidencia de servicios en la nube que presta una empresa de desarrollo y consultoría de software durante el 2016 [23]; sin embargo, la experiencia se enfoca en el desarrollo de la herramienta como tal y no en los resultados de la puesta en marcha de la solución ni tampoco se involucra más de una empresa costarricense.

Es el único referente nacional que se encuentra como resultado de la consulta con las palabras claves y a las bases de datos citadas en el apartado del planteamiento metodológico de esta investigación.

1.1.2 Las PYMES en Costa Rica

El Ministerio de Economía Industria y Comercio (MEIC) de Costa Rica es el ente encargado de fomentar políticas en materia de desarrollo empresarial privado en distintos sectores de la industria de comercios y servicios y además atender las pequeñas y medianas empresas. Esto por medio de la ley N° 6054 y a partir de junio de 1977 [50].

El MEIC clasifica las empresas con base en su tamaño por medio del número de trabajadores. En el **Cuadro 1** se muestra la clasificación y las cantidades establecidas. Las empresas que cuentan con diez o menos trabajadores se clasifican como microempresas, en el rango de entre once y treinta y cuatro, se clasifican como pequeñas y a partir de treinta y cinco personas se colocan en la clasificación de medianas empresas.

Cantidad de Personas	Clasificación
10 o menos	Micro
>10 y <35	Pequeña
>35 y <100	Mediana

Cuadro 1 Clasificación de las empresas con base en su tamaño. Fuente: Elaboración propia.

El **Cuadro 1** se basa en el Decreto ejecutivo N°: 30857, 33111, 33747, 35585, 37121. Resolución N°: 0039/2014MEIC, DIGEPYME 029-15.

1.1.3 Aporte de las PYMES al país

La cantidad de personas que trabajan en PYMES en Costa Rica es significativa y ha aumentado, así lo muestra un estudio realizado en el 2019, por el MEIC, respaldado en la base de datos del Banco Central de Costa Rica (BCCR), donde especifica la distribución de personas que laboran para PYME por provincias y su acumulado anual.

De esta forma, para el 2012, 929.173 personas estaban registradas como colaboradores en este tipo de empresas y para el 2017, se contabilizaron 1.042.955 personas [51].

Tomando en cuenta el mismo estudio, se encuentran hallazgos importantes que demuestran el aporte de las PYMES al país, como por ejemplo, para el 2017 las PYME representaron el 97.5% del parque empresarial; asimismo, se confirma el aumento en la cantidad de PYME registradas contabilizando 125.198 para el año 2012 mientras que para el 2017 133.765 con un incremento del 6.8% [51].

1.1.4 Iniciativas de gobierno en materia de PYMES

Son distintas las iniciativas y acercamiento que ha tenido el gobierno con el objetivo de apoyar e impulsar el desarrollo de las PYMES. De manera más específica, las que se dedican a la venta de productos y/o servicios de TIC, cuentan con

oportunidades de financiamiento de sus modelos de negocio, productos y servicios por parte de institucionales tales como el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) y la Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación (CAMTIC) desde el 2018.

CAMTIC, mediante su oficina Creapyme, ofrece a las PYMES dedicadas a TIC la oportunidad de registrarse y exponer sus necesidades de financiamiento, capacitación y asesoramiento legal, con el objetivo de que esta institución busque alternativas que permitan facilitar la solución en conjunto de sus principales dificultades como sector productivo nacional [52].

De igual forma, el MEIC cuenta con una oficina llamada Dirección General de PYME (DIGEPYME), la cual se encarga de procurar el fortalecimiento y la competitividad de las PYMES en Costa Rica [53].

De esta forma, algunas de las áreas de acción son: innovación y tecnologías, cooperación internacional, comercialización, entre otros.

1.2 Fundamentación teórica

En esta sección, se describen los conceptos que rodean el entorno en donde se desarrolla la investigación, los tres elementos involucrados son, en primer lugar, las TIC por medio de la implementación de herramientas web software libre, en segundo lugar los procesos de GI con base en el ITIL v3 [7] y v4 [2] y, por último, las PYMES que brindan servicios de TIC.

1.2.1 TIC y herramientas WEB Software Libre

En el primer elemento de estudio se encuentran las TIC, lo cual engloba todo el conjunto de herramientas que permiten la administración de datos que se convierten en información y, al mismo tiempo, tienen la capacidad de permitir la comunicación entre distintos actores.

1.2.1.1 Herramientas WEB.

Se refiere al conjunto de aplicaciones o sistemas de informática que son accesibles por medio de Internet. Las TIC tienen un despliegue de herramientas muy amplio, si las clasificamos por medio de su entorno de ejecución, podríamos mencionar dos grandes grupos los cuales son herramientas o aplicaciones de Escritorio y WEB.

Las aplicaciones de Escritorio cuentan con la particularidad de que tienen una dependencia del sistema operativo en donde serán ejecutadas; por tanto, deben ser compatibles en versiones, arquitectura y otros, sin embargo, las aplicaciones WEB se ejecutan por medio de un navegador WEB sin importar el sistema operativo del equipo del usuario, lo cual les brinda la posibilidad de ser ejecutadas desde casi cualquier sistema operativo.

La facilidad de acceso y su versatilidad de despliegue, entre otros factores, han permitido que las aplicaciones WEB se hayan convertido en la tendencia actual en cuanto al desarrollo de nuevas soluciones de TIC.

La posibilidad de ser accedido desde dispositivos móviles inteligentes ha puesto al alcance de la mano muchos servicios que han decidido migrar a este tipo de tecnologías [24].

Estas aplicaciones se alojan en servidores, los cuales disponen de una serie de servicios específicos para atender las solicitudes de los usuarios de manera simultánea.

Los servidores son equipos de cómputo con características y configuraciones especiales que permiten dar soporte a las aplicaciones y servicios que en ellos se ejecutan. Las características deseadas van en función de la cantidad de usuarios que se desea atender.

Las configuraciones dependen de cada solución específica, sin embargo, entre las configuraciones más comunes se encuentran las de: seguridad, integridad, control de acceso, entre otros [25].

1.2.1.2 Tecnologías Software Libre

El software libre es una corriente filosófica fundamentada en cuatro libertades (usar el software con cualquier propósito, estudiar la forma en que funciona, modificarlo a conveniencia compartiendo mejoras y redistribuir copias) [26], las cuales pueden ser implementadas por medio de la licencia GNU GLP (*General Public License*, por sus siglas en Inglés) [27].

El precursor de esta filosofía es Richard Stallman. Se definen como el conjunto de productos de software que cuentan con el licenciamiento GNU GPL.

Básicamente, estas cuatro leyes permiten que los usuarios, con conocimientos en programación, puedan acceder al código fuente de las aplicaciones de otras personas y así, puedan mejorar y compartir libremente sus mejoras logrando un beneficio común.

A diferencia de las aplicaciones licenciadas, las herramientas bajo licencia GNU GLP o denominadas Software Libre, no solicitan dinero a cambio por su uso, en su lugar, se insta a los usuarios a formar parte de las distintas comunidades que se encargan de promocionar y aportar a los distintos proyectos por medio de distintos eventos en los que se comparte conocimiento.

A nivel mundial, se encuentran distintos sitios web oficiales en donde las personas se pueden informar de las actualidades e integrarse a las comunidades de software libre como, por ejemplo, Free Software Foundation [28], GNU [29].

En Centroamérica, existe una comunidad de entusiastas denominada comunidad Software Libre Centroamérica (SLCA), la cual realiza actividades de manera constante e incentivan entre otras cosas, compartir conocimiento [30].

Costa Rica no se queda atrás en estas corrientes tecnológicas, de forma que se conocen varias comunidades de Software Libre, principalmente lideradas por las universidades estatales del país como: la Universidad de Costa Rica(UCR) [31], Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) [32] y el Tecnológico de Costa Rica (TEC) [33].

1.2.1.3 Nuevas tendencias en el desarrollo de aplicaciones de TIC

Existen distintas metodologías para el desarrollo de aplicaciones informáticas, DevOps es un ejemplo en tendencia y que además es muy utilizada para el desarrollo de herramientas web. Esta tendencia implica tareas de desarrollo, integración y despliegue [34].

Scrum es una metodología ágil utilizada para organizar los procesos de administración de proyectos basada en revisiones constantes y la definición de papeles específicos de participación [35].

La migración de las aplicaciones de escritorio a tecnologías web es una tendencia por varias razones [36], entre ellas la facilidad de ejecución por medio de una navegador, los cuales se encuentran presentes en muchos de los dispositivos móviles actuales.

La compatibilidad entre distintos sistemas operativos, la flexibilidad en el tamaño y posición de los elementos de la interfaz gráfica de los sistemas, son otras de las razones que impulsan la migración de las aplicaciones de escritorio hacia tecnologías web [37].

El desarrollo de aplicaciones móviles ha crecido de la mano de las tecnologías web, de hecho existen lenguajes de desarrollo que permiten exportar los resultados como aplicaciones web o móviles, principalmente, las tecnologías basadas en lenguajes tales como JavaScript [38].

Entre algunos de los *frameworks* (conjunto de herramientas predefinidas que facilitan el desarrollo o ejecución de soluciones de TIC) se encuentra React [39], Angular [40], Vue.js [41], Ember.js [42], Aurelia [43], entre otros.

Al mismo tiempo, muchas soluciones de TIC, en la actualidad, están tendiendo a migrar a opciones “en la nube” [44]. Se entiende por “la nube” como aquellos sistemas, recursos, aplicaciones que son soportados por un conjunto de estructuras físicas y lógicas que le brindan características de seguridad, disponibilidad y fácil acceso desde Internet [45].

Este tipo soluciones se vuelve muy atractivo al ofrecer el acceso a los sistemas y la información casi “en cualquier momento” liberando a las organizaciones de la responsabilidad de velar por el mantenimiento [46], el buen uso y todos los parámetros que implica sostener sus sistemas y servicios “in house” (es la forma de indicar que los sistemas se ejecutan en una plataforma local dentro de las instalaciones de las empresas).

1.2.2 Procesos de GI basados en ITIL v3 y v4.

El segundo elemento de la investigación es la GI, la cual es uno de los procesos establecidos en el marco referencial de ITIL y que se ha mantenido a pesar de las actualizaciones y las nuevas tendencias, en cuanto al desarrollo y el uso de las TIC.

Esta actividad se refiere a la forma como los equipos de TI reciben, atienden, solucionan y toman decisiones respecto a los problemas que suceden con los servicios que ofrecen.

La GI pertenece a las buenas prácticas descritas en el marco de referencia de ITIL que son fundamentales para una correcta gestión de servicios aportando a la cadena de valor en los distintos modelos de negocios de las organizaciones [2].

El proceso de gestión de incidencias según ITIL, cumple con los siguientes pasos: Incidencia, Registro y Recepción, Clasificación, Comparación, Seguimiento, Resolución y Cierre [7].

En la **Figura 1** se muestra un diagrama de flujo que muestra el orden y la dependencia de cada una de las etapas que integran una adecuada GI.

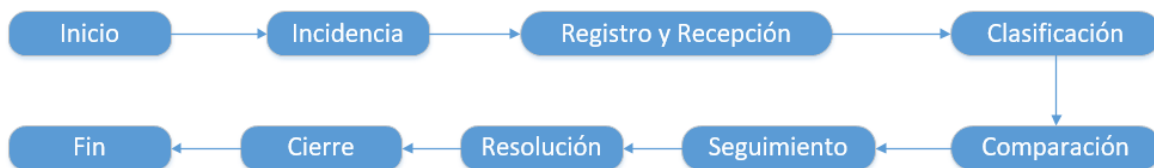


Figura 1 Diagrama de Flujo de las etapas de la GI con base en ITIL V3. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen los procesos, las actividades y los actores con base en la interpretación del manual de ITIL V3 [7].

La etapa llamada Incidencia se refiere al momento como el usuario experimenta una pérdida parcial o total del servicio y detecta que algo no sucede como debería, dentro de las reacciones normales de los usuarios se encuentra: realizar llamadas telefónicas al departamento de TIC para externar su descontento, sin embargo, las buenas prácticas que sugiere ITIL es que se guíe al usuario a registrar la incidencia en un sistema destinado para esto.

El proceso de Registro y Recepción debe ser llevado a cabo por el usuario “doliente” por varias razones, entre las cuales, se debe colocar un nivel de urgencia desde su punto de vista y además será el encargado de brindar la retroalimentación una vez que el proceso termine.

Una vez que el equipo de TI ha recibido la incidencia por medio del sistema, se procede a clasificarla por departamentos, los equipos de TI pueden contar con varios departamentos o equipos internos, los cuales varían dependiendo de varios factores. A la persona encargada de atender la incidencia se le llama soportista.

Cada uno de los departamentos será notificado cuando una incidencia nueva se presente en el sistema y son los integrantes del departamento quienes tendrán que decidir cuál es el colaborador en específico que se hará cargo del trabajo.

Una vez asignado, el soportista le dará el seguimiento necesario para llevarlo a su punto de resolución. De esta forma, el colaborador llevará a cabo el cierre de la incidencia y notificará al usuario que el mismo ha sido resuelto de manera satisfactoria.

Cada soportista puede tener a su cargo la atención de varias incidencias, sin embargo, el orden de ejecución será decidido por la urgencia y el contrato de Administración del Servicio (SLA por sus siglas en inglés Service Level Agreement).

1.2.3 PYME

El tercer elemento involucrado, en la investigación, son las PYMES [47], que son representadas, a nivel internacional, por organizaciones pequeñas y medianas integradas entre 10 y 200 ocupados (personas que laboran en la organización) [48] y se dedican a diversas actividades comerciales.

Durante el proceso de pruebas serán invitadas PYMES dedicadas a la prestación de servicios de TIC, como por ejemplo, desarrollo de software, redes, soporte técnico, seguridad cibernética, entre otros.

Al referirse a empresas con una ocupación baja, podemos suponer que, al menos en su mayoría, los presupuestos son proporcionales a su cantidad de colaboradores, esto implica que los gastos fijos asociados a los procesos internos

deberían ser analizados cuidadosamente para no afectar los limitados alcances monetarios [48].

Dada su naturaleza, los clientes de este tipo de organizaciones pueden ser nacionales o internacionales, comúnmente, al menos para el continente americano, las PYMES que prestan servicios de TIC, lo hacen en su lenguaje natal y además en idioma inglés.

La demanda de servicios de TIC a nivel mundial ha crecido y se espera que continúe en un mediano y largo plazo. En la actualidad, existe gran cantidad de PYMES que se dedican a la prestación de servicios de TIC y se proyecta un comportamiento similar a la demanda [49].

Capítulo II Marco Metodológico

2.1 Descripción de la metodología

Para esta investigación, se utilizó una metodología cuasiexperimental, tipo de investigación que se caracteriza, principalmente, porque el objeto de estudio no es seleccionado al azar sino por conveniencia [54] para abarcar, por medio de sus etapas, todos los objetivos propuestos de manera general.

Entre las razones, que sustentan la selección de esta metodología, es porque no se tendrá un control absoluto de las variables de la investigación (estas variables se detallan más adelante en el Cuadro 6), porque cada PYME tendrá un modo de uso y percepción de la calidad del software de acuerdo con su experiencia, una vez realizada la inducción queda en las manos de cada organización el alcance y la práctica con la herramienta.

Además, las PYMES participantes brindan distintos tipos de servicios, por ejemplo: redes, programación, soporte técnico, seguridad cibernética, entre otras, lo cual representa una muestra heterogénea.

A pesar de que las empresas que participen de la investigación se comprometan a utilizar el software seleccionado y se brinde una capacitación para su uso, no se garantiza que lo utilicen en el 100% de las incidencias que se hayan generado, producto de la prestación de sus servicios, durante el período de prueba, lo cual puede generar vacíos en la experiencia que cada una de las empresas obtenga; sin embargo, dado que es una prueba voluntaria, se sale del control del proponente de esta.

En la **Figura 2** se muestra la relación entre los objetivos específicos de la investigación (elementos sobre el cuadro celeste del lado izquierdo) y cada una de las etapas de la metodología cuasiexperimental (elementos sobre el cuadro verde

del lado derecho).

Las líneas que unen ambos grupos de elementos establecen la relación con cada uno de ellos, por lo tanto, se debe interpretar que cada objetivo que esté relacionado con una etapa de la metodología se resolvió en el transcurso de la etapa con la que se relaciona según el cronograma planteado.

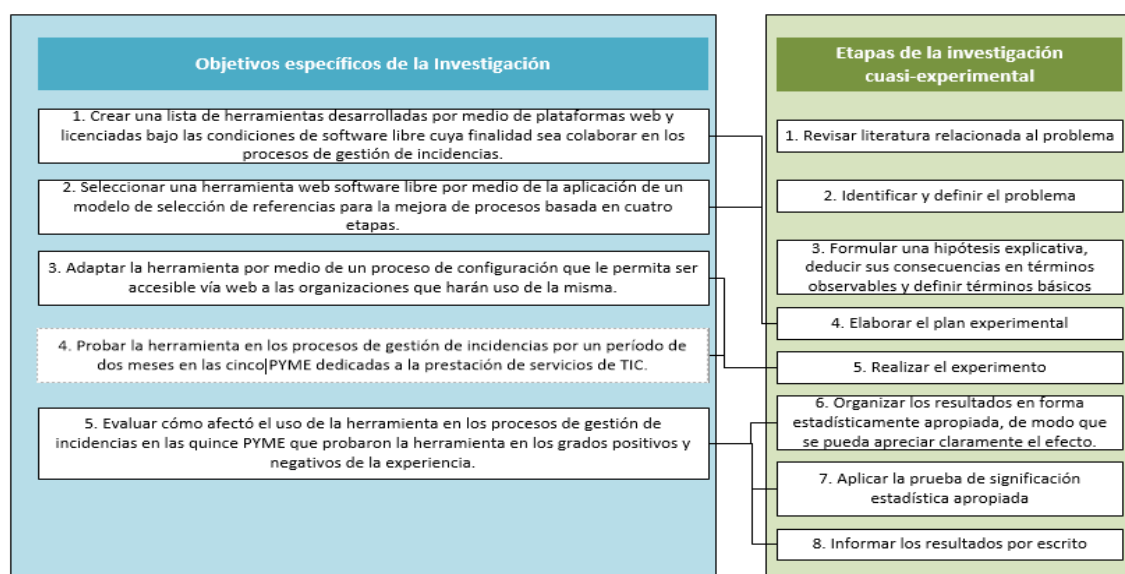


Figura 2 Relación entre los objetivos y las etapas de la investigación cuasiexperimental. Fuente: Elaboración propia.

2.2 Etapas de la investigación

Es importante aclarar que las etapas uno, dos y tres de la metodología que no se relacionan con algún objetivo fueron cubiertas durante el desarrollo de la problemática, justificación y marco teórico de esta investigación.

2.2.1 Elaborar el plan experimental

Adicional a la metodología mencionada, en el desarrollo de la etapa cuatro (elaborar el plan experimental) y para abordar el **primer y segundo objetivo de la**

investigación, se implementará un modelo de selección de referencias para la mejora de procesos basada en cuatro etapas [15][55], en adelante fases, las cuales se describen en el **Figura 3**.

Fase 1	Identificar el área y los objetivos del estudio
Fase 2	Establecer los criterios de selección basados en el negocio
Fase 3	Realizar el análisis comparativo de los software libres
Fase 4	Seleccionar un software libre

Figura 3 Fases del Modelo de Selección de Referencias para la Implementación de Procesos de Software basada en cuatro etapas. Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.1 Desarrollo de las fases del Modelo de Selección de Referencias Basado en Cuatro Etapas

A continuación, se describe la forma como se aplicará cada una de las fases para el proceso de selección de la herramienta adecuada, según los objetivos planteados.

Fase 1. Identificar el área y los objetivos del estudio

En la *Fase 1*, del Modelo de Selección de Referencias, el área de estudio corresponde a las aplicaciones web de software libre que permiten realizar GI. Estas herramientas se pondrán a prueba en las PYMES dedicadas a la venta de productos/servicios de TIC que participarán de la investigación.

La lista de herramientas resultante, de este procedimiento, será anotada en un cuadro que tenga como columnas el nombre de la herramienta y el sitio web o repositorio oficial en donde se pueden descargar los archivos necesarios para su instalación, dicho cuadro será apreciado en el capítulo destinado al análisis de los resultados.

Para ejecutar y poner a prueba las herramientas, es necesario el uso de un servidor, existen diferentes tipos de servidores, durante el desarrollo del experimento se utilizará un servidor web y de bases de datos, con soporte al lenguaje de programación PHP.

Con el objetivo de asegurar que las herramientas cumplan con las características de ITIL enfocadas a la GI, se aplica un filtro con las preguntas detalladas en el Cuadro 2 [15].

ITIL Gestión de Incidencias	
Característica	Pregunta
Registro	¿Permite registrar incidencias?
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?
Solución	¿Permite el registro de una solución?
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?

Cuadro 2 Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenida la lista de herramientas, se procederá a desarrollar los criterios de evaluación que permitan compararlas con base en las prioridades propuestas en el modelo de selección [55], los cuales son: necesidades de la(s) organización(es), elementos de la tecnología, nivel estratégico al que apoya y elementos clave del

tema en estudio que condicionan su éxito.

El Cuadro 3 detalla los criterios propuestos con base en cada una de las prioridades evaluadas y su debida justificación.

Prioridades	Criterio Propuesto	Justificación
Necesidades de la(s) organización(es)	Límite de Usuarios	Permite conocer si la cantidad de usuarios es limitada o ilimitada.
	Personalizable	Permite saber si las empresas podrían eventualmente personalizar el diseño visual para que la herramienta se acople a la identidad gráfica de la organización.
	Multilinguaje	Permite presentar el software en distintos idiomas
Elementos de la Tecnología	Notificaciones por Correo	Es necesario conocer si la herramienta es capaz de enviar notificaciones por medio de correo electrónico, cuando sucede un evento importante como por ejemplo la creación de una incidencia, la asignación a un soportista o bien el cierre de una incidencia, entre otros.
	Administración del Contrato de Servicio (SLA)	Permite asignar características de urgencia que alertan a los soportistas en el caso de recibir una incidencia de un cliente que tiene un tipo de contrato de servicio que estipula reglas de atención inmediata en términos de horas o bien, servicios que pueden esperar según los términos

		establecidos.
Nivel estratégico al que apoya	Gestión de usuarios	Es necesario contar con una gestión de usuarios que permita diferenciar entre clientes, Administrador o coordinador del equipo de TI y los soportistas a cargo de la atención de las incidencias, ya que esto permitirá el desarrollo de tareas con base en el perfil de cada usuario.
Elementos clave del tema en estudio que condicionan su éxito	Control de colisión de agentes	En un ambiente de producción con varios agentes de soporte actuando sobre las incidencias, se vuelve imprescindible la existencia de un control en el sistema que evite que una incidencia sea asignada a varios agentes sin intención.

Cuadro 3 Criterios propuestos con base en las prioridades establecidas por el método de selección de referencias utilizado. Fuente: Elaboración propia.

Fase 3. Realizar el Análisis de los Software Libre

Para realizar el análisis comparativo del software libre, se colocarán los enunciados del modelo ISO/EIC15504 en una matriz que permitirá evaluar la cantidad de características con las que cumplió cada una de las herramientas que se evaluarán. De esta forma, al finalizar, se obtendrá la herramienta con más características prometedoras y se convertirá en la herramienta seleccionada. En el *Cuadro 4* se describen los criterios de evaluación en cada una de las filas y se colocarán las herramientas en cada una de las columnas.

Criterios	Herramientas Software Libre			
	Herramienta 1	Herramienta 2	Herramienta 3	Herramienta n
Límite de Usuarios				
Personalizable				
Multilenguaje				
Notificaciones por Correo				
SLA				
Gestión de Usuarios				
Control de Colisión de Agentes				

Cuadro 4 Comparación de las herramientas por medio de los valores en cada criterio de evaluación.
Fuente Elaboración propia.

Fase 4. Selección de un Software

Una vez que las herramientas sean sometidas a la comparación anterior, habrá suficientes criterios para seleccionar una de ellas, como la herramienta final que será utilizada para el experimento con las PYME.

Cabe mencionar que, la herramienta resultante, no solo cumple con las características deseadas respecto a los objetivos de la investigación, sino que también será compatible con los lineamientos de ITIL, lo cual le brinda una referencia válida y estandarizada que garantiza la utilización de las mejores prácticas a nivel internacional.

2.2.2 Realizar el Experimento

Para abordar el **tercer objetivo de la investigación**, se realizará un proceso de adaptación de la herramienta seleccionada, que consiste en la adquisición de un hosting (servidor rentado en línea con características de alta disponibilidad y acceso remoto) que disponga de los servicios web Apache 2.4, lenguaje PHP 7.2, gestor de bases de datos María DB 10.4 y un gestor de aplicaciones phpMyAdmin 5.0.

La herramienta será subida al hosting por medio del protocolo FTP (File transfer Protocol) y los detalles de configuración se lograrán por medio de los servicios web del hosting.

El **cuarto objetivo de la investigación** consiste en poner a prueba la herramienta, brindando un lapso de dos meses a las PYME para utilizarla en sus procesos de GI. Para esto, se brindará una capacitación virtual sincrónica sobre el uso correcto del *service desk* a las empresas que acordaron utilizar esta herramienta durante el tiempo establecido.

La lista de organizaciones participantes se estableció por medio de un muestreo a conveniencia que consta de cinco PYME nacionales. La población que participó de la prueba, sus respectivas actividades y contacto se detallan en el **Cuadro 5**.

Nombre de la PYME	Actividad de TIC que desarrolla	Correo contacto
Seven Soft	Desarrollo de Software	adan.alpizar@sevensoftit.com
Bandodo Soluciones Tecnológicas	Redes y Soporte Técnico	randy@bandogocr.com
Servicios Tecnológicos MB	Soporte Técnico	sertecmb@hotmail.com
White Jaguars	Seguridad Cibernética	mario.robles@whitejaguars.com
SolvoSoft	Desarrollo de Software	luis.zarate@solvosoft.com

Cuadro 5 Lista de PYME que participaron de la prueba de la herramienta. Fuente: Elaboración propia.

2.2.3 Organizar los resultados en forma estadísticamente apropiada, de modo que se pueda apreciar claramente el efecto.

Para atender el quinto objetivo de la investigación, se desarrolló una encuesta, la cual está enfocada en medir la calidad del software y recolectar el resultado de las experiencias que tuvieron las PYME con la implementación de la herramienta y las percepciones desde el punto de vista de la gestión de las incidencias, clientes y

colaboradores.

La primera sección del cuestionario se destinó a la caracterización de la población, con el objetivo de identificar y definir mejor las empresas que participaron del experimento. La segunda sección está orientada a evaluar la calidad del software. La última sección intenta indagar sobre la percepción de los participantes en cuanto al mejoramiento de los procesos de gestión de incidencias con base en el uso de la herramienta.

El instrumento del cuestionario se puede consultar en el **Anexo 1**, las preguntas de cada sección fueron transcritas a un formulario de Google (*Google Forms*) el cual se aplicará a los participantes.

Se seleccionó la herramienta de Google por ser gratuita y accesible por medio de Internet (en línea). Esta herramienta genera de manera automática, los cuadros o gráficos de información con base en las respuestas organizando de manera correcta los datos y permitiendo un análisis sencillo y eficiente [57].

2.2.4 Aplicar la prueba de significación estadística apropiada

La población participante no es una muestra lo suficientemente significativa para obtener resultados que puedan ser generalizados, ya que las empresas fueron invitadas por el investigador por medio de contactos y la red de profesionales conocidos. Sin embargo, el instrumento aplicado a los participantes se orientó para generar información propia de la Estadística Descriptiva.

Este tipo de estadística intenta resumir o mostrar la información procesada de la manera más sencilla, tanto para el investigador, como para el lector del trabajo y los resultados [58].

Como parte de la revisión, antes de aplicar un instrumento de Estadística Descriptiva, se recomienda repasar los objetivos de la investigación y asegurarse

que el proceso de indagación cumplirá con estos por medio de cada una de las preguntas [58] [59].

El siguiente paso, para la creación del instrumento, es la definición de las variables, las cuales buscan medir la dimensión del beneficio que encuentran las PYMES al utilizar la herramienta seleccionada, por medio de la evaluación de la calidad. Para este fin, se utilizan las variables propuestas por Martina G. Gallarza e Irene Gil Saura [60], las cuales fueron adaptadas para medir la calidad del servicio que ofrece el software.

Adicionalmente, se asigna un valor o peso a cada variable, de forma que, cuando las personas que participen de la encuesta evalúen las variables, se le facilite una escala y esta escala tenga un peso en la evaluación final.

El Cuadro 6 muestra las variables y su peso asignado. A cada una se asigna un peso de 12,5 como resultado de la operación: $100/\text{cantidad de variables}$: $100/8=12,5$. Por tanto, cada variable en cada una de las respuestas de los participantes tenía como valor máximo 12,5.

El valor asignado permitirá obtener una calificación por cada participante, al final del experimento, se llevará a cabo un promedio de las evaluaciones y un resultado final, tomando en cuenta las siguientes consideraciones: Si el promedio es menor que 70, será considerado como deficiente, entre 70 y 80 aceptable y superior a 80 será considerado como bueno.

Variable	Valor/Peso Asignado
Cumple con lo que promete	12.5
Presta el servicio en un tiempo correcto	12.5
Es un software calificado (capacidades de procesamiento adecuado)	12.5

Es un software de fácil uso	12.5
Es de fácil comprensión	12.5
Refleja confianza en el usuario	12.5
Soluciona mis necesidades	12.5
Es ordenado	12.5
Total	100

Cuadro 6 Lista de variables con el valor/peso asignado. Fuente: Elaboración propia.

Los participantes deberán decidir entre las opciones de respuesta (escala):

- “Totalmente en desacuerdo”
- “En desacuerdo”
- “Ni en acuerdo ni desacuerdo”
- “De acuerdo”
- “Totalmente de acuerdo”

Siendo “Totalmente de acuerdo” la opción que refleja el total del peso asignado a la variable (12,5). Cada una de las opciones en la escala tiene un valor de 2,5, por tanto, cuando se selecciona una de ellas, se suma el valor acumulado correspondiente como se muestra en el **Cuadro 7**.

Opción de Respuesta (escala)	Valor Acumulado
Totalmente en desacuerdo	2.5
En desacuerdo	5.0
Ni en acuerdo ni desacuerdo	7.5
De acuerdo	10
Totalmente de acuerdo	12.5

Cuadro 7 Valor acumulado para cada una de opciones de las respuestas. Fuente: Elaboración propia.

De esta forma, cuando los participantes hayan completado sus respuestas, se trasladarán los resultados al **Cuadro 8** donde se obtendrá la nota final con base en la suma de los promedios de cada variable que será evaluada por cada uno de los participantes.

	Valor acumulado obtenido en cada opción					
Variables	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en acuerdo ni desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Promedio
Cumple con lo que promete						
Presta el servicio en un tiempo correcto						
Es un software calificado (capacidades de procesamiento adecuado)						
Es un software de fácil uso						
Es de fácil comprensión						
Refleja confianza en el usuario						
Soluciona mis necesidades						
Es ordenado						
	Nota Final					

Cuadro 8 Nota Final con base en la suma de promedios de cada variable. Fuente: Elaboración propia.

Las variables seleccionadas son cualitativas con respecto a la escala de medición. La clasificación de las mismas es de carácter ordinal [58].

2.2.5 Informar los resultados por escrito

Cada una de las etapas de la investigación será por escrito, todas las evidencias de los procesos realizados serán adjuntadas en los anexos, como por ejemplo las pruebas que se aplicarán a las distintas herramientas con el objetivo de filtrar y seleccionar solamente una de ellas, el cuestionario, el manual de instalación de

GLPI, entre otros.

La ejecución de las etapas de la metodología descritas anteriormente se llevará a cabo en las fechas que se detallan en el siguiente cronograma.

2.3. Cronograma

Para definir el cronograma de la investigación se aplicó una programación de proyectos basadas en el diagrama de Gantt, la cual se muestra en la **Figura 5**.

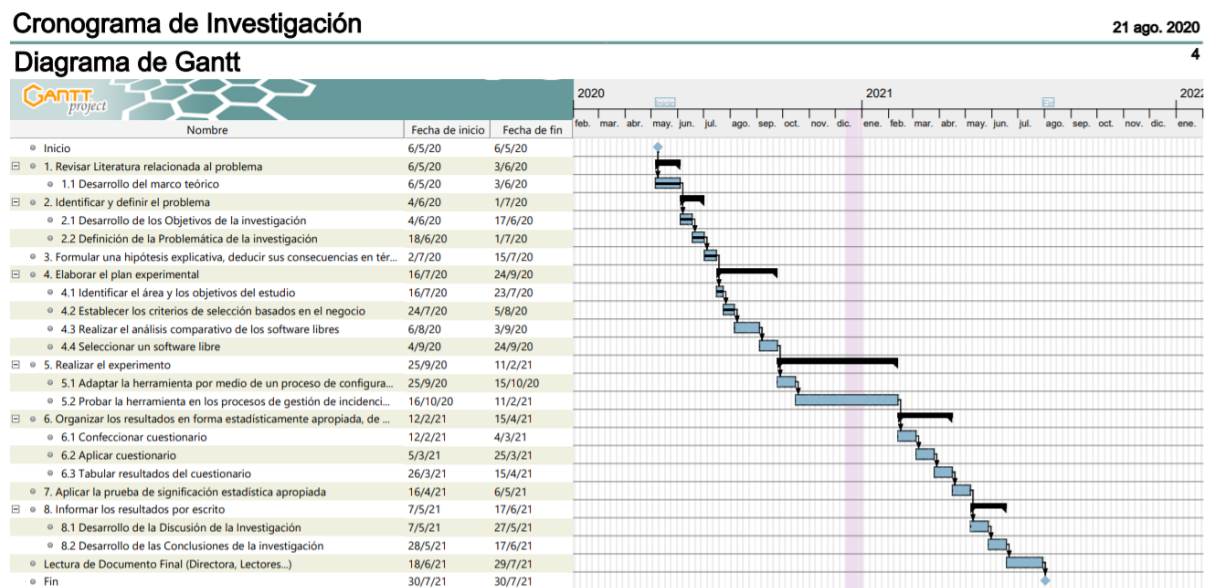


Figura 5 Cronograma de Actividades. Fuente: Elaboración propia.

Los rectángulos de color negro representan etapas del proyecto que implica el desarrollo de varias tareas. La línea vertical de color rosada que atraviesa todo el calendario son las fechas de diciembre/enero en la que la investigación estará detenida por cierres institucionales. Los rectángulos de color celeste representan la duración en días de cada una de las tareas a las que corresponden por fila.

Capítulo III Análisis de Resultados

Los resultados se han dividido en dos partes, la primera es la **Selección y Ajuste de la Herramienta**, esta etapa describe la lista de herramientas resultantes de la búsqueda, su instalación y pruebas para comparar las características y aplicar los filtros descritos en la metodología.

Luego describe la herramienta resultante del proceso y cómo se procedió a instalarla en un servidor virtual en Internet para ponerla al servicio de las empresas participantes.

La segunda parte, se denomina **Resultado de las Encuestas**, el cual es un análisis del instrumento de evaluación aplicado a las empresas que tuvieron contacto con la herramienta que se seleccionó y ajustó en desarrollo de la metodología.

Esta además muestra los datos o números resultantes e incluye un análisis integral que realiza el autor con base en el comportamiento de la información.

3.1. Selección y Ajuste de la Herramienta

3.1.1 Lista de Herramientas

La lista de herramientas resultante del proceso de búsqueda en las distintas bases de datos y con el algoritmo expuesto la Figura 2, se detalla en el **Cuadro 10**.

Nombre de la Herramienta	Sitio de Descarga Open Source
Adefhelpdesk	https://github.com/ADefWebserver/ADefHelpDesk
Brimir	https://github.com/ivaldi/brimir
eTicket	https://eticketsupport.com/downloads/
Faveo	https://github.com/ladybirdweb/faveo-helpdesk
GLPI	https://glpi-project.org/

HelpDeskZ	https://github.com/evolutionscript/HelpDeskZ-1.0
Katak Support	https://github.com/Katak-support/Katak-support
Librerum HelpDesk	https://liberum.org/
OSTicket	https://github.com/osTicket/osTicket
OTRS Community Edition	https://github.com/OTRS/otrs
PHP HelpDesk	https://www.p-hd.com.ar/download.php
SimpleDesk	https://www.simplesdesk.net/download/
UVDesk	https://github.com/uvdesk/community-skeleton

Cuadro 9 Lista de herramientas obtenidas en orden alfabético. Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se obtuvo esta lista, compuesta de trece herramientas, se aplicó el filtro detallado en el **Cuadro 3**.

Esto disminuyó la lista a las herramientas: GLPI, HelpDeskZ, Katak Support, Librerum HelpDesk, OSTicket y OTRS Community Edition.

El proceso requirió de una evaluación exhaustiva e individual, que implicó la instalación y configuración de cada una de las herramientas en un ambiente de servidor local para comprobar las características deseadas.

La herramienta usada para el proceso de instalación local fue XAMPP, la que permite utilizar los servidores de Apache, PHP y MySQL de manera sencilla [61]. Las pruebas se hicieron en un computador con un sistema operativo Microsoft Windows, la dirección de instalación de la herramienta XAMPP es “C:\”. El directorio de publicación dentro de la aplicación XAMPP es: \htdocs, por tanto, la dirección donde se probaron las herramientas fue: “C:\xampp\htdocs”.

En este directorio, se descomprimió cada uno de los paquetes de instalación obtenidos de los repositorios oficiales y luego se comenzó el proceso de instalación local, según cada una de las instrucciones de cada herramienta, según se aprecia

en el **ANEXO 2 Bitácoras de Pruebas de Software.**

3.1.2 Selección de la Herramienta

Con el objetivo de seleccionar la herramienta final, se sometieron a comparación por medio del **Cuadro 10**, obteniendo el siguiente resultado.

Criterios	Herramientas Software Libre					
	GLPI	HelpDeskZ	Katak Support	Librerum HelpDesk	OSTicket	OTRS Community Edition
Límite de Usuarios	Ilimitado	Ilimitado	Limitado	Limitado	Limitado	Ilimitado
Personalizable	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí
Multilenguaje	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí
Notificaciones por Correo	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí
SLA	No	No	No	Sí	Sí	No
Gestión de Usuarios	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí
Control de Colisión de Agentes	Sí	No	No	Sí	No	No

Cuadro 10 Comparación de las herramientas de la lista obtenida. Fuente: Elaboración propia.

Con base en la comparación ejecutada en el **Cuadro 10**, se decidió seleccionar la herramienta llamada GLPI principalmente, por dos razones: la primera, muestra más características de manera positiva (cinco) y, en segundo lugar, es una de las tres herramientas que no tiene límite de usuarios.

De esta forma, se aplicaron todos los pasos que forman parte del Modelo de Selección de Referencias para la Implementación de Procesos de Software basada en cuatro etapas, determinando que la herramienta web Software Libre que mejor se postula para la gestión de incidencias es GLPI.

GLPI es una herramienta de fácil instalación, necesita de una base de datos MySQL o bien María DB. Además, permite al usuario establecer el control de activos de manera que, cuando se crean incidencias, se puede asociar el dispositivo involucrado y así tener un mejor control de la cantidad de veces que ha sido reportado un dispositivo como fuente generadora de una incidencia; sin embargo, para esta investigación únicamente se estudiaron las funciones relacionadas con la GI.

3.1.3 Adaptar la Herramienta

El primero paso de la adaptación consistió en seleccionar el ambiente adecuado. Para llevar a cabo la instalación de GLPI es necesario contar con un sistema operativo y el acceso a la línea de comando de este, ya que se deben instalar complementos y realizar configuraciones de permisos en los archivos adecuados.

Tomando en cuenta estos requerimientos y considerando que para esta investigación debe ser accesible para las empresas por medio de Internet, se decide instalar GLPI sobre un VPS.

La empresa que se contrató fue VPS Server [62], la cual permite crear servidores virtuales de manera remota, tanto en sistemas operativos Microsoft Windows, como Linux.

Este autor asumió los gastos incurridos durante el proceso de instalación y pruebas, la inversión fue de \$10 por mes durante los meses que se describieron en el calendario de trabajo. No se necesitó de otro servicio más que el VPS por lo que

fue la única inversión para llevar a cabo todo el proceso.

Para esta investigación, se decidió utilizar una instancia de Ubuntu server 20.04 LTS (*Long Time Support* por sus siglas en Inglés), principalmente, porque su rendimiento es mucho mejor, según un estudio donde se comparan herramientas software libre en ejecución en sistemas Windows y Linux [63], además, no necesita interfaz (consume menos recursos) y es Software Libre al igual que GLPI.

La empresa VPS Server, ofrece varios planes dependiendo de las características con las que se necesite el servidor. Las características utilizadas en esta investigación fueron:

- Cantidad de CPUs: 2
- Memoria RAM: 2GB
- Disco Duro: 50 GB
- Tráfico de Red Mensual: 2.000 GB

Para lograr el funcionamiento correcto de GLPI, es necesario la instalación de algunos complementos (plugins) adicionales: intl, ldap, apcu, xmlrpc y cas. Los comandos necesarios para la instalación de estos complementos se detallan en el **ANEXO 3 Manual de Instalación de GLPI en VPS.**

Con el objetivo de documentar el proceso de instalación y configuración de GLPI de manera detallada se redactó un manual, el cual está presente en el **ANEXO 3 Manual de Instalación de GLPI en VPS.**

De esta forma, las empresas interesadas en instalar GLPI pueden consultar el manual y seguir las recomendaciones descritas.

La empresa seleccionada por el autor para alquilar el VPS Server asignó una dirección IP pública válida en ICANN, institución encargada de mantener un Internet público y seguro [64]. Esta dirección se utilizó para ingresar de manera remota por

medio de Putty, un software de conexión remota que permite utilizar distintos protocolos [65]. El protocolo utilizado fue SSH dado que es de conexión seguro y encriptado [66].

Una vez conectado al servidor, se logró ejecutar hasta diez instancias de GLPI (ejecuciones del mismo software de forma simultánea), cada una en un directorio aparte y con su base de datos propia e individual en el VPS con las características mencionadas, lo cual reafirma que el sistema operativo Linux tiene muy buen desempeño en cuanto a rendimiento y administración de los recursos de cómputo.

3.1.4 Probar la Herramienta

Una vez configuradas las instancias en el VPS, se procedió a crear usuarios y contraseñas para cada una de ellas y se entregaron estos accesos a las empresas participantes por medio de un correo electrónico.

Los perfiles de usuario creados fueron:

1. GLPI: Súper usuario, con acceso a todas las configuraciones del sistema. Con este usuario se crearon menús desplegables, se administró otros usuarios y formularios, entre otros. Recomendado para usuarios gestores/jefes/coordinadores de departamentos de TIC.
2. Tech: Es un tipo de perfil utilizado por los técnicos de la empresa. Se creó un usuario para cada técnico con sus datos personales, con este tipo de usuario se tiene acceso a las incidencias, puede visualizar cuántas incidencias existen en general, cuáles de ellas han sido asignadas a su usuario y el estado de cada una de ellas. Además, tiene los permisos necesarios para procesar las incidencias, enviar mensajes a los dueños de la incidencia y darle solución.
3. Post-Only: Este perfil fue asignado a los clientes de los productos/servicios de TIC que ofrecen las organizaciones. Únicamente tienen permisos para

crear nuevas incidencias, son los dueños de las solicitudes y pueden visualizar en cada momento el estado de la incidencia y recibir retroalimentación de los técnicos que llevaron su caso. Además, al finalizar el proceso, tiene la oportunidad de completar un formulario que permite conocer el grado de satisfacción sobre la atención recibida.

Una vez que se crearon estos perfiles y se envió el correo de asignación a cada una de las organizaciones, se procedió a realizar una capacitación en el uso básico de la herramienta, mostrando el flujo de proceso completo de creación, proceso, gestión y cierre de una incidencia.

El registro de la asignación de cada una de las instancias a cada PYME se llevó en una bitácora que permitió evidenciar la puesta en marcha del experimento. La bitácora se detalla en **el ANEXO 4 Control de Asignación de Instancias en VPS**.

3.2. Resultado de las encuestas

Con base en el cronograma de actividades detallado en la **Figura 5**, el período de prueba de la herramienta estuvo comprendido entre el 16 de octubre del 2020 y 11 de febrero del 2021. Esto brindó un lapso suficiente para que cada una de las empresas tuviera la oportunidad de poner a prueba la herramienta con un mínimo de tiempo planteado de dos meses.

El 03 de diciembre del 2020, todas las empresas participantes ya contaban con los accesos a cada una de sus instancias y la capacitación inicial para su uso, sin embargo, debido algunos imprevistos relacionados con el tiempo de atención en algunas de las empresas, el período de prueba se extendió hasta el 31 de marzo del 2021 y el llenado de formularios para recibir la retroalimentación se permitió hasta el 6 octubre del 2021 obteniendo una participación de cinco empresas en total.

3.2.1 Caracterización

De las organizaciones participantes el 40% corresponde a microempresas, mientras que el 60% de ellas se denominan pequeñas empresas, esto con base en la cantidad de colaboradores activos al momento de las pruebas. En la **Figura 6** se muestra el resultado correspondiente.

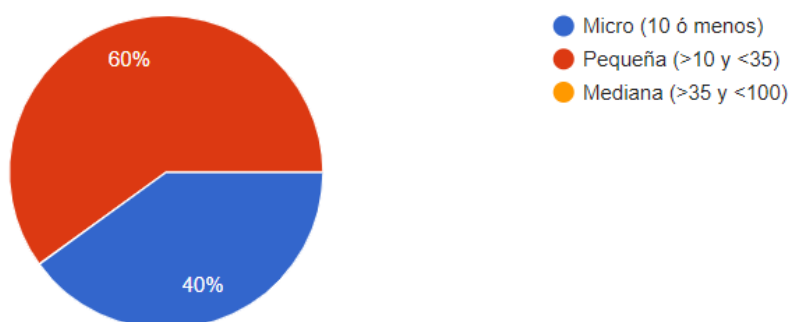


Figura 6 Tamaño de la organización por número de trabajadores. Fuente: Elaboración propia.

El 40% de los participantes son empresas que se dedican a actividades de TIC relacionadas con Redes y Soporte Técnico, mientras que, el 40% de ellas corresponde a empresas dedicadas al Desarrollo de Software y un 20% Seguridad Informática, como se muestra en la **Figura 7**.

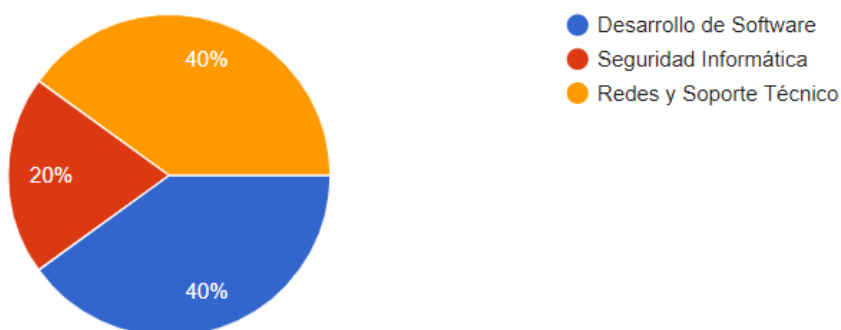


Figura 7 Actividad de TIC que desarrolla. Fuente: Elaboración propia.

Con base en el siguiente resultado, se deduce que las empresas, en su mayoría, no

son organizaciones recientes, sino que cuentan con cinco o más años de brindar servicios en el mercado nacional ya que el 80% de ellos tiene “entre cinco y diez años” y el 20% cuenta con “más de diez”, de esta manera lo confirma la **Figura 8**.

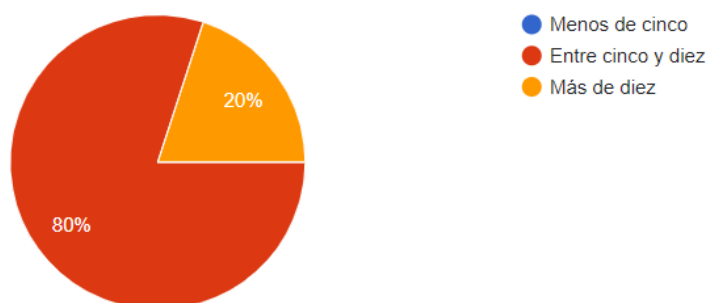


Figura 8 Cantidad de años de brindar servicios en el mercado. Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Evaluación de la Calidad del Software

Para cada una de las afirmaciones dispuestas, según la escala seleccionada para medir la calidad del servicio del software [60] y con base en las respuestas de los participantes, se obtuvieron los resultados descritos en el **Cuadro 11**.

Afirmaciones	Resultados
Cumple con lo que promete	El 20% está “De acuerdo” El 80% está “Totalmente de acuerdo”
Presta el servicio en un tiempo correcto	El 20% está “De acuerdo” El 80% está “Totalmente de acuerdo”
Es un software calificado (capacidades de procesamiento adecuado)	El 20% está “De acuerdo” El 80% está “Totalmente de acuerdo”
Es un software de fácil uso	El 20% lo califica como “Ni en acuerdo ni desacuerdo” El 40% lo califica como “De acuerdo” El 40% lo califica como “Totalmente de acuerdo”

Es de fácil comprensión	El 20% está “De acuerdo”
	El 80% está “Totalmente de acuerdo”
Refleja confianza en el usuario	El 20% está “De acuerdo”
	El 80% está “Totalmente de acuerdo”
Soluciona mis necesidades	El 40% lo califica como “Ni en acuerdo ni desacuerdo”
	El 20% lo califica como “De acuerdo”
	El 40% lo califica como “Totalmente de acuerdo”
Es ordenado	El 20% está “De acuerdo”
	El 80% está “Totalmente de acuerdo”

Cuadro 11 Resultados de la escala de medición de la calidad del servicio del software. Fuente: Elaboración propia.

Con base en los resultados anteriores, se afirma que:

1. Ninguna de las empresas alegó un resultado negativo en las variables asociadas a la calidad del software.
2. Todas las afirmaciones están en el rango entre “Ni en acuerdo ni desacuerdo” y “Totalmente de acuerdo”, siendo esta última calificación, la que se presenta en más ocasiones.
3. El software cumple con las expectativas de los usuarios, permite que las empresas y sus clientes lleven a cabo las transacciones necesarias en cuanto a la gestión de incidencias.
4. Es una aplicación que presentó el servicio en el tiempo correcto, por medio de las notificaciones y los cambios de estado en los procesos correspondientes, al mismo tiempo, se confirma que contó con las capacidades de procesamiento adecuado.
5. Respecto al “fácil uso” de la aplicación, no hubo un acuerdo general, a pesar de que todas las organizaciones recibieron inducción sobre el uso de esta.

Por tanto, si una empresa instala y configura GLPI y no recibe capacitación sobre los procesos y capacidades de esta herramienta, será necesario superar una curva de aprendizaje que podría acabar en desmotivar un proyecto de innovación en el departamento de TIC, esto concuerda con las respuestas recibidas al respecto de si “es de fácil comprensión”.

6. A cerca de si el software “soluciona las necesidades” de la organización, no hubo una afirmación completa, es importante considerar que las empresas participantes fueron invitadas por el investigador, sin embargo, no era un requisito estar en búsqueda de este tipo de soluciones para participar, por tanto, es comprensible que no todas las organizaciones lo encuentren como una solución a sus necesidades en el momento preciso de la ejecución de las pruebas. De hecho, varias de las empresas externaron que ya tenían soluciones de software licenciados que les permitían remediar estas tareas de gestión.
7. Se confirmó que todas las organizaciones encuentran la interfaz de usuario como un espacio ordenado, que permite encontrar las funciones fácilmente con un rango entre “De acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”.

Por otra parte, al completar el **Cuadro 8** se obtuvo la nota final con base en la suma de promedios de cada variable, dicho resultado se muestra en el **Cuadro 12**. De esta forma se afirma que la nota que representa la calidad del software es de 91,5.

	Valor obtenido en cada respuesta					
Variables	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en acuerdo ni desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Promedio
Cumple con lo que promete	10	12,5	12,5	12,5	12,5	12
Presta el servicio en un tiempo correcto	10	12,5	12,5	12,5	12,5	12
Es un software calificado (capacidades de	10	12,5	12,5	12,5	12,5	12

procesamiento adecuado)						
Es un software de fácil uso	7,5	10	10	12,5	12,5	10,5
Es de fácil comprensión	10	10	12,5	12,5	12,5	11,5
Refleja confianza en el usuario	10	12,5	12,5	12,5	12,5	12
Soluciona mis necesidades	7,5	7,5	10	12,5	12,5	10
Es ordenado	10	10	12,5	12,5	12,5	11,5
	Nota Final					91,5

Cuadro 12 Nota Final con base en la suma de promedios de cada variable. Fuente: Elaboración propia.

Con base en esta calificación, se deduce las empresas participantes catalogaron a GLPI como un software de calidad. Al mismo tiempo, se cumplió el quinto objetivo de la investigación al obtener el resultado final de la valoración que dieron las empresas en cuanto a la calidad y el mejoramiento de los procesos de gestión de incidencias que la herramienta brindó.

3.2.3 Sobre la Gestión de Incidencias

A continuación, se menciona cada de las preguntas que se relacionan con la GI, las cuales corresponden a los números 5, 6, 7 y 8. Para cada una de ellas se muestran las respuestas de las empresas y se relacionan con las PYME de forma que para la respuesta 1 se asocia a la PYME 1, la respuesta 2 se asocia a la PYME 2 y así sucesivamente.

En relación con la pregunta P5, presente en el **ANEXO 1 Cuestionario Aplicado a las PYME TIC**, si la implementación de la herramienta le permite mejorar los procesos de gestión de incidencias, las respuestas obtenidas son:

1. “Sí, porque automatizamos los procesos”.
2. “Podría mejorarlas, aunque de primera entrada requiere incorporar datos para un flujo adecuado”.
3. “Así es. Ya que, permite ordenar el personal y las labores que se encuentran realizando cada de los miembros”.
4. “Desde una perspectiva de mesa de ayuda es una buena solución, para una SOC o llevar proyectos de seguridad, no creo que sea lo ideal”.
5. “Correcto, permite realizar una gestión adecuada de las solicitudes y tickets de las actividades diarias de la empresa”.

A pesar de que la PYME 2 dejó en claro que es necesario incorporar datos o una configuración adecuada del sistema para su uso, también, afirmó que, de ser así, mejoraría los procesos de gestión.

Por lo tanto, se espera que un software generado con base en las normas internacionales, la cual permite una configuración y este proceso requiere tiempo y dedicación antes de ser puesto “en producción”.

Cuando una organización decide implementar normas tales como: ISO, COBIT e ITIL, las recomendaciones y flujos de trabajo se deben adaptar a las organizaciones y su realidad, de la misma forma, los programas o aplicaciones informáticas que intentan acoplarse a estas normas, deben permitir un grado de configuración que le permita a las organizaciones adaptar el software a su espacio de trabajo y la realidad que viven sus empresas, esta es la razón por la cual GLPI necesita un alto grado de configuración al inicio.

Por otra parte, el resto de los participantes afirmaron que el software permitió mejorar los procesos de gestión de incidencias.

En relación con la pregunta P6, presente en el **ANEXO 1 Cuestionario Aplicado a las PYME TIC**, si *“considera que la implementación de la herramienta le es útil*

para mejorar la gestión de la inversión del tiempo de sus colaboradores”, las respuestas obtenidas son las siguientes:

1. “Se logra un mayor rendimiento y control en los tiempos de los servicios”.
2. “Puede que genere, un poco de burocracia, me pareció una herramienta muy completa aunque considero que no tan simple, podría ser que una simplificación de su flujo haría que los empleados lo usen más”.
3. “Sí, debido a que de esta manera se puede conseguir un buen monitoreo de cuántas tareas están realizando los colaboradores y cuánto tiempo les toma”.
4. “Sí, ya que unifica varios procesos de ITIL en la herramienta facilita la correlación de incidentes, problemas, gestiones de cambios, etc”.
5. “Correcto, se puede llevar un tracking adecuado del tiempo utilizado por cada uno de los colaboradores, información que es útil para mejorar los procesos”.

De manera general, los representantes de las empresas mencionaron frases y palabras importantes, tales como: “mayor rendimiento”, “control”, “tiempos de los servicios”, “monitoreo”, “correlación”, “tracking” (seguimiento), “mejorar los procesos”.

También, se aclara que la herramienta no es “tan simple”, sin embargo, es comprensible dado que la aplicación debe ser completa, elaborada y debe abarcar muchas consideraciones que han sido dispuestas en las normas que intenta cumplir.

En relación con la pregunta P7, presente en el **ANEXO 1 Cuestionario Aplicado a las PYME TIC**, *si considera que la implementación de la herramienta le es útil para tomar decisiones en cuanto a la cantidad y tipo de incidencias que generan sus clientes*, las respuestas obtenidas son:

1. “Si, ya que quedan registros e historiales la cual se pueden consultar”.
2. “Si, mantiene una bitácora muy grande de cada una de las tareas que se

implementa, no observé que la aplicación tuviera un dashboard para la toma de decisiones, ya que el que vi parecía más operacional”.

3. “Así es. Ya que, puedo contabilizar la cantidad de incidencias que realiza cada uno de los colaboradores y saber si están llegando a la meta o no”.
4. “No, ya como se mencionó anteriormente, nuestra empresa no gestiona incidentes de mesa de ayuda (helpdesk)”.
5. “Correcto, los datos brindados facilitan el análisis para identificar puntos de mejora en las diferentes actividades de los procesos, además, de poder mejorar el servicio al cliente que se brinda”.

Para esta pregunta, los representantes de todas las organizaciones participantes respondieron de forma positiva, excepto una de ellas, sin embargo, la respuesta se orienta a afirmar que la empresa ya cuenta con una herramienta que gestiona las incidencias. Se afirma, además que la herramienta permite “mejorar el servicio al cliente”, siendo uno de los objetivos principales del software.

Una de las empresas mencionó que al contabilizar las incidencias pueden saber “si están llegando a la meta o no”, es interesante descubrir que ya tienen una cultura o costumbre en la que, la cantidad de incidencias son tomadas como “metas” a nivel interno del departamento. El proceso de registro, clasificación y priorización les permite establecer límites. Algunos ejemplos de posibles metas serían las siguientes:

- Cerrar todas las incidencias urgentes al final del día
- Cerrar la semana sin incidencias de prioridad media ni alta
- Cerrar el mes con cero incidencias pendientes

Este punto es específico, podría prestarse para la implementación de procesos internos a nivel del departamentos de TIC, que le permitan crear un ambiente de *gamification* [67], por ejemplo donde se premie a los colaboradores que cumplen con una u otra meta al final de la semana o el mes. Esto podría convertirse en una

motivación y competencia sana dentro del equipo de trabajo.

En relación con la pregunta P8, presente en el **ANEXO 1 Cuestionario Aplicado a las PYME TIC**, si *considera que la implementación de la herramienta le permite brindar un mejor servicio a sus clientes*, las respuestas obtenidas son:

1. “Sí, porque se agiliza en tiempos y mayor comunicación con el cliente”.
2. “Depende un poco, la verdad nuestros clientes generalmente prefieren manejo de solicitudes por reuniones, aunque a nosotros internamente sí nos serviría para llevar control del tiempo que toma atenderlos y el control del estado de las solicitudes”.
3. “Así es. Puesto que, me permite saber si los trabajos se hicieron bien o solo por cumplir el trabajo. Además, puedo saber qué acciones se tomaron para solventar un problema específico y eso ayuda en futuras incidencias. Por lo tanto se resuelven mejor las futuras incidencias”.
4. “Sí, para una empresa que no tiene ningún sistema de gestión de incidentes es una buena solución y fácil de administrar”.
5. “Completamente, la herramienta brinda un canal ágil de comunicación y tracking entre nuestros clientes y la organización, debido a que nos permite mantener al usuario informado de lo que sucede con las solicitudes que ingresa a la plataforma, adicionalmente, le brinda a la organización un medio más profesional de gestionar las incidencias y de tener información valiosa para mantener una mejora continua en el servicio brindado a los clientes”.

La pregunta P8 intentó descubrir si las empresas consideraron que se mejoró el “servicio al cliente”, entre las respuestas se encontraron frases y palabras tales como “mayor comunicación”, “tiempo que toma atenderlos”, “saber si los trabajos se hicieron bien”, “buena solución” y “canal ágil de comunicación” siendo en general un acuerdo en el que todos participantes afirmaron que el servicio al cliente mejora si se llevara a cabo la implementación de GLPI para la gestión de incidencias.

Es importante señalar que, como parte del servicio al cliente, la PYME 5 señaló que la herramienta le permitió “mantener al usuario informado de lo que sucede con las solicitudes” y esto es un detalle que claramente como cliente debe ser bien recibido.

Todos hemos sido clientes en algún momento y es bien sabido que cuando estamos a la espera de un servicio, queremos saber qué sucede, si se está trabajando en brindar una solución o no; por tato, esa información expedita y a la mano del cliente con la oportunidad de consultar el sistema y “darle seguimiento” en cualquier momento a cada una de las tareas que se están realizando, intenta transmitir una sensación de atención y consideración que se traduce en un mejor “servicio al cliente”.

Capítulo IV Discusión

Con base en la experiencia generada por el proceso de selección, implementación y evaluación de la herramienta, el autor considera importante discutir las siguientes ideas:

1. **GLPI es un software sumamente liviano, en cuanto a ejecución se refiere:** este software se ejecutó en una máquina virtual con dos gigas de RAM, un procesador y veinte gigas de disco duro, manteniendo en ejecución cinco instancias del mismo software y ningún momento del período de pruebas, alguna de las empresas reportó problemas por velocidad, por el contrario, varios de los participantes afirmaron que la herramienta responde a las solicitudes de manera rápida.
2. **Puede ser difícil cambiar de herramientas:** si bien GLPI soluciona de forma adecuada la tarea de gestión de las incidencias en las organizaciones, algunos de los participantes aseguraron que no la implementarían, porque ya cuentan con soluciones de paga y les es más difícil llevar a cabo un cambio que implica “incomodar” a los clientes con una herramienta nueva.
3. **El mercado también exige integración:** existen soluciones de paga en el mercado que integran otras funciones como por ejemplo ERP, administración de clientes y otras funciones que “suman puntos” e influyen para que algunas organizaciones prefieran pagar por el uso de herramientas más “completas” o bien, que integran funciones adicionales.
4. **El software libre necesita dedicación:** GLPI es una herramienta software libre, por tanto, es gratuita y además es liviana y funcional, sin embargo, el proceso de aprendizaje necesita dedicación y tiempo. Se deben tener conocimientos tanto en la parte técnica como la configuración en línea de comando de Linux y servidores, como en la parte de gestión de TIC para poner en práctica los flujos de proceso de gestión de incidencias con base

en los marcos de referencia. Por tanto, configurar la herramienta y llevarla a producción para aprovechar sus capacidades de gestión, requiere tiempo.

5. **Existe poca divulgación de herramientas de software libre:** la falta de conocimiento de la existencia de herramientas como GLPI es un factor que influye para que algunas empresas no la utilicen. Durante el proceso de inducción, varios de los participantes afirmaron que “si la hubieran conocido cuando se fundó la empresa, quizás la hubieran implementado y hasta posiblemente la estarían utilizando aún”. Como integrante activo de varias comunidades de software libre, en especial de la comunidades de software libre centroamericana, puedo decir que conozco la filosofía de estas comunidades y grupos, donde se incentiva el beneficio común y se insta a aportar en los distintos proyectos de desarrollo; sin embargo, no es un interés común llenar las redes de publicidad para lograr un mayor uso de las herramientas, sino, cada persona se acerca a las comunidades o utiliza las herramientas software libre por interés propio.

GLPI mejora la atención al cliente: para organizaciones PYMES dedicadas a la venta de servicios TIC que aún no tienen un sistema que le permita gestionar las incidencias, GLPI es una buena opción. Les ayudará a mejorar la atención al cliente, registrar y darle seguimiento a las solicitudes o incidencias y tomar decisiones con base en los resultados y resúmenes que muestra la herramienta. Dos de las cinco empresas participantes ya comenzaron el proceso de implementación de manera oficial de la herramienta. Se puede afirmar que la investigación permitió mejorar los procesos de atención al cliente de dos PYME por medio de la gestión de incidencias, lo cual es beneficioso.

6. GLPI cumple con las disposiciones de los marcos de referencia, específicamente DSS02 Gestionar las solicitudes e incidentes de servicio mencionado en COBIT 2019 [68] y la práctica #5 llamada Gestión de Incidencias para el SVS Gestión de Servicios de ITIL V4 [2].

Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones

A continuación, se describen las conclusiones con base en una mirada retrospectiva de todo el trabajo, desde el proceso de indagación inicial, los antecedentes, referentes del tema y por supuesto, los desenlaces provenientes del análisis de resultados.

Además, para cada conclusión se detalla una recomendación correspondiente, las cuales están enfocadas en brindarle información de valor a las organizaciones que estén evaluando la oportunidad de implementar o migrar sus sistemas de gestión de incidencias a un software como GLPI.

5.1 Conclusiones

5.1.1 Lista de soluciones software libre para la gestión de incidencias

Durante el proceso de búsqueda de la lista de herramientas para ser sometidas a los procesos de selección, se encontró una cantidad considerable de aplicaciones que cumplen con al menos las primeras dos premisas que son: ser software libre y desarrollado mediante tecnologías web. Las aplicaciones que formaron parte de la lista son: Adefhelpdesk, Brimir, eTicket, Faveo, GLPI, HelpDeskZ, Katak Support, Librerum HelpDesk, OSTicket, OTRS Community Edition, PHP HelpDesk, SimpleDesk y UVDesk.

Adicionalmente, se encontraron gran cantidad de soluciones licenciadas y también desarrolladas por medio de tecnologías para aplicaciones de escritorio y móviles las cuales no fueron consideradas en este estudio.

5.1.2 GLPI resultante al aplicar el modelo de selección de software basado en cuatro etapas

Dicho modelo de selección incluye cuatro criterios los cuales son: necesidades de la organización (sin límite de usuarios, personalizables en cuanto a diseño e interfaz gráfica y multilenguaje), elementos de tecnología (notificaciones por medio de correo electrónico y administración del contrato de servicio SLA o urgencia de la atención de incidencias), estrategia (gestión de usuarios y perfiles para asignación de responsabilidades) y otros elementos clave del tema de estudio (control de colisiones de agentes e incidencias).

En todos los juicios GLPI marcó la diferencia con las herramientas evaluadas al cumplir cada uno de estos puntos de control, razón por la cual fue puesta a prueba con las empresas y el resultado se refleja en las opiniones de los participantes. Además de ser una aplicación que cumple con ITIL, GLPI sobresale ante otros criterios de evaluación como los antes mencionados.

GLPI permite que los equipos de trabajo creen las incidencias por medio de un registro oportuno, luego, por medio de una notificación por correo electrónico, es recibido por las personas encargadas de procesarlo. Inicialmente, se clasifican, además, pueden ser comparadas mediante una lista o reporte que permite verificar si existe duplicidad.

De la misma forma, cada cliente puede dar seguimiento a sus incidencias, de manera que, verifique el estado actual, si ya ha sido asignado, se encuentra en proceso o está resuelto. Los agentes o soportistas, por su parte, pueden realizar los cambios en el momento necesario, brindando retroalimentación sobre los procedimientos realizados para resolver el problema y llevarlo a término de cierre.

Durante los procesos de pruebas y de capacitación a las empresas participantes, fue posible confirmar que GLPI cuenta con una base de datos de errores conocidos, lo cual es una herramienta importante para los equipos de trabajo en las organizaciones al atender la GI, esto permite que los agentes de servicio o soportistas realicen consultas sobre las soluciones implementadas anteriormente y rescatar los conocimientos adquiridos con base en experiencias obtenidas aplicando este bagaje en situaciones similares.

De esta forma, se ahorra tiempo, se aprovechan experiencias y se podría actuar con más confianza durante los procesos de atención técnica de las incidencias.

5.1.3 Se configuró GLPI en un servidor VPS

Para esta investigación, se utilizó el servicio de VPS de la compañía vpsserver.com, sin embargo, las opciones en el mercado de alquiler de servidores en la nube son muy amplias.

El costo se mantuvo en menos de \$10 USD por mes para el servidor utilizado, el cual fue capaz de sostener cinco instancias de GLPI durante más de cuatro meses. Tomando en cuenta que cada instancia fue asignada a una empresa y cada empresa tuvo una cantidad específica de usuarios, durante el transcurso de la prueba de la herramienta, no hubo queja alguna por el desempeño del servidor, en ninguno de los procesos de gestión.

Por otra parte, la accesibilidad por medio de direcciones IP públicas y la facilidad de creación del VPS fueron sin duda, parte importante para que el proceso de prueba fuera exitoso y fácil de replicar.

5.1.4 Se probó la herramienta en cinco PYME dedicadas a la prestación de servicios de TIC

Los representantes de las cinco PYME que cumplieron con el proceso se mostraron sorprendidos por la eficiencia y completitud de la herramienta, esto se demostró en el análisis de resultados.

De hecho, la PYME 1 decidió implementar la herramienta de manera oficial en los procesos de su organización, lo cual generó un impacto valioso en los procesos de gestión.

GLPI puede ser instalado sobre sistemas operativos de tipo Windows, MAC OS y Linux, siendo este último es seleccionado para esta investigación. Basta con tener conocimientos básicos en el uso de la línea de comandos de Linux para cumplir con este acometido. Es importante contar con un servidor web, de PHP y de bases de datos para ejecutar la herramienta.

De manera general, el proceso de instalación consiste en: descargar, descomprimir, brindar permisos, instalar complementos y ejecutar la aplicación. El resto son pasos de personalización para adecuar la herramienta las necesidades propias de la organización.

A pesar de que esta investigación se enfocó en la puesta en marca de la herramienta en PYMES dedicadas a la prestación de servicios TIC, no se omite que GLPI sea una herramienta funcional para la atención de incidencias en otras disciplinas.

De hecho, durante el proceso de revisión bibliográfica se encontró que muchas de las herramientas utilizadas para el estudio de selección inicial son utilizadas en servicios tales como centros de llamadas (*call center*), atención de pacientes en clínicas, estudios legales, entre otros.

5.1.5 La percepción de las PYME

Con base en el resultado de la calificación, a cerca de la calidad del servicio que ofrece un software, GLPI es un software de Calidad, obtenido un resultado de 91,5 como promedio de las evaluaciones de las empresas participantes. Algunas de las variables consultadas son: cumple con lo que promete, es un software de fácil uso, soluciona mis necesidades, es ordenado, entre otras.

Además de la recolección de datos formal, en todas las reuniones de coordinación sobre el proceso de prueba de la herramienta, los comentarios fueron positivos a cerca de la versatilidad, sencillez y al mismo tiempo completa que es la herramienta. No hubo ningún comentario negativo sobre GLPI tanto en las encuestas, como en reuniones informales.

5.2 Recomendaciones

5.2.1 La experiencia sobre la lista de herramientas

Si bien, existen gran cantidad de herramientas web software libre que atienden la GI, se recomienda, como una buena práctica de gestión de gobierno organizacional, de manera general, procurar que las soluciones sean consideradas para las empresas y que estén alineadas en su definición y procesos con los lineamientos que establecen los distintos referentes tales como ITIL y COBIT. La experiencia en la implementación de una herramienta, con estos estándares, es la recomendada.

5.2.2 GLPI es recomendada

Para aquellas organizaciones que estén en procesos de selección de software, se les invita a revisar los parámetros establecidos en esta investigación; o bien, aplicar el mismo modelo y establecer sus criterios propios, esto permite sentar precedentes importantes en la reflexión para decidir sobre cuál es herramienta adecuada para la organización en determinado problema.

El modelo de selección empleado fue exitoso, se debe reconocer que los parámetros de elección para la herramienta de software forman parte del éxito de este proyecto y que además puede ser utilizado para otros procesos de selección de software en los que se vean involucradas las PYMES, por tanto, se exhorta a considerar un proceso de selección de software exhaustivo como en que se aplicó en este trabajo.

5.2.3 El despliegue de la aplicación sobre un VPS fue exitoso

Se recomienda considerar la implementación por medio de un VPS evitando molestias de respaldo, electricidad, aires condicionados, plataformas de virtualización y otros asociados a una solución local.

A pesar de que, para esta investigación, el proceso de puesta en marcha resultó relativamente barato, al hacer uso de un VPS con un sistema operativo Linux, se recomienda estudiar el manual de instalación y configuración detalladamente para no incurrir en gastos adicionales, durante los procesos de implementación de la herramienta.

Si bien es cierto, el software libre no implica gastos en cuanto a la adquisición de licencias, se debe considerar el tiempo la preparación de las tecnologías, los procesos de instalación y configuración que requieren un nivel de especialización medio-alto.

Con el objetivo de mitigar cualquier inconveniente, durante estos procesos, se adjunta el manual de instalación presente en los anexos.

5.2.4 La experiencia de las PYMES

En el caso de las PYMES dedicadas a brindar servicios de TIC, se recomienda la implementación de una herramienta como GLPI para solucionar los procesos

de GI, siendo una aplicación que no solo no requiere de un gasto por licenciamiento, sino que además es desarrollada por medio de tecnologías web.

5.2.5 Percepción de las PYME

Más que una recomendación, producto de este trabajo y la experiencia brindada por el estudio, puesto en práctica y uso de GLPI, las PYMES participantes coinciden en que GLPI es una oportunidad importante para atender las incidencias en su haber diario.

Se recomienda considerar GLPI como un software que, con base en la experiencia de las PYME participantes, ha sido catalogado como un software de calidad.

Por último, se invita a capacitar a los equipos de trabajo en las organizaciones para que durante la puesta en marcha de GLPI, se aprovechen características importantes como lo es la base de datos de conocimiento. Siendo una característica que podría representar gran cantidad de los beneficios.

Anexos

ANEXO 1 Cuestionario Aplicado a las PYMES TIC

Universidad de Costa Rica

Sistema de Estudios de Posgrado

Cuestionario PYMES TIC

La presente encuesta se realiza como parte de la investigación y documentación de la **Propuesta para la Gestión de Incidencias en PYMES dedicadas a la prestación de servicios de TIC en Costa Rica por medio de una herramienta web Software Libre**.

La información que proporcione se tratará con total confidencialidad y fines académicos. Agradecemos de antemano su colaboración.

A continuación, se presentan una serie de preguntas. Marque en un círculo la respuesta que más se adecua a su caso.

I. CARACTERIZACIÓN

P1 Tamaño de la organización por número de trabajadores

1. Micro (10 o menos)
2. Pequeña (>10 y <35)
3. Mediana (>35 y <100)

P2 Actividades de TIC que desarrolla

1. Desarrollo de Software
2. Seguridad Informática
3. Redes y Soporte Técnico

P3 ¿Cantidad en años de brindar servicios en el mercado?

1. Menos de cinco
2. Entre cinco y diez
3. Más de diez

II. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE

P4 Para cada una de las siguientes afirmaciones, sobre el software GLPI, que se presentan a continuación, indique qué tan de acuerdo se encuentra con cada una de ellas (siendo 1 nada de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo).

Afirmaciones	¿Qué tan de acuerdo está?				
	Nada de acuerdo			Totalmente de acuerdo	
Cumple con lo que promete					
Presta el servicio en un tiempo correcto					
Es un software calificado (capacidades de procesamiento adecuado)					
Es un software de fácil uso					
Es de fácil comprensión					
Refleja confianza en el usuario					
Soluciona mis necesidades					
Es ordenado					

III. SOBRE LA GESTIÓN DE INCIDENCIAS

P5 ¿Considera que la implementación de la herramienta le permite mejorar los procesos de gestión de incidencias? Por favor Explique.

P6 ¿Considera que la implementación de la herramienta le es útil para mejorar la gestión de la inversión del tiempo de sus colaboradores? Por favor Explique.

P7 ¿Considera que la implementación de la herramienta le es útil para tomar decisiones en cuanto a la cantidad y tipo de incidencias que generan sus clientes? Por favor Explique.

P8 ¿Considera que la implementación de la herramienta le permite brindar un mejor servicio a sus clientes? Por favor Explique.

¡Muchas gracias por su colaboración!

ANEXO 2 Bitácoras de Pruebas de Software



Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

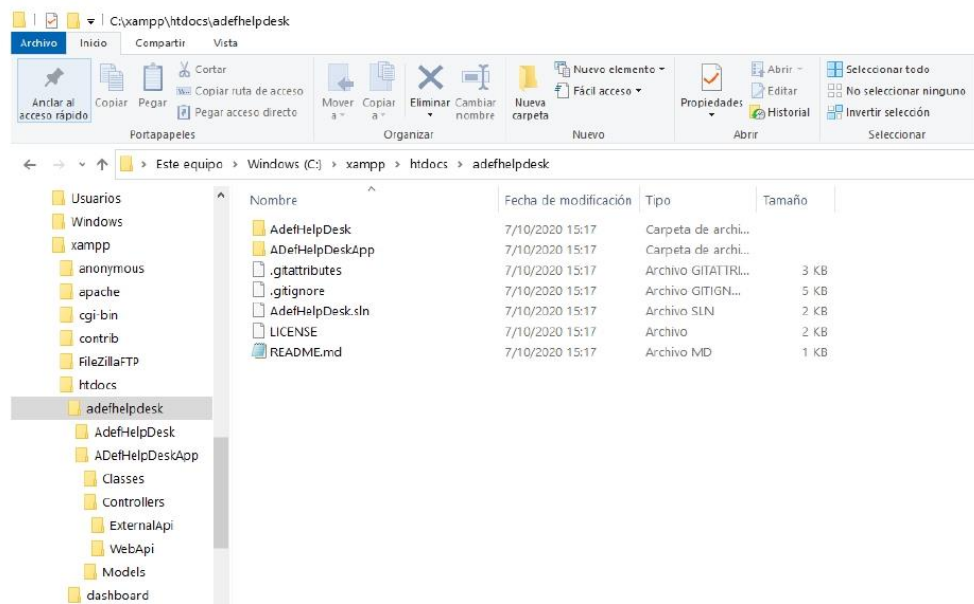
Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software **Adefhelpdesk** localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	SI
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	NO
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	NO

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:





Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

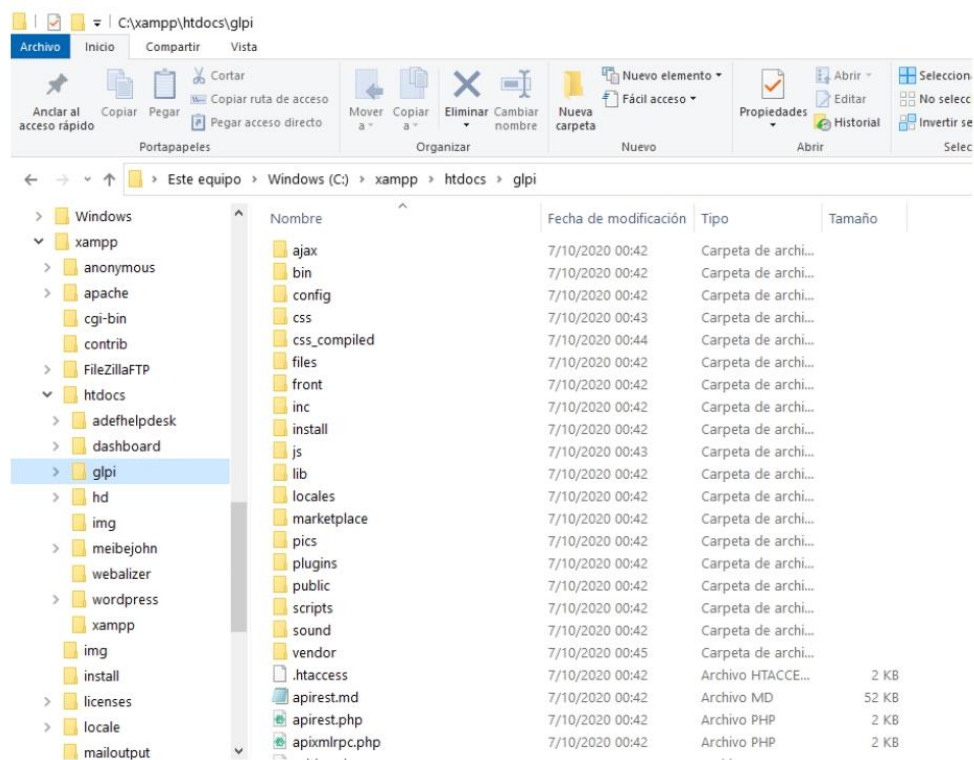
Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software **Brimir** localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	NO
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	NO
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	NO

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:



File Explorer window showing the directory structure of the XAMPP installation. The path is `C:\xampp\htdocs\glpi`.

The left sidebar shows the tree view with the following structure:

- Windows
 - xampp
 - anonymous
 - apache
 - cgi-bin
 - contrib
 - FileZillaFTP
 - htdocs
 - adefhelpdesk
 - dashboard
 - glpi (selected)
 - hd
 - img
 - meibejohn
 - webalizer
 - wordpress
 - xampp
 - img
 - install
 - licenses
 - locale
 - mailoutput

The main pane shows a list of files and folders:

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
ajax	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
bin	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
config	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
css	7/10/2020 00:43	Carpeta de archi...	
css_compiled	7/10/2020 00:44	Carpeta de archi...	
files	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
front	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
inc	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
install	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
js	7/10/2020 00:43	Carpeta de archi...	
lib	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
locales	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
marketplace	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
pics	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
plugins	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
public	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
scripts	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
sound	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
vendor	7/10/2020 00:45	Carpeta de archi...	
.htaccess	7/10/2020 00:42	Archivo HTACCE...	2 KB
apirest.md	7/10/2020 00:42	Archivo MD	52 KB
apirest.php	7/10/2020 00:42	Archivo PHP	2 KB
apixmlrpc.php	7/10/2020 00:42	Archivo PHP	2 KB



Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software eTicket localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	NO
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	SI
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	SI

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:

File Explorer window showing the directory `C:\xampp\htdocs\eTicket-1.7.3`. The left sidebar shows the file tree with `eTicket-1.7.3` selected. The main pane displays a list of files and folders with columns for Name, Date modified, Type, and Size.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
attachments	14/10/2020 14:23	Carpeta de archi...	
captcha	14/10/2020 14:23	Carpeta de archi...	
inc	14/10/2020 14:23	Carpeta de archi...	
install	14/10/2020 14:23	Carpeta de archi...	
themes	14/10/2020 14:23	Carpeta de archi...	
admin.php	14/10/2020 14:23	Archivo PHP	7 KB
attachments.php	14/10/2020 14:23	Archivo PHP	4 KB
automail.php	14/10/2020 14:23	Archivo PHP	16 KB
badge.png	14/10/2020 14:23	Archivo PNG	4 KB
core.js	14/10/2020 14:23	Archivo JavaScript	2 KB
help.php	14/10/2020 14:23	Archivo PHP	3 KB
index.php	14/10/2020 14:23	Archivo PHP	3 KB
init.php	14/10/2020 14:23	Archivo PHP	13 KB
lang.php	14/10/2020 14:23	Archivo PHP	20 KB
license.txt	14/10/2020 14:23	Documento de t...	6 KB
musicplayer_f6.swf	14/10/2020 14:23	URL:Winamp Co...	7 KB
newticket.php	14/10/2020 14:23	Archivo PHP	2 KB
noflash.gif	14/10/2020 14:23	Archivo GIF	1 KB
open.php	14/10/2020 14:23	Archivo PHP	3 KB
open_raw.php	14/10/2020 14:23	Archivo PHP	3 KB
pipe.php	14/10/2020 14:23	Archivo PHP	7 KB
readme.html	14/10/2020 14:23	Chrome HTML D...	27 KB
rss.php	14/10/2020 14:23	Archivo PHP	5 KB

26 elementos



Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

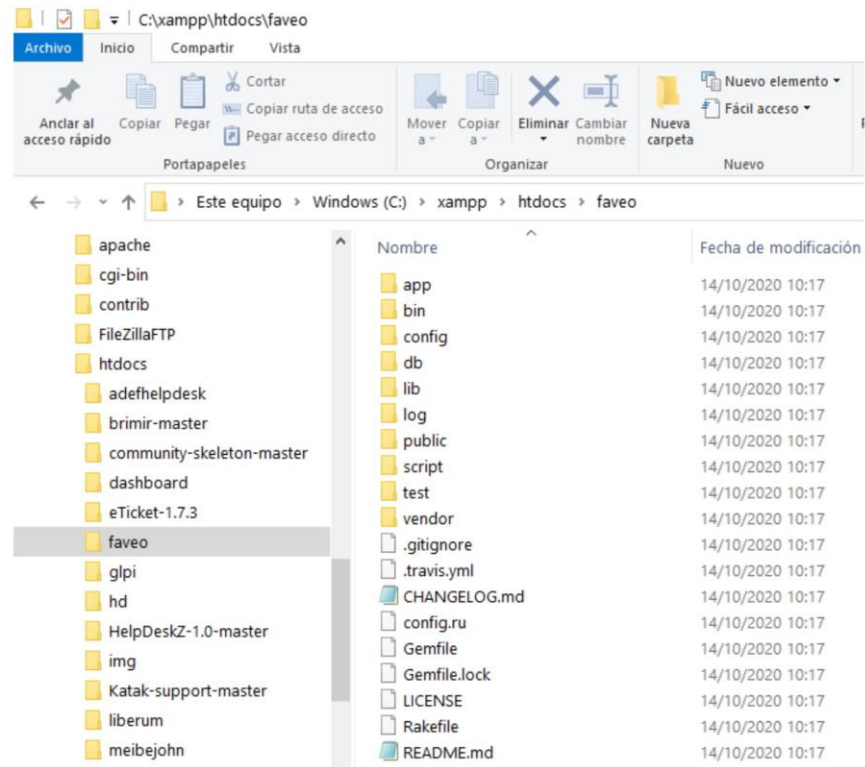
Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software **Faveo** localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	SI
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	SI
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	NO

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:





Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

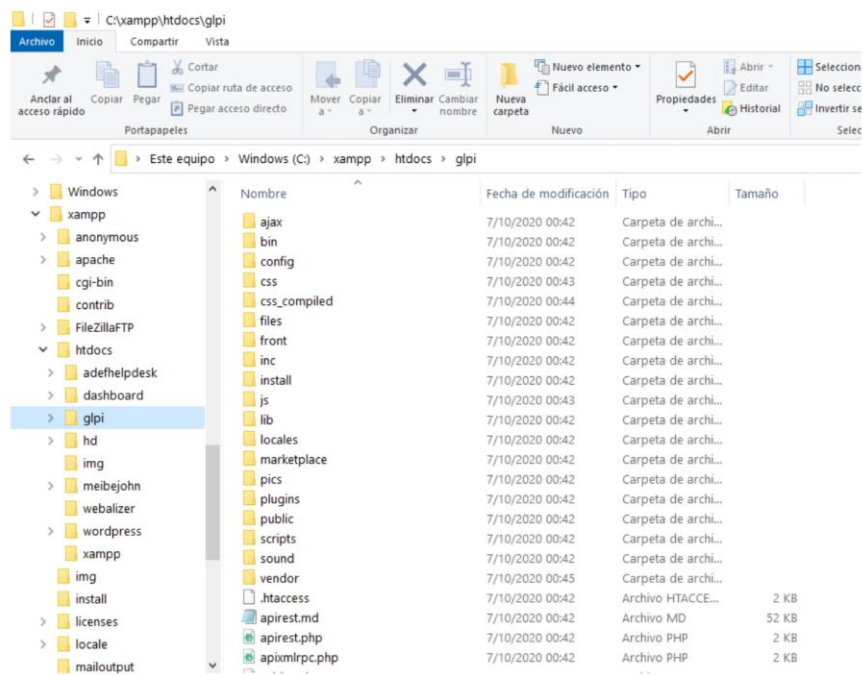
Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software GLPI localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	SI
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	SI
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	SI

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:



Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
ajax	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
bin	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
config	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
css	7/10/2020 00:43	Carpeta de archi...	
css_compiled	7/10/2020 00:44	Carpeta de archi...	
files	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
front	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
inc	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
install	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
js	7/10/2020 00:43	Carpeta de archi...	
lib	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
locales	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
marketplace	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
pics	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
plugins	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
public	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
scripts	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
sound	7/10/2020 00:42	Carpeta de archi...	
vendor	7/10/2020 00:45	Carpeta de archi...	
.htaccess	7/10/2020 00:42	Archivo HTACCE...	2 KB
apiREST.md	7/10/2020 00:42	Archivo MD	52 KB
apiREST.php	7/10/2020 00:42	Archivo PHP	2 KB
apixmlrpc.php	7/10/2020 00:42	Archivo PHP	2 KB



Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

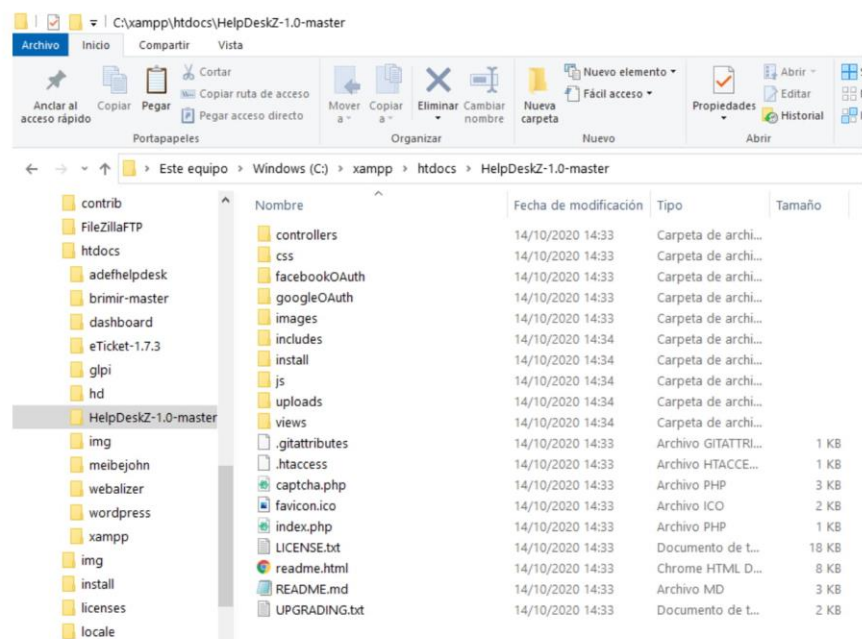
Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software HelpDeskZ localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	SI
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	SI
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	SI

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:





Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

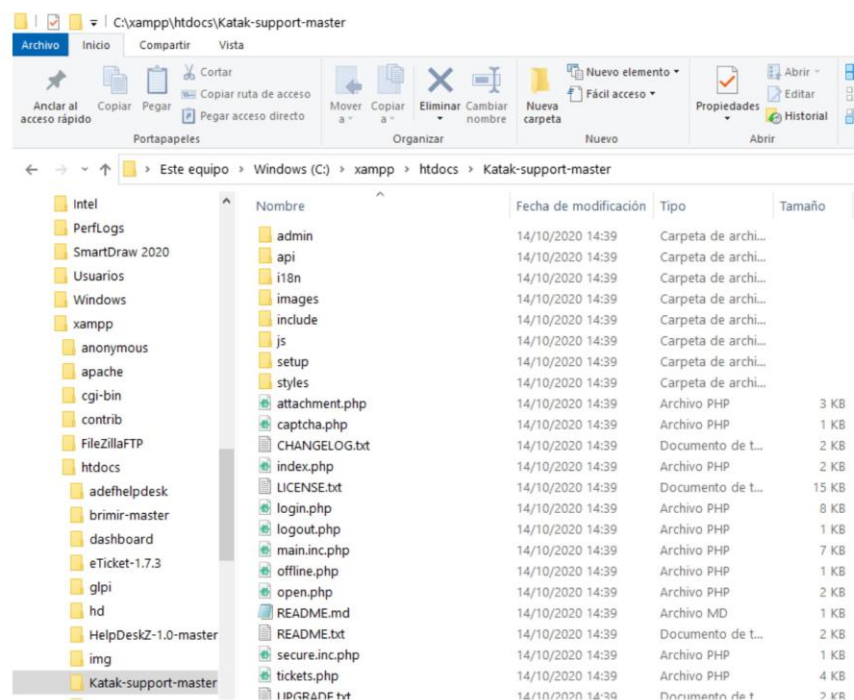
Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software Katak Support localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	SI
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	SI
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	SI

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:





Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

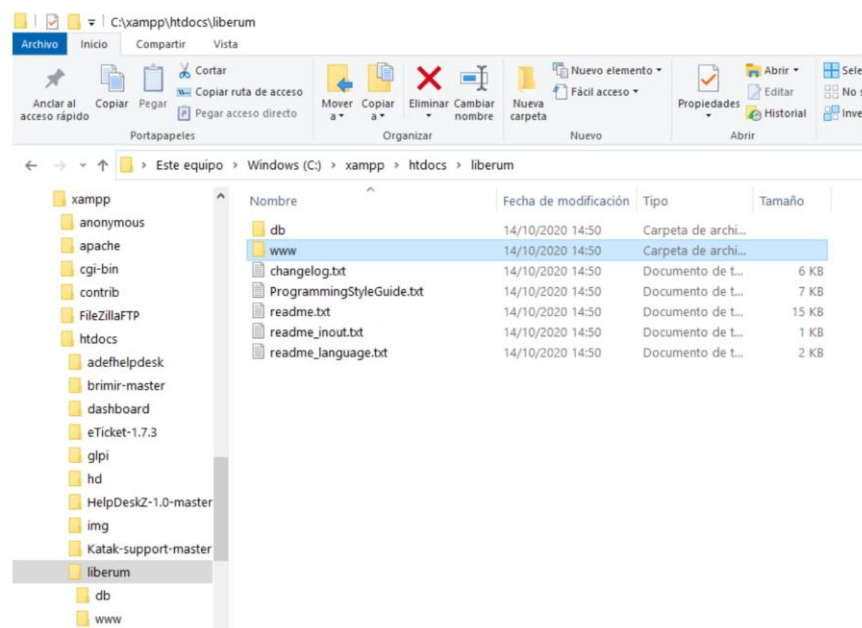
Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software Librerum HelpDesk localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	SI
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	SI
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	SI

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:





Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

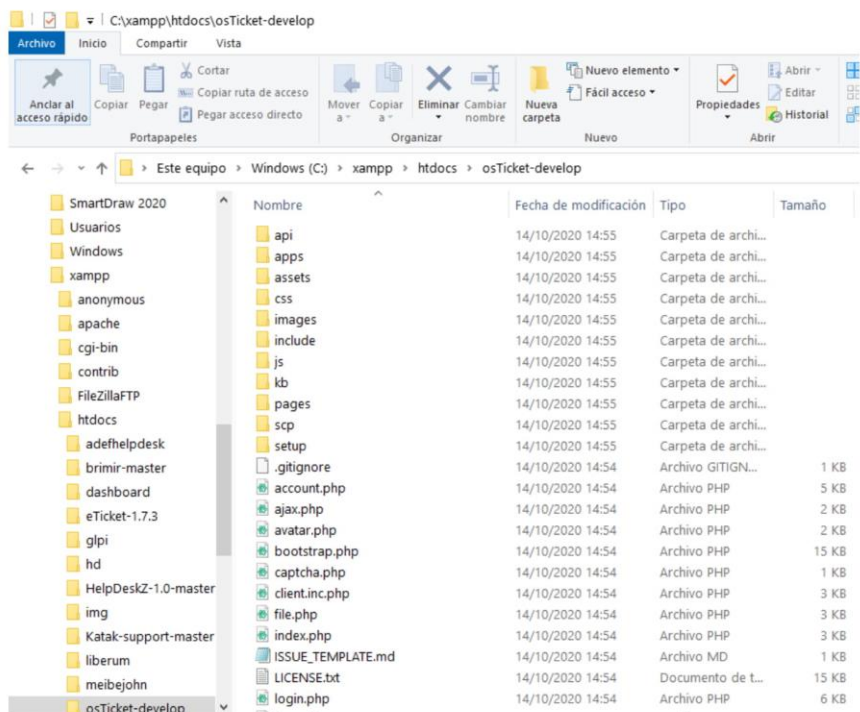
Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software **OS TICKET** localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	SI
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	SI
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	SI

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:



File Explorer window showing the directory structure of the osTicket installation.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
api	14/10/2020 14:55	Carpeta de archi...	
apps	14/10/2020 14:55	Carpeta de archi...	
assets	14/10/2020 14:55	Carpeta de archi...	
css	14/10/2020 14:55	Carpeta de archi...	
images	14/10/2020 14:55	Carpeta de archi...	
include	14/10/2020 14:55	Carpeta de archi...	
js	14/10/2020 14:55	Carpeta de archi...	
kb	14/10/2020 14:55	Carpeta de archi...	
pages	14/10/2020 14:55	Carpeta de archi...	
scp	14/10/2020 14:55	Carpeta de archi...	
setup	14/10/2020 14:55	Carpeta de archi...	
.gitignore	14/10/2020 14:54	Archivo GITIGN...	1 KB
account.php	14/10/2020 14:54	Archivo PHP	5 KB
ajax.php	14/10/2020 14:54	Archivo PHP	2 KB
avatar.php	14/10/2020 14:54	Archivo PHP	2 KB
bootstrap.php	14/10/2020 14:54	Archivo PHP	15 KB
captcha.php	14/10/2020 14:54	Archivo PHP	1 KB
client.inc.php	14/10/2020 14:54	Archivo PHP	3 KB
file.php	14/10/2020 14:54	Archivo PHP	3 KB
index.php	14/10/2020 14:54	Archivo PHP	3 KB
ISSUE_TEMPLATE.md	14/10/2020 14:54	Archivo MD	1 KB
LICENSE.txt	14/10/2020 14:54	Documento de t...	15 KB
login.php	14/10/2020 14:54	Archivo PHP	6 KB



Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

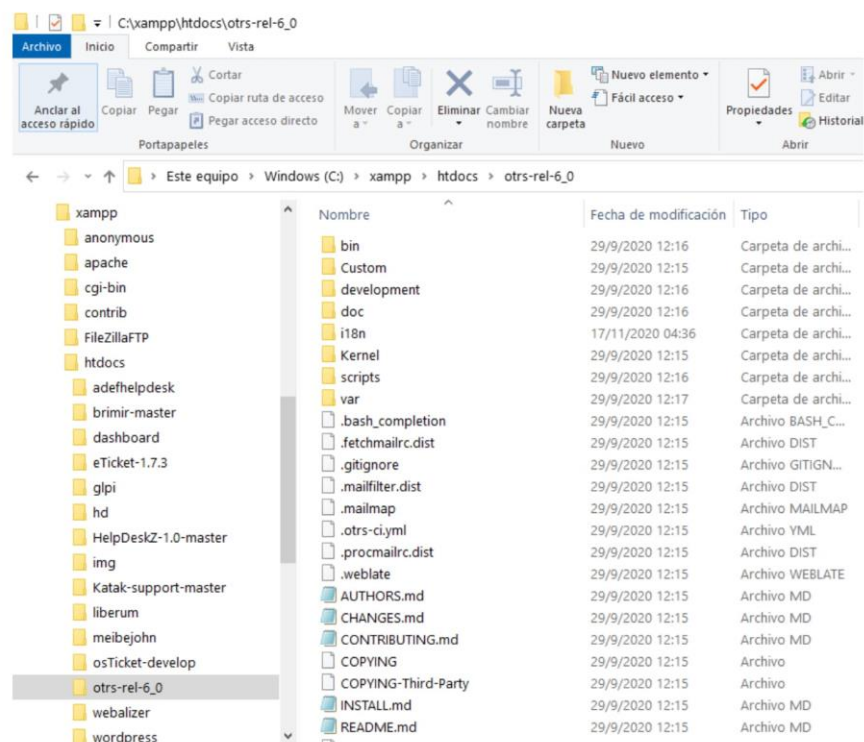
Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software **OTRS** localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	SI
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	SI
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	SI

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:





Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software **PHP HELPDESK** localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	SI
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	NO
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	NO

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:

File Explorer window showing the directory structure of the installed application. The address bar indicates the path: C:\xampp\htdocs\phphelpdesk\phd_2_12.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo
images	19/9/2020 16:18	Carpeta de archi...
include	19/9/2020 16:18	Carpeta de archi...
securimage	19/9/2020 16:18	Carpeta de archi...
setup	19/11/2020 16:16	Carpeta de archi...
upload	2/2/2012 20:31	Carpeta de archi...
_read_me.1st	19/9/2020 16:17	Archivo 1ST
abro_adjunto.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
area.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
area_list.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
area_select.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
atributo.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
atributo_list.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
carga_usuario_area.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
class.phpmailer.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
class.smtp.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
clave_chg.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
config.inc.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
consulta.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
e_mail_error.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP
favicon.ico	19/9/2020 16:17	Archivo ICO
funciones.inc.php	19/9/2020 16:17	Archivo PHP



Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

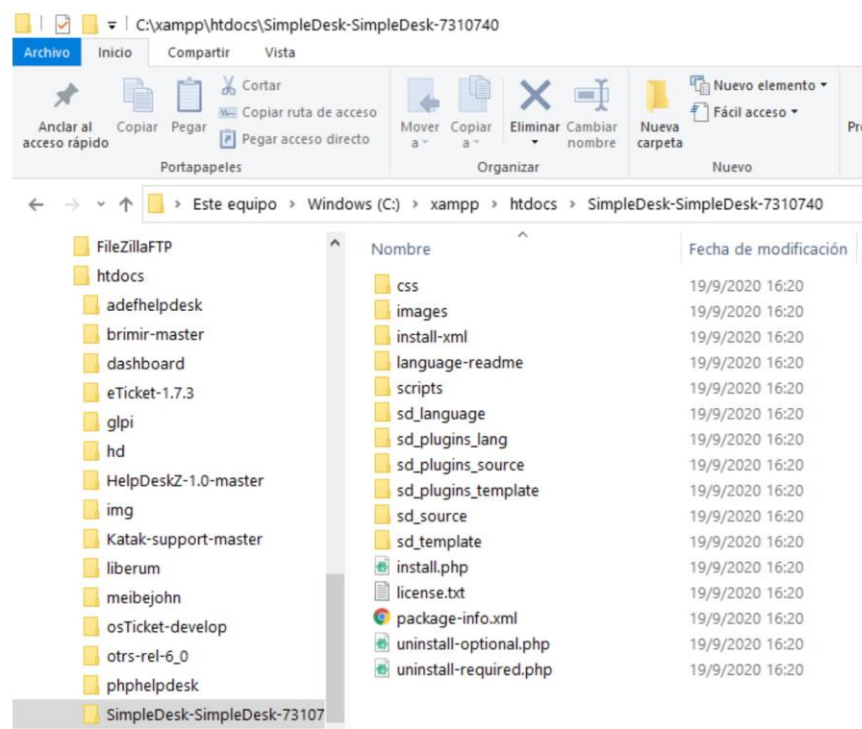
Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software **SimpleDesk** localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	SI
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	SI
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	NO

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:





Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Bitácora de Pruebas de Software

Trabajo Final de Graduación

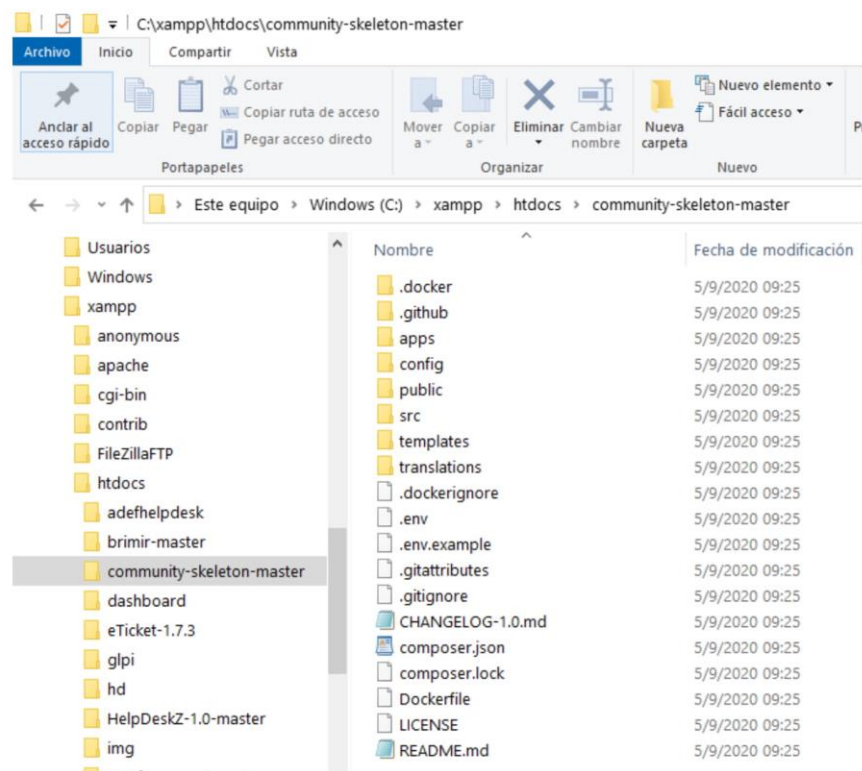
Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Instalar y configurar el software **UVDESK** localmente para verificar los rubros detallados en el Cuadro 3, los cuales se refieren al cumplimiento de ITIL.

ITIL Gestión de Incidencias		
Característica	Pregunta	¿Cumple?
Registro	¿Permite registrar incidencias?	SI
Categorización	¿Maneja Categorías y Subcategorías?	SI
Asignación/Escalamiento	¿Permite la asignación de especialistas?	SI
Priorización	¿Permite priorizar incidencias?	NO
Solución	¿Permite el registro de una solución?	SI
Bases de datos de errores conocidos	¿Permite hacer algún registro de problemas y posibles soluciones?	SI

Cuadro 3. Filtro de Características para asegurar compatibilidad de las herramientas con ITIL.

Evidencias de la Instalación y prueba:



ANEXO 3 Manual de Instalación de GLPI en VPS



Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Manual de Instalación y Configuración

Software GLPI en VPS

Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Describir claramente los pasos para la instalación y configuración del software de gestión de incidencias GLPI en un servidor virtual publicado en Internet (VPS).

Paso 1: Adquisición de un servicio de VPS

Para esta investigación, se adquirió un VPS con la compañía VPS SERVER, la cual cuenta con centros de datos en distintos lugares del mundo, con un promedio de calificación de los cliente de 9.5 en escala de 1 a 10 y ofrece servidores tanto en Windows como en Linux, entre otras características.

Las características de la máquina virtual fueron las siguientes:

- Sistema Operativo: Ubuntu Server 20.04 LTS
- Memoria RAM: 1GB
- Disco Duro: 25GB

Para administrar el servidor, se realiza una conexión remota, en este caso se utilizó el software libre Putty. La conexión se llevó a cabo por medio del protocolo SSH y el puerto 22. En la **Imagen 01** se muestra la forma de configurar la conexión en el software Putty.

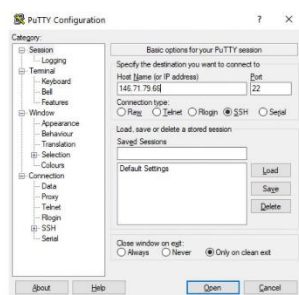


Imagen 01: Configuración de la conexión remota por SSH en Putty para acceder a la VPS

Paso 2: Instalación de Requisitos

Dado que el servidor es un Linux sin interfaz gráfica, todos los pasos de la instalación, se deben hacer por medio de comandos. En el **Cuadro 1** se describen los comandos en el orden en que se ejecutaron y el objetivo de cada uno.

Comando	Objetivo
apt-get install php	Instalación del lenguaje PHP para ejecución desde el servidor
apt-get install mysql-server	Instalación del servidor de BD MySQL
apt-get install apache2	Instalación del servidor web para la publicación de páginas y servicios web
apt-get install phpmyadmin	Instalación de un cliente web que permite administrar las bases de datos del gestor instalado

Cuadro 1: Comandos instalación de roles en el servidor VPS

Una vez que todos estos servicios se han instalado, es necesario crear un usuario nuevo dentro del gestor de bases de datos, de forma que sea utilizado para acceder por medio del cliente PHPMYADMIN. Para esto, es necesario ingresar a la consola de MySQL la cual se puede acceder por medio del comando *mysql*. Una vez dentro se deben digitar los comandos descritos en el **Cuadro 2**.

Comando	Objetivo
CREATE USER 'usuario'@'localhost' IDENTIFIED BY 'contraseña';	Creación del usuario en el servidor local, se debe modificar el nombre de usuario y la contraseña con los datos que el administrador del servidor considere adecuados.
GRANT ALL PRIVILEGES ON * . * TO 'usuario'@'localhost';	Asignación de los permisos, al usuario indicado, en este caso se están asignando todos los permisos sin restricción. Se debe modificar el nombre del usuario indicando el usuario creado con el comando anterior.
FLUSH PRIVILEGES;	Aplicación de los últimos cambios de inmediato en el servidor.

Cuadro 2: Comandos creación de usuario en la Base de Datos

Paso 3: Creación de la Base de Datos

Una vez que se han aplicado las configuraciones anteriores, es posible acceder al panel del PHPMYADMIN con la dirección: dirección_ip_pública/phpmyadmin con el usuario y contraseña que se crearon con los comandos anteriores, como se muestra en la **Imagen 2**

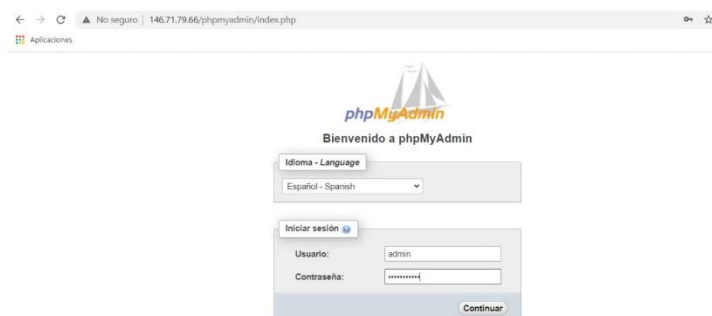


Imagen 2: Ingreso a PHPMyAdmin

Una vez que se ha ingresado al panel, se debe buscar la opción “Nueva” para crear una nueva base de datos para GLPI, esta base de datos debe permanecer vacía y será utilizada por GLPI para crear las tablas y los registros necesarios. En la **Imagen 3** se muestran los pasos para crear la nueva base de datos.

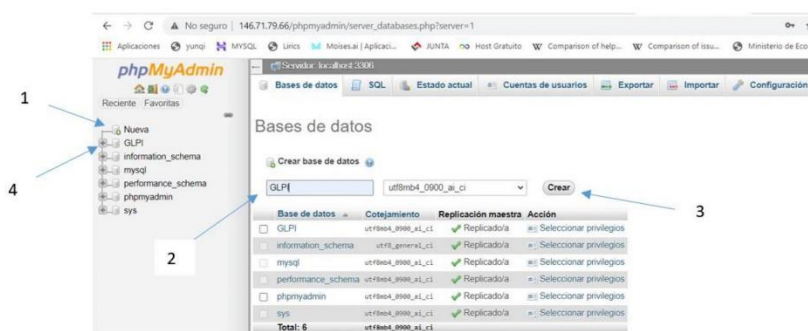


Imagen 3: Pasos para crear la Base de Datos

Paso 4: Instalación del Software GLPI

En este punto, está preparado el servidor para instalar el paquete de software, el cual debe ser descargado desde el repositorio oficial en Internet. La página oficial del proyecto es: <https://glpi->

project.org/ y al seguir el link de descarga, éste redirecciona hacia un repositorio en github el cual es: <https://github.com/glpi-project/glpi/releases/download/9.5.2/glpi-9.5.2.tgz>

De esta manera, en el **Cuadro 3** se muestran los comandos necesarios para descargar el paquete desde la consola, descomprimirlo y asignar los permisos necesarios. Preferiblemente esto se debe hacer ubicado en el directorio `/var/www/html` ya que es el directorio de publicación del servidor web Apache.

Comando	Objetivo
<code>wget https://github.com/glpi-project/glpi/releases/download/9.5.2/glpi-9.5.2.tgz</code>	Descargar el paquete de instalación de GLPI del repositorio oficial.
<code>tar -xvzf glpi-9.5.2.tgz</code>	Descomprimir el archivo en la misma ubicación en la que se descargó. Importante saber que el archivo descomprime una carpeta y dentro de esta, todos los archivos del software.

Cuadro 3: Comandos para descargar y descomprimir el paquete de GLPI

Una vez que el software se encuentra descomprimido en el directorio de publicación del servidor web, en este caso Apache, se puede comprobar su primera ejecución desde el navegador web. Por tanto, al digitar en un navegador la dirección web: http://dirección_ip_publica/glpi se consigue el ingreso a la pantalla de bienvenida del software como se muestra en la **Imagen 4**.

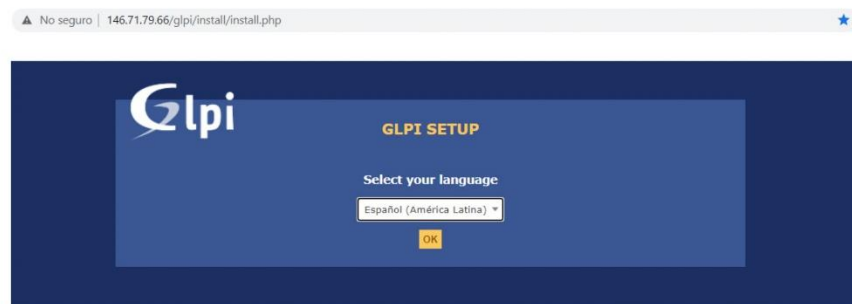


Imagen 4: Primer Ingreso a GLPI en el servidor VPS

En esta pantalla lo que se debe hacer es seleccionar el idioma de instalación y luego presionar el botón "OK".

En la siguiente pantalla se muestran los términos y condiciones de uso, los cuales están aferrados a la licencia "GNU GENERAL PUBLIC LICENSE" creada por la Free Software Foundation Inc. Como se muestra en la **Imagen 5** se deben leer, aceptar los términos y luego presionar el botón "Continuar".



Imagen 5: Aceptación de los términos y condiciones de uso

En la pantalla siguiente, se mostrará una lista de las extensiones adicionales necesarias para la instalación y correcto funcionamiento del software, por tanto, en el **Cuadro 4** se describen los comandos que deben ser ejecutados en el servidor para cumplir con estos requisitos.

Comando	Objetivo
apt-get install php-intl	Agrega características de internacionalización tales como formato, fecha, hora y otros.
apt-get install php-ldap	Permite acceder a servidores de Directorio Activo
apt-get install php-apcu	Mejora el rendimiento de las aplicaciones por medio del uso del caché
apt-get install php-xmlrpc	Permite que el software realice “post” o publicaciones remotas para la interacción
apt-get install php-cas	Permite la comprobación de certificados

Cuadro 4: Comandos para instalar extensiones adicionales necesarias

Una vez que se han ejecutado estos comandos, es necesario reiniciar el servidor para que reconozca los cambios, esto se puede lograr con el comando `sudo service apache2 restart`. Al refrescar la página web de la instalación se verificará que todas las extensiones han sido verificadas como se muestra en la **Imagen 6**.



Imagen 6: Verificación de las extensiones adicionales.

Una vez verificadas las extensiones, se debe presionar el botón “Continuar”, la siguiente pantalla será la configuración de la base de datos, donde se solicita la dirección, el usuario y la contraseña como se muestra en la Imagen 07.

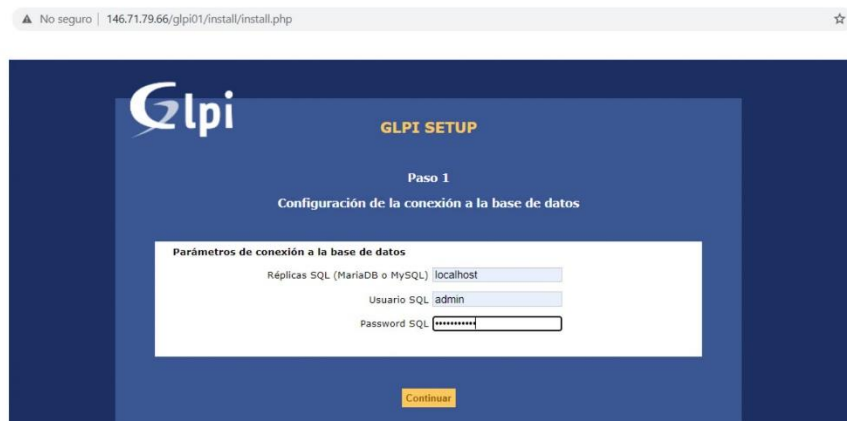


Imagen 07: Configuración de parámetros para acceder a la base de datos.



En este caso, la base de datos se encuentra en el mismo servidor, por tal motivo, en el espacio para la dirección se coloca la palabra "localhost", si el nombre de usuario y la contraseña son correctos, entonces se debe presionar el botón "Continuar" y con esto se termina el proceso de configuración e instalación de GLPI.

Para iniciar la primera vez, GLPI ha dispuesto algunos usuarios y contraseñas para hacer pruebas. De esta forma, cada uno de ellos pertenece a un perfil distinto con el que se puede interactuar desde cada rol y realizar sus funciones correspondientes. La lista de usuarios y contraseñas se describe en el **Cuadro 05**.

Usuario	Contraseña	Perfil
glpi	glpi	Administrador
tech	tech	Soporte Técnico
normal	normal	Normal
post-only	postonly	Usuario Cliente

Cuadro 05: Lista de Usuarios y Contraseñas por defecto para primer ingreso a GLPI

ANEXO 4 Control de Asignación de Instancias en VPS



Universidad de Costa Rica

Maestría en Tecnologías de la Información para la Gestión Organizacional

Control de Asignación de Instancias

Software GLPI en VPS

Roberto Gustavo Escobar Agüero

Objetivo: Mantener un control de las instancias configuradas en el servidor VPS y la empresa con debido contacto a la cual le han sido otorgados los permiso de ingreso y uso en el servidor.

Instancia	Empresa	Nombre Contacto	Correo
GLPI01	Bandogo Soluciones	Randy Escobar Agüero	randy@bandogocr.com
GLPI02	Rokbit	Daniel Flores Cordero	info@rokbit.com/danielflorescr@gmail.com
GLPI03	Seven Soft	Adan Alpizar	adan.alpizar@sevensoftit.com
GLPI04	Tech Logic	Gustavo Valerín	gustavo.valerin@tech-logik.com
GLPI05	Centauro Solutions	Fernando Segura	fernando.segura@centaurosolutions.com
GLPI06	Fuzion Soft	Berman Romero	bromero@fuzionsoft.net
GLPI07	Mr Rabbit	Emanuel Conejo	emanuel.conejo@vappexperience.com
GLPI08	White Jaguars	Mario Robles	mario.robles@whitejaguars.com
GLPI09	Interfaz	Laura Barrantes	lbarrantes@interfaz.io
GLPI10	Estudio Manati	Alberto Rojas	beto@estudiomanati.com

Referencias

- [1] J. V. Torres, *Empresas en la nube: Ventajas y retos del Cloud Computing*. Libros de Cabecera, 2011.
- [2] Aranda Software, "ITIL V4," in *ITIL V4*, no. Traducción del ITIL V4 a Español, 2019, pp. 1–10.
- [3] M. A. Alizo, A. Graterol, and B. Chávez, "Gestión económica vinculada con la innovación y adquisición de tecnología en los emprendimientos emergentes de negocio tipo PYME," *Rev. Venez. Gerenc.*, vol. 15, no. 51, 2011, doi: 10.31876/revista.v15i51.10580.
- [4] N. Patricia et al., "Estrategias Financieras para minimizar el riesgo de liquidez en las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES)," vol. IV, pp. 623–632, 2019, doi: 10.35381/r.k.v4i8.317.
- [5] Á. G. Vieites, *Gestión de incidentes de seguridad informática*. 2015.
- [6] J. R. Moreno-Cevallos and B. L. Dueñas-Holguín, "Sistemas de información empresarial: la información como recurso estratégico," *Dominio las Ciencias*, vol. 4, no. 1, p. 141, 2018, doi: 10.23857/dc.v4i1.728.
- [7] S. Ríos, "ITIL v3 Manual íntegro," *B-able*, p. 101, 2014, doi: 10.1080/08820130500496811.
- [8] L. G. Fernández, *Guía de aplicación de la Norma UNE-ISO/IEC 27001 sobre seguridad en sistemas de información para pymes*. 2012.
- [9] IDC, *TIC para las pymes*. 2007.

de decisiones de la gestión de incidencias en una mesa de ayuda: caso Consorcio Peruano de Empresas,” *Repos. Tesis - UNMSM*, p. 155, 2016, [Online]. Available: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5209>.

- [17] N. Contreras Muñoz, “CONTROL Y SEGUIMIENTO DE ATENCIÓN DE INCIDENCIAS UTILIZANDO MINERÍA DE PROCESOS,” 2016, [Online]. Available: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/138439/Control-y-seguimiento-de-atencion-de-incidencias-utilizando-mineria-de-procesos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [18] S. C. Dias and M. M. Feb, “Vodafone cobrará por atender incidencias por teléfono,” pp. 1–2, 2017, [Online]. Available: <https://search-proquest-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/docview/1865965199?accountid=28692>.
- [19] C. Alberto and C. Perez, *Gestión de incidencias aplicando ITIL v3 en una empresa de telecomunicaciones*. 2018, p. 158.
- [20] M. Moro-Cabero and D. Llanes-Padrón, “¿Riesgos despejados? Estrategias proactivas como servicio en entornos de Cloud Computing,” *Rev. Esp. Doc. Cient.*, vol. 41, no. 1, pp. 1–16, 2018, doi: 10.3989/redc.2018.1.467.
- [21] D. P. C. C. L. E. Y. N. to K. in 20 Weeks, *CASO DE NEGOCIO: IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA ÁGIL EN EL PROCESO DE MEJORA DE REQUERIMIENTOS E INCIDENCIAS SISTÉMICAS EN UNA EMPRESA DE RETAIL FINANCIERO*, vol. 53, no. 9. 2019, pp. 1689–1699.
- [22] J. H. R. VALENZUELA, “PLATAFORMA DE DESARROLLO DE APLICACIONES EN EL DCC BASADA EN TÉCNICAS DE DEVOPS,” 2019, [Online]. Available: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/170717/Plataforma-de-desarrollo-de-aplicaciones-en-el-DCC-basada-en-técnicas-de->

DevOps.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- [23] J. M. Briceño Carranza, *Sistema de gestión de incidencias considerando las mejores prácticas para el servicio de la nube de una empresa de desarrollo y consultoría de software*. 2016.
- [24] R. Molina, P. Zea, J. Contenido, and G. García, “Comparación de Metodologías en Aplicaciones Web,” *3c Tecnol. glosas innovación Apl. a la pyme*, vol. 7, no. 1, p. 4, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2018.v7n1e25.1-19>.
- [25] A. R. Anggraini and J. Oliver, “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DISTRIBUIDO Y COLABORATIVO DE PETICIONES HTTP/S,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, p. 7, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [26] M. de J. Madé Zabala, “Aspectos pedagógicos y filosóficos en la alfabetización con software libre,” *Rev. Caribeña Investig. Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 23–42, 2018, doi: 10.32541/recie.2018.v2i1.pp23-42.
- [27] C. Negus, “GNU General Public License,” in *Linux Bible*, 2015, pp. 860–872.
- [28] F. S. I. Foundation, “Free Software Foundation.” <https://www.fsf.org/es> (accessed Sep. 08, 2020).
- [29] R. Stallman, “GNU.” <https://www.gnu.org/philosophy/use-free-software.es.html> (accessed Sep. 08, 2020).
- [30] SLCA, “Comunidad de Software Libre de Centroamérica.” <http://softwarelibre.ca/> (accessed Sep. 08, 2020).
- [31] UCR, “Comunidad de Software Libre de la Universidad de Costa Rica,” 2020. <https://softwarelibre.ucr.ac.cr/> (accessed Sep. 08, 2020).
- [32] UNA, “Comunida de Software Libre de la Universidad Nacional de Costa

- Rica,” 2020. <http://softwarelibrecr.org/comunidades/comunidades-inactivas/una-alternativa/#sthash.DqdzXjVn.dpbs> (accessed Sep. 08, 2020).
- [33] TEC, “Comunidad de Software Libre del Tecnológico de Costa Rica,” 2020. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2017/10/24/tec-sera-sede-evento-especialistas-software-libre> (accessed Sep. 08, 2020).
- [34] T. Laukkarinen, K. Kuusinen, and T. Mikkonen, “Regulated software meets DevOps,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 97, no. December 2017, pp. 176–178, 2018, doi: 10.1016/j.infsof.2018.01.011.
- [35] L. Gonçalves, “Scrum,” *Control. Manag. Rev.*, vol. 62, no. 4, pp. 40–42, 2018, doi: 10.1007/s12176-018-0020-3.
- [36] M. R. V. Pardo, J. A. H. Tapia, A. S. G. Moreno, and L. F. V. Sánchez, “Comparación de tendencias tecnológicas en aplicaciones web,” 2018.
- [37] A. CABRERA and M. O. RAMIREZ, “Modelo para la actualización tecnológica de los procesos de gestión a través de técnicas de ingeniería impulsada por modelos,” *Rev. Espac.*, vol. 40, no. 28, 2019.
- [38] P. Thomas *et al.*, “Tendencias en el desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles,” in *Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2018, vol. 20.
- [39] A. Boduch, *React and React Native*. Packt Publishing Ltd, 2017.
- [40] E. Wohlgethan, “Supporting Web Development Decisions by Comparing Three Major JavaScript Frameworks: Angular, React and Vue. js,” Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, 2018.
- [41] T. Kumpulainen, “Web application development with Vue. js,” 2021.

- [42] R. Spirga, "Analysis of Ember. js Framework for SPA Applications Development," 2020.
- [43] M. Duffield, *Practical App Development with Aurelia: Leverage the Power of Aurelia to Build Personal and Business Applications*. Apress, 2018.
- [44] M. Pérez González, "La gestión empresarial en la nube: configuración e implementación para PYMES," 2019.
- [45] H. E. J. Jinez, B. E. J. Sorroza, J. P. J. Sorroza, J. E. R. Villacis, W. A. Caraguay, and M. V. S. Sánchez, "Computación en la nube," *RECIMUNDO Rev. Científica la Investig. y el Conoc.*, vol. 2, no. 1, pp. 703–715, 2018.
- [46] J. A. Osorio Montoya, "Gestión de riesgo y seguridad en computación en la nube para pymes," 2018.
- [47] M. Economía Industria y Comercio, "Estado de Situación de las pyme en Costa Rica," pp. 1–95, 2015.
- [48] D. E. L. A. Pyme *et al.*, "DE LA PYME EMPRENDEDORA A LA PYME PROFESIONAL. UN ESTUDIO DE CASO," 2018, [Online]. Available: <https://ojs.econ.uba.ar/index.php/CESOT/article/view/1436/2071>.
- [49] R. Pereira and R. H. U. N. Pereira, "Las TIC y las PYMES exportadoras en el marco de la innovación y la cadena de valor," *Relac. Int.*, vol. 84, no. 2, pp. 87–98, 2012.
- [50] M. de E. I. y Comercio, "MEIC," 2020. https://www.meic.go.cr/meic/documentos/g3p3m8yyx/Informe_Ejecucion_Presupuesto_2018.pdf (accessed Dec. 10, 2020).
- [51] J. A. Arce, "Estudio Situacional de la PYME," *Minist. Econ. Ind. y Comer.*, p.

72, 2019.

- [52] CAMTIC, “Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación,” 2013. <https://www.camtic.org/actualidad-tic/registre-su-pequena-empresa-como-pyme-en-camtic/> (accessed Aug. 09, 2020).
- [53] MEIC, “DIGEPYME,” 2020. <https://www.meic.go.cr/meic/web/45/pymes.php> (accessed Sep. 09, 2020).
- [54] C. A. M. Álvarez, “METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA Guía didáctica,” 2011.
- [55] S. Bayona, J. A. Calvo-Manzano, G. Cuevas, and T. San Feliu, “Method for selecting a reference model for software process deployment,” *Iber. Conf. Inf. Syst. Technol. Cist.*, 2012.
- [56] F. S. Foundation, “Free Software Directory,” 2020. https://directory.fsf.org/wiki/Main_Page (accessed Aug. 05, 2020).
- [57] Google, “Google Workspace,” 2021. Google Workspace (accessed Feb. 22, 2021).
- [58] M. E. Rendón-Macias, M. Á. Villas Keeve, and M. G. Miranda Novales, “Estadística descriptiva,” *Rev. Alerg. México*, vol. 63, no. 4, pp. 397–407, 2016.
- [59] J. Parra, “Estadística Descriptiva e inferencial I,” *Estadística Descr. e inferencial I*, pp. 1–66, 2003.
- [60] I. Gil Saura and M. González-Gallarza Granizo, “Desarrollo de una escala multidimensional para medir el valor percibido de una experiencia de servicio,” *Rev. española Investig. Mark.*, vol. 10, no. 2, pp. 25–60, 2006.

- [61] A. Friends, "XAMPP," 2020. <https://www.apachefriends.org/es/index.html> (accessed Dec. 10, 2020).
- [62] V. SERVER, "VPS SERVER," 2020. <https://www.vpsserver.com/> (accessed Dec. 10, 2020).
- [63] D. J. Molinares, A. A. Olaciregui, and C. R. Morales, "Análisis comparativo de las herramientas de programación Web: PHP, ASP y JSP, bajo los sistemas operativos Linux y Windows," *Ing. y Desarro.*, no. 16, pp. 104–115, 2004.
- [64] ICANN, "ICANN," 2020. <https://www.icann.org/get-started> (accessed Dec. 10, 2020).
- [65] Pytty.org, "Putty," 2020. <https://www.putty.org/> (accessed Dec. 10, 2020).
- [66] C. Gardoki, "Qué es el protocolo SSH y cómo configurarlo para mejorar la seguridad de acceso a los servidores Linux," *Hostalia whitepapers*, pp. 1–8.
- [67] S. Deterding, "Gamification: designing for motivation," *interactions*, vol. 19, no. 4, pp. 14–17, 2012.
- [68] ISACA, *COBIT 2019*. ISACA, 2019.