



Plataforma Tecnológica Base para el desarrollo de Gobierno Electrónico

en las Dependencias y Entidades
del Poder Ejecutivo del Gobierno
del Estado de Veracruz



VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO



SEFIPLAN
Secretaría de Finanzas
y Planeación

SUBSEFA

Subsecretaría de Finanzas
y Administración

DGIT

Dirección General
de Innovación Tecnológica



Directorio Institucional

Ing. Cuitláhuac García Jiménez
Gobernador del Estado

José Luis Lima Franco Secretario de Finanzas y Planeación

Eleazar Guerrero Pérez Subsecretario de Finanzas y Administración

Jesús Neftalí Andrade García Director General de Innovación Tecnológica

Rafael Ochoa Campos Subdirector de Gobierno Electrónico

Michael Pazon Delgado Subdirector de Infraestructura Tecnológica

Ángel Alberto Ramos Martínez Subdirector de Política Informática



Contenido.

Presentación.....	5
1. Criterio Metodológico.....	6
1.1. Ejes de la plataforma tecnológica base.....	6
1.2. Criterios para selección de herramientas.....	7
2. Eje 1. Lenguaje de Programación.....	11
2.1. Presencia en el ámbito tecnológico.....	11
2.2. Requerimientos de Gobierno Electrónico.....	18
2.3. Flexibilidad de licenciamiento.....	20
2.4. Alcance del conocimiento.....	22
2.5. Obsolescencia futura.....	24
2.6. Conclusión.....	25
3. Eje 2. Sistema Operativo Servidor.....	26
3.1. Presencia en el ámbito tecnológico.....	26
3.2. Requerimientos de Gobierno Electrónico.....	30
3.3. Flexibilidad de licenciamiento.....	36
3.4. Alcance del conocimiento.....	37
3.5. Obsolescencia futura.....	37
3.6. Conclusión.....	38
4. Eje 3. Arquitectura de Desarrollo Base.....	39
4.1. Presencia en al ámbito tecnológico.....	39
4.2. Requerimientos de Gobierno Electrónico.....	47
4.3. Flexibilidad de licenciamiento.....	49
4.4. Alcance del conocimiento.....	51
4.5. Obsolescencia futura.....	51
4.6. Conclusión.....	53
5. Eje 4. Motor de Base de Datos.....	54
5.1. Presencia en el ámbito tecnológico.....	54
5.2. Requerimientos de Gobierno Electrónico.....	60
5.3. Flexibilidad de licenciamiento.....	64
5.4. Alcance del conocimiento.....	66
5.5. Obsolescencia futura.....	66



- 5.6. Conclusión..... 66
- 6. Eje 5. Frontend..... 68
 - 6.1. Presencia en el ámbito tecnológico..... 68
 - 6.2. Requerimientos de Gobierno Electrónico..... 70
 - 6.3. Flexibilidad de licenciamiento..... 71
 - 6.4. Alcance del conocimiento..... 72
 - 6.5. Obsolescencia futura..... 72
 - 6.6. Conclusión..... 73
- 7. Resumen Final, plataforma tecnológica base seleccionada..... 74
- Referencias bibliográficas..... 76



Presentación.

Empresas públicas y privadas constantemente se encuentran con la problemática de integrar nuevas aplicaciones y sistemas usando plataformas existentes, algunas veces obsoletas y costosas. Como resultado, la respuesta a las necesidades del ciudadano y la posibilidad de innovación tecnológica se ve ralentizada y limitada.

Los retos de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) actuales, implican mantener las plataformas de software operando y a la vez intentar innovar. Los departamentos de las distintas áreas de TIC están constantemente bajo la presión de hacer más y hacerlo más rápido. No obstante, es complicado dirigir los esfuerzos con visión hacia el futuro cuando la atención se concentra principalmente en mantener en funcionamiento los múltiples sistemas.

En términos de operatividad interna se requiere de múltiples y extensos sistemas que hacen más importante el manejo de la complejidad en favor de la simplificación y optimización de esfuerzos. Esto aunado a la necesidad de ofrecer más y mejores servicios digitales a la sociedad.

Manejar la complejidad es uno de los principales problemas que se presenta en las TIC. Aplicaciones redundantes, datos duplicados y una falta de estandarización frustran frecuentemente los esfuerzos para absorber la complejidad en el desarrollo y mantenimiento de software. Cuando este proceso se incrementa, se torna difícil y costoso para administrar. Esta complejidad no administrada correctamente limita la habilidad para hacer más y nos detiene de ser más ágiles.

El presente tiene como finalidad el indicar las herramientas que mayormente se ajustan a las necesidades y desarrollos de gobierno electrónico, basándose en una serie de criterios definidos que permitan la estandarización en el desarrollo de software que se realiza en todas las Dependencias y Entidades del Gobierno del Estado de Veracruz (GEV).



1. Criterio Metodológico.

1.1. Ejes de la plataforma tecnológica base.

La plataforma tecnológica base de gobierno electrónico de la Administración Pública Estatal del GEV se regirá por 5 principales ejes de aplicación que fundamentan el análisis, diseño, desarrollo, implementación y mantenimiento de sistemas de software:

1. Lenguaje de Programación
2. Sistema Operativo del Servidor
3. Arquitectura de Desarrollo Base
4. Motor de Base de Datos
5. Frontend

En cada uno de estos ejes, existen diversas herramientas tecnológicas, mismas que serán analizadas, con la finalidad de establecer y precisar aquellas que deben ser institucionalizadas para la creación de sistemas de software en cada eje. El análisis se sustenta considerando los siguientes criterios:

Nivel de decisión para los criterios de selección

Nivel de decisión	Descripción
Alto	Se requiere que cumpla con este criterio de manera determinante.
Medio	Ideal que cumpla con el criterio.
Bajo	Se considera como un plus que no es determinante para adoptar la solución.

Tabla 1. Niveles de decisión para los criterios de selección.



1.2. Criterios para selección de herramientas.

1.2.1. Presencia en el ámbito tecnológico.

Nivel de decisión: Medio. Ideal que cumpla con el criterio.

La presencia en el mundo tecnológico representa una garantía de disponibilidad y facilita la solución de los distintos problemas que puedan presentarse al momento del desarrollo de sistemas de software, así como encontrar personal calificado para el uso del mismo.

Consecuentemente esto impacta directamente en la complejidad de adopción de la solución. Acorde a los requerimientos de Gobierno Electrónico del GEV, la solución tecnológica debe ofrecer al mismo tiempo el mayor grado de simplicidad posible al momento de implementar, facilitando en mayor medida la curva inicial de aprendizaje.

Existe un gran cambio sucediendo ahora en como las organizaciones adquieren, construyen y despliegan software. En los últimos años, la tecnología abierta que es flexible al cambio y libre para adoptar ha pasado de ser algo usado en menor medida a ser el tipo de software principalmente usado. Se ha observado como la pila tecnológica se ha “redibujado” con base a proyectos de código abierto potentes. Más del 78% de las empresas confían en herramientas de software abiertas. (Flomenberg, 2016)

Es por eso que el GEV se conducirá hacia la adopción de esta pila tecnológica bajo el siguiente modelo:

a) Necesidad de velocidad y control

La demanda de innovación y entrega continua hace que las organizaciones necesiten la mayor agilidad posible de las herramientas de software que adoptan. Nada es peor que esperar al proveedor de software a que actualice una determinada librería o herramienta cuando se intenta apegarse a un calendario de



lanzamiento. Las soluciones en distintos ámbitos del desarrollo de software deben favorecer la agilidad de la organización eliminando la dependencia sobre ciertos proveedores de tecnologías propietarias.

b) Escala Masiva

Las soluciones se desarrollan a una escala cada vez más amplia. Son cada vez más comunes los sistemas que manejan cientos de miles de usuarios con operaciones continuas. Tradicionalmente, los proveedores propietarios están incapacitados para manejar esta cantidad brutal de datos y usuarios. Afortunadamente, existen muchos líderes tecnológicos que lidian con esos problemas e incluso mayores, compartiendo el aprendizaje obtenido de manera muy activa a la comunidad.

c) Experiencia de Desarrollo

Los dirigentes de organizaciones le ofrecen más poder de decisión a desarrolladores de primer nivel para elegir las herramientas tecnológicas adecuadas para manejar la innovación, facilitando la absorción de curvas de aprendizaje y requerimientos.

1.2.2. Requerimientos de Gobierno Electrónico.

Nivel de decisión: Alto. Se requiere que cumpla con este criterio de manera determinante.

La creación de software en el GEV debe ser acorde a las necesidades de Dependencias y Entidades extensas, lo que influye directamente en la complejidad de las soluciones requeridas.

No obstante, la creación del software gubernamental representa las necesidades específicas de software y hardware diseñado para cubrir las demandas de las Dependencias y Entidades. En comparación a consumidores y compañías más pequeñas, una organización gubernamental tiene mayores requerimientos de



disponibilidad, confiabilidad, escalabilidad, rendimiento y seguridad, entre otras que permitan garantizar y eficientar el desempeño de la misma.

Es por eso que el software gubernamental es el equivalente al software empresarial el cual debe cumplir con las siguientes características (Flower, 2002) (De Foy, 2005):

- a) Alta disponibilidad: Un sistema robusto favorece que no exista la interrupción de cualquier servicio dependiente de software (la gran mayoría) ya que provoca disminución en la productividad y tiempo que normalmente representa costos o pérdidas
- b) Escalabilidad: La arquitectura de software debe permitir crecer, especialmente con aumentos repentinos de uso, sin pérdida de rendimiento que puede detener ese mismo crecimiento.
- c) Rendimiento: El software debe trabajar de manera similar sobre una gran variedad de condiciones.
- d) Seguridad: Brechas de seguridad y fugas de información pueden poner el futuro de una compañía en riesgo. La arquitectura grado empresarial posee características de seguridad por defecto.
- e) Interconectividad: Frecuentemente se necesita que el software sea capaz de interactuar con otras herramientas y sistemas existentes muchas veces complejos.
- f) Mantenable: La habilidad para corregir fallas o modificar características de manera ágil y sin impactar de manera no predecible otros módulos o componentes.





1.2.3. Flexibilidad en el licenciamiento.

Nivel de decisión: Alto. Se requiere que cumpla con este criterio de manera determinante.

Debido a la situación presupuestal que atraviesa el GEV, se vuelve indispensable contar con un tipo de licenciamiento ajustable que entorpezca en la menor medida posible la creación o incluso el funcionamiento de las soluciones tecnológicas desarrolladas, manteniendo el soporte necesario.

1.2.4. Alcance del conocimiento.

Nivel de decisión: Bajo. Se considera como un plus que no es determinante para adoptar la solución.

Uso del conocimiento adquirido en el mayor número de tipos de desarrollo posibles. Al tener una base tecnológica que abarque soluciones en múltiples plataformas de manera nativa (web, móvil, backend, escritorio, empujado, etc.), se incrementa o se facilita el alcance de los variados tipos de desarrollo que se necesitan en el GEV. Esto favorece en buena medida la reutilización de la experiencia lograda.

1.2.5. Obsolescencia futura.

Nivel de decisión: Medio. Ideal que cumpla con el criterio.

Es importante determinar en la medida de lo posible el grado de obsolescencia en el que puede caer una tecnología en largo plazo sobre todo si consideramos que en el GEV hay plataformas que son utilizadas durante muchos años. Si bien es difícil precisar este tipo de situación, hay factores que influyen en el futuro del lenguaje, tales como longevidad en el mercado, el nivel de crecimiento, el tipo de empresas u organizaciones que lo soportan, adopción actual, entre otros.



2. Eje 1. Lenguaje de Programación.

2.1. Presencia en el ámbito tecnológico.

Inicialmente tomamos en cuenta múltiples índices que posicionan los distintos lenguajes de acuerdo a varios criterios y metodologías:

2.1.1. IEEE Spectrum.

Se trata del sitio web y revista insignia del IEEE Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (por sus siglas en inglés Institute of Electrical and Electronics Engineers), la organización de profesionales más grande del mundo dedicada a la ingeniería y ciencias aplicadas.

Frecuencia de actualización: Anual.

Metodología (IEEE Spectrum) (Bulusu, 2018): Los posicionamientos son sintetizados de 10 orígenes diferentes (Google, Google Trends, Twitter, Github, StackOverflow, Reddit, Hacker News, CareerBuilder, Dice, IEEE Explore Digital Library).

Su valor radica en reunir diferentes tipos de análisis estadísticos con el objetivo de generar una clasificación más confiable. La interfaz interactiva permite filtrar por tendencias de búsqueda, tendencias de empleo, o tendencias de la comunidad open source. Incluso se puede modificar el peso específico de cada dimensión, permitiendo una clasificación muy personalizada.



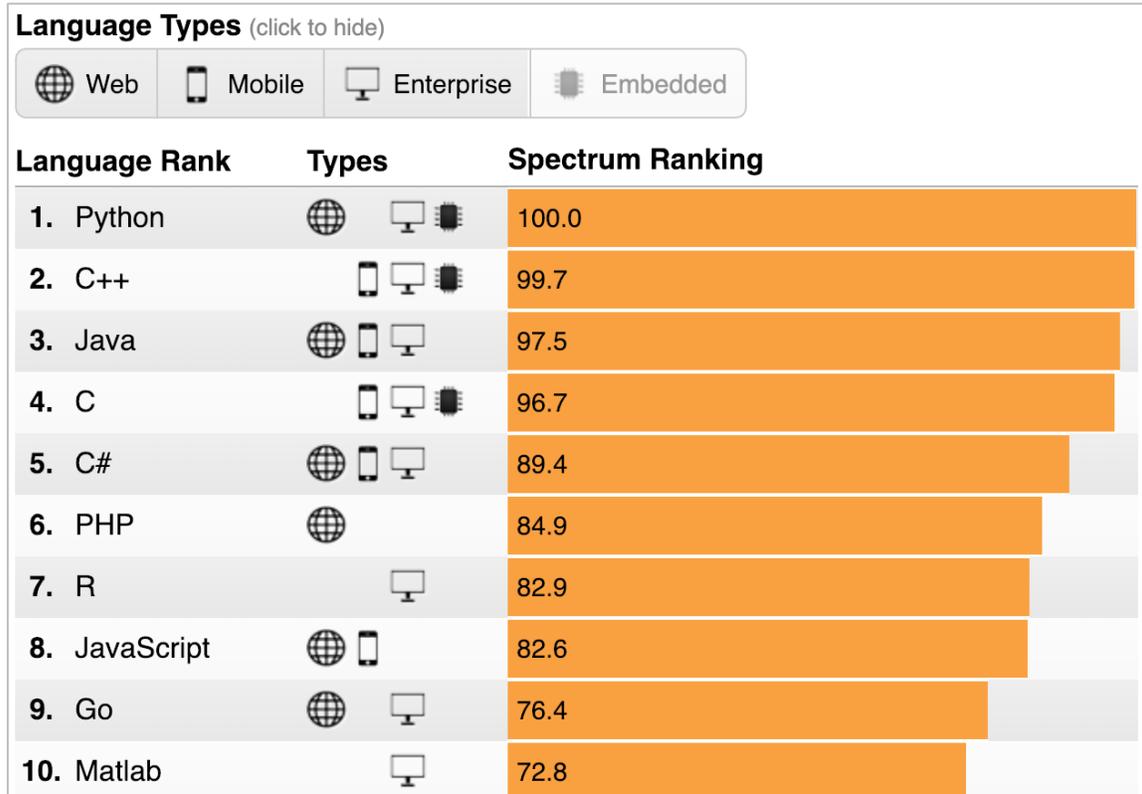


Imagen 1. Ranking de Lenguajes de Programación utilizados
Fuente: (Cass, 2018)

En este posicionamiento usando la posibilidad de configurar distintas opciones de análisis, Python lidera junto con C++ y Java.



2.1.2. INDICE TIOBE (TIOBE, 2019).

TIOBE es una empresa especializada en evaluar y rastrear la calidad de software. Miden la calidad de un determinado software aplicando estándares ampliamente aceptados. Se destaca por analizar diariamente más de 1056 millones de líneas de código para sus clientes alrededor del mundo.

Frecuencia de Actualización: Mensual

Metodología: Está basado en el número de consultas a motores de búsqueda como Google, Bing, Yahoo, Wikipedia, Amazon, Youtube y Baidu usando el termino +“<language> programming”. Medir el número de búsquedas de cada lenguaje se correlaciona con el nivel de interés.

Jan 2019	Jan 2018	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		Java	16.904%	+2.69%
2	2		C	13.337%	+2.30%
3	4	▲	Python	8.294%	+3.62%
4	3	▼	C++	8.158%	+2.55%
5	7	▲	Visual Basic .NET	6.459%	+3.20%
6	6		JavaScript	3.302%	-0.16%
7	5	▼	C#	3.284%	-0.47%
8	9	▲	PHP	2.680%	+0.15%
9	-	▲▲	SQL	2.277%	+2.28%
10	16	▲▲	Objective-C	1.781%	-0.08%

Imagen 2. TIOBE Index for May 2019
Fuente: (TIOBE, 2019).

En este ranking, Java se encuentra como el lenguaje que más interés genera en los motores de búsqueda, seguido de C y Python.



En esta clasificación, Javascript ocupa la primera posición seguido de Java y Python, lo cual muestra una persistencia en la atracción de estos lenguajes tanto en código como en discusiones.

2.1.4. Notas.

Basándose en los resultados de los distintos análisis anteriores se puede concluir que C, C++, C#, Java, Javascript, PHP y Python son los lenguajes con mayor presencia en el ámbito de desarrollo de software.

a) Lenguaje C.

Es uno de los lenguajes más usados de todos los tiempos y uno de los más antiguos. Se trata de un lenguaje de programación potente de propósito general, permite acceso a memoria directa y muchas operaciones de “bajo nivel”. Es usado en muchas aplicaciones científicas, y es la base del núcleo de lenguajes modernos como Java y C++, entre otros (Kernighan, 2012). Puede ser usado en el ámbito móvil, aplicaciones de escritorio-servidor, y dadas las características puede ser utilizado en despliegues complejos.

b) Lenguaje C++

Es un superconjunto de C que mantiene la eficiencia y la conveniencia del lenguaje, agregando ventajas como verificación de tipo, abstracción de datos, sobrecarga de operadores y programación orientada a objetos. Está diseñado para trabajar tanto en sistemas con recursos limitados, así como grandes sistemas con buen rendimiento, eficiencia y flexibilidad de uso. Es útil en contextos como aplicaciones de escritorio, servidores, y aplicaciones con rendimiento crítico como switches telefónicos o sondas espaciales. (Stroustrup, 1997)



c) Lenguaje C#

Es un lenguaje multiparadigma de propósito general caracterizado por la verificación de tipo forzosa, imperativo, declarativo, basado en funciones, genérico y orientado a objetos. Es diseñado por Microsoft y tiene como principales objetivos ser un lenguaje moderno, simple, de propósito general.

Se usa para desarrollar componentes de software adecuados para su despliegue en entornos distribuidos, ya sea web, de escritorio o embebidos, que van desde plataformas sumamente complejas usadas por sistemas operativos hasta pequeños con funciones muy específicas. (ECMA International, 2001)

d) Java

Es un lenguaje de programación caracterizado por el manejo de concurrencia, basado en clases, orientado a objetos. Fue desarrollado por Sun Microsystems y tiene como objetivos primarios ser simple, orientado a objetos, amigable, robusto, seguro, de arquitectura neutral, portable, y ejecutable con alto rendimiento. Tiene distintos ámbitos en los cuales puede ser usado entre ellos móviles, web, escritorio y entornos distribuidos. (Sun Microsystems, Inc, 1997)

e) Javascript

Lenguaje de programación interpretado de alto nivel, caracterizado por ser dinámico, sin verificación de tipos forzosa, mutiparadigma. Junto con HTML y CSS, Javascript es una de las tecnologías base de la World Wide Web. Es usado por la mayoría de los sitios web.

Tiene como principales características ser muy enfocado a eventos, basado en funciones, imperativo, orientado a objetos. Fue creado por Netscape e inicialmente fue diseñado para ser usado solo del lado de usuario en navegadores, pero también ha sido adoptado para escribir software servidor, así como aplicaciones de escritorio y móviles. (ECMA International, 2018)



f) PHP

Es un lenguaje de scripting modo servidor diseñado para desarrollo web, se caracteriza por ser procesal, reflectivo, imperativo y en últimas versiones orientado a objetos. El código es procesado por un intérprete PHP implementado como módulo de un servidor web. Este servidor combina los resultados del código interpretado y el ejecutado con la página web generada, que puede ser de cualquier tipo, incluyendo imágenes. (Php.net)

El lenguaje evolucionó sin estándares o especificaciones descritas hasta el 2014, cuando ingenieros de distintos orígenes, incluyendo Facebook, construyeron un documento que detalla cómo debe trabajar o funcionar PHP. (Jackson, 2014)

g) Python

Se trata de un lenguaje de alto nivel interpretado y de propósito general. Su filosofía de diseño se enfatiza en la legibilidad del código, tanto en pequeña como en gran escala. Se caracteriza por la verificación de tipos dinámico, administración de memoria automática y soporta múltiples paradigmas de programación, incluyendo el imperativo, orientado a objetos, basado en funciones y estructurado.

La implementación principal, así como las especificaciones y/o estándares son llevadas a cabo por la Python Software Foundation. La filosofía central del lenguaje se puede resumir en lo siguiente (Peters, 2004):

- Explicito es mejor que implícito.
- Simple es mejor que complejo.
- Complejo es mejor que complicado.
- Bello es mejor que feo.

Python puede ser usado en contextos como desarrollo web, computación científica y numérica, aplicaciones de escritorio, y aplicaciones de grado empresarial. (Python Software Foundation)



2.2. Requerimientos de Gobierno Electrónico.

Tomando en cuenta los análisis de presencia en el terreno tecnológico mostrados anteriormente, aunado a las necesidades que se presentan, tenemos:

a) C y C++.

Son lenguajes que se usan ampliamente junto con compiladores de varios fabricantes para la mayoría de arquitectura de computadoras existentes. C ha sido estandarizado por la American National Standards Institute (ANSI) desde 1989, y subsecuentemente por la International Organization for Standardization (ISO). Son frecuentemente elegidos por su rendimiento, estabilidad y su disponibilidad multiplataforma. Debido a que su capa de abstracción es delgada y el costo en rendimiento es bajo, permite la programación de eficientes implementaciones de algoritmos y estructuras de datos, muy útiles para aplicaciones de uso intenso de recursos. No obstante que son empleados para implementar aplicaciones de usuario final, dichas aplicaciones pueden ser escritas en lenguajes más nuevos y de más alto nivel.

b) C#

Junto con la plataforma de desarrollo provista por Microsoft, proporciona tecnologías innovadoras para crear sistemas que aprovechan las últimas capacidades de cada sistema base. Debido a su diseño y herramientas disponibles como Visual Studio Platform que a su vez posee características como control de calidad de código, múltiples herramientas de desarrollo y habilidades para trabajo colaborativo, tiene la posibilidad de ser la base para crear aplicaciones modulares complejas o modernizar las existentes. (Microsoft Foundation, 2018)



c) Java

A través de Oracle, ha definido y soportado múltiples ediciones que tienen como objetivo diferentes plataformas enfocados a ambientes empresariales caracterizados por ser extensos y distribuidos. Una de las principales características es la estandarización de las APIs del lenguaje, basándose en lo que ha sido extensamente probado dentro de la industria. (Poirier, 2017) Las herramientas de desarrollo para los distintos rubros provienen de múltiples fabricantes u organizaciones, entre ellas Oracle, RedHat, IBM, Eclipse Foundation, Apache Software Foundation, Jet Brains, etc.

d) Javascript

Es empleado variados ámbitos e implementaciones multiplataforma. A pesar de esto no se considera aún una tecnología que pueda ser usada a nivel empresarial por cuestiones de diseño de lenguaje como el hecho de ser dinámico, lo que dificulta el análisis estático y a su vez dificulta la escritura y mantenibilidad de bases de código grandes (MDN Web docs, 2019).

Existen esfuerzos para mejorar este aspecto como TypeScript de Microsoft o Flow de Facebook que son superconjuntos de Javascript, ofreciendo verificación estática, refactorización de código, funciones asíncronas, decoradores, entre otros atributos para construir componentes robustos. (TypeScript, 2019) (Flow Org, 2019)

e) PHP

No se considera una tecnología apta para ser usada en aplicaciones empresariales debido a que carece de características fundamentales para la escritura y mantenibilidad de proyectos a gran escala como la definición de un estándar para modulación, verificación estática y otros paradigmas modernos de programación, que, si bien resulta más flexible en tiempo de desarrollo, depende más del sentido común del programador cuando se trata de abordar una solución, haciéndolo más susceptible a errores. (PHP.net, 2019) (Kravchenko, 2018)



f) Python

Por su diseño y ecosistema de frameworks disponibles permite su empleo en aplicaciones a gran escala. Es usado en miles de aplicaciones de grado empresarial alrededor del mundo, incluyendo varios sistemas extensos y de funcionalidades críticas. Destaca por ser principalmente usado para resolver problemas técnicos complejos en el área científica, financiera y de ingeniería. Además, tiene mecanismos para la integración de múltiples sistemas ofreciendo un número importante de librerías e interoperabilidad de librerías existentes en otros lenguajes que pueden ser usadas por el intérprete de Python. (Python Software Foundation) (Stross-Radschinski, 2019)

2.3. Flexibilidad de licenciamiento.

Finalmente, utilizando los criterios anteriormente descritos, las opciones de lenguaje de programación base viables para el desarrollo de software en el contexto de gobierno digital son:

Lenguaje	Licencia	Implica Costos Indispensables para desarrollo
C#	MIT	SI
Java	GPL	NO

Tabla 2. Lenguajes de programación base viables.

a) C#

El lenguaje como tal no implica gastos de licenciamiento, no obstante, hay que considerar que tiene costos por concepto de herramientas de desarrollo maduras para aplicaciones empresariales (Visual Studio, Mono Develop no se considera), y estas solo existen para Windows y Mac OS (VisualStudio Microsoft, 2019) (Free Developer Software & Services, 2019) (Monodevelop.com, 2019). En caso de que se



elija Windows como sistema operativo base, este tiene un costo de licenciamiento (Windows 10 Pro Microsoft, 2019). Por otra parte, si se decide desarrollar en Mac OS, este solo trabaja en computadoras Apple, por lo que habría que considerar costos en la adquisición de este tipo de equipo (What is MacOS, 2019).

b) Java

Existen dos versiones principales de licenciamiento de Java SE (Oracle Java SE Support Roadmap, 2019) (Oracle Corporation, 2018):

- **Suscripción.** En este modelo existe un costo mensual a partir de ciertas versiones ya sea por usuario o por núcleo de procesador, dependiendo de si es para uso en computadoras de escritorio personales o para uso comercial, respectivamente.
- **Free Open Source.** Desde septiembre de 2017, Oracle proporciona versiones de su kit de desarrollo bajo una licencia gratuita y de código abierto, muy similar a la de los sistemas Linux. Comenzando con Java SE 11, además de proveer de forma gratuita versiones para todo tipo de usuarios, también proporciona versiones que son comercialmente soportadas e incluidas para su uso con productos Oracle.

El desarrollo es soportado en varios sistemas operativos dado la naturaleza del lenguaje (Linux, MacOS, Windows). Existen múltiples IDEs y herramientas grado empresarial, tanto gratuitas como comerciales, entre ellos destacan: Netbeans, Eclipse, IntelliJ, Oracle Developer Studio, Red Hat Developer Studio, Visual Studio, etc.



2.4. Alcance del conocimiento.

a) C y C++

Son lenguajes que se pueden utilizar tanto en móvil, escritorio y para aplicaciones empresariales, pero no son utilizables en el ámbito web, algo vital para los desarrollos del Gobierno Electrónico.

b) C#

Cubre los ámbitos web, móvil, aplicaciones de escritorio, y, debido a su diseño y herramientas disponibles, tiene la posibilidad de ser la base para crear aplicaciones modulares complejas.

c) Java

Abarca de manera oficial el desarrollo web, móvil, aplicaciones de escritorio, además de ofrecer herramientas para la creación de aplicaciones de gran complejidad.

d) Javascript

Es empleado en ámbitos web, móvil (no nativo), aplicaciones de escritorio (vía encapsulamiento) y ofrece implementaciones multiplataforma.

e) PHP

Puede ser utilizado solo en el ámbito web, que, si bien es buena parte del volumen desarrollo empleado en el terreno gubernamental, deja de lado la parte móvil y de escritorio.



f) Python

Funciona en el contexto web y de aplicaciones de escritorio. No existe en este momento alguna implementación móvil nativa lo suficientemente madura, el cuál es un tipo de desarrollo vital debido al gran número de dispositivos móviles que existen actualmente y el alcance e impacto que tienen.

En resumen, los lenguajes mencionados anteriormente ofrecen lo siguiente:

Lenguaje	Web	Móvil	Escritorio	Grado Empresarial	Desarrollos Multi-SO
C		•	•	•	•
C++		•	•	•	•
C#	•	•	•	•	•
Java	•	•	•	•	•
Javascript	•	•	•		•
PHP	•				•
Python	•		•	•	•

Imagen 4. Tabla comparativa de las características de desarrollo de los Lenguajes de Programación



2.5. Obsolescencia futura.

En el área de TIC es natural la evolución constante de la tecnología y el imperativo de cubrir nuevas necesidades que hacen que con el paso del tiempo los lenguajes de programación se vean obligados a progresar y también que se sumen a la lista más alternativas.

De igual manera, a través del tiempo se van extinguiendo algunas opciones debido a factores como falta de apoyo de la empresa que lo creó, o la comunidad deja de usarlo. En términos empresariales esto impacta negativamente de manera significativa, porque la base sobre la cual fueron desarrollados sistemas de gran extensión simplemente se va quedando sin el soporte necesario, generando costos e incluso pérdidas por mencionar solo algunas consecuencias.

En el índice TIOBE, se presenta un histórico sobre la presencia de cada lenguaje en largo plazo (TIOBE.COM, 2019):

Programming Language	2019	2014	2009	2004	1999	1994	1989
Java	1	2	1	1	14	-	-
C	2	1	2	2	1	1	1
C++	3	4	3	3	2	2	3
Python	4	7	5	10	20	21	-
Visual Basic .NET	5	11	-	-	-	-	-
C#	6	5	7	8	30	-	-
PHP	7	6	4	5	-	-	-
JavaScript	8	8	8	7	19	-	-
SQL	9	-	-	6	-	-	-
Ruby	10	10	10	22	-	-	-
Objective-C	11	3	40	45	-	-	-
COBOL	25	20	15	11	3	9	18
Lisp	28	13	16	14	8	6	2
Pascal	199	14	14	96	5	3	14

Imagen 5. Posiciones de los principales lenguajes de programación en años anteriores generado por TIOBE.
Fuente: TIOBE Index.



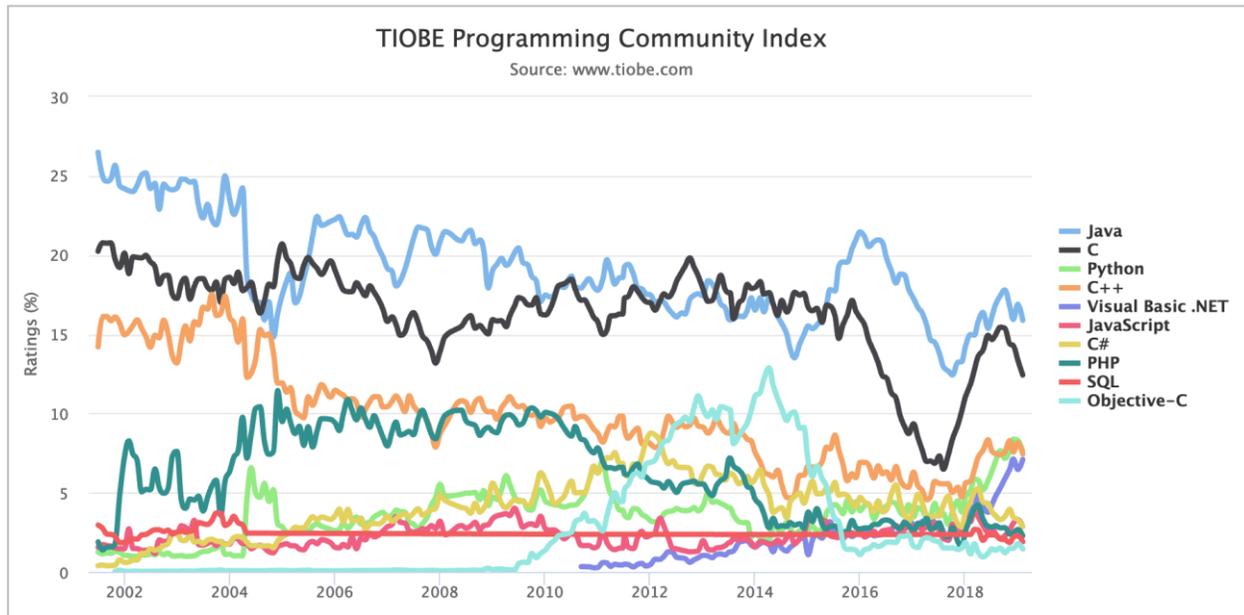


Imagen 6. Gráfica del Índice de la Comunidad de Programación TIOBE.
Fuente: TIOBE Index.

Podemos observar que tanto Java como C# se han mantenido a través de los años como lenguajes vigentes, teniendo detrás a empresas como Oracle (anteriormente Sun Microsystems) en el caso de Java y Microsoft en el caso de C#. En términos de regresión lineal, con estos datos podemos proyectar que ambas opciones tendrán una presencia considerable en el futuro a largo plazo.

2.6. Conclusión.

Considerando los argumentos expuestos anteriormente, los lenguajes de programación **C# y Java** son aquellos que por sus características se apegan fuertemente a las necesidades que se requieren para el desarrollo y consolidación del Gobierno Electrónico del Poder Ejecutivo del Gobierno del Estado.

Basándonos en el hecho de que ambas soluciones tienen alcances similares, se determina que la opción de **Java** por un mayor cumplimiento de los siguientes criterios diferenciadores:



- Flexibilidad de licenciamiento
- Presencia Global en el ámbito IT

En suma, Oracle Java (Oracle Corporation, 2019) es la base para prácticamente cualquier aplicación conectada a la red, siendo es el estándar global para desarrollar aplicaciones, juegos, contenido web, y software grado empresarial. Usado por más de 12 millones de desarrolladores a nivel mundial, Java permite construir software eficientemente y desplegar aplicaciones y servicios seguros, portables, de alto rendimiento para un gran rango de plataformas computacionales. Al hacer las aplicaciones disponibles bajo ambientes heterogéneos, las empresas pueden acelerar la productividad, comunicación y colaboración del usuario final.

3. Eje 2. Sistema Operativo Servidor.

3.1. Presencia en el ámbito tecnológico.

Los sistemas operativos se mantienen como un componente crítico en la infraestructura moderna como la plataforma base para alojar aplicaciones a través de distintos modelos de despliegue y entrega.

Encontrar información fiable en este ámbito es complicado dado que no todos los servidores ejecutan servidores web, o incluso no están conectados directa o indirectamente a internet. No obstante, otra forma de medir su popularidad es mediante la cuota de mercado de las compañías que están detrás del uso, creación o mantenimiento de las distintas plataformas.

De acuerdo al reporte “*Worldwide Server Operating Environments Market Shares, 2017*” (Belanger, 2018) de la International Data Corporation (IDC) (International Data Corporation, 2019), el mercado global de sistemas operativos de servidor se distribuye de la siguiente forma:



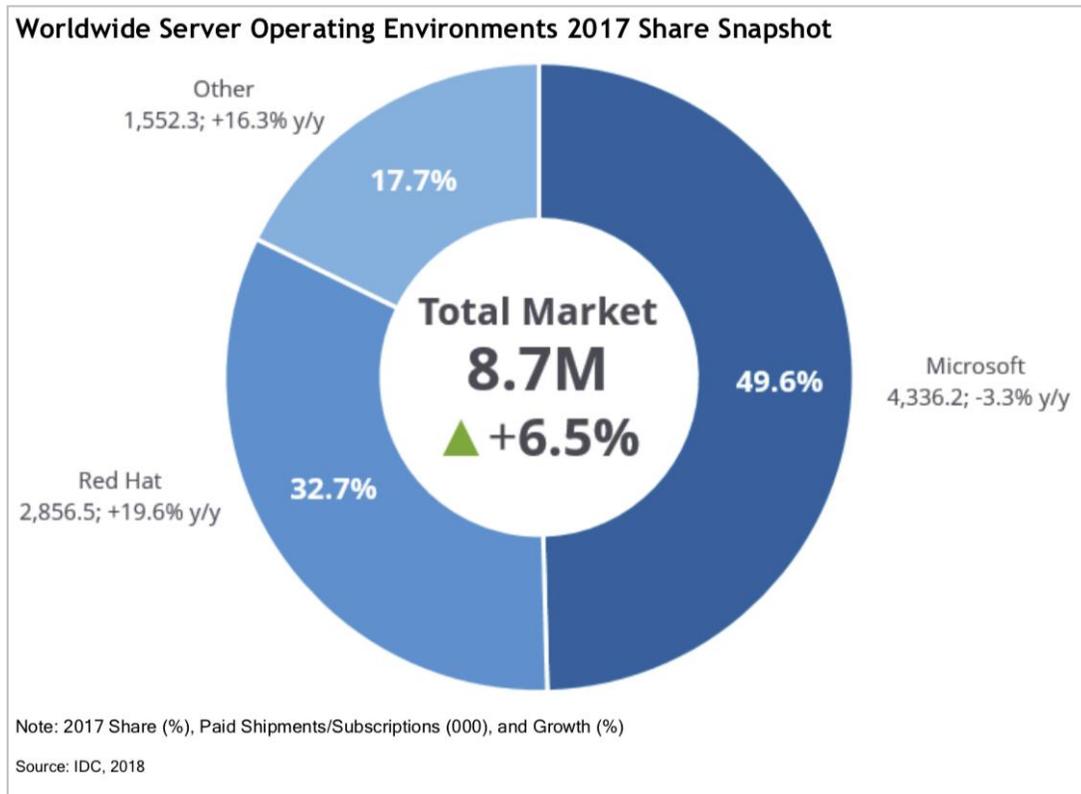


Imagen 7. Distribución de los despliegues de sistemas operativos a nivel mundial.
Fuente: IDC 2018.

Para lo cual distinguimos dos principales competidores: Microsoft Windows Server y Linux RedHat Enterprise Linux.

El mismo reporte indica que las versiones de Linux de pago y gratuitas combinadas duplican la cuota de uso de otros sistemas operativos. De acuerdo a la IDC, Linux se ha establecido firmemente como la plataforma preferida de entrega de aplicaciones modernas empresariales.



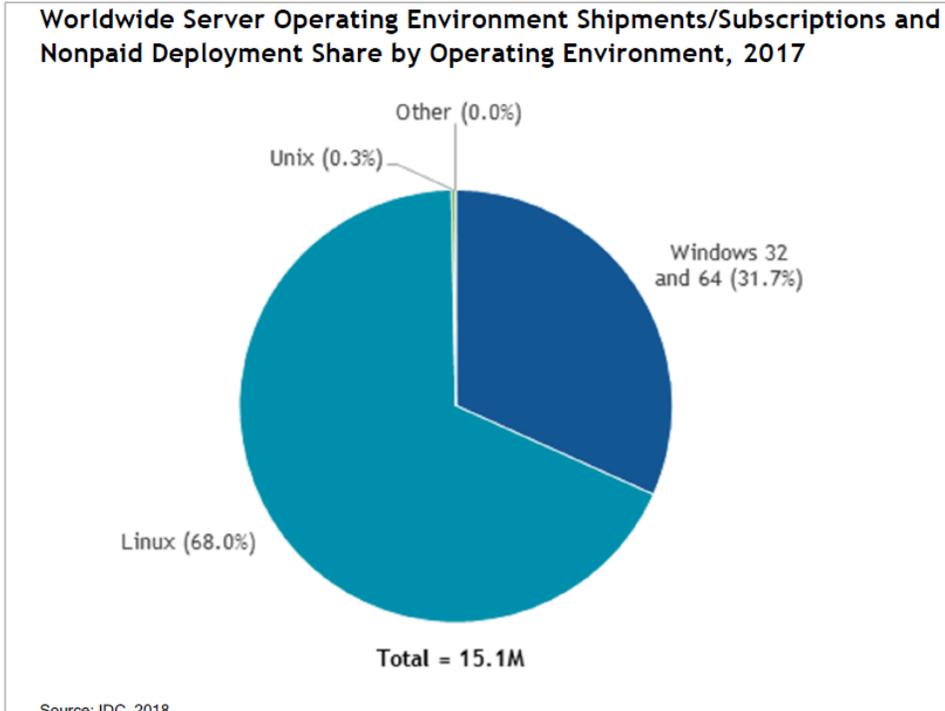


Imagen 8. Distribución global de despliegues por S.O., tanto de paga como gratuito
Fuente: IDC 2018.

De acuerdo a la organización Linux Foundation (The Linux Foundation, 2019), el crecimiento de la cuota del sistema Linux es signo del incremento de su uso en el ámbito empresarial en general. (Linux Foundation Publication, 2014)

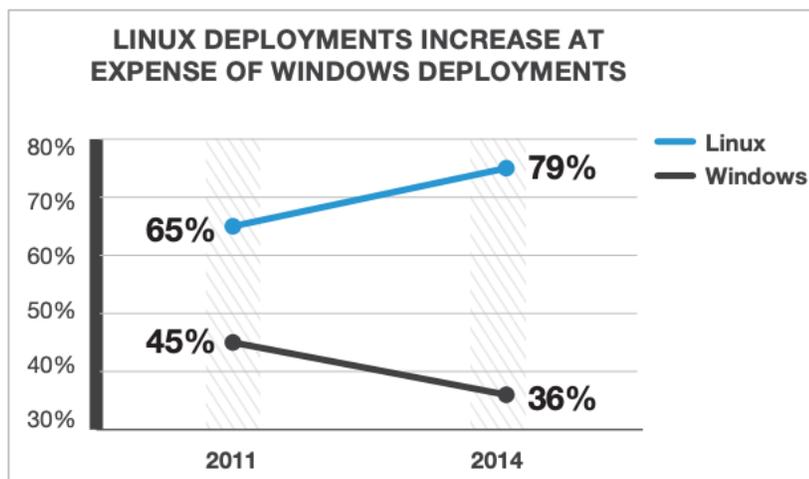


Imagen 9. Crecimiento de despliegues Windows y Linux a nivel mundial.



Asimismo, la organización W3Techs (Web Technology Surveys, 2019) indica que los sistemas operativos basados en Unix son mayormente utilizados que otro tipo (Web Technology Surveys W3Techs, 2019):

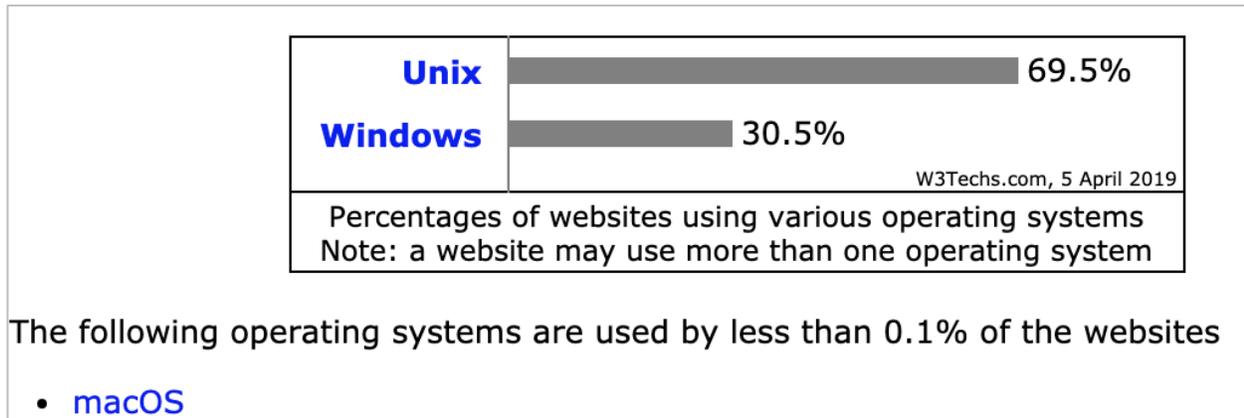


Imagen 10. Crecimiento de despliegues Windows y Linux a nivel mundial.

Esta misma organización indica que la subcategoría Linux y a su vez subcategorías como Ubuntu, Debian, CentOS son las más usadas.

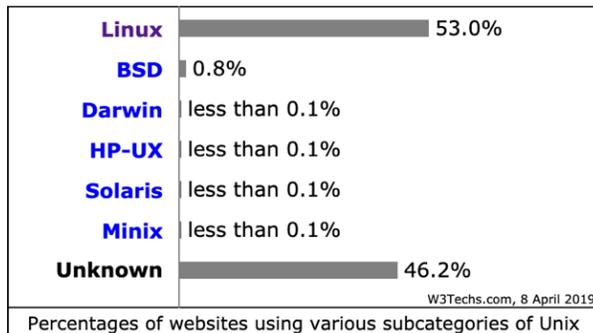


Imagen 11. Porcentaje de sitios web usando distintas subcategorías de Unix

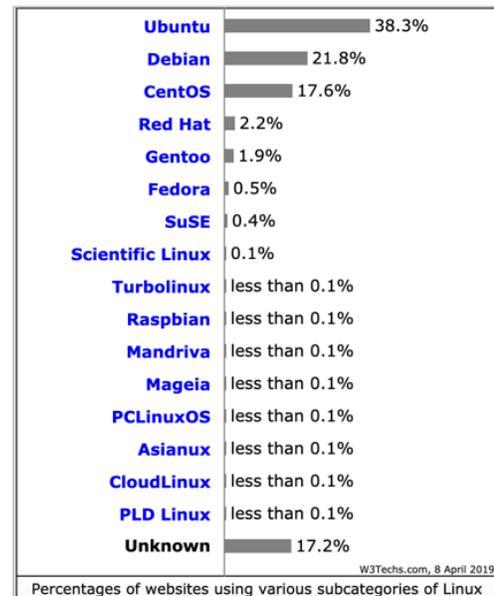


Imagen 12. Porcentaje de sitios web utilizando distintas distribuciones de Linux



Muchas de las preocupaciones sobre este tipo de plataformas Linux se han desvanecido con el paso del tiempo, tales como la falta de características nativas, interoperabilidad, falta de drivers, etc. (Linux Foundation Publication, 2014), pero la falta de talento calificado para manejar y soportar Linux se ha mantenido como una de las mayores preocupaciones. Esto es natural dada la expansión en el uso de Linux que se ha dado últimamente.

Aun así, es evidente que el crecimiento de la comunidad Linux también favorece la documentación y la creación de programas de entrenamiento que ayuden a digerir de mejor forma la curva de aprendizaje inicial. (Linux Foundation Publication, 2014)

3.2. Requerimientos de Gobierno Electrónico.

Tomando en consideración los requerimientos empresariales en el marco de Gobierno Electrónico, y ajustándose a la elección primaria del lenguaje de programación, tenemos que tanto Windows y Linux tienen la capacidad de entregar aplicaciones escritas en Java.

De acuerdo a Phoronix (Phoronix Media, 2019) y con base a características de rendimiento, en términos generales Linux tiene un mejor rendimiento en distintos tipos de tareas:



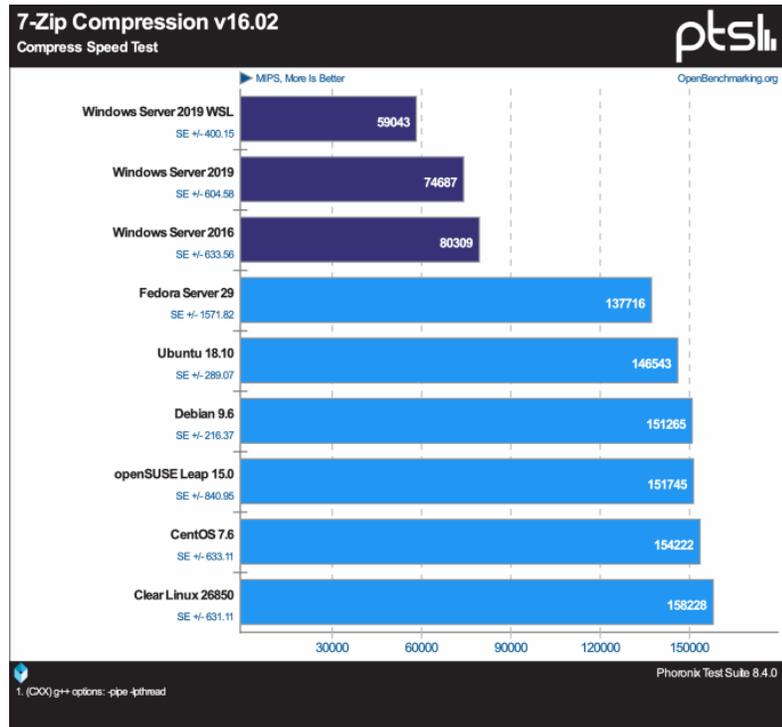


Imagen 13. Pruebas de velocidad de compresión (MIPS, más es mejor).

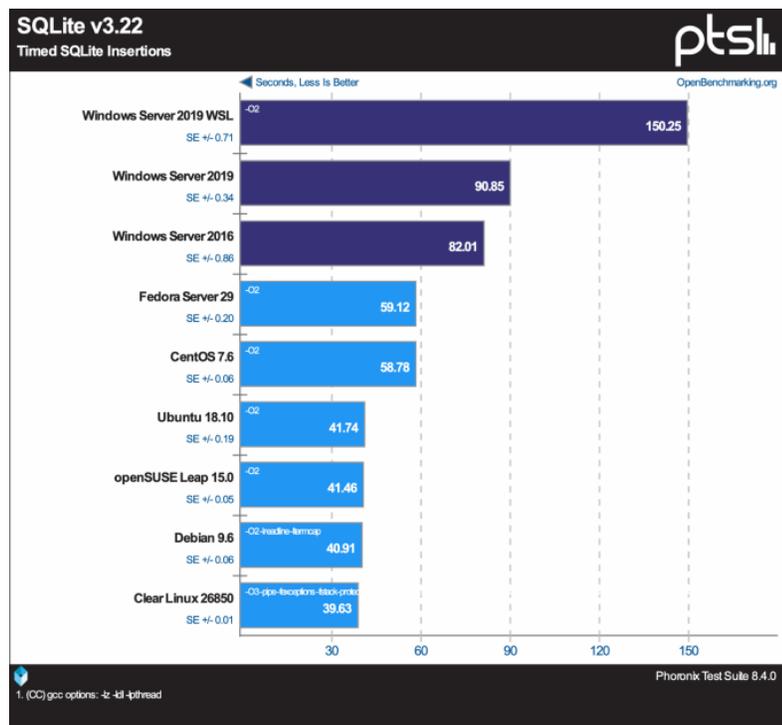


Imagen 14. Pruebas de inserción SQLite (Segundos, menos es mejor).



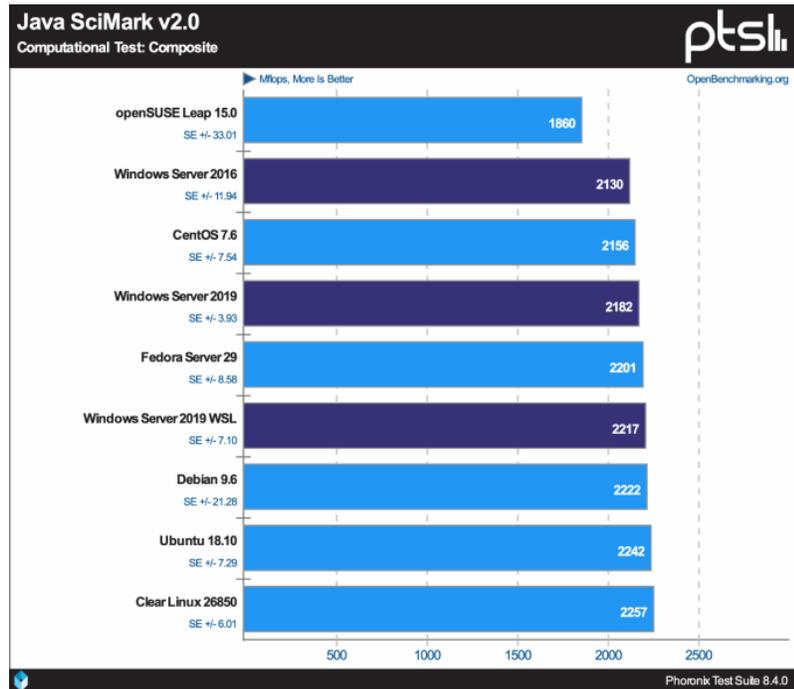


Imagen 15. Pruebas de capacidad de cálculo computacional (Mflops, más es mejor).

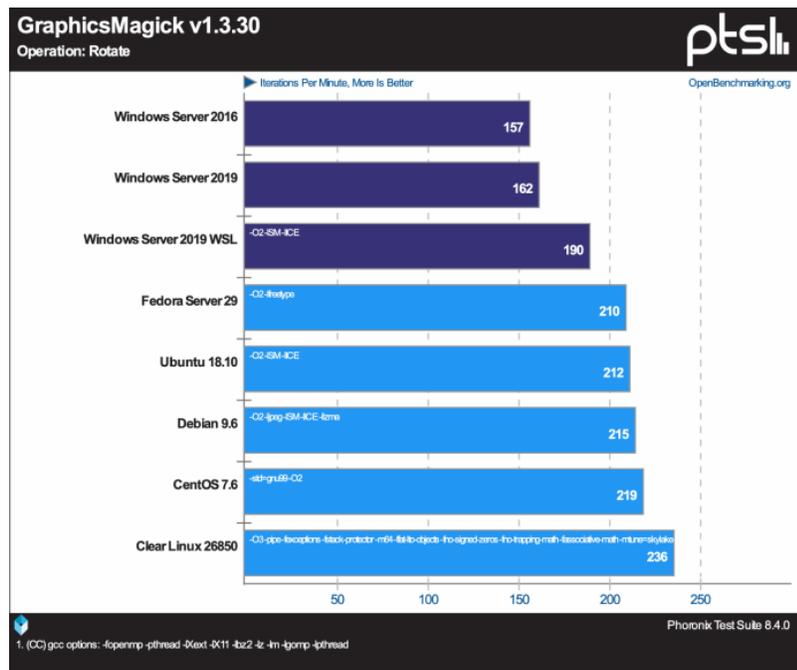


Imagen 16. Pruebas de capacidad de procesamiento gráfico (Iteraciones por minuto, mas es mejor).



En términos de seguridad, de acuerdo a la organización CVE (Common Vulnerabilities and Exposures, 2019), con datos de la NVD (National Vulnerability Database, 2019), Debian Linux presenta la mayor cantidad de vulnerabilidades de seguridad, no obstante, en la ponderación junto con la gravedad de cada vulnerabilidad los mejores puntuados son (menos es mejor) (CVE Details, 2019):

1. Microsoft Windows Server 2016 (Score 5.8)
2. RedHat Enterprise Linux (Score 6.0)
3. Canonical Ubuntu (Score 6.3)
4. Debian Linux (Score 6.4)
5. Microsoft Windows Server 2012 (Score 6.5)
6. Microsoft Windows Server 2008 (Score 7.1)

En la tabla siguiente se puede observar que, si bien Microsoft Windows Server 2016 es en promedio el mejor puntuado, presenta más del doble de vulnerabilidades catalogadas como críticas que el siguiente mejor puntuado (Red Hat Enterprise Linux).



CVSS Score Distribution For Top 50 Products By Total Number Of "Distinct" Vulnerabilities

	Product Name	Vendor Name	Number of Total Vulnerabilities	# Of Vulnerabilities										Weighted Average	% Of Total									
				0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9+		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9+
1	Debian Linux	Debian	2449	25	35	54	647	475	470	552	7	428	6.40	0	1	4	2	26	19	19	23	0	5	
2	Linux Kernel	Linux	2208	1	91	131	47	680	135	178	613	6	5.90	0	4	15	2	31	6	8	28	0	6	
3	Mac Os X	Apple	2196	1	20	153	21	364	265	468	434	10	7.00	0	1	7	1	17	12	21	20	0	21	
4	Android	Google	2149	2	30	13	456	177	155	464	28	230	7.70	0	0	3	1	21	8	7	22	1	37	
5	Firefox	Mozilla	1771	2	55	8	323	343	224	298	1	518	7.30	0	0	3	0	18	19	13	17	0	29	
6	Chrome	Google	1763	1	19	1	368	253	379	536	1	211	7.10	0	0	1	0	21	14	21	30	0	12	
7	Iphone Os	Apple	1637	28	110	21	309	171	565	143	5	285	6.70	0	2	7	1	19	10	35	9	0	17	
8	Ubuntu Linux	Canonical	1581	27	31	38	426	298	281	322	4	22	6.30	0	2	6	2	27	19	18	20	0	6	
9	Windows Server 2008	Microsoft	1187	76	105	10	174	42	98	341	9	122	7.10	0	6	9	1	15	4	8	29	1	28	
10	Acrobat	Adobe	1130	1	1	1	171	49	49	30	830	8.90	0	0	0	15	4	4	3	0	73			
11	Flash Player	Adobe	1070	1	1	1	41	57	23	57	1	850	9.40	0	0	0	0	4	5	2	5	0	83	
12	Windows 7	Microsoft	1047	25	136	7	159	30	89	308	6	200	7.00	0	7	10	1	15	3	9	29	1	26	
13	Safari	Apple	1026	2	18	1	214	99	416	49	3	224	7.10	0	0	2	0	21	10	41	5	0	22	
14	Internet Explorer	Microsoft	979	1	30	1	109	19	32	180	2	400	8.70	0	0	1	0	11	2	3	18	0	69	
15	Opensuse	Opensuse	915	15	40	45	182	209	161	166	1	26	6.50	0	2	4	5	20	23	18	18	0	10	
16	Acrobat Dc	Adobe	912	1	1	1	188	64	76	15	308	8.40	0	0	0	0	21	7	8	2	0	62		
17	Acrobat Reader Dc	Adobe	912	1	1	1	188	64	76	15	308	8.40	0	0	0	0	21	7	8	2	0	62		
18	Acrobat Reader	Adobe	878	1	1	1	158	50	45	34	303	8.60	0	0	0	0	18	6	5	4	0	67		
19	Thunderbird	Mozilla	869	20	2	123	125	98	141	1	200	7.90	0	0	2	0	14	14	11	16	0	41		
20	Enterprise Linux Desktop	Redhat	859	2	31	15	222	149	157	178	1	30	6.50	0	1	6	2	26	17	18	21	0	9	
21	Windows Vista	Microsoft	828	8	31	3	118	27	54	291	9	227	7.90	0	1	4	0	14	3	7	35	1	35	
22	Windows Server 2012	Microsoft	821	82	109	12	109	38	81	206	4	228	6.50	0	10	13	1	13	5	10	25	0	22	
23	Enterprise Linux Server	Redhat	792	5	31	14	212	137	158	165	1	12	6.50	0	1	4	2	27	17	20	21	0	8	
24	Windows 10	Microsoft	775	84	116	13	145	19	85	182	3	228	6.20	0	11	14	2	19	2	11	23	0	17	
25	Enterprise Linux Workstation	Redhat	757	2	20	14	207	130	149	160	1	12	6.50	0	1	3	2	27	17	20	21	0	9	
26	Windows 8.1	Microsoft	757	80	106	10	99	31	79	181	4	267	6.50	0	11	14	1	13	4	10	24	1	22	
27	Windows Xp	Microsoft	740	1	23	3	74	71	42	282	4	200	7.90	0	0	3	0	10	10	6	38	1	32	
28	Seamonkey	Mozilla	697	1	1	2	130	88	72	61	333	7.90	0	0	2	0	19	13	10	9	0	48		
29	Mac Os X Server	Apple	640	6	40	6	91	109	170	137	2	12	6.70	0	1	8	1	14	17	27	21	0	11	
30	Windows Rt 8.1	Microsoft	631	44	34	10	87	23	62	160	4	167	6.70	0	7	15	2	14	4	10	25	1	23	
31	IE	Microsoft	631	1	39	1	86	167	23	140	1	120	7.20	0	0	8	0	14	26	4	22	0	26	
32	Firefox Esr	Mozilla	619	1	1	3	68	73	111	155	1	204	7.80	0	0	1	0	11	12	18	25	0	32	
33	Enterprise Linux	Redhat	601	23	30	32	146	109	71	138	1	12	6.00	0	4	8	5	24	18	12	23	0	5	
34	JRE	Oracle	600	2	2	20	11	83	186	55	50	180	7.10	0	0	5	2	14	31	9	8	0	31	
35	Itunes	Apple	592	1	1	1	38	13	337	100	1	12	7.50	0	0	1	0	6	2	57	17	0	16	
36	JDK	Oracle	591	2	2	20	11	83	185	53	48	120	7.10	0	0	5	2	14	31	9	8	0	30	
37	PHP	PHP	588	1	23	4	64	180	76	200	1	10	6.90	0	0	4	1	11	31	13	34	0	7	
38	Mysql	Oracle	588	22	21	101	327	44	50	16	9	9	5.00	0	4	4	17	56	7	9	3	0	1	
39	Sunos	SUN	569	15	30	27	115	80	29	189	2	10	6.40	0	2	10	5	20	14	5	33	0	10	
40	Wireshark	Wireshark	563	21	32	185	247	7	46	3	19	19	5.80	0	0	4	6	33	44	1	8	1	3	
41	Fedora	Fedoraproject	559	2	20	15	128	145	92	122	308	6.30	0	1	4	3	23	26	16	22	0	5		
42	Windows Server 2016	Microsoft	557	80	88	12	116	14	66	101	3	22	5.80	0	14	16	2	21	3	12	18	1	14	
43	Edge	Microsoft	530	1	1	1	97	15	5	336	438	7.30	0	0	1	0	18	3	1	63	0	9		
44	IOS	Cisco	517	1	1	1	11	40	100	65	250	4	22	7.20	0	0	2	2	8	19	13	48	1	7
45	Windows 2000	Microsoft	514	1	1	1	44	91	24	177	2	208	7.60	0	0	5	1	9	18	5	34	0	28	
46	Office	Microsoft	511	1	1	1	48	26	10	20	1	200	9.10	0	0	1	0	9	5	2	4	0	78	
47	Imagemagick	Imagemagick	497	1	1	1	271	41	85	90	8	8	6.00	0	0	0	0	55	8	17	18	0	2	
48	Solaris	SUN	465	8	47	9	111	49	21	162	10	10	6.60	0	2	10	2	24	11	5	35	0	12	
49	Watchos	Apple	462	1	1	1	74	41	133	60	3	111	7.40	0	0	4	0	16	9	29	13	1	28	
50	Windows 2003 Server	Microsoft	444	2	13	4	28	48	26	191	3	120	7.90	0	0	3	1	6	11	6	43	1	29	

Imagen 17. CVSS Score Distribution For Top 50 Products By Total Number Of "Distinct" Vulnerabilities.

Fuente: (CVE Details, 2019)



Por otra parte, la medida que consideramos para calcular la estabilidad del SO se basa en dos criterios:

- Bajo qué condiciones va a ser utilizado.
- Quién lo usa.

Usando estos dos criterios tenemos que, el 75% de las empresas usan Linux como su elección primaria en sus plataformas de servicios en la nube, un 23% usan Windows y el resto UNIX. (Linux Foundation Publication, 2014)

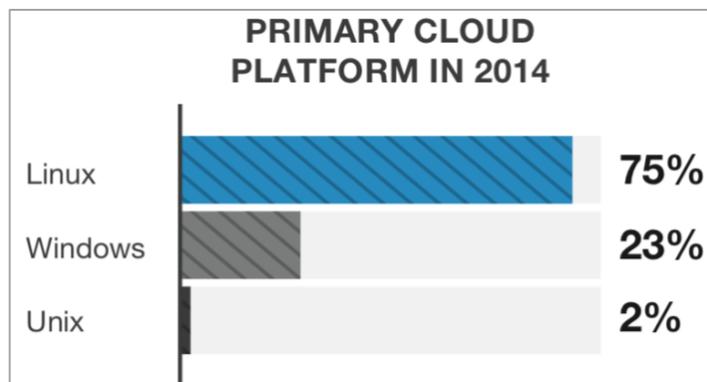


Imagen 18. Porcentaje de uso de plataformas para servicios en la nube.

Asimismo, según información de la propia empresa, RedHat se posiciona como el Sistema Operativo más usado dentro de las 500 empresas más grandes del mundo. (Red Hat Incorporation, 2019).



Imagen 19. Porcentaje de uso del sistema operativo RHEL en distintas áreas dentro de las empresas Fortune Global 500.



3.3. Flexibilidad de licenciamiento.

Tomando en consideración las dos opciones líderes en este análisis, **Windows Server** y **Red Hat Enterprise Linux**, observamos el siguiente esquema de costeo (Red Hat Incorporation US, 2019) (Microsoft Corporation, 2019):

SO	Modelo de Licencia	Implica Costos Indispensables
RedHat Enterprise Linux	Suscripción Anual por par de Sockets	SI
Windows Server	Basado en Nucleos	SI

Tabla 3. Esquema de costeo Red Hat Enterprise Linux vs Windows Server.

Si bien, tanto RHEL como Windows Server implican costos requeridos para su uso, RHEL tiene una contraparte sin costo y de libre redistribución: CentOS. Este sistema está directamente derivado de la base de código de RHEL, y tiene como objetivo ser funcionalmente compatible con RHEL. Los principales cambios consisten en remover la marca de la compañía RedHat tanto en la nomenclatura de paquetes como en el diseño gráfico (The CentOS Project, 2019).



3.4. Alcance del conocimiento.

(Red Hat Incorporation, 2019)

Linux es la base para casi todos los tipos de iniciativas de TI, incluidos los contenedores, las aplicaciones nativas de la nube y la seguridad. Es la base de algunos de los sectores y empresas más grandes del mundo, desde los sitios web que comparten conocimientos, como Wikipedia y New York Stock Exchange, hasta los dispositivos móviles que utilizan Android (que es una distribución de uso específico del kernel de Linux con software complementario).

Tiene varios casos prácticos, distribuciones, sistemas objetivos, dispositivos y capacidades, y todo se basa en las necesidades del usuario y las cargas de trabajo.

3.5. Obsolescencia futura.

(Red Hat Incorporation, 2019)

Con el transcurso de los años, Linux se ha convertido en el estándar "de facto" para las cargas de trabajo fundamentales, de alta disponibilidad y confiabilidad en los centros de datos y las implementaciones de la nube.

Microsoft ha adoptado a Linux y a open source de otra manera; creó un SQL Server para Linux y adaptó su marco .NET (.NET Core/Mono) al open source, de tal forma que cualquier plataforma lo pueda ejecutar, y así permitir que los desarrolladores que usan Linux creen aplicaciones con ese marco. Para el año 2025, todos los clientes de SAP migrarán a SAP HANA, un sistema de gestión de bases de datos relacionales en memoria que solo se ejecuta en Linux. A partir de 2017, el 50% del mercado SAP son clientes de Windows.

En el caso de la nube, incluso en Azure de Microsoft, más del 60% de las imágenes en el mercado de Azure y casi un tercio de las máquinas virtuales se basan en Linux. Por otro lado, Amazon Web Services y Google Cloud Platform ofrecen múltiples distribuciones de Linux en sus imágenes disponibles de forma pública.



Linux sigue siendo el sistema operativo del futuro, y cada vez más sistemas dependen de su estabilidad y capacidad de ampliación.

Según la Fundación Linux, este sistema operativo ha mostrado un fuerte crecimiento dentro de grandes empresas sobre todo en los últimos 9 años, reforzado en gran parte por el incremento en la adopción basada en la nube y un conjunto superior de características, seguridad y TCO. (Linux Foundation Publication, 2014)

La comunidad se mantiene activa fomentando la creación de nuevo talento con las habilidades necesarias para administrar este tipo de plataforma, ya que, según encuestas realizadas por la fundación, estas indican que la plataforma mantiene una percepción positiva en despliegues empresariales de gran tamaño, junto con los proveedores que lo soportan. Esta encuesta está enfocada en 262 participantes que trabajan para organizaciones con ventas mayores a \$500 millones USD y/o más de 500 empleados. (Linux Foundation Publication, 2014)

3.6. Conclusión.

Desde los puntos de vista de estabilidad, rendimiento, seguridad, flexibilidad de licenciamiento y presencia en el ámbito tecnológico CentOS lidera como la mejor opción, no obstante, esto no viene sin algunos retos, concretamente en la curva de aprendizaje empleada para adoptar este sistema.

Ponderando los distintos criterios considerados, es palpable que Linux CentOS se convierte en la opción más viable para adoptar dentro de los sistemas de Gobierno Electrónico, dada su popularidad, ajuste al contexto gubernamental en términos de estabilidad, seguridad y rendimiento, ajuste a condiciones presupuestales, alcance de conocimiento y parámetros de obsolescencia futura.



4. Eje 3. Arquitectura de Desarrollo Base.

4.1. Presencia en el ámbito tecnológico.

Una vez que se tiene definido el lenguaje de programación base, es importante designar la arquitectura de desarrollo que se usará como estándar, que a su vez impactará en el conjunto de herramientas de software núcleo para la creación de los sistemas.

Este estándar se considera particularmente importante porque favorece el cumplimiento de las necesidades de Gobierno Electrónico, alineándose a especificaciones dentro de la industria, mejorando la portabilidad de las aplicaciones e incrementando la productividad para el desarrollador.

Con base en el tamaño de las necesidades de los sistemas gubernamentales, dichas aplicaciones son inherentemente complejas, potencialmente accediendo a datos desde una gran variedad de orígenes y distribuyendo datos a una notable variedad de destinos.

Para mejor control y administración de estas aplicaciones, las funciones empresariales que soportan múltiples condiciones son conducidas en la capa media. La capa media representa un ambiente que es estrictamente controlado y que tiene acceso a todos los servicios dentro de una empresa.

Para atender estas demandas, se propone una arquitectura que dependiendo del nivel de complejidad, desacoplamiento y modularidad de despliegue requerida tendrá dos fases posibles:

a) Arquitectura Modular Multicapa.

Las partes que conforman el modelo para implementar esta arquitectura consisten en lo siguiente:



1. La capa de lógica de negocio, y la capa de lógica de presentación provista por el desarrollador.
2. El conjunto de servicios estándar proporcionados por un servidor de aplicaciones base.

b) Arquitectura de Microservicios.

Esta arquitectura consiste en una serie de aplicaciones desacopladas modulares que pueden ser individualmente desplegadas, modificadas, escaladas e integradas con otros sistemas y servicios, todo esto sin impactar la aplicación como un todo.

Para la implementación de esta arquitectura se considera como mínimo:

1. Una capa de reglas de ruteo y mediación dentro de un dominio.
2. La capa aplicaciones empresariales descompuestas en módulos de acuerdo a las necesidades globales de integración.

Para este par de arquitecturas tenemos 2 alternativas líderes que, tomando en consideración el lenguaje base Java, cumplen con estas demandas (Shelajev, 2017):

1. Spring Framework (Spring Framework Overview, 2019)
2. Java EE (Eclipse Foundation, Inc, 2019)



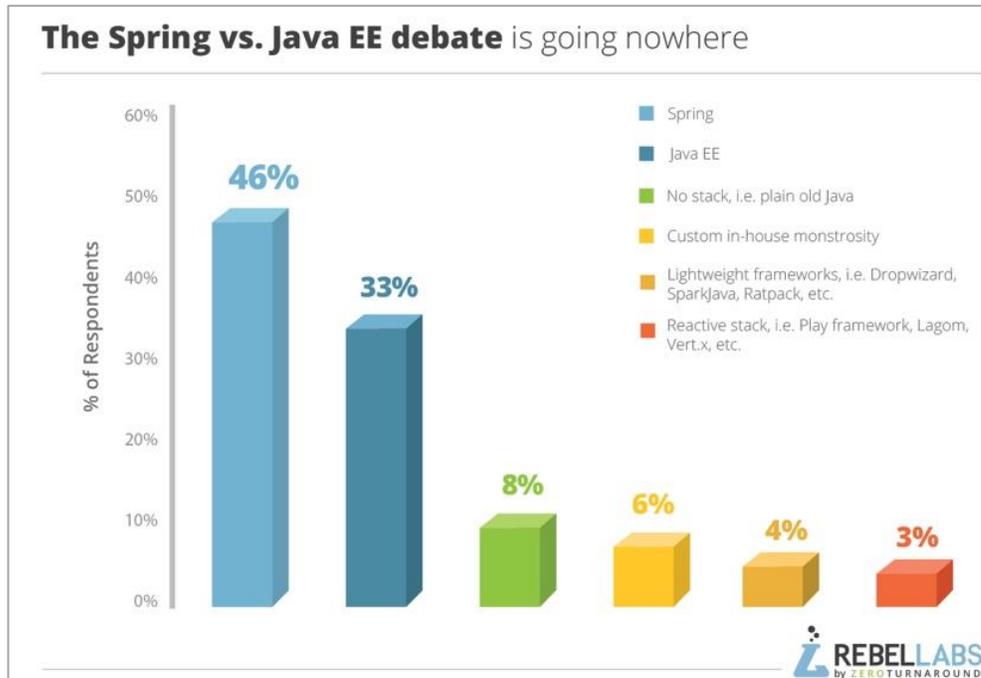


Imagen 20. Distribución de uso de frameworks Java.

En este sentido, existen factores diferenciados en ambas pilas de desarrollo, destacando los siguientes:

	SPRING	JAVA EE
Innovación	Spring se considera revolucionario y como punta de lanza en la escena de Java Empresarial (Spring Framework Overview, 2019)	Evoluciona de forma conservadora aprendiendo de frameworks como Spring o Struts, de la comunidad, de organizaciones comerciales y de expertos en la industria. (Oracle Corporation Java, 2019)
Características	Además de las características provistas por JavaEE, Spring posee características complementarias como Integración directa con bases de datos NoSQL, soporte nativo para despliegues standalone cloud - microservicios (métricas, chequeo de salud, ruteo, descubrimiento), entre otros. (Pivotal Software, 2019)	Posee especificaciones que van en el rango de la seguridad, persistencia, lógica de negocio, servicios web, inyección de dependencias, transacciones, validación, conectores, websocket, etc., con el objetivo de permitir la creación de aplicaciones empresariales complejas. (Overview of Enterprise Applications, 2012)
Experiencia de desarrollo	De acuerdo a los resultados de análisis como "RebelLabs Developer Productivity Report 2017" (Shelajev, 2017), Spring es el que más satisfacción genera al momento de desarrollar sobre ella.	De acuerdo a los mismos análisis, Java EE ofrece buen nivel de satisfacción. En general cualquier propuesta maneja una buena puntuación salvo las herramientas In-House (Shelajev, 2017).



	SPRING	JAVA EE
Compatibilidad	Spring pública manuales de migración entre versiones que impactan en menor o mayor medida sistemas en producción (Hoeller, Migrating from Spring Framework 3.2 to 4.0.1, 2014) (Deleuze, 2019) (Hoeller, Upgrading to Spring Framework 4.x, 2017).	Java EE posee mecanismos claramente especificados, estandarizados y probados para la compatibilidad entre versiones de la plataforma, asegurando que la inversión, muchas veces de años, realizada en investigación y desarrollo pueda ser reusada en el futuro (Java Enterprise Edition, 2019).
Estandarización	Spring es una serie de productos cuyas especificaciones están definidos por el equipo de ingenieros de la propia organización (VMWare-Pivotal) (Pivotal Software Inc, 2019)	La plataforma es creada bajo mecanismos definidos (Java Community Process) para desarrollar especificaciones técnicas estandarizadas, donde están involucradas organizaciones como Oracle, IBM, RedHat y Apache. (Java Community Process, 2019)
Robustez	Spring provee componentes variablemente desacoplados donde la integración, parcheo, versionado, etc. es flexible para el desarrollador permitiendo obtener las últimas versiones de diferentes componentes, con el inconveniente de que la responsabilidad para la estabilidad de esa integración corre por cuenta del desarrollador (Stoyanchev, 2019).	Las implementaciones de Java EE manejan paquetes de librerías y servicios integrados (Application Servers) que son probados y certificados para garantizar la compatibilidad y funcionamiento de los distintos componentes como un todo (Oracle Corporation, 2019).
Licenciamiento	Apache License 2.0 (Permisiva)	Dependiendo de la implementación varía la licencia, teniendo alternativas open source (permisivas) y comerciales.
Soporte	Proporcionado tanto por la comunidad como por la propia empresa. (Pivotal Software Inc, 2019) (Pivotal Software Inc, 2019)	Proporcionado por la comunidad y por las distintas alternativas de proveedor como Oracle, IBM, RedHat, Apache, Payara. (Oracle Corporation, 2018)
Obsolescencia Futura	Spring nació en el 2003 y se ha mantenido como uno de los frameworks más usados, por lo que su línea de tiempo futura se puede considerar estable (Spring Framework Overview, 2019).	Java EE nació en 1999 y se ha mantenido como una de las plataformas más usadas, por lo que su línea de tiempo futura se puede considerar estable (IPFS, 2017).

Tabla 4. Comparativo de factores entre Spring y Java EE.



Existe una preocupación referente a la plataforma que tiene que ver con su futuro después de la adquisición de Sun Microsystems por parte de Oracle, en el que hubo una baja en el ritmo con el cual se trabajaba en las nuevas especificaciones y se publicaban (Java EE 8 concretamente), no obstante, la adopción de un nuevo modelo de progresión más abierto fomentado por empresas como IBM, RedHat, Tomitribe, Payara y Fujitsu, resultó en la elección de la fundación Eclipse para llevar la evolución de la plataforma a un ritmo más rápido (Delabasse, 2018).

Es cuando nace Jakarta EE, cuyos objetivos son (Jakarta EE, 2019):

- Entregar lanzamientos más frecuentemente.
- Disminuir las barreras de participación de la comunidad.
- Mejorar el proceso de creación de especificaciones que reflejen de manera más precisa las necesidades de un rango más amplio de participantes.

Java EE cuenta con una serie de especificaciones de acuerdo a una serie de funcionalidades necesarias para el desarrollo de aplicaciones empresariales (Oracle Corporation, 2017):

- **Contexts and Dependency Injection:** Define una serie de servicios contextuales, proporcionados por el contenedor de aplicaciones, que facilitan al desarrollador el uso de módulos empresariales e integrarlos con diferentes tipos de componentes de una manera desacoplada que a la vez cuenta con verificación estática de tipos.
- **Enterprise JavaBeans Technology:** Utilizado para la construcción de módulos de lógica de negocio.
- **Java Servlet Technology:** Usado para extender las capacidades desde la perspectiva de servidor utilizado mediante un modelo de programación petición-respuesta (HTTP).





- **Java Pages Technology:** Utilizado para generar páginas que pueden tener contenido tanto estático como dinámico.
- **Java Server Pages Standard Tag Library:** Consiste en una librería que encapsula funcionalidades comunes a muchas aplicaciones JSP. Entre las funcionalidades que provee se encuentra el control de flujo, tags para manipular documentos XML, tags de internacionalización y tags para funciones comúnmente usadas.
- **Java Persistence API:** Es una serie de soluciones para persistencia de datos. Utiliza un enfoque de mapeo relacional para disminuir la brecha entre un modelo orientado a objetos y una base de datos relacional.
- **Java Transaction API:** Provee una interfaz estándar para demarcar cada conjunto de operaciones que se deben ejecutar como una unidad (transacción).
- **RESTful Web Services:** Define APIs para el desarrollo de servicios web de acuerdo a la arquitectura Representational State Transfer (REST).
- **Managed Beans:** Se trata de objetos (POJOs) ligeros administrados por el contenedor de aplicaciones con requerimientos mínimos, soportando un conjunto básico de servicios, como inyección de recursos, ciclo de vida e interceptores.
- **Bean Validation:** Define un modelo de metadatos y APIs para la validación de datos en los componentes JavaBean. En lugar de distribuir la validación de datos en diferentes capas, como en el navegador o del lado del servidor, se pueden definir las restricciones de validación en una ubicación centralizada y compartirla a través de múltiples capas.





- **Message Service:** Es un estándar de intercambio de mensajes que permite a los componentes de una aplicación crear, enviar, recibir, y leer mensajes. Esto permite una comunicación distribuida que es desacoplada, confiable y asíncrona.
- **Connector Architecture:** Esta arquitectura es usada para crear adaptadores de recursos que permite a los componentes de una aplicación Java EE acceder e interactuar con el administrador de recursos de un sistema de información empresarial, normalmente antiguos o heredados.
- **Java Mail:** Estándar para el envío de correos electrónicos.
- **Java Security API:** Define una serie de interfaces portables y adaptables para la autenticación HTTP y almacenes de identidad, así como contextos de seguridad que pueden usarse mediante inyección de dependencias.
- **WebSocket:** Este protocolo proporciona comunicaciones full-duplex sobre TCP entre dos hosts. La API de Java para WebSocket permite a las aplicaciones Java EE crear puntos de acceso usando anotaciones que especifican los parámetros de configuración y designan métodos para la escucha de eventos dentro del ciclo de vida de una conexión WebSocket.
- **JSON:** Este conjunto de herramientas tiene como objetivo la traducción, transformación y consulta de datos en formato JSON usando un modelo de objetos o streaming.
- **Microprofile** (Microprofile, 2019): Provee herramientas para el despliegue de aplicaciones bajo la arquitectura de microservicios. Esta especificación actualmente no forma parte de Java EE, aunque existen trabajos para integrarlo en una versión futura bajo Jakarta EE (Sutter, 2018).



Existen distintas opciones de implementación base que proporciona estos servicios estándar dentro de la arquitectura modular multicapa de Java EE y la arquitectura de microservicios, descritas y filtradas a continuación.

En este contexto, se consideran las siguientes opciones de implementación, destacadas por su popularidad en adopción: (Tijms, 2018) (Salnikov, 2017)

- Oracle Glassfish
- Payara
- Oracle WebLogic
- Apache TomEE
- RedHat Wildfly
- RedHat Jboss Enterprise Application Platform
- IBM Websphere Application Server

Cabe señalar que de la lista anterior, se descarta Tomcat y Jetty, debido a que no proveen de manera integrada alguna implementación de Java EE.



4.2. Requerimientos de Gobierno Electrónico.

De acuerdo con la información publicada por cada uno de los fabricantes, se tiene el siguiente cuadro comparativo con las características puntuales de cada servidor de aplicaciones:

Característica	Oracle Glassfish	Payara Server	Apache TomEE	RedHat Wildfly	RedHat Jboss Enterprise Application Platform	Oracle Weblogic	IBM WebSphere Application Server
Licencia	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source	Comercial	Comercial	Comercial
Frecuencia de Lanzamiento de versiones	Irregular	Cada 4 meses para la comunidad. Mensual para clientes.	Irregular	Cada 4 meses para la comunidad	Semianual	Semianual	Semianual
Lanzamiento de parches	Solo para versiones previas a 4.0	Cada 4 meses para la comunidad. Mensual para clientes.	Irregular	Cada 4 meses para la comunidad	Regular	Regular	Regular
Revisiones de Seguridad	Infrecuente	Instantáneo para clientes. Lo más pronto posible para la comunidad	Irregular	Cada 4 meses para la comunidad.	Instantáneo.	El martes más cercano al 17 de enero, abril, julio y octubre de cada año	Mensual
Soporte en fase de producción	No	Si	No	No	Si	Si	Si
Soporte para migración	No	Si	No	No	Si	Si	Si
Actualización de Componentes (Weld, Mojarra, etc.)	Irregular	Cada 4 meses	Irregular	Cada 4 meses	Cada lanzamiento mayor	Cada lanzamiento mayor	Cada lanzamiento mayor
IDEs soportados	Eclipse Netbeans IntelliJ IDEA	Eclipse Netbeans IntelliJ IDEA	Eclipse Netbeans IntelliJ IDEA	Eclipse Netbeans IntelliJ IDEA	Eclipse Netbeans IntelliJ IDEA	Eclipse Netbeans Oracle Developer Studio	Rational Application Developer
Cluster automático	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Servicio de revisión de Salud	No	Si	Si (Microprofile)	Si	Si	Si	Si
Monitoreo de Rendimiento SQL	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Rastreo de Peticiones	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Soporte MicroProfile	No	Si	Si	Si	Si	No	Si (Liberty)
Soporte Docker	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Carga modular de clases	No	No	No	Si	Si	Si	Si
Certificación Java EE (Java EE Compatibility, 2018)	No	No	Si (WebProfile)	Si	Si	Si	Si

Tabla 5. Comparativo de cada servidor de aplicaciones.



Algo que se considera vital para los requerimientos gubernamentales es la compatibilidad de la primera fase de la arquitectura propuesta (modular multicapa) con la segunda (microservicios), por lo cual se descarta **Oracle Weblogic** como opción al no ofrecer una vía soportada para este tipo de implementación.

Glassfish se descarta por la falta de mantenimiento en su desarrollo (última versión en septiembre de 2017) (Glassfish JavaEE, 2017), algo fundamental para los requerimientos de Gobierno Electrónico. Si bien el proyecto fue adoptado por la fundación Eclipse, este aún se encuentra en fase de incubación (Eclipse Foundation Inc, 2018).

TomEE destaca por su comunidad activa, soporte comercial, estabilidad y rendimiento, sin embargo, se descarta por solo implementar una parte de la especificación Java EE (Web Profile) (Oracle Corporation, 2018), que, si bien cubre una gran parte de las necesidades de Gobierno Electrónico, limita las alternativas en el momento que se necesiten soluciones más complejas.

Por otra parte, **Payara Server** también destaca por su estabilidad, rendimiento, comunidad activa, soporte comercial, aunque no cuenta con la certificación Java EE Full Profile (Payara, 2018), por lo cual también se descarta. Esta certificación está enfocada en asegurar la portabilidad a través de todos los productos Java EE, y al mismo tiempo asegura mediante diversos procesos de prueba la entrega segura, robusta, confiable y escalable de soluciones basadas en la tecnología Java EE (Oracle Corporation, 2018).



4.3. Flexibilidad de licenciamiento.

De las alternativas restantes, las características de licenciamiento son:

Application Server	Modelo de Licencia	Implica Costos Indispensables
RedHat Wildfly	LGPL (Permisiva)	NO
RedHat Jboss Enterprise Application Platform	Suscripción	SI
IBM WebSphere Application Server	Uso sin cargo limitado a un espacio combinado de 2 GB. en la JVM a través de todas las instancias del servidor de aplicaciones. Uso en etapa de producción superior a este límite requiere la compra de una licencia (WebSphere Application Server traditional, 2018)	NO

Tabla 6. Comparativo de las características de licenciamiento.

Sujeto a requerimientos específicos de soporte comercial, se descarta **Jboss Enterprise Application Platform**, en virtud que se trata de una plataforma cuya licencia implica obligatoriamente el pago de una suscripción para uso en producción (Red Hat Inc, 2019).

IBM WebSphere Application Server provee un uso sin cargo limitado a cierto espacio en memoria de JVM, por lo que también se descarta al no ofrecer la flexibilidad necesaria en la ponderación de requerimientos técnicos y de licenciamiento. (IBM, 2019)

La alternativa remanente, **RedHat Wildfly** (antes Jboss) cuenta con un historial de implementaciones desde 1999 alojando cerca de 100 proyectos enfocados en la integración, reglas de negocio, procesos, NoSQL, despliegue en la nube, aplicaciones móviles, poliglota, mensajero, herramientas, frameworks alternativos de desarrollo etc. (WildFly, 2013)



El soporte comercial es provisto por **Jboss Enterprise Application Platform**, el cual está basado en el proyecto **Wildfly** (Red Hat Inc, 2019), asimismo encuentra soporte en proyectos Open Source, como los siguientes:

- **Narayana**: 30 años de experiencia en el área de procesamiento de transacciones (Narayana, 2019).
- **Hibernate**: 17 años de experiencia en el área de acceso a bases de datos (Hibernate, 2019).
- **Infinispan** (Antes JBoss Cache): Más de 15 años ofreciendo soluciones de clusterización y escalamiento (Jboss Cache, 2019) (Surtani, 2006).
- **Weld**: (Derivado de Seam, Inyección de Dependencias) Más de 12 años ofreciendo servicios complementarios para mejorar la estructura de las aplicaciones (CDI-SPEC.ORG, 2019) (Java Community Process-Java Specification Requests, 2019).
- Entre otros.



4.4. Alcance del conocimiento.

La empresa que patrocina y fomenta estos proyectos, Red Hat, es considerado líder mundial de soluciones de TI empresariales (RedHat Incorporation, 2019). Provee un extenso portafolio de productos y servicios usando un modelo de negocio colaborativo y abierto. Sus soluciones abarcan ámbitos como software de infraestructura, seguridad y servicios, plataforma de contenedores, automatización y administración, middleware, herramientas de desarrollo, entre otros. Por lo cual se cuenta con un ecosistema amplio para atacar una gran variedad de problemas que se presentan durante el proceso de desarrollo de software.



Imagen 21. Servicios que ofrece Red Hat.

4.5. Obsolescencia futura.

Según estadísticas de la compañía, más del 90% de las 500 empresas más grandes del mundo usan la pila tecnológica de Red Hat actualmente. (Investors redhat, 2019).



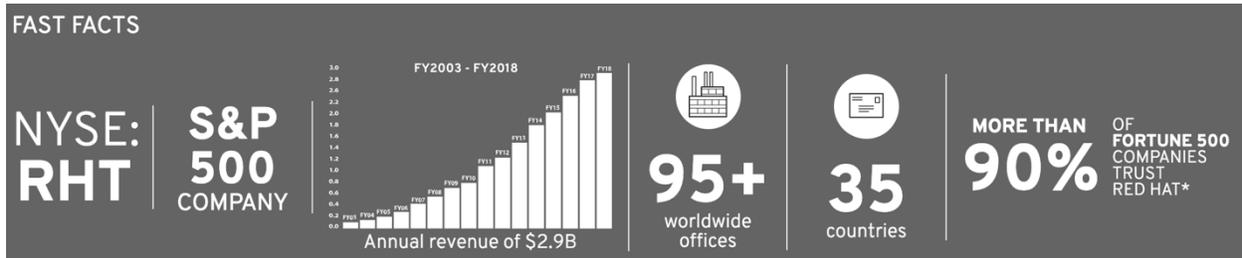


Imagen 22. Estadísticas generales de Red Hat.

Asimismo, esta pila de software funciona sobre los centros de datos más demandantes a nivel mundial, que tiene campos de acción como líneas aéreas, servicios de telecomunicaciones, bancos comerciales, compañías del sector salud y agencias del gobierno federal estadounidense (Red Hat client data and Fortune Global 500 list, June 2017).

Esto habla de la extensa presencia que tiene en distintos sectores en el ámbito empresarial y gubernamental, lo cual, dado el comportamiento en la frecuencia de cambios u actualizaciones tecnológicas en este tipo de organizaciones, marca la pauta para determinar que se trata de un conjunto de tecnologías que perdurará durante un periodo extenso de tiempo.



Imagen 23. Uso de RedHat dentro de las compañías Fortune Global 500.



4.6. Conclusión.

En línea con los distintos criterios y factores señalados, la elección es Java EE, porque si bien presenta lentitud en la adopción de nuevos enfoques de tecnologías (como el despliegue en cloud), su proceso de aprobación, implementación, integración, compatibilidad y pruebas brindan la certeza necesaria para el desarrollo dentro de Gobierno Electrónico.

Asimismo, como la única implementación de Java Enterprise Edition que cumple con los requerimientos establecidos se selecciona a RedHat Wildfly Application Server para la ejecución de los proyectos de software empresarial desarrollados bajo esta arquitectura. Se puede considerar Jboss Enterprise Application Platform como alternativa en caso de que se requiera soporte comercial por parte del fabricante, ya que es directamente compatible con la solución Wildfly.



5. Eje 4. Motor de Base de Datos.

5.1. Presencia en el ámbito tecnológico.

Actualmente existen dos tipos de base de datos principales en el mercado: SQL y NoSQL, las cuales tienen notables diferencias, pero no se consideran excluyentes entre sí, dependiendo del tipo de proyecto y las necesidades de éste es cuando se puede tomar la decisión de elegir entre uno u otro. (Amazón Web Services, 2019)

Características de Bases de Datos SQL (Relacional) y NoSQL (No Relacional).

	Bases de Datos Relacionales	Bases de Datos NoSQL
Cargas de trabajo óptimas	Las bases de datos relacionales están diseñadas para aplicaciones de procesamiento de transacciones online (OLTP) altamente coherentes y transaccionales, y son buenas para el procesamiento analítico online (OLAP).	Las bases de datos clave-valor, documentos, gráficos y en memoria de NoSQL están diseñadas para OLTP para una serie de patrones de acceso a datos que incluyen aplicaciones de baja latencia. Las bases de datos de búsqueda NoSQL están diseñadas para hacer análisis sobre datos semiestructurados.
Modelo de datos	El modelo relacional normaliza los datos en tablas conformadas por filas y columnas. Un esquema define estrictamente las tablas, las filas, las columnas, los índices, las relaciones entre las tablas y otros elementos de las bases de datos. La base de datos impone la integridad referencial en las relaciones entre tablas.	Las bases de datos NoSQL proporcionan una variedad de modelos de datos, que incluyen documentos, gráficos, clave-valor, en-memoria y búsqueda.
Propiedades ACID	Las bases de datos relacionales ofrecen propiedades de atomicidad, coherencia, aislamiento y durabilidad (ACID): La atomicidad requiere que una transacción se ejecute por completo o no se ejecute en absoluto. La coherencia requiere que una vez	Las bases de datos NoSQL a menudo hacen concesiones al flexibilizar algunas de las propiedades ACID de las bases de datos relacionales para un modelo de datos más flexible que puede escalar horizontalmente. Esto hace que las bases de datos NoSQL sean una excelente opción para casos de uso de baja latencia y alto rendimiento que necesitan escalar horizontalmente más allá de las



	Bases de Datos Relacionales	Bases de Datos NoSQL
	<p>confirmada una transacción, los datos deban acoplarse al esquema de la base de datos.</p> <p>El aislamiento requiere que las transacciones simultáneas se ejecuten por separado.</p> <p>La durabilidad requiere la capacidad de recuperarse de un error inesperado del sistema o de un corte de energía y volver al último estado conocido.</p>	<p>limitaciones de una sola instancia.</p>
Rendimiento	<p>Normalmente, el rendimiento depende del subsistema de disco. Se necesita la optimización de consultas, índices y estructura de tabla para lograr el máximo rendimiento.</p>	<p>El rendimiento es, por lo general, depende del tamaño del clúster de hardware subyacente, la latencia de red y la aplicación que efectúa la llamada.</p>
Escalado	<p>Las bases de datos relacionales generalmente escalan en forma ascendente las capacidades de computación del hardware o la ampliación mediante la adición de réplicas para cargas de trabajo de solo lectura.</p>	<p>Las bases de datos NoSQL normalmente se pueden particionar porque los patrones de acceso de valores clave son escalables mediante el uso de arquitectura distribuida para aumentar el rendimiento que proporciona un rendimiento constante a una escala casi ilimitada.</p>
API	<p>Solicita almacenar y recuperar datos que están comunicados mediante consultas que se ajustan a un lenguaje de consulta estructurado (SQL). Estas consultas son analizadas y ejecutadas por la base de datos relacional.</p>	<p>Las API basadas en objetos permiten a los desarrolladores almacenar y recuperar fácilmente estructuras de datos en memoria. Las claves de partición permiten que las aplicaciones busquen pares de clave-valor, conjuntos de columnas o documentos semiestructurados que contengan atributos y objetos de aplicación serializados.</p>

Tabla 7. Comparativo de las características de las Bases de Datos SQL (Relacional) y NoSQL (No Relacional).

Ponderando las características anteriores, la decisión entre elegir una base de datos relacional o una NoSQL dependerá de la naturaleza del proyecto, para lo cual se consideran los siguientes criterios:



- **Base de Datos Relacional:** Elegir cuando se obtiene un beneficio de estructuras y esquemas predefinidos, particularmente si se requieren transacciones multifila. Es también la mejor opción si los datos deben ser consistentes sin margen de error, como por ejemplo, en un sistema contable.
- **Base de Datos NoSQL:** Elegir cuando las estructuras de datos que se manejan son variables, ya que este tipo de base de datos es más flexible. Elegir también cuando se requiere almacenar y manejar grandes cantidades de datos.

Para la elección de la base de datos relacional, y de acuerdo a fuentes como Stackoverflow (Stack overflow, 2019), DBEngines (DB-Engines, 2019), y Pumblr (Kender, 2019) las bases de datos con mayor presencia en este rubro son:

- **MySQL**
- **PostgreSQL**
- **Oracle**
- **Microsoft SQL Server**

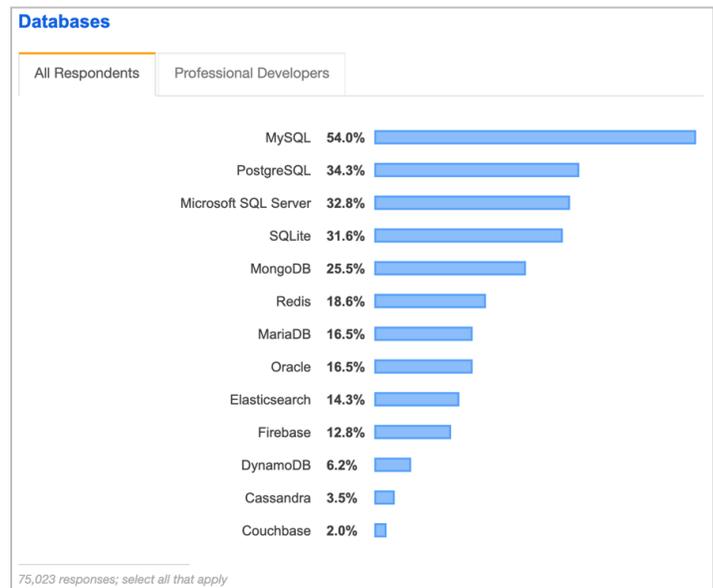


Imagen 24. Stack Overflow Developer Survey 2019 - Databases.



345 systems in ranking, April 2019

Rank			DBMS	Database Model	Score		
Apr 2019	Mar 2019	Apr 2018			Apr 2019	Mar 2019	Apr 2018
1.	1.	1.	Oracle +	Relational, Multi-model	1279.94	+0.80	-9.85
2.	2.	2.	MySQL +	Relational, Multi-model	1215.14	+16.89	-11.26
3.	3.	3.	Microsoft SQL Server +	Relational, Multi-model	1059.96	+12.11	-35.55
4.	4.	4.	PostgreSQL +	Relational, Multi-model	478.72	+8.91	+83.25
5.	5.	5.	MongoDB +	Document	401.98	+0.64	+60.57
6.	6.	6.	IBM Db2 +	Relational, Multi-model	176.05	-1.15	-12.89
7.	↑ 8.	↑ 9.	Redis +	Key-value, Multi-model	146.38	+0.25	+16.27
8.	↑ 9.	8.	Elasticsearch +	Search engine, Multi-model	146.00	+3.21	+14.64
9.	↓ 7.	↓ 7.	Microsoft Access	Relational	144.65	-1.55	+12.43
10.	10.	↑ 11.	SQLite +	Relational	124.21	-0.66	+8.23

Imagen 25. DB-Engines Ranking.

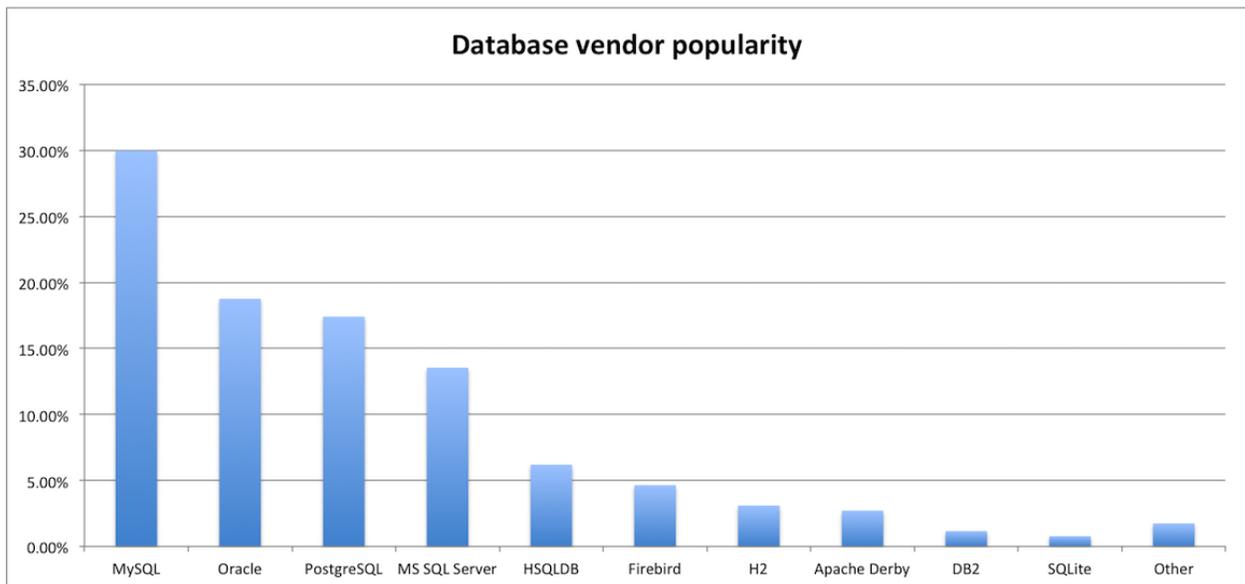


Imagen 26. Plumbir – Bases de datos relacionales más populares 2016.



En el caso de la base de datos NoSQL, y de acuerdo a fuentes como la firma analista The Forrester Wave (The NoSQL Technical Comparison Report: Cassandra (DataStax), MongoDB, and Couchbase Server), DBEngines (DB-Engines, 2019), y Altoros (Yuhanna, 2019) las bases de datos NoSQL con mayor presencia en este rubro son:

- MongoDB
- Cassandra
- Couchbase

Se descartan Amazon Dynamo DB, Microsoft Cosmos DB, IBM Cloudant y otros servicios similares por ser del tipo *Database as a Service* y no ofrecer la flexibilidad para funcionar en infraestructura propia.

Redis se descarta por no soportar mecanismos declarativos de consulta, lo cual se considera una característica básica dentro de los desarrollos en gobierno electrónico.

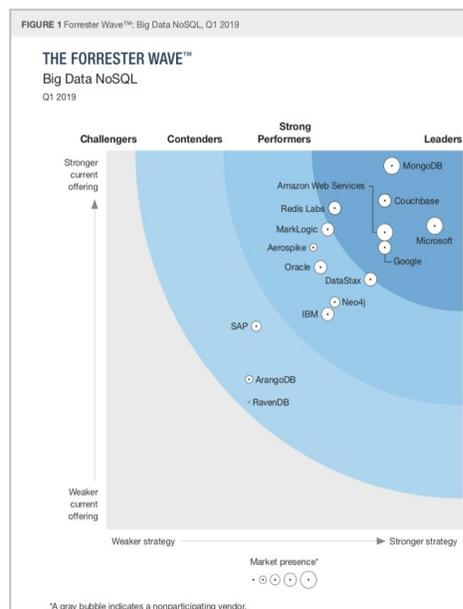


Imagen 27. The Forrester Wave – Big Data NoSQL Q1 2019





Rank			DBMS	Database Model	Score		
Apr 2019	Mar 2019	Apr 2018			Apr 2019	Mar 2019	Apr 2018
1.	1.	1.	MongoDB +	Document	401.98	+0.64	+60.57
2.	2.	2.	Amazon DynamoDB +	Multi-model i	56.01	+1.52	+12.86
3.	3.	3.	Couchbase +	Document	36.28	+2.49	+3.95
4.	4.	↑ 5.	Microsoft Azure Cosmos DB +	Multi-model i	26.28	+1.45	+9.09
5.	5.	↓ 4.	CouchDB	Document	20.44	+1.80	+0.58
6.	6.	6.	MarkLogic +	Multi-model i	14.47	+0.72	+3.84
7.	7.	7.	Firebase Realtime Database	Document	11.00	+0.70	+4.95
8.	8.	8.	OrientDB	Multi-model i	6.19	+0.06	+0.55
9.	↑ 13.	↑ 13.	RavenDB +	Document	4.66	+0.94	+1.68
10.	↓ 9.	↑ 12.	Google Cloud Datastore	Document	4.43	+0.11	+1.23

Imagen 28. DB-Engines Ranking



5.2. Requerimientos de Gobierno Electrónico.

De acuerdo con la información de cada fabricante, se muestra la siguiente comparativa entre las alternativas más populares basándose en características puntuales que se consideran esenciales para gobierno electrónico.

	Oracle Mysql	PostgreSQL	Oracle Database	Microsoft SQL Server
Licencia	Open Source	Open Source	Comercial	Comercial
Multi Sistema Operativo	SI (Windows, Linux, Mac, Solaris) (My Sql Oracle Corporation, 2019)	SI (Windows, Linux, Mac, Solaris) (The PostgreSQL Global Development Group, 2019)	SI (Windows, Linux, Solaris) (Oracle Database Software Downloads, 2019)	SI (Windows, Linux) (Microsoft Install SQL Server 2017, 2019)
ACID	NO Completo (MySQL Server InnoDB and the ACID Model, 2019)	SI (PostgreSQL About, 2019)	SI (Oracle Help Center Transactions, 2019)	SI (Microsoft - SQL Server: Concurrency , 2018)
Estándar SQL	NO Completo (Mysql Server Standards Compliance, 2019)	SI (PostgreSQL Documentation, 2019)	SI (Oracle and Standard SQL, 2019)	NO (Microsoft SQL-92 Compliance, 2017)
Soporte	Soporte por la comunidad y/o comercial a través de Oracle 24/7 sin límite de incidentes. (MySQL Support, 2019)	Soporte por la comunidad y/o comercial a través de empresas externas. (PostgreSQL About, 2019) (PostgreSQL Professional Services, 2019)	Provisto por Oracle, soporte técnico, actualizaciones, alertas de seguridad, bugfixes, parches críticos, certificaciones, etc., algunas características de soporte no incluidas en el costo de la licencia. (Oracle Lifetime Support Policy, 2019) (Oracle Technology Global Price List, 2019)	Provisto por Microsoft ofrece soporte técnico y arreglos de bugs del producto. En caso de necesitar asistencia directa se puede pagar por incidente o por paquete de incidentes. (Technical support policy for Microsoft SQL Server, 2019) (Microsoft Support for business, 2019)
Seguridad	Seguridad basada en autenticación, reglas de control de acceso, protección de acceso a archivos o instancias, asignación de roles. Oferta características adicionales de seguridad mediante plugins, algunos de uso comercial. (MySQL Reference Manual, 2019)	Seguridad basada en autenticación, reglas de control de acceso, reglas y funciones, protección de acceso a archivos o instancias, asignación de roles. Cuenta con una organización (PostgreSQL Global Development Group) dedicada a realizar actualizaciones de seguridad. (PostgreSQL 7.0 Chapter 28. Security, 2019) (PostgreSQL Security Information, 2019)	Seguridad multicapa que incluye control de riesgos, prevención de acceso no autorizado de datos, detección y reporte de actividades en la BD y reglas de control de acceso. (Oracle Database Security Capabilities, 2019)	Seguridad con menos características que Oracle, pero mayores a las soluciones open source. Estas características abarcan el acceso a entidades seguras mediante mecanismos de autenticación y autorización. (Microsoft Overview of SQL Server Security, 2017)
Rendimiento	Ambas soluciones son perfectamente capaces de manejar millones de queries por segundo. Sin embargo, es de notarse que MySQL no soporta nativamente algún tipo de multihilo. Por otra		No es posible obtener referencias de estadísticas de rendimiento debido a la	No es posible obtener referencias de estadísticas de rendimiento debido a



	Oracle Mysql	PostgreSQL	Oracle Database	Microsoft SQL Server
	parte, PostgreSQL puede realizar planeaciones de consulta complejas que hacen uso de múltiples CPUs para procesar consultas más rápidamente. (Korotkov, 2016) (Drake, 2019) (Morelo, 2018)		cláusula DeWitt que prohíbe la publicación de benchmarks que el proveedor de base de datos no autorice. (Moran, 2003)	la cláusula DeWitt que prohíbe la publicación de benchmarks que el proveedor de base de datos no autorice. (Moran, 2003)
Escalabilidad	Replicación Maestro-Eslavo y Maestro-Maestro, cuenta con una distribución (MySQL Cluster) para alta disponibilidad y alta redundancia. (Oracle MySQL Chapter 1, 2019)	Balanceo de Carga, Replicación Maestro-Eslavo y otros tipos de implementación usando extensiones de terceros. (PostgreSQL 9.5.17 Documentation, 2019)	Amplio espectro de soluciones para escalabilidad y rendimiento.	Múltiples opciones de alta disponibilidad y rendimiento (Milener, 2015)

Tabla 8. Comparativo de las características más populares de las bases de datos SQL.



Con relación a las bases de datos NoSQL, de acuerdo con la información de cada fabricante, se muestra la siguiente comparativa entre las alternativas más populares, basándose en características puntuales relevantes para gobierno electrónico. Cada fabricante ofrece características adicionales que no son tomadas en cuenta en esta comparativa por pertenecer a sus versiones comerciales.

	MongoDB	Cassandra	Couchbase
Tipo	Documentos	Wide Column o Key-Value Bidimensional	Documentos
Formato	JSON	Tablas, Filas y Columnas	JSON
Soporte	Por la comunidad o a través de sus versiones comerciales (Technical Support MongoDB, 2008).	Por la comunidad o a través de terceros de manera comercial (Brown, 2017).	Por la comunidad o a través de su versión comercial (Couchbase Start a Revolution, 2019).
Seguridad	Basada en mecanismos autenticación, autorización y encriptado del canal de transporte (MongoDB, Inc, 2008).	Basada en mecanismos autenticación, autorización y encriptado del canal de transporte (Securing Cassandra, 2019).	Basada en mecanismos autenticación, autorización, encriptado del canal de transporte y auditoria (Couchbase Start a Revolution Security, 2018).
Rendimiento	Cada uno de los fabricantes ha publicado reportes en el que se muestran como la opción con mejor rendimiento que los otros competidores, bajo distintas configuraciones. Es por esto que no se puede tener una descripción concluyente (Couchbase Start a Revolution Performance, 2019) (MongoDB, Incorporation, 2019) (NoSQL Performance Benchmarks, 2019).		
Lenguaje de Consulta	SQL Propio (MongoDB, Inc 2008 Query , 2019), Sintaxis similar a SQL	CQL (Apache Cassandra, 2016), Sintaxis similar a SQL, manteniendo la misma definición de tablas, filas y columnas. Es más limitado que otras soluciones debido a que el enfoque de Cassandra va más enfocado al rendimiento y no al soporte de instrucciones SQL complejas que pudieran afectar este sobre todo en ambientes distribuidos (ejemplo: JOINS) (Hobbs, 2015) (Hobbs, 2015).	NIQL (Couchbase Start a Revolution NIQL, 2019) Sintaxis similar a SQL, expresiva y conforme al estándar ANSI. Ofrece opciones para consultas complejas.



	MongoDB	Cassandra	Couchbase
Almacenamiento	DISCO (Sección Engines MongoDB, 2008)	Memoria como prioridad, luego disco (Architecture in brief - Apache Cassandra 3.0, 2019)	Memoria como prioridad, luego disco (Couchbase Start a Revolution Memory, 2018)
ACID	Parcial, principalmente la Consistencia es variable (Horowitz, 2018) (WriteConflict inside a transaction on any concurrent db access, 2018).	Parcial, principalmente la Consistencia es variable (Cassandra transactions different, 2019).	Parcial, principalmente la Consistencia es variable (Groves, 2018).
Escalabilidad	Maestro-Esclavo (Nodo primario y nodos secundarios). Solo en nodo primario puede realizar operaciones de escritura. En caso de fallo se elige a un nodo secundario como primario, generando una pequeña ventana de tiempo en el que no estará disponible el nodo primario hasta que se elija el nuevo (Replication MongoDB Manual, 2008)	Sin punto único de fallo. Todos los nodos escalan de manera homogénea. (Architecture in brief - Apache Cassandra 3.0, 2019)	Sin punto único de fallo. Todos los nodos escalan de manera homogénea. (Homogenous Scaling Model, 2018)
Administración	Línea de comandos, Software de escritorio, múltiples opciones web desarrolladas por la comunidad. (MongoDB Compass) (MongoDB Tools, 2019)	Línea de comandos, Software de escritorio solo para la versión comercial de la BD (Installing DataStax Studio 6.7, 2019) (DataStax For Developers, 2019).	Línea de comandos, Panel Web Integrado (Couchbase Server Management Options).
Documentación	Provista por Mongo ofrece una amplia guía tanto para administradores como para desarrolladores. También cuenta con una plataforma de aprendizaje en línea (MongoDB University) (Welcome to the MongoDB Docs) (Learn MongoDB from MongoDB, 2019)	Provista por Apache principalmente, cubre tópicos enfocados en la operatividad y desarrollo en plataforma, este se encuentra aún progreso. Datastax Academy proporciona cursos gratuitos en línea y videotutoriales sobre varios temas del proceso de desarrollo y administración (Apache Cassandra Documentation v4.0, 2016) (DataStax Docs, 2019).	Provista por Couchbase ofrece una extensa guía y referencia para desarrolladores y administradores. Adicionalmente Couchbase mantiene un blog que contiene artículos sobre arquitectura, versiones próximas, desarrollo, mejores prácticas, etc. (Documentation Archive - Couchbase, 2019) (The Couchbase Blog, 2019)

Tabla 9. Comparativo de las características más populares de las bases de datos NoSQL.



5.3. Flexibilidad de licenciamiento.

Para los motores de búsqueda analizados, tenemos las siguientes opciones de licenciamiento:

Motor de BD	Modelo de Licencia	Implica Costos Indispensables
Oracle MySQL	GNU General Public License 2 (Commercial License for OEMs, ISVs and VARs, 2010)	NO
Oracle Database	Comercial por núcleo de CPU (Database Licensing, 2015) (Oracle Database Express Edition, versión gratuita limitada)	SI
Microsoft SQL Server	Comercial por núcleo de CPU (How to license SQL Server, 2019) (SQL Server Express: Versión gratuita con capacidades limitadas)	SI
PostgreSQL	Licencia PostgreSQL (Similar a BSD o MIT) (PostgreSQL License, 2019)	NO

Tabla 10. Comparativo de las opciones de licenciamiento de base de datos SQL.

De acuerdo a las opciones de licenciamiento publicadas por cada proveedor, y bajo el criterio de flexibilidad de licenciamiento, se descarta Oracle Database y Microsoft SQL Server por ofrecer un modelo rígido de licenciamiento, determinante para una gran proporción de los desarrollos realizados dentro de gobierno electrónico.

Actualmente, MySQL y PostgreSQL son los dos motores de bases de datos relacionales de código abierto más populares en el mundo. Cada uno tiene características y limitaciones únicas, y sobresalen en escenarios particulares.

MySQL sobresale en cuanto a velocidad de consulta se refiere y arquitectura de replicación, no obstante PostgreSQL sobresale en el manejo de la integridad de datos, asegurando que los datos se mantengan consistentes (ACID compliant), y en la realización de operaciones complejas dada su arquitectura multihilo.



Para las bases de datos NoSQL se tiene lo siguiente:

Motor NoSQL	Modelo de Licencia	Implica Indispensables	Costos
MongoDB	Dependiendo del componente: Server Side Public License, GNU AGPL v3.0, Apache License v2.0, Creative Commons y también comerciales. (MongoDB Licensing, 2018)	NO	
Cassandra	Apache License v2.0 para servidor. (What is Apache Cassandra™?, 2019)	NO	
Couchbase	Apache License, freemium (Couchbase Licensing and Support, 2019)	NO	

Tabla 11. Comparativo de las opciones de licenciamiento de base de datos NoSQL.

En base al tipo de licenciamiento ofrecido por cada proveedor, tenemos que todas las opciones ofrecen flexibilidad en el licenciamiento para su uso.

De acuerdo las características presentadas anteriormente, MongoDB destaca por ofrecer un amplio espectro de documentación y por su mayor facilidad de uso, no obstante, se descarta por presentar algunas desventajas en la arquitectura base respecto a sus competidores directos, tales como en almacenamiento, escalabilidad y herramientas de consulta.

Por otra parte, Cassandra destaca por su arquitectura probada enfocada en el rendimiento, disponibilidad y robustez, dando pie a la capacidad para el manejo masivo de datos de manera confiable (What is Cassandra?, 2019). No obstante, la documentación se encuentra en progreso (Apache Cassandra Documentation v4.0, 2016) y la que ofrecen terceros como Datastax, está limitada a su solución empresarial. Así mismo las herramientas para administración y desarrollo no son ofrecidas directamente por Cassandra, y algunas que son de uso gratuito ahora solo funcionan con versiones empresariales de la base de datos (DataStax For Developers, 2019). Estos motivos dificultan su adopción y es por eso que también se descarta.



5.4. Alcance del conocimiento.

En el caso de la base de datos relacional, PostgreSQL ha sido ampliamente adoptado en la industria en los últimos años. Miles de compañías tienen PostgreSQL para aplicaciones críticas y no críticas. PostgreSQL está presente en todas las industrias, desde automóviles a agua, de e-commerce a arqueología, está presente en áreas como finanzas, datos GIS, manufactura, tecnologías web, datos científicos, etc., mostrando su amplio rango de aplicaciones bajo distintos tipos de cargas de trabajo.

Por otro lado, Couchbase, dada su naturaleza NoSQL, está diseñado para casos de uso y soluciones masivamente interactivas, en el ámbito web, móvil, internet de las cosas, servicio al cliente, catálogos e inventarios, servicios de campo, etc., haciendo patente la variedad de soluciones que provee (Couchbase NoSQL USE CASES, 2019).

5.5. Obsolescencia futura.

En términos de obsolescencia futura, PostgreSQL se ha mantenido como una alternativa popular durante más de 30 años con una actividad constante en el desarrollo del núcleo de la plataforma, por lo que es sumamente improbable la entrada en obsolescencia en corto o mediano plazo (PostgreSQL About, 2019).

Para el área de base de datos NoSQL, Couchbase se ha mantenido como líder en cuanto a presencia en el mercado en el área de bases de datos no relacionales (Yuhanna, 2019) (Feldman, 2018), manteniendo una filosofía open-source que consideran ha revolucionado la industria de las bases de datos (Mullwijk, 2016) (Biyikoglu, 2017).

5.6. Conclusión.

En este apartado se consideran dos elecciones de motor de base de datos, la preferencia sobre uno u otro (base de datos relacional ó base de datos NoSQL) en el proceso de desarrollo va de acuerdo a las necesidades marcadas con anterioridad para cada tipo de proyecto de software.





En línea con las necesidades de Gobierno Electrónico, para el tipo de base de datos relacional, la elección es PostgreSQL por el mejor ajuste a las distintas características de tipo empresarial definidas, ponderando que es una solución ligeramente más limitada en cuanto a velocidad y facilidad de uso.

Para el tipo de base de datos NoSQL, Couchbase cumple en términos generales de mejor forma con los requerimientos de presencia, gobierno electrónico y licenciamiento, por lo que es la elección en este ámbito.





6. Eje 5. Frontend.

6.1. Presencia en el ámbito tecnológico.

Debido a la evolución de interfaces de usuario, tecnologías en navegadores y uso popular, se vuelve necesario la elección de una herramienta flexible, robusta, dinámica y con excelente rendimiento para el desarrollo de interfaces web, no olvidando la simplificación y el mejoramiento del proceso de desarrollo.

De acuerdo al ranking de organizaciones como Stackoverflow (Developer Survey Results 2019, 2019), Github (Collection: Front-end JavaScript frameworks, 2019) (número de estrellas de interés (About stars, 2019)), Existek (Top Front-End Frameworks in 2019, 2019), MindInventory (Most Popular JavaScript Frameworks for Frontend Development, 2018), y FullScale (Top 10 Front-End Tools for Web Development in 2019, 2019), los 3 frameworks para desarrollo de frontend con mayor presencia en el ámbito tecnológico son:

- **Angular**
- **React.js**
- **Vue.js**

No se consideran a librerías como jQuery y Bootstrap en este análisis por no ofrecer algún patrón de diseño de aplicaciones base.



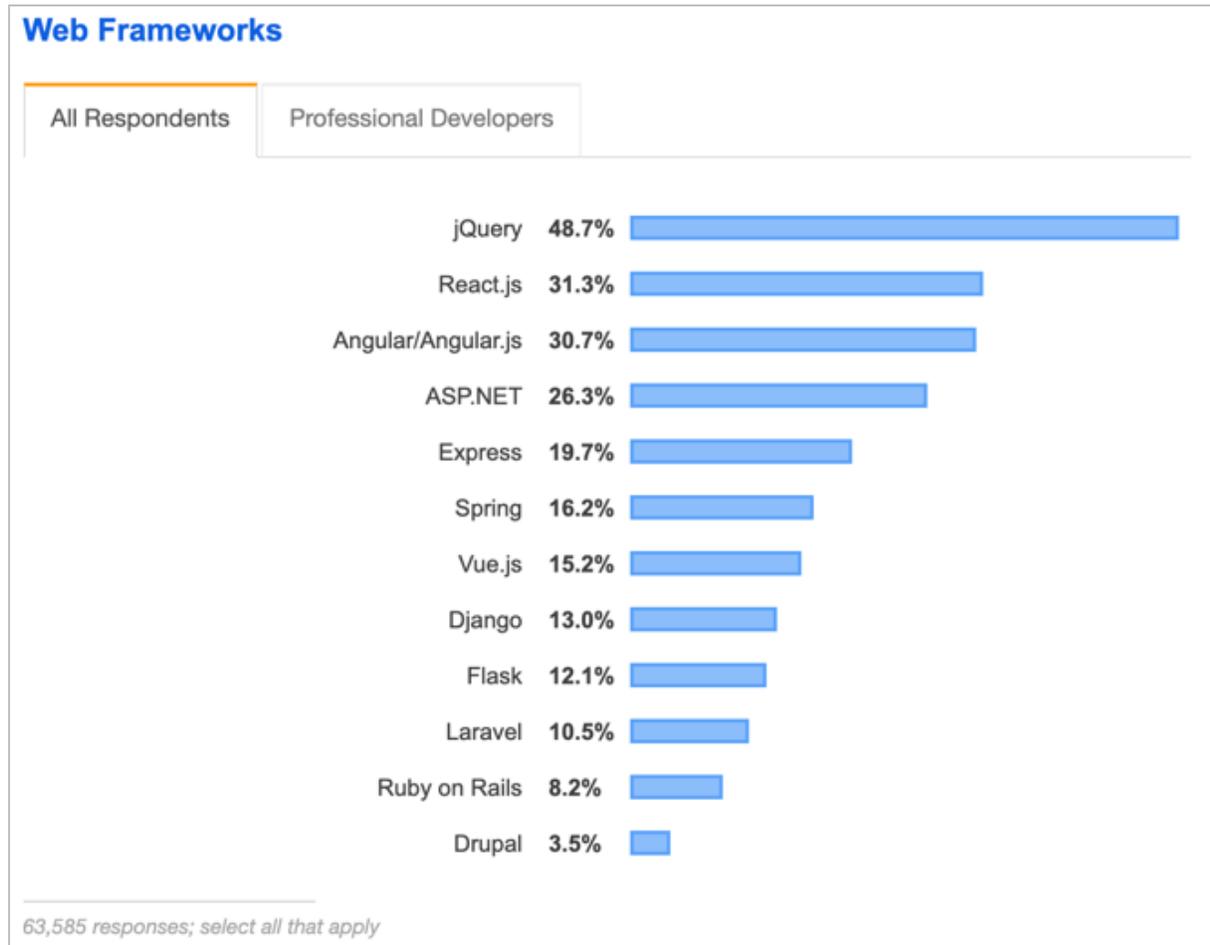


Imagen 29. Popularidad de distintos web frameworks de acuerdo a encuesta realizada por StackOverflow.



6.2. Requerimientos de Gobierno Electrónico.

De acuerdo a la información de cada proveedor, se muestra la siguiente comparativa entre las alternativas más populares para frontend, basándose en características puntuales relevantes para gobierno electrónico.

	Angular	React.js	Vue.js
Patrón de Diseño Base	MVVM (Modelo-Vista-VistaModelo) (Architecture overview Angular, 2019)	Solo Vista (Hello world - React, 2019)	Solo Vista (Introduction What is Vue.js?)
Lenguaje	Typescript por defecto/JavaScript (Angular)	Javascript por defecto/Typescript (Adding TypeScript Create React App, 2019)	Javascript por defecto/Typescript parcialmente (TypeScript Support Vuejs.org)
Documentación	Amplia documentación propia, foros, chat, videos, cursos en línea, etc. (Introduction to the Angular Docs)	Amplia documentación propia, foros, chat, videos, cursos en línea, etc. (Getting Started React, 2019)	Amplia documentación propia, foros, chat, videos, cursos en línea, etc. (Introduction What is Vue.js?)
Tamaño aproximado	150 kb (One framework. Mobile & desktop, 2019)	100 kb (Releases facebook/react, 2019)	20KB min+gzip (Introduction What is Vue.js?)
Ecosistema	Amplio con variadas opciones de herramientas de desarrollo, componentes y entrenamiento (Explore Angular Resources, 2019).	Amplio con variadas opciones de herramientas de desarrollo, componentes y entrenamiento (Explore the Ecosystem of Vue.js, 2019).	Amplio con variadas opciones de herramientas de desarrollo, componentes y entrenamiento (External Resources React, 2019).
Compatibilidad con navegadores	Todos los navegadores modernos y varios antiguos usando Polyfills (Browser support Angular)	Todos los navegadores modernos y varios antiguos usando Polyfills (Supported Browsers and Features React)	Todos los navegadores modernos y varios antiguos usando Polyfills (Browser Compatibility Vuejs.org, 2018)
Retrocompatibilidad y estabilidad entre versiones	Enfocado en estabilidad del ecosistema donde las actualizaciones o parches son introducidas de manera predecible (Angular Versioning and Releases, 2019).	Enfocado en estabilidad del ecosistema donde las actualizaciones o parches son introducidas de manera predecible (Versioning Policy React, 2019).	Después de la versión 2.6 se pretenden seguir políticas de periodicidad en lanzamientos, canales de versiones y pruebas de regresión (Vue Project Roadmap, 2019).

Tabla 12. Comparativo de las alternativas más populares para frontend.



6.3. Flexibilidad de licenciamiento.

Framework	Modelo de Licencia	Implica Costos Indispensables
Angular	MIT (Permisiva) (Angular License, 2019)	NO
React.js	MIT (Permisiva) (React/LICENSE at master - facebook/react, 2018)	NO
Vue.js	MIT (Permisiva) (Vuejs/vue, 2019)	NO

Tabla 13. Comparativo de licenciamiento para frontend.

Con base al tipo de licenciamiento ofrecido por cada proveedor, tenemos que todas las opciones ofrecen flexibilidad en el licenciamiento para su uso.

También tenemos otras características fundamentales que son abordadas de manera contundente por todas las soluciones, como son documentación, opciones de entrenamiento, compatibilidad con navegadores, y un amplio ecosistema de herramientas de desarrollo y componentes.

Dentro del criterio de requerimientos empresariales de gobierno electrónico, existe la necesidad de contar con una solución mantenible, robusta, escalable. Entre más compleja sea una aplicación, Javascript presenta dificultades para lograr cumplir estos requerimientos debido a la falta de características como verificación estática de tipos, mecanismos de estructuración como clases, módulos e interfaces (Hejlsberg, 2012). Es debido a esto que surgen iniciativas como Typescript, enfocada en proporcionar herramientas y prácticas para alta productividad tales como verificación estática, inferencia de tipos y refactorización de código, no limitando la posibilidad de trabajar a la par con código Javascript existente (Angular).

Esta necesidad es reconocida por los tres frameworks más populares descritos anteriormente, incorporando en menor o mayor medida el soporte para este lenguaje. De estos, y de acuerdo a la comparativa anterior, solo Angular y React.js lo soportan totalmente, y en el caso de Angular es la opción por defecto.



Considerando su alcance, una desventaja de una solución como Angular es la mayor complejidad en cuanto a la curva de aprendizaje inicial, la cual es más pronunciada que la de sus competidores React.js y Vue.js.

Adicionalmente, Angular es el único que maneja un patrón integral de diseño de aplicaciones (MVVM). React.js y Vue.js ofrecen una mayor libertad para escoger distintas librerías en la estructura del diseño de una aplicación, permitiendo escoger una serie de librerías como se crea conveniente, donde el desarrollador asume la responsabilidad de la integración, con los inconvenientes que esto representa en términos de mantenibilidad y robustez.

6.4. Alcance del conocimiento.

Analizando las características de popularidad y versatilidad, encontramos que Angular tiene un amplio rango de aplicaciones en cuanto a tipos de proyecto, ya sea en web, móvil o incluso aplicaciones de escritorio, que van en el rango de áreas como paneles administrativos, administración de contenido, e-commerce, foros, finanzas, renderización multimedia, aplicaciones gubernamentales, noticieros, entre otros (Made with angular, 2019). Es por esta gama de tipos de solución que es posible considerar a Angular con suficiencia para afrontar distintos tipos de problemática en el área de frontend.

6.5. Obsolescencia futura.

Angular se ha mantenido como una solución popular durante alrededor de 10 años (GetAngular (Legacy), 2009), lo cual toma un valor significativo considerando que el ecosistema de Javascript es sumamente rico y cambiante (The state of Javascript 2017). Cuenta con el soporte de Google (Angular Google Open Source, 2019) y es utilizado en grandes despliegues tanto del mismo Google como de empresas como Microsoft, Nike, Delta, Forbes, HBO, General Motors, etc. (Made with angular, 2019). Es por estas razones que se considera como una solución estable a largo plazo.





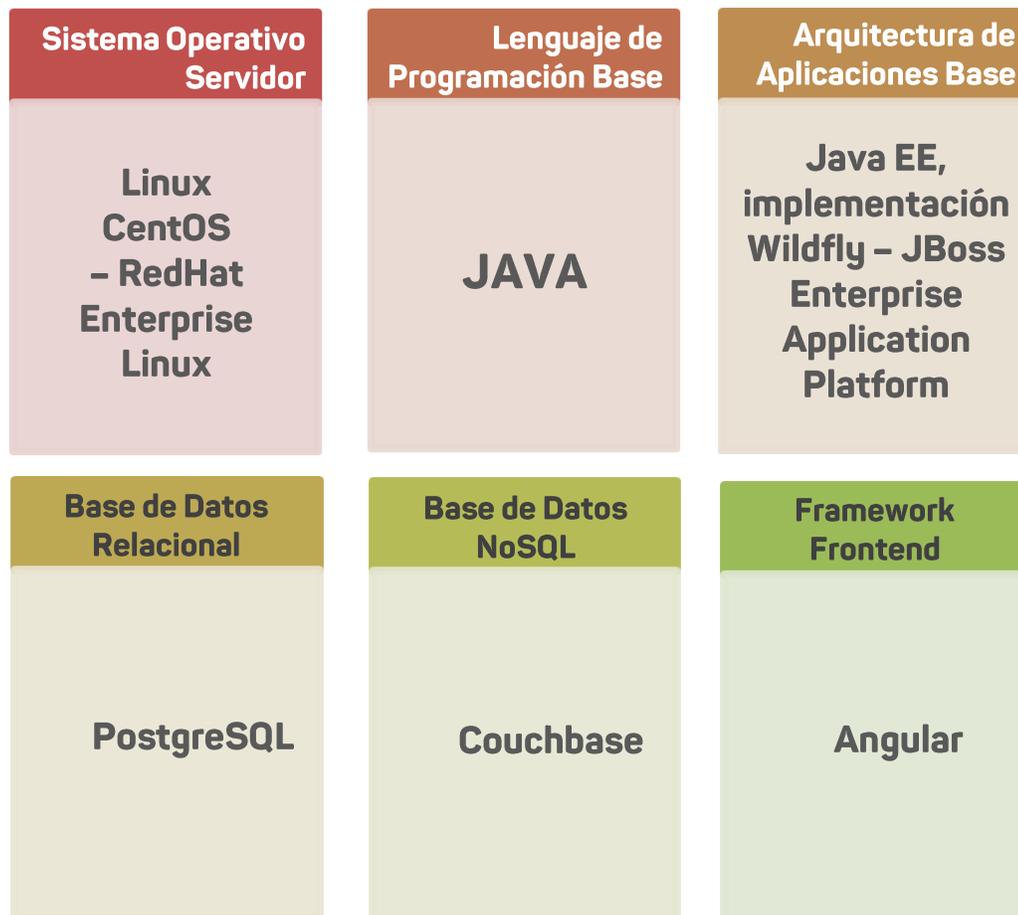
6.6. Conclusión.

Conforme a los criterios establecidos, Angular cubre los distintos parámetros establecidos dentro del contexto de Gobierno electrónico, resaltando características como mantenibilidad, robustez, estabilidad de APIs, uso y aplicación de estándares y protocolos, así como ser el único de las 3 soluciones más populares en tener un paradigma establecido de desarrollo. Al igual que las demás soluciones, cumple de buena forma con los parámetros de alcance de conocimiento, flexibilidad en el licenciamiento y obsolescencia futura.



7. Resumen Final, plataforma tecnológica base seleccionada.

La plataforma tecnológica base para el desarrollo del gobierno electrónico resultante consta de las siguientes tecnologías:



Estas herramientas poseen una gran interoperabilidad e integración entre sí, por lo que su uso y operación visualizada como un todo es totalmente soportada por los distintos fabricantes.



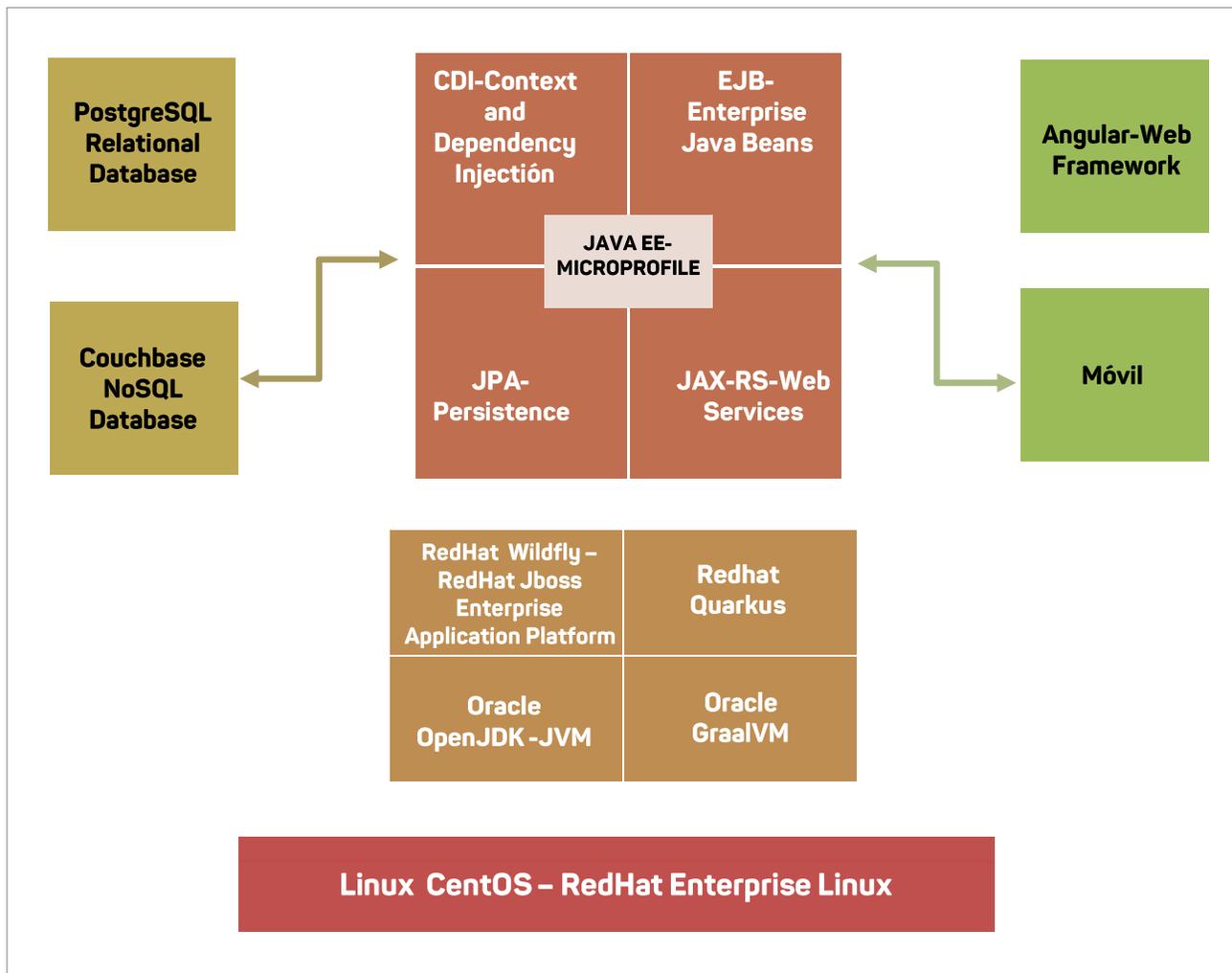


Imagen 30. Arquitectura Global de la Plataforma de Desarrollo Base.



Referencias bibliográficas

- About stars. (2019). <https://help.github.com/en/articles/about-stars>. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de <https://help.github.com/en/articles/about-stars>
- Adding TypeScript Create React App. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web facebook.github.io: <https://facebook.github.io/create-react-app/docs/adding-typescript>
- Amazón Web Services. (01 de enero de 2019). *What is NoSQL?* Recuperado el 12 de junio de 2019, de High-performance, nonrelational databases with flexible data models: <https://aws.amazon.com/nosql/>
- Angular. (s.f.). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio web www.typescriptlang.org: <https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/angular.html>
- Angular Google Open Source. (2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web Google Open Source: <https://opensource.google.com/projects/angular>
- Angular License. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web <https://angular.io>: <https://angular.io/license>
- Angular Versioning and Releases. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web <https://angular.io>: <https://angular.io/guide/releases>
- Apache Cassandra. (01 de enero de 2016). *The Cassandra Query Language (CQL)*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio web cassandra.apache.org: <http://cassandra.apache.org/doc/latest/cql/>
- Apache Cassandra Documentation v4.0. (01 de enero de 2016). Recuperado el 18 de junio de 2019, de <http://cassandra.apache.org/doc/latest/>
- Architecture in brief - Apache Cassandra 3.0. (2019). *Documentation DataStax*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de <https://docs.datastax.com/>: <https://docs.datastax.com/en/cassandra/3.0/cassandra/architecture/archIntro.html>
- Architecture overview Angular. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://angular.io/guide/architecture>
- Belanger, S. (01 de julio de 2018). *Worldwide Server Operating Environments Market Shares, 2017: Linux Fuels Market Growth*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web www.idc.com: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US44150918>
- Biyikoglu, C. (4 de enero de 2017). *Couchbase Server Editions Explained*. Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web blog.couchbase.com: <https://blog.couchbase.com/couchbase-server-editions-explained-open-source-community-edition-and-enterprise-edition/>
- Brown, T. (10 de agosto de 2017). *Cassandra Wiki ThirdPartySupport*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio Web wiki.apache.org/cassandra/ThirdPartySupport: <https://wiki.apache.org/cassandra/ThirdPartySupport>
- Browser Compatibility Vuejs.org. (13 de diciembre de 2018). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web cli.vuejs.org: <https://cli.vuejs.org/guide/browser-compatibility.html#modern-mode>
- Browser support Angular. (s.f.). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio web <https://angular.io>: <https://angular.io/guide/browser-support>
- Bulusu, S. &. (31 de julio de 2018). *Interactive: The Top Programming Languages 2018*. Recuperado el 02 de junio de 2019, de IEEE Top Programming Languages: Design, Methods, and Data Sources: <https://spectrum.ieee.org/static/interactive-the-top-programming-languages-2018>





- Cass, S. (31 de julio de 2018). *https://spectrum.ieee.org*. Recuperado el 03 de junio de 2019, de <https://spectrum.ieee.org>: <https://spectrum.ieee.org/at-work/innovation/the-2018-top-programming-languages>
- Cassandra transactions different. (2019). *How are Cassandra transactions different from RDBMS transactions?* Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de <https://docs.datastax.com>: <https://docs.datastax.com/en/cassandra/3.0/cassandra/dml/dmlTransactionsDiffer.html>
- CDI-SPEC.ORG. (01 de enero de 2019). *Contexts & Dependency Injection for Java*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de <http://cdi-spec.org/>
- Collection: Front-end JavaScript frameworks. (2019). *https://github.com/collections*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de <https://github.com/collections/front-end-javascript-frameworks>
- Commercial License for OEMs, ISVs and VARs. (01 de julio de 2010). Recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://www.mysql.com/about/legal/licensing/oem/>
- Common Vulnerabilities and Exposures. (junio de 2019). *Sitio web de Common Vulnerabilities and Exposures*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de <https://cve.mitre.org/>
- Couchbase Licensing and Support. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web www.couchbase.com: <https://www.couchbase.com/licensing-and-support-faq>
- Couchbase NoSQL USE CASES. (2019). Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de <https://www.couchbase.com/solutions>: <https://www.couchbase.com/solutions>
- Couchbase Server Management Options. (s.f.). Recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://docs.couchbase.com/server/6.0/manage/management-tools.html>
- Couchbase Start a Revolution. (01 de enero de 2019). *Couchbase Technical Support*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio Web www.couchbase.com: <https://www.couchbase.com/support/working-with-technical-support>
- Couchbase Start a Revolution Memory. (01 de enero de 2018). *Memory-first Architecture*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio web docs.couchbase.com: <https://docs.couchbase.com/server/6.0/introduction/intro.html#mem-first-archi>
- Couchbase Start a Revolution N1QL. (01 de junio de 2019). *N1QL Get the familiarity of SQL with the flexibility of JSON*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio web www.couchbase.com: <https://www.couchbase.com/products/n1ql>
- Couchbase Start a Revolution Performance. (01 de junio de 2019). *Benchmarks – MongoDB, DataStax, and Couchbase Compared*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio web <https://www.couchbase.com/>: <https://www.couchbase.com/benchmarks>
- Couchbase Start a Revolution Security. (01 de enero de 2018). *Security Overview*. Recuperado el 01 de junio de 2019, de Sitio Web docs.couchbase.com: <https://docs.couchbase.com/server/6.0/learn/security/security-overview.html>
- CVE Details. (2019). *CVSS Score Distribution For Top 50 Products By Total Number Of "Distinct" Vulnerabilities*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web www.cvedetails.com: <https://www.cvedetails.com/top-50-product-cvssscore-distribution.php>
- Database Licensing. (01 de diciembre de 2015). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web Oracle: <https://www.oracle.com/assets/databaselicensing-070584.pdf>
- DataStax Docs. (17 de junio de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web DataStax Documentation: https://docs.datastax.com/en/landing_page/doc/landing_page/current.html
- DataStax For Developers. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://www.datastax.com/products/datastax-studio-and-development-tools>





- DB-Engines. (01 de junio de 2019). *DB-Engines Ranking*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio web DB-Engines: <https://db-engines.com/en/ranking>
- De Foy, B. (30 de octubre de 2005). <https://www.perlmonks.org>. Recuperado el 03 de junio de 2019, de <https://www.perlmonks.org>: https://www.perlmonks.org/?node_id=504043
- Delabasse, D. (22 de abril de 2018). *The road to Jakarta EE*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web Blogs de oracle.com: <https://blogs.oracle.com/theaquarium/the-road-to-jakarta-ee>
- Deleuze, S. (4 de mayo de 2019). *Upgrading to Spring Framework 5.x*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web github.com: <https://github.com/spring-projects/spring-framework/wiki/Upgrading-to-Spring-Framework-5.x>
- Developer Survey Results 2019. (2019). Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de <https://insights.stackoverflow.com/survey/2019>: <https://insights.stackoverflow.com/survey/2019#technology--web-frameworks>
- Documentation Archive - Couchbase. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web developer.couchbase.com: <https://developer.couchbase.com/documentation-archive>
- Drake, M. (19 de marzo de 2019). *SQLite vs MySQL vs PostgreSQL: A Comparison Of Relational Database Management Systems*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio Web www.digitalocean.com/community: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/sqlite-vs-mysql-vs-postgresql-a-comparison-of-relational-database-management-systems>
- Eclipse Foundation Inc. (31 de diciembre de 2018). *Eclipse GlassFish*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web projects.eclipse.org: <https://projects.eclipse.org/proposals/eclipse-glassfish>
- Eclipse Foundation, Inc. (2019). *Jakarta EE Working Group About*. Recuperado el 2019 de junio de 2019, de Sitio Web jakarta.ee: <https://jakarta.ee/about/>
- ECMA International. (01 de diciembre de 2001). *Sitio web ECMA International "C# Language Specification"*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de <https://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST-ARCH/ECMA-334%201st%20edition%20December%202001.pdf>
- ECMA International. (junio de 2018). *ECMAScript Language Overview*. Recuperado el 03 de junio de 2019, de ECMAScript Language Overview: <https://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/Ecma-262.pdf>
- Elasticsearch B.V. (01 de enero de 2019). *Aggregations Elasticsearch Reference*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web www.elastic.co: <https://www.elastic.co/guide/en/elasticsearch/reference/current/search-aggregations.html>
- Explore Angular Resources. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web angular.io/resources: <https://angular.io/resources>
- Explore the Ecosystem of Vue.js. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio web [https://vuejs.org](http://vuejs.org): <https://vuejs.org/v2/guide/join.html#Explore-the-Ecosystem>
- External Resources React. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web reactjs.org: <https://reactjs.org/community/external-resources.html>
- Feldman, A. &. (15 de octubre de 2018). *The Next Billion-Dollar Startups 2018*. Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web www.forbes.com: <https://www.forbes.com/next-billion-dollar-startups/#3d7ea1d74441>
- Flomenberg, J. (19 de junio de 2016). <https://techcrunch.com>. Recuperado el 03 de junio de 2019, de <https://techcrunch.com/2016/06/19/the-next-wave-in-software-is-open-adoption-software/>





- Flow Org. (2019). *Getting Started Introduction to type checking with Flow*. Recuperado el 06 de junio de 2019, de Sitio web <https://flow.org/en/docs/getting-started/>:
<https://flow.org/en/docs/getting-started/>
- Flower, M. (2002). *Patterns of Enterprise Application Architecture*. Indiana, United States: Wesley, Addison.
- Free Developer Software & Services. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web [visualstudio.microsoft.com](https://visualstudio.microsoft.com/free-developer-offers/): <https://visualstudio.microsoft.com/free-developer-offers/>
- GetAngular (Legacy). (31 de diciembre de 2009). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web [web.archive.org](https://web.archive.org/web/20100413141437/http://getangular.com/): <https://web.archive.org/web/20100413141437/http://getangular.com/>
- Getting Started React. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web [reactjs.org](https://reactjs.org/docs/getting-started.html): <https://reactjs.org/docs/getting-started.html>
- Git Wiki Homepage. (12 de diciembre de 2013). *GitSvnComparison*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de <https://git.wiki.kernel.org/index.php/GitSvnComparison>
- Glassfish JavaEE. (27 de septiembre de 2017). Recuperado el 12 de junio de 2019, de [javaee.github.io](https://javaee.github.io/glassfish/): <https://javaee.github.io/glassfish/>
- Groves, M. (17 de mayo de 2018). *ACID Properties and Couchbase: Part 1*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de <https://blog.couchbase.com/acid-properties-couchbase-part-1/>
- Hejlsberg, A. (01 de octubre de 2012). *Introducing TypeScript*. Recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://channel9.msdn.com/posts/Anders-Hejlsberg-Introducing-TypeScript>
- Hello world - React. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web [reactjs.org](https://reactjs.org/docs/hello-world.html):
<https://reactjs.org/docs/hello-world.html>
- Hibernate. (2019). *Hibernate, Everything data*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Página hibernate.org: <http://hibernate.org/>
- Hobbs, T. (02 de febrero de 2015). *Basic Rules of Cassandra Data Modeling*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio Web [www.datastax.com](https://www.datastax.com/dev/blog/basic-rules-of-cassandra-data-modeling): <https://www.datastax.com/dev/blog/basic-rules-of-cassandra-data-modeling>
- Hoeller, J. (30 de enero de 2014). *Migrating from Spring Framework 3.2 to 4.0.1*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web [spring.io](https://spring.io/blog/2014/01/30/migrating-from-spring-framework-3-2-to-4-0-1): <https://spring.io/blog/2014/01/30/migrating-from-spring-framework-3-2-to-4-0-1>
- Hoeller, J. (27 de octubre de 2017). *Upgrading to Spring Framework 4.x*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web [Github.com](https://github.com/spring-projects/spring-framework/wiki/Upgrading-to-Spring-Framework-4.x): <https://github.com/spring-projects/spring-framework/wiki/Upgrading-to-Spring-Framework-4.x>
- Homogenous Scaling Model. (01 de enero de 2018). Recuperado el 17 de junio de 2019, de [docs.couchbase.com](https://docs.couchbase.com/server/6.0/cluster/setup/services-mds.html): <https://docs.couchbase.com/server/6.0/cluster/setup/services-mds.html>
- Horowitz, E. (15 de febrero de 2018). *MongoDB Drops ACID*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio web [www.mongodb.com](https://www.mongodb.com/blog/post/multi-document-transactions-in-mongodb): <https://www.mongodb.com/blog/post/multi-document-transactions-in-mongodb>
- How to license SQL Server. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2017-pricing#CP_StickyNav_1
- IBM. (01 de enero de 2019). *IBM WebSphere Application Server*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web [IBM](https://www.ibm.com/us-en/marketplace/java-ee-runtime/purchase): <https://www.ibm.com/us-en/marketplace/java-ee-runtime/purchase>
- IEEE Spectrum. (s.f.). <https://spectrum.ieee.org>. Recuperado el 03 de junio de 2019, de IEEE Top Programming Languages: Design, Methods, and Data Sources:
<https://spectrum.ieee.org/static/ieee-top-programming-languages-2018-methods>





- Installing DataStax Studio 6.7. (21 de mayo de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://docs.datastax.com/en/install/6.7/install/installStudio.html>
- International Data Corporation. (junio de 2019). *About IDC*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web de IDC: <https://www.idc.com/about>
- Introduction to the Angular Docs. (s.f.). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web angular.io: <https://angular.io/docs>
- Introduction What is Vue.js? (s.f.). Recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://vuejs.org/v2/guide/>
- Investors redhat. (01 de enero de 2019). *Red Hat at a Glance*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio web Investors.redhat.com: <https://investors.redhat.com/>
- IPFS. (mayo de 2017). *Java EE version history*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web de <https://ipfs.io/>:
https://ipfs.io/ipfs/QmXoypizjW3WknFiJnKLwHCnL72vedxjQkDDP1mXWo6uco/wiki/Java_EE_version_history.html#cite_ref-1
- Jackson, J. (2014 de 07 de 2014). *Sitio Web de Itworld.com*. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de <https://www.itworld.com>: <https://www.itworld.com/article/2697195/php-gets-a-formal-specification--at-last.html>
- Jakarta EE. (01 de enero de 2019). *Jakarta EE Working Group*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web <https://jakarta.ee>: <https://jakarta.ee/about/>
- Java Community Process. (2019). *Welcome to the Java Community Process!* Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web www.jcp.org: <https://www.jcp.org/en/home/index>
- Java Community Process-Java Specification Requests. (01 de enero de 2019). *Sitio web Java Community Process*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de <https://jcp.org/en/jsr/detail?id=299>
- Java EE Compatibility. (31 de diciembre de 2018). Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web [oracle.com](http://www.oracle.com): <https://www.oracle.com/technetwork/java/javasee/overview/compatibility-jsp-136984.html>
- Java Enterprise Edition. (27 de septiembre de 2017). *Glassfish*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de javaee.github.io: <https://javaee.github.io/glassfish/>
- Java Enterprise Edition. (2019). *Backwards Compatibility Requirements for Java EE Specifications*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web <https://javaee.github.io>:
<https://javaee.github.io/javaee-spec/CompatibilityRequirements>
- Jboss Cache. (01 de enero de 2019). *Sitio Web de Jboss Cache*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Web jboss-cache.jboss.org/: <https://jboss-cache.jboss.org/>
- Kender, R. (16 de noviembre de 2019). *Most popular relational databases – 2016 edition*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web plumbr.io: <https://plumbr.io/blog/io/most-popular-relational-databases-2016-edition>
- Kernighan, B. &. (2012). *The C Programming Language: ANSI C Version*. New Jersey: Prentice Hall.
- Korotkov, A. (01 de enero de 2016). *Open Source SQL databases enters millions queries per second era*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio web <https://www.percona.com/live>:
<https://www.percona.com/live/plam16/sessions/open-source-sql-databases-enters-millions-queries-second-era>
- Kravchenko, I. (22 de mayo de 2018). *Java vs PHP for Enterprise Applications: A Compelling Comparison Between the Two Languages*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio Web diceus.com: <https://diceus.com/java-vs-php-enterprise-applications/>
- Lacey, P. (31 de agosto de 2015). *Elasticsearch vs. Hadoop For Advanced Analytics*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio web blog.treasuredata.com:





<https://blog.treasuredata.com/blog/2015/08/31/hadoop-vs-elasticsearch-for-advanced-analytics/>

Learn MongoDB from MongoDB. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web MongoDB University: <https://university.mongodb.com/>

Linux Foundation Publication. (diciembre de 2014). *2014 Enterprise End User Report*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web de www.linux.com: <https://www.linux.com/publications/2014-enterprise-end-user-report>

Made with angular. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web www.madewithangular.com: <https://www.madewithangular.com/categories/angular/>

MDN Web docs. (23 de marzo de 2019). *Dynamic typing*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio Web de MDN Web docs: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/Dynamic_typing

Microprofile. (01 de enero de 2019). *Eclipse MicroProfile*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web de microprofile.io: <https://microprofile.io/>

Microsoft - SQL Server: Concurrency . (30 de abril de 2018). *SQL Server: Concurrency Control Models, ACID Properties and Transaction Isolation Levels*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web social.technet.microsoft.com/wiki:

<https://social.technet.microsoft.com/wiki/contents/articles/51484.sql-server-concurrency-control-models-acid-properties-and-transaction-isolation-levels.aspx>

Microsoft Corporation. (01 de enero de 2019). *Pricing and licensing for Windows Server 2019*.

Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio www.microsoft.com: <https://www.microsoft.com/>

Microsoft Corporation. (2019). *Windows 10 Pro*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web

<https://www.microsoft.com/en-us/>: <https://www.microsoft.com/en-us/p/windows-10-pro/df77x4d43rkt/48DN?activetab=pivot%3aoverviewtab>

Microsoft Foundation. (30 de 05 de 2018). *Visual Studio 2017 Platform Targeting and Compatibility*.

Recuperado el 11 de 06 de 2019, de <https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/productinfo/vs2017-compatibility-vs>

Microsoft Install SQL Server 2017. (01 de junio de 2019). *Install SQL Server 2017 on Windows, Linux, and Docker containers*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web de Microsoft:

<https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-downloads>

Microsoft Overview of SQL Server Security. (29 de marzo de 2017). Recuperado el 14 de junio de 2019,

de Sitio web docs.microsoft.com: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/framework/data/adonet/sql/overview-of-sql-server-security>

Microsoft SQL-92 Compliance. (18 de enero de 2017). *SQL-92 Compliance*. Recuperado el 14 de junio

de 2019, de Sitio web docs.microsoft.com: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/odbc/microsoft/sql-92-compliance?view=sql-server-2017>

Microsoft Support for business. (22 de febrero de 2019). *Support for business*. Recuperado el 14 de

junio de 2019, de support.microsoft.com/: <https://support.microsoft.com/en-us/help/4341255/support-for-business>

Milener, G. (26 de agosto de 2015). *Scalability*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio Web

docs.microsoft.com/: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/in-memory-oltp/scalability?view=sql-server-2017>

MongoDB Compass. (s.f.). Recuperado el 18 de junio de 2019, de

<https://www.mongodb.com/products/compass>

MongoDB Licensing. (16 de octubre de 2018). Recuperado el 18 de junio de 2019, de

<https://www.mongodb.com/community/licensing>



- MongoDB Tools. (2019). *http://mongodb-tools.com/*. Recuperado el 18 de junio de 2019, de <http://mongodb-tools.com/>
- MongoDB, Inc. (01 de enero de 2008). *Manual MongoDB Sección Security*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio web docs.mongodb.com: <https://docs.mongodb.com/manual/security/>
- MongoDB, Inc 2008 Query . (01 de enero de 2019). *Query Documents*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de 2008: <https://docs.mongodb.com/manual/tutorial/query-documents/>
- MongoDB, Incorporation. (01 de enero de 2019). *NoSQL Performance Benchmarks*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio Web www.mongodb.com: <https://www.mongodb.com/scale/nosql-performance-benchmarks>
- Monodevelop.com. (2019). *sitio web monodevelop.com*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de <https://www.monodevelop.com/>
- Moran, B. (02 de abril de 2003). *The Devil's in the DeWitt Clause*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio web www.itprotoday.com: <https://www.itprotoday.com/sql-server/devils-dewitt-clause>
- Morelo, D. (01 de enero de 2018). *PostgreSQL vs MySQL 2018*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio web /linuxhint.com/: <https://linuxhint.com/postgresql-vs-mysql-2018/>
- Most Popular JavaScript Frameworks for Frontend Development. (25 de Julio de 2018). *Mind Inventory*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de Most Popular JavaScript Frameworks for Frontend Development", <https://www.mindinventory.com/blog/popular-javascript-frameworks-for-frontend-development/>: <https://www.mindinventory.com/blog/popular-javascript-frameworks-for-frontend-development/>
- Muilwijk, R. (12 de octubre de 2016). *Couchbase and the future of NoSQL databases*. Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web opensource.com: <https://opensource.com/business/16/10/interview-arun-gupta-couchbase>
- My Sql Oracle Corporation. (01 de enero de 2019). *Download MySQL Community Server*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web de dev.mysql.com: <https://dev.mysql.com/downloads/mysql/>
- MySQL Reference Manual. (01 de enero de 2019). *Chapter 6 Security*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web dev.mysql.com: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/security.html>
- MySQL Server InnoDB and the ACID Model. (01 de enero de 2019). *InnoDB and the ACID Model*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web dev.mysql.com: <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.6/en/mysql-acid.html>
- MySQL Server Standards Compliance. (01 de enero de 2019). *1.8 MySQL Standards Compliance*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web dev.mysql.com: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/compatibility.html>
- MySQL Support. (01 de enero de 2019). *MySQL Technical Support*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web www.mysql.com: <https://www.mysql.com/support/>
- Narayana. (29 de marzo de 2019). *Página Web de Narayana*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de <http://narayana.io/>
- National Vulnerability Database. (2019). *NVD Data Feeds Vulnerabilities*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web de nvd.nist.gov/vuln/data-feeds: <https://nvd.nist.gov/vuln/data-feeds>
- NoSQL Performance Benchmarks. (01 de enero de 2019). Recuperado el 01 de junio de 2019, de Sitio web www.datastax.com: <https://www.datastax.com/nosql-databases/benchmarks-cassandra-vs-mongodb-vs-hbase>



- O'Grady, S. (2018 de agosto de 2018). <https://redmonk.com>. Recuperado el 03 de junio de 2019, de <https://redmonk.com>: <https://redmonk.com/sograd/2018/08/10/language-rankings-6-18/>
- One framework. Mobile & desktop. (2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web github.com: <https://github.com/angular/angular>
- Oracle and Standard SQL. (01 de enero de 2019). *Oracle and Standard SQL*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web docs.oracle.com: https://docs.oracle.com/database/121/SQLRF/ap_standard_sql.htm#SQLRF019
- Oracle Corporation. (01 de enero de 2017). *Java EE 8 APIs The Java EE Tutorial Java Platform, Enterprise Edition (Java EE) 8*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web [//javaee.github.io/tutorial/toc.html](https://javaee.github.io/tutorial/toc.html): <https://javaee.github.io/tutorial/overview008.html>
- Oracle Corporation. (31 de diciembre de 2018). *Java EE Compatibility*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web [oracle.com](https://www.oracle.com): <https://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/overview/compatibility-jsp-136984.html>
- Oracle Corporation. (3 de agosto de 2018). *Oracle Java SE Subscription Global Price List*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de <https://www.oracle.com/>: <https://www.oracle.com/assets/java-se-subscription-pricelist-5028356.pdf>
- Oracle Corporation. (01 de enero de 2019). *Authorized Licensees of the Java EE Platform*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web [oracle.com](https://www.oracle.com): <https://www.oracle.com/downloads/licenses/javaee-licensees.html>
- Oracle Corporation. (2019). *Develop with the Global Standard*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web www.oracle.com: <https://www.oracle.com/java/technologies/>
- Oracle Corporation. (15 de abril de 2019). *Oracle Java SE Support Roadmap*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de <https://www.oracle.com/>: <https://www.oracle.com/technetwork/java/java-se-support-roadmap.html>
- Oracle Corporation Java. (2019). *Java™ EE at a Glance*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web de [oracle.com](https://www.oracle.com): <https://www.oracle.com/technetwork/es/java/javaee/overview/index.html>
- Oracle Database Security Capabilities. (01 de enero de 2019). Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web www.oracle.com: <https://www.oracle.com/database/technologies/security.html>
- Oracle Database Software Downloads. (01 de enero de 2019). *Oracle Database Software Downloads*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web [oracle.com](https://www.oracle.com): <https://www.oracle.com/technetwork/database/enterprise-edition/downloads/index.html>
- Oracle Help Center Transactions. (01 de enero de 2019). *Oracle Databases Transactions*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web [Oracle.com](https://www.oracle.com): https://docs.oracle.com/cd/E11882_01/server.112/e40540/transact.htm#CNCPT016
- Oracle Java SE Support Roadmap. (15 de abril de 2019). *Oracle Java SE Support Roadmap*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de <https://www.oracle.com/>: <https://www.oracle.com/technetwork/java/java-se-support-roadmap.html>
- Oracle Lifetime Support Policy. (01 de mayo de 2019). *Oracle Lifetime Support Policy*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web www.oracle.com: <http://www.oracle.com/us/support/library/lifetime-support-technology-069183.pdf>
- Oracle MySQL Chapter 1. (8 de junio de 2019). *MySQL HA/Scalability Guide - Chapter 1 High Availability and Scalability*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio Web dev.mysql.com: <https://dev.mysql.com/doc/mysql-ha-scalability/en/ha-overview.html>





- Oracle Technology Global Price List. (4 de junio de 2019). *Oracle Technology Global Price List*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web www.oracle.com:
<https://www.oracle.com/assets/technology-price-list-070617.pdf>
- Overview of Enterprise Applications. (2012). *Your First Cup: An Introduction to the Java EE Platform*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de <https://docs.oracle.com>:
<https://docs.oracle.com/javasee/6/firstcup/doc/gcrky.html>
- Payara. (31 de diciembre de 2018). *GlassFish to Payara Server Migration Guide*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de <https://info.payara.fish/migrate-from-glassfish-to-payara-server>
- Peters, T. (22 de 08 de 2004). *Sitio Web de Python Software Foundation artículo PEP 20 -- The Zen of Python*. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de PEP 20 -- The Zen of Python:
<https://www.python.org/dev/peps/pep-0020/>
- Phoronix Media. (junio de 2019). *Sitio Web www.phoronix-media.com*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de www.phoronix-media.com: <https://www.phoronix-media.com/>
- PHP.net. (2019). *Manual PHP Features*. Recuperado el 06 de junio de 2019, de Sitio web <https://www.php.net>: <https://www.php.net/manual/en/features.php>
- Php.net. (s.f.). *Sitio Web de PHP.net*. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de Sitio Web de PHP.net:
<https://www.php.net/manual/en/intro-whatcando.php>
- Phyton Software Foundation. (2019). *Quotes about Python*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web Phyton Software Foundation: <https://www.python.org/about/quotes/>
- Pivotal Software. (2019). *Spring Boot Overview*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio web Pivotal Software: <https://spring.io/projects/spring-boot>
- Pivotal Software Inc. (03 de enero de 2019). *Spring at StackOverflow*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web spring.io: <https://spring.io/questions>
- Pivotal Software Inc. (02 de enero de 2019). *Support for Your Spring Apps*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web pivotal.io: <https://pivotal.io/contact/spring-support>
- Pivotal Software Inc. (01 de enero de 2019). *The Spring Team*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web de spring.io: <https://spring.io/team>
- Poirier, Y. (7 de agosto de 2017). *Java EE—the Most Lightweight Enterprise Framework?* Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio Web Oracle Community Directory:
<https://community.oracle.com/docs/DOC-1008823>
- PostgreSQL 7.0 Chapter 28. Security. (01 de enero de 2019). Recuperado el 14 de junio de 2019, de www.postgresql.org: <https://www.postgresql.org/docs/7.0/security.htm>
- PostgreSQL 9.5.17 Documentation. (23 de mayo de 2019). *Chapter 25. High Availability, Load Balancing, and Replication*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio Web www.postgresql.org: <https://www.postgresql.org/docs/9.5/high-availability.html>
- PostgreSQL About. (23 de mayo de 2019). *PostgreSQL About*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web <https://www.postgresql.org/about/>: <https://www.postgresql.org/about/>
- PostgreSQL Documentation. (23 de mayo de 2019). *Appendix D. SQL Conformance*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web www.postgresql.org:
<https://www.postgresql.org/docs/9.3/features.html>
- PostgreSQL License. (2019). *License PostgreSQL*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de <https://www.postgresql.org>: <https://www.postgresql.org/about/licence/>
- PostgreSQL Professional Services. (01 de enero de 2019). *Professional Services - North America*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web www.postgresql.org:
https://www.postgresql.org/support/professional_support/northamerica/



PostgreSQL Security Information. (23 de mayo de 2019). *Security Information*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de www.postgresql.org: <https://www.postgresql.org/support/security/>

Postgresql Support. (23 de mayo de 2019). *Postgresql Support*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web <https://www.postgresql.org/support/>: <https://www.postgresql.org/support/>

Python Software Foundation . (s.f.). *Sitio web Python Software Foundation "Applications for Python"*. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de <https://www.python.org/about/apps/>

React/LICENSE at master - facebook/react. (07 de septiembre de 2018). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web github.com: <https://github.com/facebook/react/blob/master/LICENSE>

Red Hat client data and Fortune Global 500 list, June 2017. (s.f.). *Red Hat*. Recuperado el 02 de Octubre de 2019, de Hat.

Red Hat Inc. (01 de enero de 2019). *Choose your subscription*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Red Hat Store: <https://www.redhat.com/en/store/red-hat-jboss-enterprise-application-platform#?sku=MW0196814>

Red Hat Inc. (10 de junio de 2019). *Downloads*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web wildfly.org: <https://wildfly.org/downloads/>

Red Hat Incorporation. (2019). *Tried. Tested. Trusted*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web <https://www.redhat.com/en/about/trusted>: <https://www.redhat.com/en/about/trusted>

Red Hat Incorporation. (2019). *What is Linux?* Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web www.redhat.com: <https://www.redhat.com/en/topics/linux/what-is-linux>

Red Hat Incorporation US. (2019). *Red Hat Store*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web www.redhat.com: <https://www.redhat.com/en/store/red-hat-enterprise-linux-server#?sku=RH00005>

RedHat Incorporation. (01 de enero de 2019). *Company Information RedHat*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio web redhat.com: <https://www.redhat.com/en/about/company>: <https://www.redhat.com/en/about/company>

Releases facebook/react. (03 de abril de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web <https://github.com>: <https://github.com/facebook/react/releases>

Replication MongoDB Manual. (2008). *Manual MongoDB*. Recuperado el 17 de junio de 2019, de <https://docs.mongodb.com/>: <https://docs.mongodb.com/manual/replication/#>

Salnikov, N. (23 de mayo de 2017). *Most popular Java application servers: 2017 edition*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de <https://plumbr.io/blog/java/most-popular-java-application-servers-2017-edition>

Sección Engines MongoDB. (01 de enero de 2008). Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio web docs.mongodb.com: <https://docs.mongodb.com/manual/core/storage-engines/>

Securing Cassandra. (24 de Septiembre de 2019). *Securing Cassandra*. Recuperado el 07 de Octubre de 2019, de https://docs.datastax.com: <https://docs.datastax.com/en/cassandra/3.0/cassandra/configuration/secureIntro.html>

Shelajev, O. (25 de septiembre de 2017). *RebelLabs Developer Productivity Report 2017: Why do you use the Java tools you use?* Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio Web jrebel.com: <https://jrebel.com/rebellabs/developer-productivity-report-2017-why-do-you-use-java-tools-you-use/>

Spring Framework Overview. (30 de Septiembre de 2019). *Pivotal Software Inc*. Recuperado el 2019 de Octubre de 2019, de https://docs.spring.io: <https://docs.spring.io/spring/docs/current/spring-framework-reference/overview.html>





- Stack overflow. (01 de enero de 2019). *Developer Survey Results 2019*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web <https://insights.stackoverflow.com/>:
<https://insights.stackoverflow.com/survey/2019#technology--databases>
- Stacoverflow questions. (15 de marzo de 2015). *Why Hadoop or Spark? There is ElasticSearch*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio web <https://stackoverflow.com/questions/>:
<https://stackoverflow.com/questions/29202768/why-hadoop-or-spark-there-is-elasticsearch#>
- Stoyanchev, R. (19 de abril de 2019). *Spring Framework Versions*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web github.com: <https://github.com/spring-projects/spring-framework/wiki/Spring-Framework-Versions>
- Stross-Radschinski, C. (30 de enero de 2019). *Get the Python Brochure Vol.1 as download!* Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web brochure.getpython.info:
<https://brochure.getpython.info/>
- Stroustrup, B. (1997). *The C++ Programming Language: Special Edition (3rd Edition)*. Indianapolis: Pearson Education Corporate Sales Division.
- Sun Microsystems, Inc. (1997). *1.2 Design Goals of the Java TM Programming Language*. Recuperado el 03 de junio de 2019, de <https://www.oracle.com/technetwork/java/intro-141325.html>
- Supported Browsers and Features React . (s.f.). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web facebook.github.io: <https://facebook.github.io/create-react-app/docs/supported-browsers-features>
- Surtani, B. &. (01 de julio de 2006). *Frequently Asked Questions about JBoss Cache*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de <https://docs.jboss.org/jbosscache/1.4.0/faq/en/html/>
- Sutter, K. (01 de enero de 2018). *What's next for MicroProfile and Jakarta EE?* Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web www.eclipse.org:
https://www.eclipse.org/community/eclipse_newsletter/2018/september/mp_jakartaee.php
- Technical Support MongoDB. (01 de enero de 2008). Recuperado el 17 de junio de 2019, de Sitio Web docs.mongodb.com: <https://docs.mongodb.com/manual/support/>
- Technical support policy for Microsoft SQL Server. (22 de febrero de 2019). Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web support.microsoft.com: <https://support.microsoft.com/en-us/help/4047326/support-policy-for-microsoft-sql-server>
- The CentOS Project. (2019). *Acerca The CentOS Project*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio Web de The CentOS Project: <https://www.centos.org/about/>
- The Couchbase Blog. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web <https://blog.couchbase.com/>: <https://blog.couchbase.com/>
- The Linux Foundation. (junio de 2019). *About The Linux Foundation*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web de Linux Foundation: <https://www.linuxfoundation.org/about/>
- The NoSQL Technical Comparison Report: Cassandra (DataStax), MongoDB, and Couchbase Server. (s.f.). *The NoSQL Technical Comparison Report: Cassandra (DataStax), MongoDB, and Couchbase Server*. Recuperado el 02 de Octubre de 2019, de www.altoros.com:
<https://www.altoros.com/blog/the-nosql-technical-comparison-report-cassandra-datastax-mongodb-and-couchbase-server/>
- The PostgreSQL Global Development Group. (29 de mayo de 2019). *Downloads PostgreSQL Core Distribution*. Recuperado el 14 de junio de 2019, de Sitio web [postgresql.org](https://www.postgresql.org):
<https://www.postgresql.org/download/>
- The state of Javascript 2017. (s.f.). Recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://2017.stateofjs.com/2017/introduction/>



- Tijms, A. (07 de mayo de 2018). *Java EE Survey 2018 - results*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de <https://arjan-tijms.omnifaces.org/2018/05/java-ee-survey-2018-results.html>
- TIOBE. (01 de mayo de 2019). <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>. Recuperado el 03 de junio de 2019, de <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>
- TIOBE.COM. (2019). *TIOBE Index for June 2019*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de sitio web www.tiobe.com: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>
- Top 10 Front-End Tools for Web Development in 2019. (12 de Abril de 2019). *fullscale.io*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de <https://fullscale.io/top-10-front-end-tools-web-development-2019/>
- Top Front-End Frameworks in 2019. (8 de Abril de 2019). <https://medium.com/existek/>. Recuperado el 2019 de Septiembre de 2019, de <https://medium.com/existek/top-front-end-frameworks-in-2019-4c73c0f845d3>
- Torvalds, L. (14 de mayo de 2007). <https://www.youtube.com/watch?v=4XpnKHJAok8>. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Sitio Web de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=4XpnKHJAok8>
- TypeScript. (2019). *JavaScript that scales*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web typescriptlang.org: www.typescriptlang.org
- TypeScript Support [Vuejs.org](http://vuejs.org). (s.f.). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web vuejs.org: <https://vuejs.org/v2/guide/typescript.html>
- Versioning Policy React. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio web reactjs.org: <https://reactjs.org/docs/faq-versioning.html>
- VisualStudio Microsoft. (2019). *Buy Visual Studio*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de sitio web: <https://visualstudio.microsoft.com/vs/pricing/>
- Vue Project Roadmap. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web github.com: <https://github.com/vuejs/roadmap>
- Vuejs/vue. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web: <https://github.com/vuejs/vue>
- Web Technology Surveys. (2019). *W3Techs - World Wide Web Technology Surveys*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de <https://w3techs.com/>: <https://w3techs.com/>
- Web Technology Surveys W3Techs. (junio de 2019). *Usage of operating systems for websites*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web W3Techs.com: https://w3techs.com/technologies/overview/operating_system/all
- WebSphere Application Server traditional. (11 de Septiembre de 2018). *WebSphere Application Server traditional*. Recuperado el 02 de Octubre de 2019, de IBM Developer: https://developer.ibm.com/wasdev/downloads/#asset/WAS_traditional_for_Developers
- Welcome to the MongoDB Docs. (s.f.). Recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://docs.mongodb.com/>
- What is Apache Cassandra™? (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web Datatas Academy: <https://academy.datastax.com/planet-cassandra/what-is-apache-cassandra>
- What is Cassandra? (2019). *Apache Cassandra*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de <http://cassandra.apache.org/>: <http://cassandra.apache.org/>
- What is MacOS. (01 de enero de 2019). Recuperado el 18 de junio de 2019, de <https://www.apple.com/macos>





WildFly. (28 de septiembre de 2013). *Frequently Asked Questions*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de <https://web.archive.org/web/20130928204119/http://www.wildfly.org:80/faq/>

Windows 10 Pro Microsoft. (2019). Recuperado el 11 de junio de 2019, de Sitio web <https://www.microsoft.com/en-us/>: <https://www.microsoft.com/en-us/p/windows-10-pro/df77x4d43rkt/48DN?activetab=pivot%3aoverviewtab>

WriteConflict inside a transaction on any concurrent db access. (03 de agosto de 2018). Recuperado el 17 de junio de 2019, de <https://jira.mongodb.org/browse/SERVER-36428>

Yuhanna, N. (14 de marzo de 2019). *The Forrester Wave™: Big Data NoSQL, Q1 2019*. Recuperado el 18 de junio de 2019, de Sitio Web www.forrester.com: <https://www.forrester.com/report/The+Forrester+Wave+Big+Data+NoSQL+Q1+2019/-/E-RES136481#>





VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO



Secretaría de Finanzas y Planeación



Av. Xalapa No. 301, Col. Unidad del Bosque,

C.P. 91010 Xalapa-Enríquez, Veracruz.

 veracruz.gob.mx/finanzas  (228) 842 14 00