



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Sede
Latacunga**



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN SOFTWARE**

TEMA: “DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB ODONTOLÓGICO QUE OPTIMICE LA GESTIÓN DE HISTORIAS CLÍNICAS ELECTRÓNICAS BASADAS EN EL FORMULARIO 033 DEL MSP USANDO LA ARQUITECTURA MULTITENANT PARA LOS CENTROS ODONTOLÓGICOS REGATO DENTAL Y ECUAMEDIK'S”

Autores:

**Chunga Bayas, Christian Manuel
Samaniego Villacrés, Jairo Daniel**

DIRECTOR:

Ing. Garcés Guayta, Lucas Rogerio

LATACUNGA, 2021



**ESPE**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede

Latacunga



RESUMEN

El presente proyecto detalla el desarrollo de un sistema web que optimiza la gestión de historias clínicas odontológicas para los centros Regato Dental y Ecuamedik's ubicados en la provincia del Guayas, el mismo que ha sido desarrollado utilizando una arquitectura multitenant aplicando el máximo nivel de aislamiento manteniendo una sola instancia de la aplicación. El resultado fue un sistema que permite la administración de pacientes y las historias clínicas vinculadas a ellos generando además una línea de evolución, las historias clínicas están basadas en el formulario 033 del Ministerio de Salud Pública.



PROBLEMA

Los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's ubicados en la provincia del Guayas se ha podido evidenciar la dificultad en la gestión de historias clínicas de los pacientes debido a que actualmente estos centros guardan registro de la información de sus pacientes en medios físicos, lo cual dificulta la administración, búsqueda, edición y análisis de dicha información. Actualmente los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's se encuentran en ciudades distintas y continuamente requieren el intercambio de información entre ellos o incluso otros centros con los cuales mantienen convenios.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Entonces, después de estos inconvenientes se formula el siguiente problema: ¿Cómo optimizar la gestión de historias clínicas de pacientes y facilitar el intercambio de información entre los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's?



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede

Latacunga



JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Implementar un sistema web para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's mejorará la eficiencia y la gestión de historial clínico, así como también permitirá el intercambio de información de pacientes, además de facilitar el análisis de los datos para la generación de estadísticas minimizando el tiempo requerido tanto para la atención de los pacientes, como para la generación de reportes, teniendo como puntos fundamentales el proceso de estandarización mediante los parámetros indicados por el MSP así como la implementación del sistema a través de la arquitectura multitenant.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede

Latacunga



OBJETIVO GENERAL

Desarrollo de un sistema web odontológico que optimice la gestión de historias clínicas electrónicas basadas en el formulario 033 del MSP usando la arquitectura multitenant para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un marco teórico que permita definir la evolución de los métodos y técnicas de administración de historias clínicas en área odontológica así como la evolución de las arquitecturas orientadas a la nube
- Desarrollar un sistema web para optimizar la administración de historias clínicas basándose en los estándares médicos nacionales usando la arquitectura multitenant.
- Implementar el sistema web en los establecimientos médicos Regato Dental y Ecuamedik's.
- Validar los resultados con enfoque en dar cumplimiento a los indicadores planteados con el fin de verificar que el sistema implementado optimiza el proceso de gestión de historias clínicas odontológicas.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



HIPÓTESIS

Si se desarrolla un sistema web odontológico usando la arquitectura multitenant entonces se optimiza la gestión de historias clínicas electrónicas basadas en el formulario 033 del MSP para los centros odontológicos Regato Dental y Ecuamedik's.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



INDICADORES

- Estandarización
- Centralización/Accesibilidad
- Velocidad
- Integridad



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



MARCO TEÓRICO





HISTORIA CLÍNICA

La historia clínica es una de las formas de registro del acto médico, cuyas cuatro características principales se encuentran involucradas en su elaboración y son: profesionalidad, ejecución típica, objetivo y licitud.

Existen varios tipos de historia clínica:

- Historia clínica cronológica
- Historia clínica orientada por problemas
- Historia clínica orientada hacia decisiones



ORGANISMOS DE CONTROL DE LA SALUD

Organización Mundial de la Salud (OMS)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) es el organismo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU)

Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP)

El Ministerio de Salud Pública de Ecuador (MSP) es una entidad nacional encargada de ejercer la rectoría, regulación, planificación, coordinación, control y gestión de la Salud Pública ecuatoriana



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



ESTÁNDARES PARA EL REGISTRO DE DATOS DE SALUD

- Formularios de historia emitidos por el MSP
- El formulario 033 – Odontología
- CIE 10



COMPUTACIÓN EN LA NUBE

La computación en la nube es el modelo que permite el acceso a una red bajo demanda de un conjunto de servicios informáticos configurables tales como infraestructura, aplicaciones y almacenamiento.

- SaaS
- PaaS
- IaaS



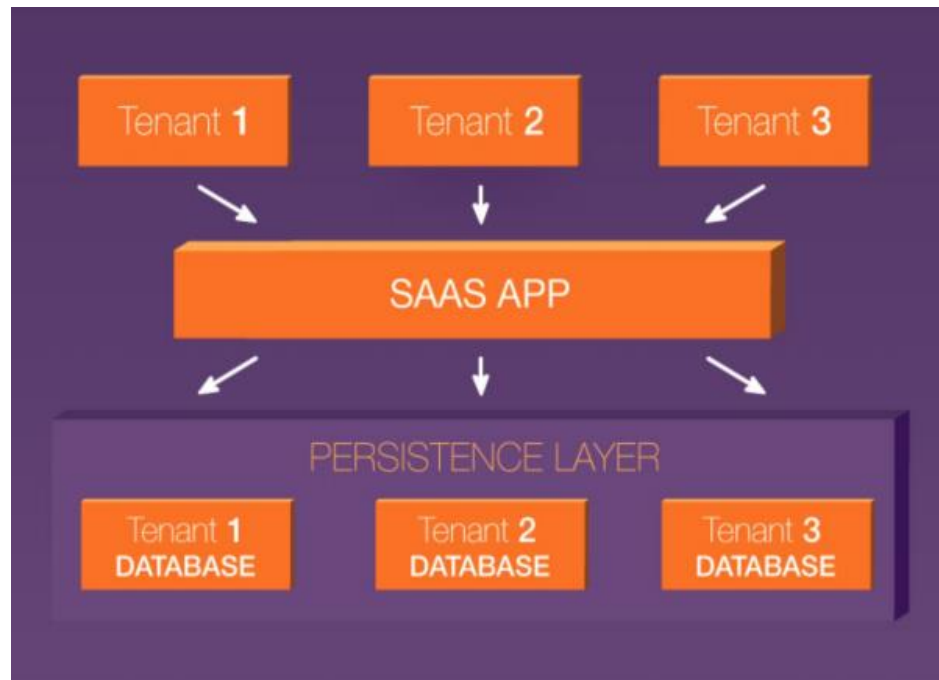
MULTITENANT

Es un grupo de usuarios que comparten el uso de una sola aplicación ya sea desde el acceso a los datos, la configuración, la gestión de usuario, las propiedades funcionales y no funcionales



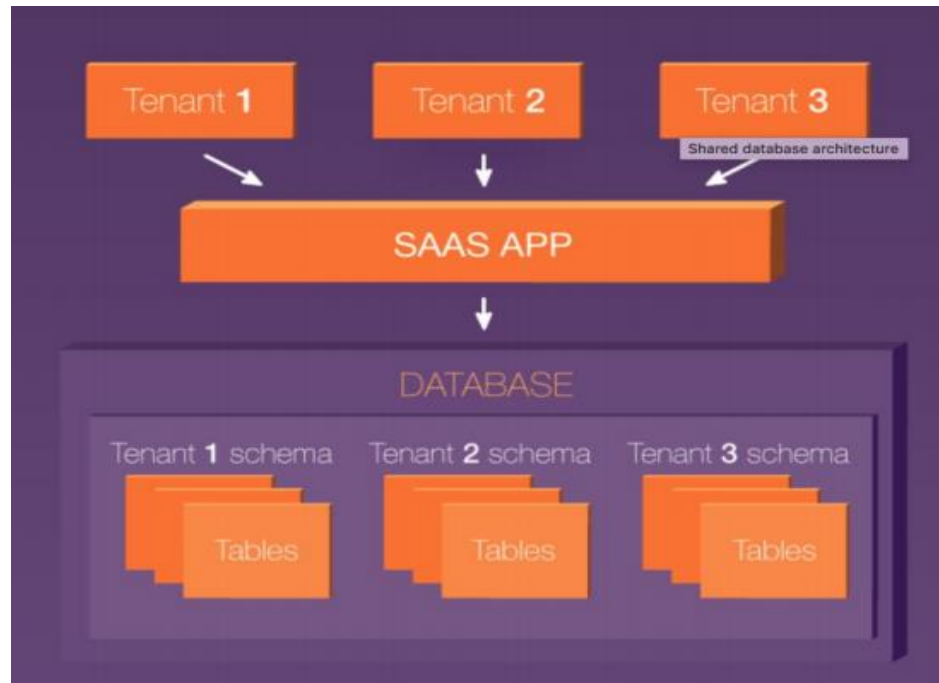


MODELO MULTITENANT DE BASES SEPARADAS



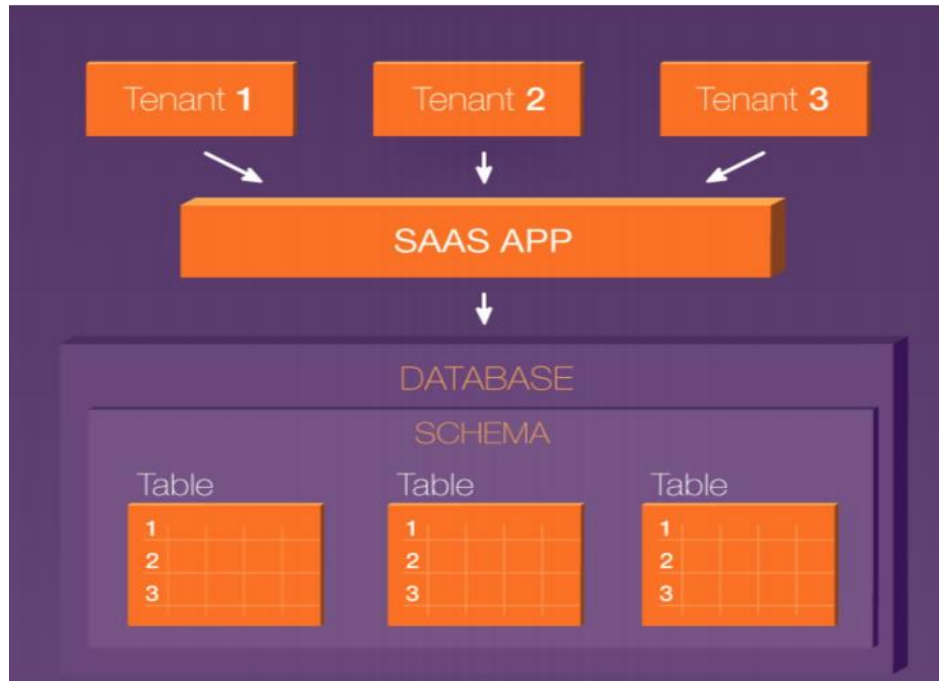


MODELO MULTITENANT DE ESQUEMAS SEPARADOS





MODELO MULTITENANT DE TABLAS SEPARADAS



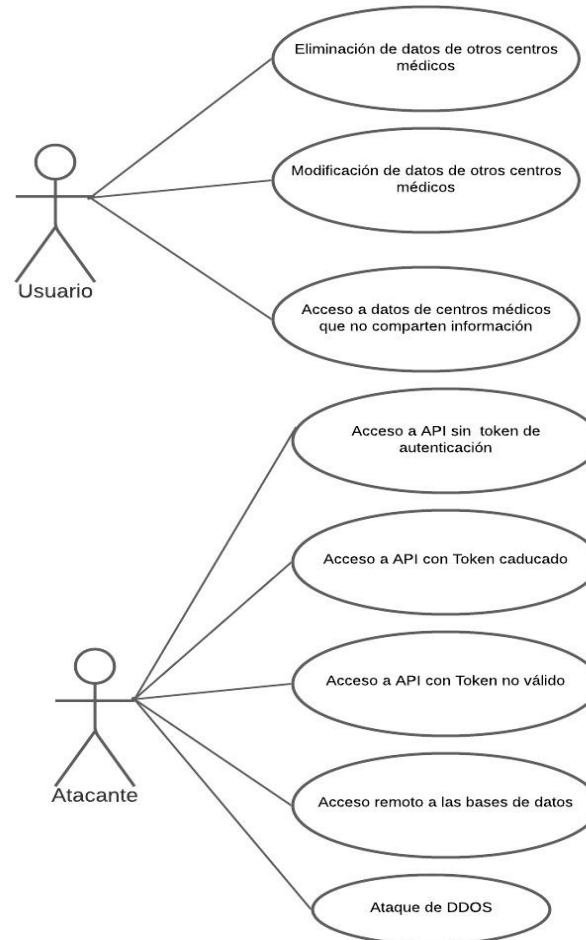


S-SCRUM

Es una variante de la metodología Scrum. Su principal enfoque es desarrollar sistemas web seguros realizando un análisis de seguridad y diseño desde las primeras etapas de scrum. Un punto importante a considerar de esta metodología es que si un requisito modificado es crítico para la seguridad, el sprint actual se interrumpe y se inicia un nuevo sprint con el fin de implementar dicho requisito



DIAGRAMA DE CASOS DE USO INDEBIDO





SCRUM CON TARA

o - Home Define **Sprint** Progress Get Premium

Team Odontolog

Work Filters 1/3

Current Search tasks in sprints by title, @assignee ... 43 found

Sprint	Start	End	Progress
Sprint 6	19 Jul	26 Jul	6/7
Sprint 7	28 Jul	4 Aug	11/11
Sprint 8	3 Aug	10 Aug	

1/3

1 CB

adadores

TASKS

REQUIREMENTS

Seguridad multitenant

Compartición de información

Gestión de diagnóstico, tratamiento y prescripción

Gestión de Plan de Diagnóstico

Gestión de Enfermedad o Problema Actual

Gestión de Diagnóstico del Paciente

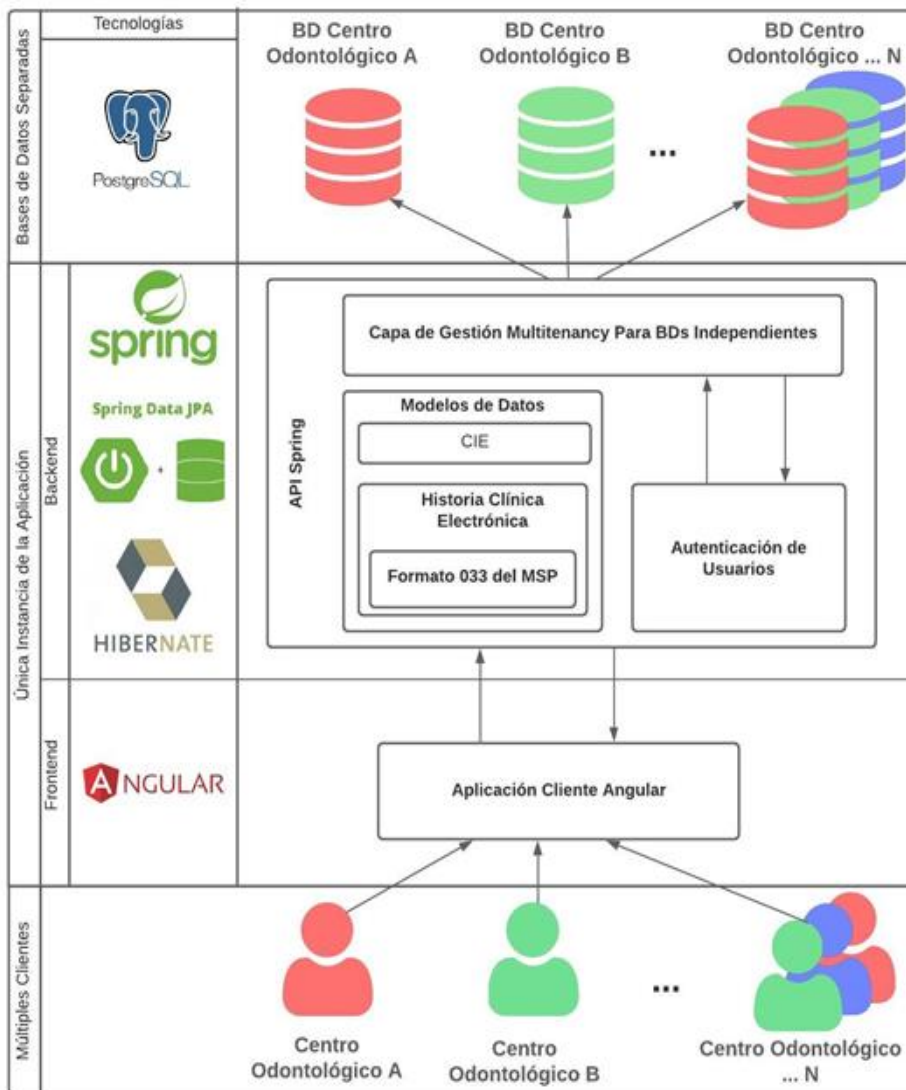
Gestión de Antecedentes Personales y Familiares

Gestión de Diagnóstico del Sistema Estomatognát

Task ID	Task Description	Assignee	Status
TASK-75	Backend: Endpoints para Crud de antecedentes personales y familiares	CB	Done
TASK-53	Backend: Endpoints de CRUD de signos vitales	CB	Done
TASK-7	Backend: API externa con CIE 10	CB	Done
TASK-73	Backend: Endpoints para crud de examen del sistema estomatognático	CB	Done
TASK-62	Frontend: CRUD de odontograma	JV	Done
TASK-79	Frontend: Implementación de detalles compuestos en el componente Odontograma	JV	Done
Sprint overload: 1 points			
TASK-83	Login Frontend	JV	Done
TASK-71	Frontend: Conteo automático de indicadores CPO y CEO	JV	Done
TASK-72	Frontend: Crud de examen de sistema estomatognático	JV	Done
TASK-10	Backend endpoints de CRUD DE información de contacto	CB	Done
TASK-13	Backend: Endpoints para CRUD de contactos de emergencia	CB	Done
TASK-58	Backend: Bloquear el acceso a los endpoints si no se tiene el token de un usuario logueado	CB	Done
TASK-59	Backend: Gestionar el acceso a la base de datos correspondiente en base al dominio obtenido mediante CORS	CB	Done
TASK-77	Backend: Endpoints para Crud de diagnóstico	CB	Done
TASK-85	Backend: Endpoints para Crud de plan de diagnóstico	CB	Done
TASK-12	Frontend: Crud de contactos de em desde el perfil del paciente seleccion		Done
TASK-3	Backend: Endpoints de crud de médicos (Usuarios)		Done
TASK-90	Backend: Pacientes compartidos		Done
TASK-52	Frontend: CRUD signos vitales		Done
TASK-98	Frontend: Agregar atributo a medic appointment de enfermedad o problema actual		Done
TASK-9	Frontend: Crud de información de c		Done
TASK-100	Frontend: Crud plan de diagnóstico		Done
TASK-101	Frontend: Crud de diagnóstico		Done



MODELO DE LA APLICACIÓN





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



DESARROLLO Y PRUEBAS DEL SISTEMA WEB



Diagrama de clases: Interceptor Multitenant

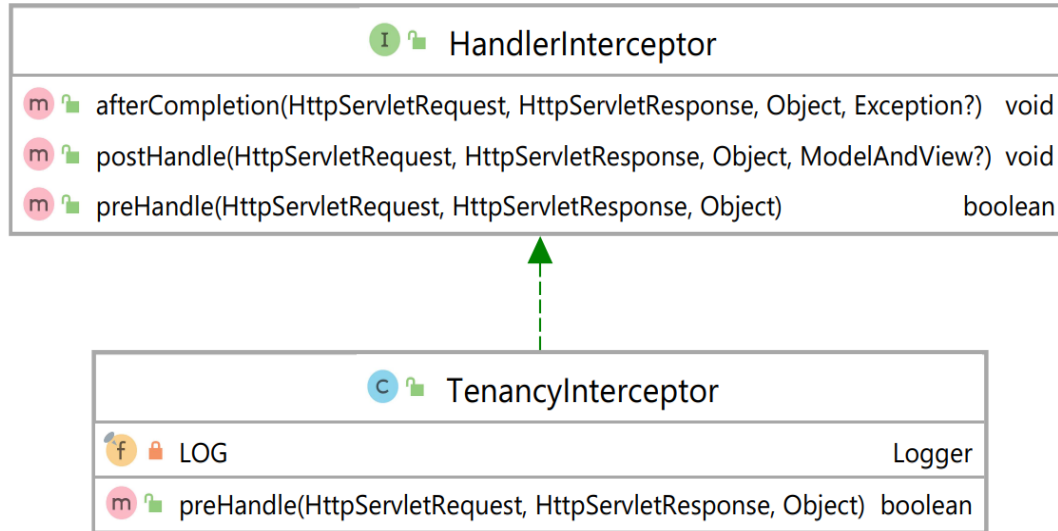




Diagrama de clases: Definición de DataSource

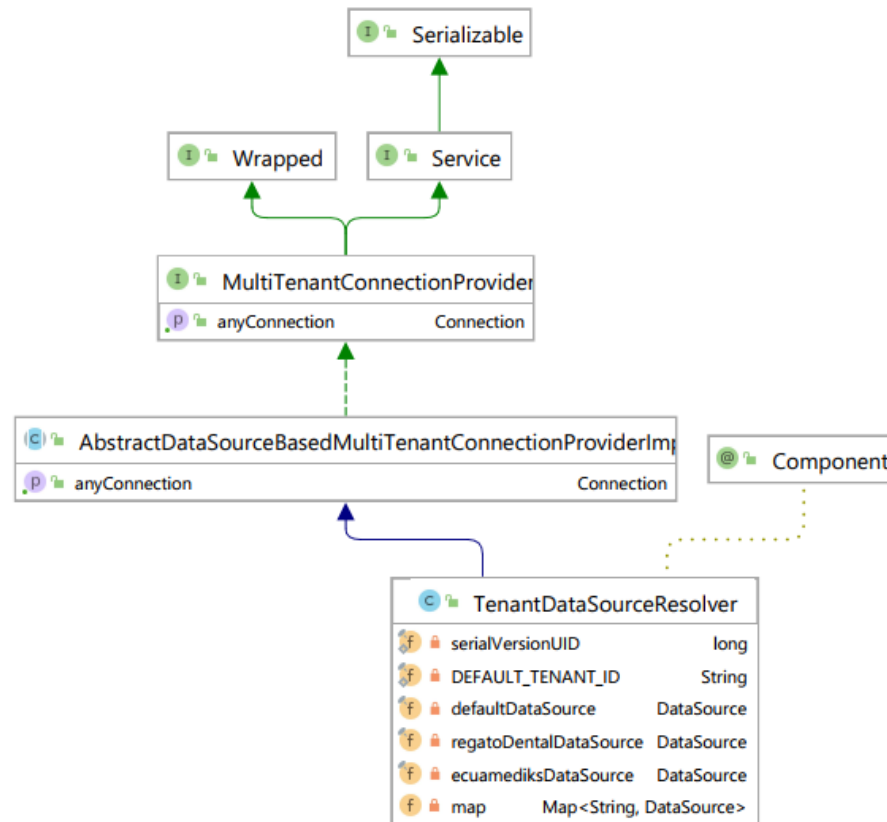




Diagrama de clases: Paquete Center

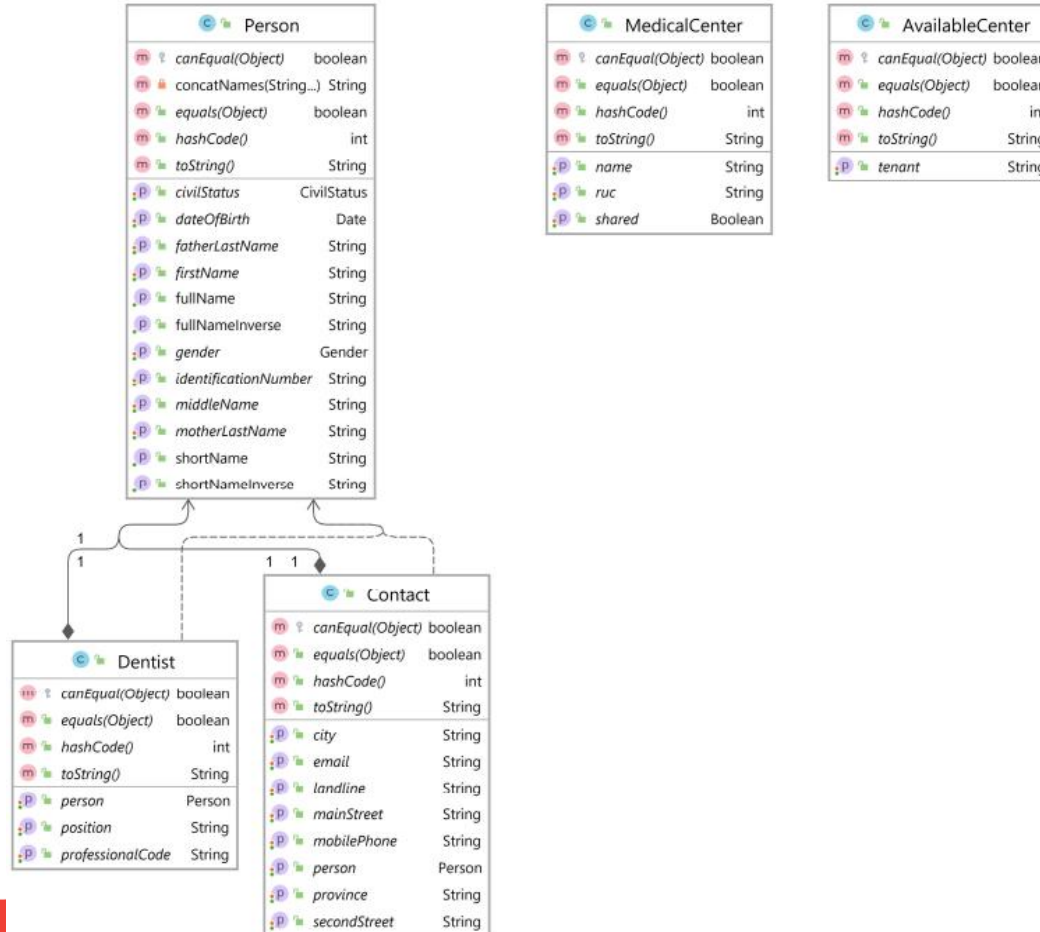


Diagrama de clases: Paquete MedicalAppointment

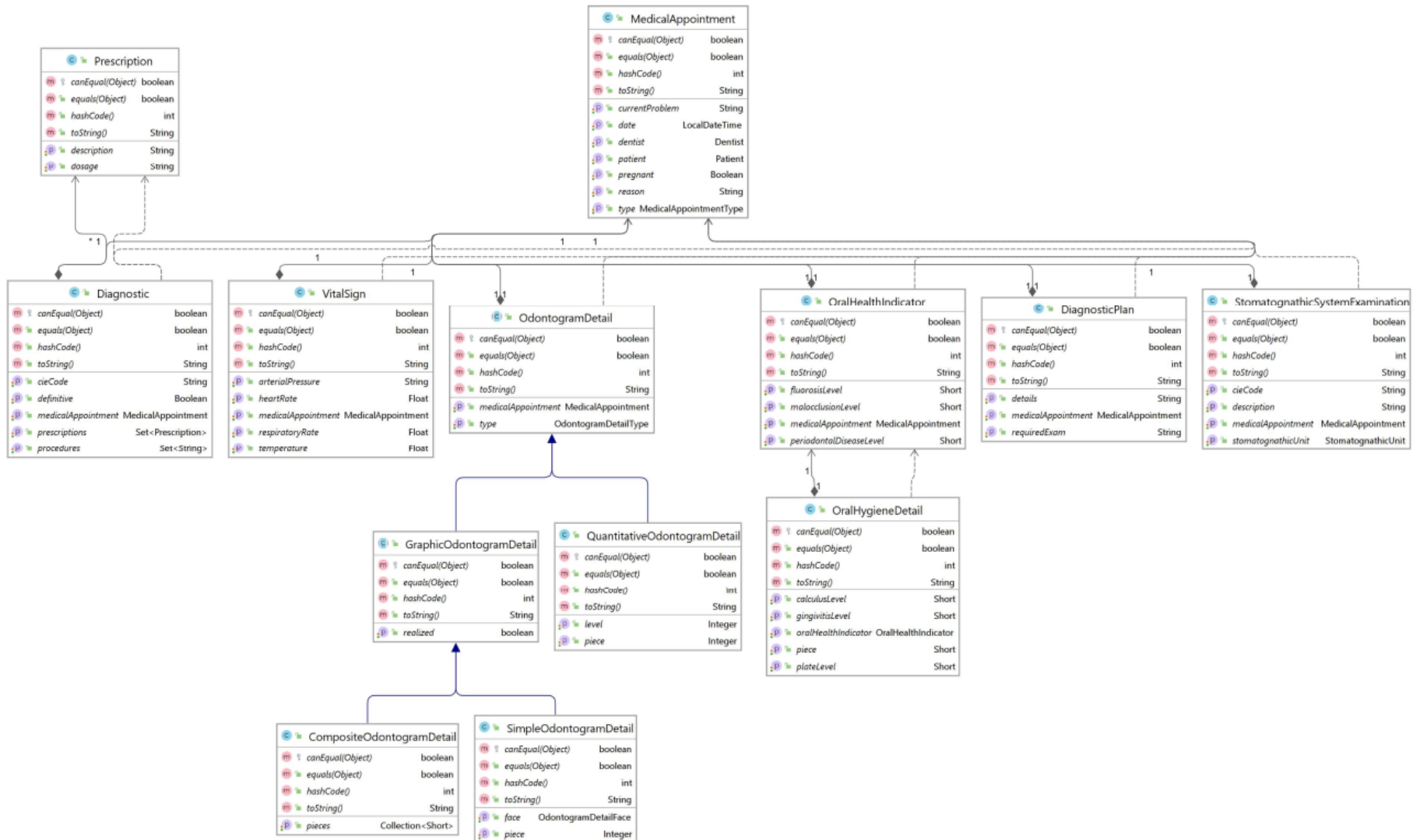




Diagrama de clases: Paquete Patient

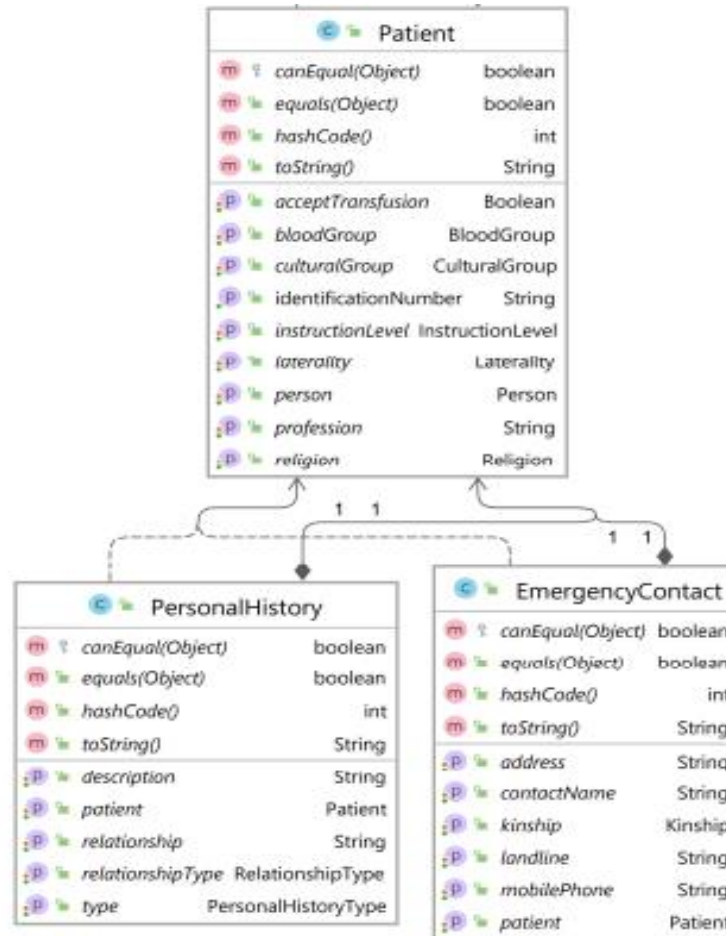




Diagrama de clases: Paquete Security

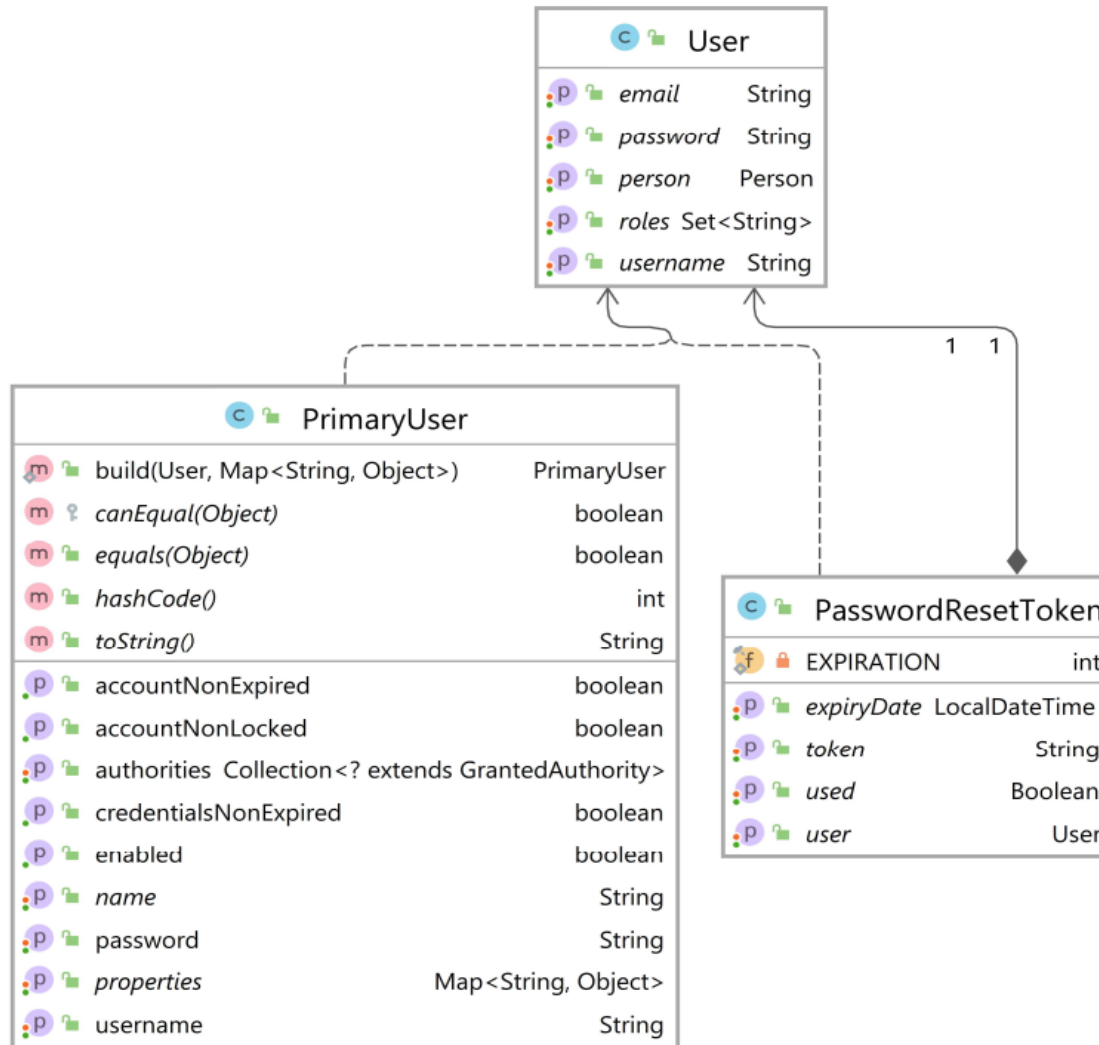
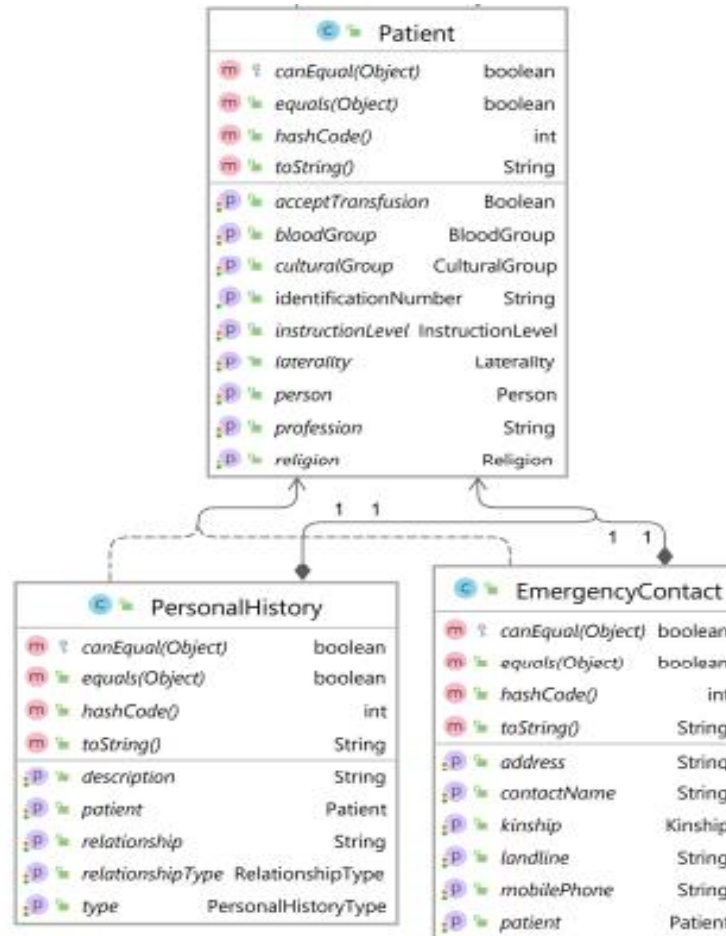


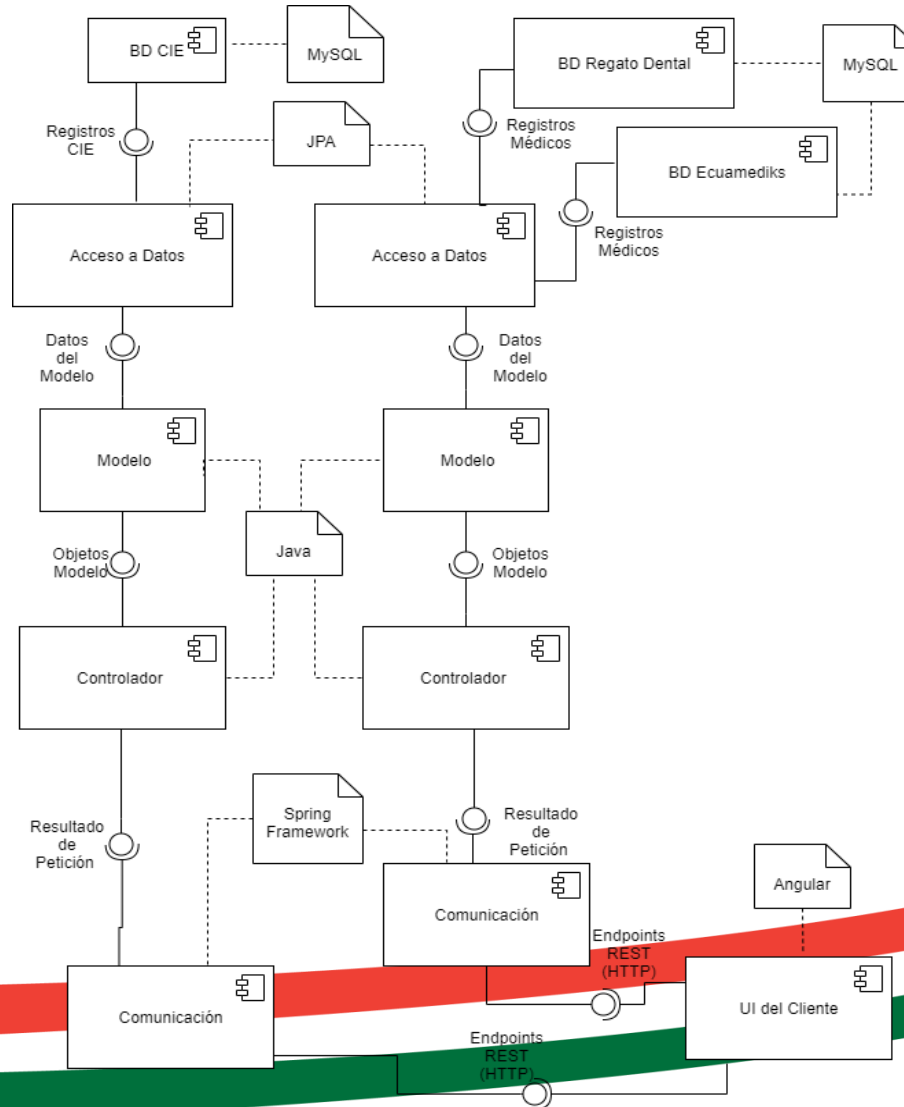


Diagrama de clases: Paquete Patient





Diseño arquitectónico



Vista: Reportes y estadísticas

Odontología
Pac. Alejandro Alguacil
Buscar Un Paciente
Christian Chunga


Inicio

Administrar


PACIENTE

Perfil


Historial




8
Pacientes



8
Citas médicas



11
Procedimientos



8
Usuarios

Procedimientos este mes

Nombre	Cantidad
Items per page: 6 0 of 0 < >	

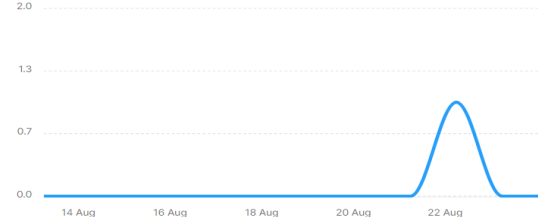
Citas médicas

Código	Nombre	Cantidad
CP-22014	Christopher Chunga	1
CP-10131	Christian Chunga	1
CP-00102	Ramón Lavado	1
Items per page: 6 1 - 3 of 3 < >		

Citas médicas

3
Citas médicas este mes

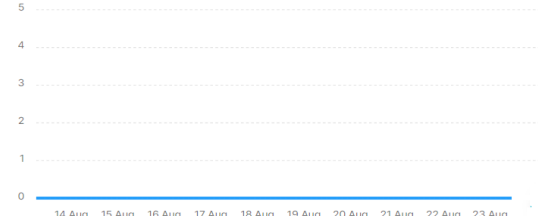
▲ 50% de crecimiento en comparación con el último mes.




Procedimientos


0
Procedimientos realizados este mes


▼ 100% disminución en comparación con el último mes.



Vista: Administración de pacientes


Odontología


Pac. Johanna Macas

Christian Chunga


Inicio



Administrar

- Pacientes
- Personal y Usuarios


PACIENTE

- Perfil
- Historial


Pacientes






<input type="checkbox"/>	NO. IDENTIFICACIÓN	PRIMER NOMBRE	PRIMER APELLIDO	FECHA DE NACIMIENTO	GÉNERO	TIPO DE SANGRE	GRUPO CULTURAL	
<input type="checkbox"/>	0900042784	Alejandro	Alguacil	1998-06-07	Masculino	O +	Mestizo/a	...
<input type="checkbox"/>	0913106571	Alicia	Bayas	1969-01-07	Femenino	AB -	Otro	...
<input type="checkbox"/>	0707005366	Erika	Fonseca	1998-04-07	Femenino	AB -	Otro	...
<input type="checkbox"/>	0707005365	Johanna	Macas	1998-04-07	Femenino	O +	Mestizo/a	...
<input type="checkbox"/>	0707012365	Stefania	Macas	1998-04-07	Femenino	AB -	Otro	...
<input type="checkbox"/>	0900045784	Vicente	Mulero	1998-06-07	Masculino	O +	Mestizo/a	...
<input type="checkbox"/>	123456789	Dario	Rodriguez	1999-10-27	Masculino	O +	Mestizo/a	...


Items por Página **10**
Página 1 de 1



Vista: Odontograma

 Odontología


 Pac. Alejandro Alguacil


Christian Chunga 


 Inicio


 Administrar >


PACIENTE


 Perfil

 Historial


Consulta Médica de Alejandro Alguacil


 Hace 29 días
Tiempo Transcurrido



 25-07-2021
Fecha de Atención










































 12:11
Hora de Atención

Detalles
Salud Bucal
Pre Diagnóstico
Diagnóstico

Estado Actual

C: 3 P: 1 O: 3 | **c: 0 e: 0 o: 0**

 Editar

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
															
			55	54	53	52	51	61	62	63	64	65			
															
															
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



ANÁLISIS DE RESULTADOS





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



VALIDACIÓN DEL SOFTWARE

Para realizar la validación de resultados se aplicaron encuestas a los principales responsables los centros médicos los cuales tienen un mayor acercamiento al registro de historias clínicas, estas se realizaron una previo a la implementación del sistema y la segunda después del uso del mismo.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el coeficiente de correlación y la matriz de covarianzas para asegurar una relación entre los indicadores planteados y verificar que se haya cumplido con cada uno de ellos.



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Datos Primera Encuesta

No.	Estandarización	Accesibilidad	Velocidad	Integridad	Eficiencia
Odontólogo 1	3	3	1	2	2
Odontólogo 2	2	3	2	2	2
Odontólogo 3	2	2	2	3	3
Odontólogo 4	2	2	2	2	2
Odontólogo 5	2	2	2	2	2
Media	2,2	2,4	1,8	2,2	2,2
Varianza	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2

Matriz de covarianzas

	Estandarización	Accesibilidad	Velocidad	Integridad	Eficiencia
Estandarización	0,2				
Accesibilidad	0,15	0,3			
Velocidad	-0,2	-0,15	0,2		
Integridad	-0,05	-0,1	0,05	0,2	
Eficiencia	-0,05	-0,1	0,05	0,2	0,2

Matriz Coeficiente De Correlación

	Estandarización	Accesibilidad	Velocidad	Integridad	Eficiencia
Estandarización	1				
Accesibilidad	0,612372436	1			
Velocidad	-1	-0,612372436	1		
Integridad	-0,25	-0,40824829	0,25	1	
Eficiencia	-0,25	-0,40824829	0,25	1	1



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Datos Segunda Encuesta

No.	Estandarización	Accesibilidad	Velocidad	Integridad	Eficiencia
Odontólogo 1	5	5	4	4	4
Odontólogo 2	4	5	4	3	5
Odontólogo 3	5	4	5	4	5
Odontólogo 4	5	5	5	5	5
Odontólogo 5	4	5	5	4	5
Media	4,6	4,8	4,6	4	4,8
Varianza	0,3	0,2	0,3	0,5	0,2

Matriz de covarianzas

	Estandarización	Accesibilidad	Velocidad	Integridad	Eficiencia
Estandarización	0,3				
n					
Accesibilidad	-0,1	0,2			
Velocidad	0,05	-0,1	0,3		
Integridad	0,25	0	0,25	0,5	
Eficiencia	-0,1	-0,05	0,15	0	0,2

Matriz Coeficiente De Correlación

	Estandarización	Accesibilidad	Velocidad	Integridad	Eficiencia
Estandarización	1				
Accesibilidad	-0,40824829	1			
Velocidad	0,166666667	-0,40824829	1		
Integridad	0,645497224	0	0,645497224	1	
Eficiencia	-0,40824829	-0,25	0,612372436	0	1



ESTADÍSTICO CHI- CUADRADO (χ^2) DE PEARSON

Parámetros	Valores
Nivel de confianza	95%
Alfa	5%
Grados de libertad	4
Valor crítico	0,710723
	02



ACEPTACIÓN DE HIPÓTESIS DEL INDICADOR 1

Hipótesis nula (h_0): El uso del sistema permite estandarizar correctamente las historias clínicas odontológicas basado en el formulario 033 del MSP.

$$x^2 = 0,19358178$$



ACEPTACIÓN DE HIPÓTESIS DEL INDICADOR 2

Hipótesis nula (h_0): El uso del sistema garantiza al usuario un acceso completo a los datos al momento de crear, modificar o consultar historias clínicas odontológicas.

$$x^2 = 0,28778468$$



ACEPTACIÓN DE HIPÓTESIS DEL INDICADOR 3

Hipótesis nula (h_0): El uso del sistema mejora el tiempo promedio de registro, edición, generación de reportes y acceso a datos de pacientes del centro odontológico.

$$x^2 = 0,48846226$$



ACEPTACIÓN DE HIPÓTESIS DEL INDICADOR 4

Hipótesis nula (h_0): Los datos dentro del sistema que se deseen mantener privados se mantienen seguros de otros centros odontológicos.

$$x^2 = 0,53751176$$



ACEPTACIÓN DE HIPÓTESIS DEL INDICADOR 5

Hipótesis nula (h_0): El sistema es eficiente al momento de administrar historias clínicas odontológicas.

$$x^2 = 0,23668361$$



CONCLUSIONES

- El desarrollo del sistema satisfizo todas las necesidades de los usuarios en lo que corresponde a administración de historias clínicas en base al formulario 033 del MSP.
- El desarrollo del marco teórico permitió adquirir conocimientos sobre los estándares del MSP y de las técnicas, enfoques y herramientas recomendadas para el desarrollo de un sistema multitenant.
- El uso de la arquitectura multitenant con enfoque de bases de datos separadas permite simplificar el modelado de datos, mantener un máximo nivel de aislamiento de la información, fácil escalabilidad en caso de querer distribuir las bases de datos en distintos servidores y mantener una sola instancia de la aplicación pese a tener bases de datos independientes.



CONCLUSIONES

- Se determinó que el uso del sistema permitió a los odontólogos una administración más eficiente de los datos de pacientes, además de disminuir el tiempo de atención siendo la usabilidad un factor clave en la optimización de procesos.
- El uso de un sistema basado en una arquitectura multitenant en centros de salud públicos implicaría una disminución significativa de los recursos así como facilidades para compartir información y mayor seguridad ya que esto permitiría implementar una sola instancia del sistema manteniendo un centro de datos independiente en cada establecimiento de salud.



RECOMENDACIONES

- Usar la arquitectura multitenant ya que permite mantener una sola instancia de la aplicación y separar los datos de cada compañía en el nivel que se considere adecuado siendo el enfoque de bases de datos separadas el mayor nivel de aislamiento y el uso de base de datos compartida el enfoque de menor nivel.
- Usar Spring para el desarrollo de backend por la facilidad con la que se desarrollan funcionalidades, permitiendo generar código de alto rendimiento además de la vasta documentación con la que cuenta.



RECOMENDACIONES

- Usar Angular para el desarrollo de frontend, debido a su modularidad, constante mantenimiento y amplia documentación.
- Implementar funcionalidades adicionales como el seguimiento de tratamientos de ortodoncia, reserva de citas médicas, recordatorios de citas médicas vía mensaje, entre otros.
- Es recomendable diseñar y levantar un sistema base con la arquitectura completamente funcional previo al desarrollo de los requerimientos del sistema ya que la implementación de esta arquitectura a posteriori puede tener una complejidad mayor.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sede
Latacunga



¡GRACIAS, TOTALES!