

Sistema de monitoreo de volcanes, ríos y gestión de riego en la agricultura.

La ciudad de San Miguel ubicada en la zona oriental de El Salvador es una de las cabeceras departamentales más importante, con un área geográfica de 593,98 km² y una altitud de 110 metros sobre el nivel del mar, es conocida por su imponente volcán Chaparrastique ubicado a 11 kilómetros de la ciudad, con una altura de 2,129 metros sobre el nivel del mar, su cráter central es de 800 metros de diámetro, con un edificio volcánico asimétrico y es considerado el tercer volcán más alto del país y uno de los más activos de todo El Salvador, su última erupción data el 15 de enero de 2016 desde entonces sus fluctuaciones de sismos y gases son constantes. San Miguel es recorrido por numerosos ríos y quebradas, entre los que se destaca el río Grande de San Miguel este fluye con dirección al sur hasta desembocar en el océano pacífico y de un manglar costero, durante la estación de lluvia sus afluentes son los arroyos y quebradas; esto produce daños en las zonas aledañas por su desbordamiento.

Una de las zonas turísticas recomendadas a visitar en el oriente del El Salvador es el Volcán de Conchagua ubicado en el departamento de La Unión, en el municipio de Conchagua desde donde se puede apreciar las islas del Golfo de Fonseca, aunque no existen de momento registros de actividad eruptiva, pero si mantiene una alta afluencia de personas para admirar los paisajes de la costa salvadoreña, desde una altura de 1,242 metros sobre el nivel del mar. El Salvador es predominantemente agrícola productor de cereales básicos como maíz, arroz, frijoles, café, sandía, azúcar y en pequeñas proporciones algodón, el fenómeno del Niño se manifiesta con cambios climatológicos graves como la sequía y calentamiento global consecuentemente deriva la pérdida de cosechas, disminución en los rebaños de ganadería y la propagación de incendios forestales.

Por lo anterior se hace la propuesta de un prototipo de Sistema de monitoreo volcánico, de ríos y gestión de riego en la agricultura, que permita una constante vigilancia y pronta toma de decisiones en beneficio de la población a través de la correcta gestión de recursos utilizando el Internet de las cosas (IoT) para lograr la conectividad de redes, análisis de datos, plataformas de habilitación de aplicaciones, administración y automatización, apoyándose de sensores que envíen continuamente lecturas de temperatura, movimiento a un controlador y este pueda monitorear las condiciones climatológicas ajustando la temperatura para realizar funciones de entrada, proceso, salida en la administración y regular el comportamiento del sistema en un intento de llegar a un estado deseado.

El prototipo considera el acceso a algunos dispositivos finales a través de DHCPv6 sin estado para las VLANs, OSPFv3 de área única, la sesión entre pares de ISP por BGP externo (eBGP), el núcleo entre los Proveedores de Servicio de Internet agrupado para formar un Etherchannel, dos túneles GRE uno principal y otro de respaldo, el enlace de la parte superior e inferior entre San Miguel y La Unión utilizara una ruta principal y una ruta estática flotante, además se garantizara la seguridad de la información con IPsec y se configurará un servidor IoT que respalde los datos de forma periódica a través de los túneles.

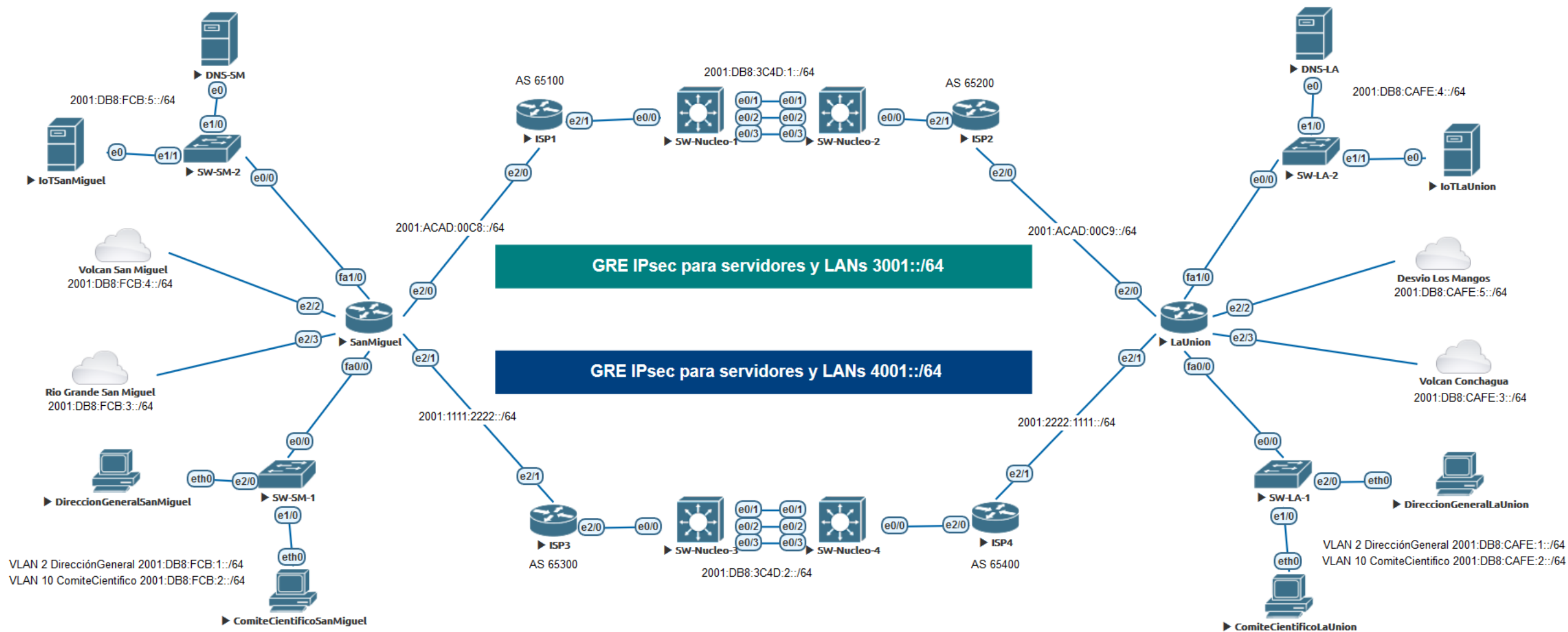


Figura 1: Topología del sistema de monitoreo de volcanes, ríos y gestión de riesgo en la agricultura, elaborada y trabajada en EVE-NG.

Dispositivo	VLANs	Nombre	Rango de Puertos
SW-SM-1 y SW-LA-1	2	DireccionGeneral	Del E2/0 al E2/3
	10	ComiteCientifico	Del E1/0 al E1/3
	-	-	El resto de puerto a excepción del e0/0 que será el enlace troncal deberán apagarse

Dispositivo	Interface	IPv6	Gateway	Dispositivo	Interface	IPv6	Gateway
SanMiguel	E2/0	2001:ACAD:C8::1/64	-	LaUnion	E2/0	2001:ACAD:C9::1/64	-
	E2/1	2001:1111:2222::1/64	-		E2/1	2001:2222:1111::1/64	-
	E2/2	2001:DB8:FCB:4::1/64	-		E2/3	2001:DB8:CAFE:3::1/64	-
	E2/3	2001:DB8:FCB:3::1/64	-		E2/2	2001:DB8:CAFE:5::1/64	-
	Fa1/0	2001:DB8:FCB:5::1/64	-		Fa1/0	2001:DB8:CAFE:4::1/64	-
	Fa0/0.2	2001:DB8:FCB:1::1/64	-		Fa0/0.2	2001:DB8:CAFE:1::1/64	-
	Fa0/0.10	2001:DB8:FCB:2::1/64	-		Fa0/0.10	2001:DB8:CAFE:2::1/64	-
ISP1	E2/0	2001:ACAD:C8::2/64	-	ISP2	E2/0	2001:ACAD:C9::2/64	-
	E2/1	2001:DB8:3C4D:1::1/64	-		E2/1	2001:DB8:3C4D:1::2/64	-
ISP3	E2/1	2001:1111:2222::2/64	-	ISP4	E2/1	2001:2222:1111::2/64	-
	E2/0	2001:DB8:3C4D:2::1/64	-		E2/0	2001:DB8:3C4D:2::2/64	-
VolcanSanMiguel	G0/0/0	2001:DB8:FCB:4::2/64	-	VolcanConchagua	G0/0/0	2001:DB8:CAFE:3::2/64	-
	G0/0	2010:AB8:0:1::1/64	-		G0/0	2010:AB8:0:4::1/64	-
	G0/1	2010:AB8:0:2::1/64	-		G0/1	2010:AB8:0:5::1/64	-
Dispositivos IoT VolcanSanMiguel Interface G0/0				Dispositivos IoT VolcanConchagua Interface G0/0			
WebCamCono	Ethernet0	2010:AB8:0:1::2/64	2010:AB8:0:1::1/64	DioxideDetectorConchagua	Ethernet0	2010:AB8:0:4::2/64	2010:AB8:0:4::1/64
MotionDetectorCono	Ethernet0	2010:AB8:0:1::3/64	2010:AB8:0:1::1/64	MotionDetectorConchagua	Ethernet0	2010:AB8:0:4::3/64	2010:AB8:0:4::1/64
DioxideDetectorCono	Ethernet0	2010:AB8:0:1::4/64	2010:AB8:0:1::1/64	WebCamConchagua	Ethernet0	2010:AB8:0:4::4/64	2010:AB8:0:4::1/64
Dispositivos IoT VolcanSanMiguel Interface G0/1				Dispositivos IoT VolcanConchagua Interface G0/1			
SirenFumarola	Ethernet0	2010:AB8:0:2::2/64	2010:AB8:0:2::1/64	SolarPanelConchagua	Ethernet0	2010:AB8:0:5::2/64	2010:AB8:0:5::1/64
DioxideDetectorFumarola	Ethernet0	2010:AB8:0:2::3/64	2010:AB8:0:2::1/64	PowerMeterConchagua	Ethernet0	2010:AB8:0:5::3/64	2010:AB8:0:5::1/64
WebCamFumarola	Ethernet0	2010:AB8:0:2::4/64	2010:AB8:0:2::1/64	WebCamPanelSolar	Ethernet0	2010:AB8:0:5::4/64	2010:AB8:0:5::1/64
MotionDetectorFumarola	Ethernet0	2010:AB8:0:2::5/64	2010:AB8:0:2::1/64	BatteryConchagua	Ethernet0	2010:AB8:0:5::5/64	2010:AB8:0:5::1/64
RioGrandeSanMiguel	G0/0/0	2001:DB8:FCB:3::2/64	-	DesvioLosMangos	G0/0/0	2001:DB8:CAFE:5::2/64	-
	G0/0	2010:AB8:0:3::1/64	-		G0/0	2010:AB8:0:6::1/64	-
Dispositivos IoT RioGrande Interface G0/0				Dispositivos IoT DesvioLosMangos Interface G0/0			
HumidityMonitorRioGrande	Ethernet0	2010:AB8:0:3::2/64	2010:AB8:0:3::1/64	WaterMonitorLosMangos	Ethernet0	2010:AB8:0:6::2/64	2010:AB8:0:6::1/64
SirenRioGrande	Ethernet0	2010:AB8:0:3::3/64	2010:AB8:0:3::1/64	LawSprinkerLosMangos	Ethernet0	2010:AB8:0:6::3/64	2010:AB8:0:6::1/64
TemperatureRioGrande	Ethernet0	2010:AB8:0:3::4/64	2010:AB8:0:3::1/64				
WebCam-RioGrande	Ethernet0	2010:AB8:0:3::5/64	2010:AB8:0:3::1/64				
Servidores San Miguel				Servidores La Unión			
DNS-SM	E0	2001:DB8:FCB:5::53/64	2001:DB8:FCB:5::1/64	DNS-LA	E0	2001:DB8:CAFE:4::53/64	2001:DB8:CAFE:4::1/64
IoTSanMiguel	E0	2001:DB8:FCB:5::80/64	2001:DB8:FCB:5::1/64	IoTLaUnion	E0	2001:DB8:CAFE:4::80/64	2001:DB8:CAFE:4::1/64

Tabla 1: Direcccionamiento IPv6 de los dispositivos.

Iniciemos a trabajar....

Luego de colocar las direcciones IP según la tabla procederemos a crear en los routers de SanMiguel y LaUnion el proceso de SLAAC, para que las VLANs puedan obtener de manera automática la dirección IPv6:

SanMiguel	LaUnion
<pre> ipv6 dhcp pool DireccionGeneral dns-server 2001:DB8:FCB:5::53 domain-name www.monitoreosm.com ipv6 dhcp pool ComiteCientifico dns-server 2001:DB8:FCB:5::53 domain-name www.monitoreosm.com interface FastEthernet0/0.2 encapsulation dot1Q 2 ipv6 address 2001:DB8:FCB:1::1/64 ipv6 enable ipv6 nd other-config-flag ipv6 dhcp server DireccionGeneral interface FastEthernet0/0.10 encapsulation dot1Q 10 ipv6 address 2001:DB8:FCB:2::1/64 ipv6 enable ipv6 nd other-config-flag ipv6 dhcp server ComiteCientifico </pre>	<pre> ipv6 dhcp pool DireccionGeneral dns-server 2001:DB8:CAFE:4::53 domain-name www.monitoreolu.com ipv6 dhcp pool ComiteCientifico dns-server 2001:DB8:CAFE:4::53 domain-name www.monitoreolu.com interface FastEthernet0/0.2 encapsulation dot1Q 2 ipv6 address 2001:DB8:CAFE:1::1/64 ipv6 enable ipv6 nd other-config-flag ipv6 dhcp server DireccionGeneral interface FastEthernet0/0.10 encapsulation dot1Q 10 ipv6 address 2001:DB8:CAFE:2::1/64 ipv6 enable ipv6 nd other-config-flag ipv6 dhcp server ComiteCientifico </pre>

Tabla 2: Configuración DHCPv6 para las VLANs DireccionGeneral y ComiteCientifico.

Para la comunicación entre las VLANs estableceremos OSPFv3 y propagaremos el enrutamiento estático por defecto entre los router de SanMiguel, VolcanSanMiguel, RioGrandeSanMiguel, ISP1, ISP3 y los routers LaUnion, VolcanConchagua, DesvioLosMangos, ISP2 e ISP4:

SanMiguel	LaUnion
<pre> ipv6 router ospf 1 router-id 10.10.10.10 default-information originate interface FastEthernet0/0.2 ipv6 ospf 1 area 0 interface FastEthernet0/0.10 ipv6 ospf 1 area 0 interface FastEthernet1/0 ipv6 ospf 1 area 0 ipv6 route ::/0 2001:ACAD:C8::2 ipv6 route ::/0 2001:111:2222::2 10 ipv6 route ::/0 2001:DB8:FCB:3::2 ipv6 route ::/0 2001:DB8:FCB:4::2 </pre>	<pre> ipv6 router ospf 1 router-id 20.20.20.20 default-information originate interface FastEthernet0/0.2 ipv6 ospf 1 area 0 interface FastEthernet0/0.10 ipv6 ospf 1 area 0 interface FastEthernet1/0 ipv6 ospf 1 area 0 ipv6 route ::/0 2001:ACAD:C9::2 ipv6 route ::/0 2001:2222:1111::2 10 ipv6 route ::/0 2001:DB8:CAFE:5::2 ipv6 route ::/0 2001:DB8:CAFE:3::2 </pre>
VolcanSanMiguel	VolcanConchagua
<pre> ipv6 router ospf 1 router-id 30.30.30.30 default-information originate interface GigabitEthernet0/0 ipv6 ospf 1 area 1 interface GigabitEthernet1/0 ipv6 ospf 1 area 1 ipv6 route ::/0 2001:DB8:FCB:4::1 </pre>	<pre> ipv6 router ospf 1 router-id 40.40.40.40 default-information originate interface GigabitEthernet0/0 ipv6 ospf 1 area 2 interface GigabitEthernet1/0 ipv6 ospf 1 area 2 ipv6 route ::/0 2001:DB8:CAFE:3::1 </pre>

RioGrandeSanMiguel	DesvioLosMangos
ipv6 route ::/0 2001:DB8:FCB:3::2	ipv6 route ::/0 2001:DB8:CAFE:5::1

Tabla 3: Configuración de enrutamiento con OSPFv3 y enrutamiento estático.

NOTA: Para que el enrutamiento en IPv6 sea implementado no olvide colocar el comando **ipv6 unicast-routing**.

Un protocolo que intercambia información de enrutamiento y administra redes entre sistemas autónomos no solo de la misma organización debe alcanzar la adyacencia entre sus vecinos indicando una trayectoria completa sobre que ruta debe tomar para llegar a su destino estableciendo una conexión TCP entre ellos, BGP permite eso, intercambiar entre routers su Sistema Autónomo (AS), versión, ID y el tiempo de espera de keepalive, luego de confirmar y aceptar los valores ocurre el establecimiento de la conexión. Para nuestro ejemplo utilizaremos BGP externo (eBGP) ya que entre los ISP se tienen sistemas autónomos diferentes y propagaremos la ruta estática hacia las redes locales.

ISP1	ISP2
<pre>router bgp 65100 bgp router-id 1.1.1.1 no bgp default ipv4-unicast neighbor 2001:DB8:3C4D:1::2 remote-as 65200 neighbor 2001:DB8:3C4D:1::2 update-source e2/1 address-family ipv6 neighbor 2001:DB8:3C4D:1::2 activate network 2001:DB8:3C4D:1::/64 network 2001:ACAD:C8::/64 redistribute static exit-address-family ipv6 route 2001:DB8:FCB:1::/64 2001:ACAD:C8::1 ipv6 route 2001:DB8:FCB:2::/64 2001:ACAD:C8::1 ipv6 route 2001:DB8:FCB:3::/64 2001:ACAD:C8::1 ipv6 route 2001:DB8:FCB:4::/64 2001:ACAD:C8::1 ipv6 route 2001:DB8:FCB:5::/64 2001:ACAD:C8::1</pre>	<pre>router bgp 65200 bgp router-id 2.2.2.2 no bgp default ipv4-unicast neighbor 2001:DB8:3C4D:1::1 remote-as 65100 neighbor 2001:DB8:3C4D:1::1 update-source e2/1 address-family ipv6 neighbor 2001:DB8:3C4D:1::1 activate network 2001:DB8:3C4D:1::/64 network 2001:ACAD:C9::/64 redistribute static exit-address-family ipv6 route 2001:DB8:CAFE:1::/64 2001:ACAD:C9::1 ipv6 route 2001:DB8:CAFE:2::/64 2001:ACAD:C9::1 ipv6 route 2001:DB8:CAFE:3::/64 2001:ACAD:C9::1 ipv6 route 2001:DB8:CAFE:4::/64 2001:ACAD:C9::1 ipv6 route 2001:DB8:CAFE:5::/64 2001:ACAD:C9::1</pre>
ISP3	ISP4
<pre>router bgp 65300 bgp router-id 3.3.3.3 no bgp default ipv4-unicast neighbor 2001:DB8:3C4D:2::2 remote-as 65400 neighbor 2001:DB8:3C4D:2::2 update-source e2/0 address-family ipv6 neighbor 2001:DB8:3C4D:2::2 activate network 2001:DB8:3C4D:2::/64 network 2001:1111:2222::/64 redistribute static exit-address-family ipv6 route 2001:DB8:FCB:1::/64 2001:ACAD:C8::1 ipv6 route 2001:DB8:FCB:2::/64 2001:ACAD:C8::1 ipv6 route 2001:DB8:FCB:3::/64 2001:ACAD:C8::1 ipv6 route 2001:DB8:FCB:4::/64 2001:ACAD:C8::1 ipv6 route 2001:DB8:FCB:5::/64 2001:ACAD:C8::1</pre>	<pre>router bgp 65400 bgp router-id 4.4.4.4 no bgp default ipv4-unicast neighbor 2001:DB8:3C4D:2::1 remote-as 65300 neighbor 2001:DB8:3C4D:2::1 update-source e2/0 address-family ipv6 neighbor 2001:DB8:3C4D:2::1 activate network 2001:DB8:3C4D:2::/64 network 2001:2222:1111::/64 redistribute static exit-address-family ipv6 route 2001:DB8:CAFE:1::/64 2001:ACAD:C9::1 ipv6 route 2001:DB8:CAFE:2::/64 2001:ACAD:C9::1 ipv6 route 2001:DB8:CAFE:3::/64 2001:ACAD:C9::1 ipv6 route 2001:DB8:CAFE:4::/64 2001:ACAD:C9::1 ipv6 route 2001:DB8:CAFE:5::/64 2001:ACAD:C9::1</pre>

Tabla 4: Configuración de eBGP.

Es bastante común que el tráfico sea variado entre diferentes enlace por ejemplo 100 Mb/s o 1000 Mb/s y no se cuenta con una solución de hardware que optimice y sobre todo sea accesible económicamente; una solución eficiente ante esta problemática es la agregación de enlaces a través de Etherchannel en la que se pueden combinar la cantidad de enlaces físicos entre switches para aumentar la velocidad general de la comunicación en un solo enlace lógico que permita mantener el equilibrio de carga, redundancia y actualización, es sumamente importante recordar que **NO** se pueden mezclar tipos de **interfaces diferentes**. A continuación, se muestra la configuración de agregación de enlaces para los switches SW-Nucleo-1, SW-Nucleo-2, SW-Nucleo-3 y SW-Nucleo-4 con el Protocolo de Control de Agregación de Enlaces LACP.

```
interface Port-channel1
exit
```

```
interface range e0/1-3
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
channel-protocol lacp
channel-group 1 mode active
```

IMPORTANTE: Una vez completado la asignación IP a las interfaces y subinterfaces de los routers, configurado DHCPv6, creada las VLANs, enrutamiento estático, estático flotante, OSPFv3, eBGP y Etherchannel proceda a realizar pruebas de conectividad, debería haber comunicación de cualquier LAN de SanMiguel a LaUnion y viceversa.

Confidencialidad, integridad, disponibilidad, autenticación o autentificación son los cuatro pilares de la seguridad de la información, están íntimamente relacionados y persiguen un único fin; siendo este reducir o eliminar riesgos en recursos que la organización considere indispensables, valiosos y sensibles. Cuando se utiliza Internet para realizar transacciones o negocios no se puede dejar de pensar en esos riesgos donde la información puede ser comprometida, vulnerada y descifrada porque el lugar más inseguro siempre será Internet.

En pro para fortalecer y mejorar la seguridad de los datos se debe crear un canal de comunicación privado que permita cifrar y autenticar los datos contra el acceso no autorizado, esto se puede lograr a través de la implementación de un túnel que provea opciones de seguridad no solo de hardware sino también de software basándose en una Red Virtual Privada (VPN) apoyándose del protocolo de seguridad de Internet IPsec para el ahorro de costos, escalabilidad y compatibilidad con la tecnología de banda ancha.

Como lo muestra la topología entre SanMiguel y LaUnion existe un túnel que brinda la movilidad de los trabajadores a largas distancias con acceso remoto, por ejemplo, pueden conectarse a la red del departamento de San Miguel a una red LAN de La Unión, de sitio a sitio entre sí, admitiendo una arquitectura cliente/servidor, en la que el cliente host remoto obtiene acceso seguro a la red mediante un dispositivo del servidor VPN.

SanMiguel	LaUnion
<pre>crypto isakmp policy 10 encr aes 256 authentication pre-share group 5 lifetime 3600 crypto isakmp key eportillo address ipv6 2001:2222:1111::1/64 crypto isakmp key eportillo address ipv6 2001:ACAD:C9::1/64 crypto ipsec security-association lifetime seconds 1800 crypto ipsec transform-set ts esp-aes 256 esp-sha- hmac crypto ipsec profile IPSEC set security-association lifetime seconds 3600 set transform-set ts interface Tunnel0 ipv6 address 3001::1/64 ipv6 ospf 1 area 0 tunnel source Ethernet2/0 tunnel destination 2001:ACAD:C9::1 tunnel mode ipsec ipv6 tunnel protection ipsec profile IPSEC interface Tunnel1 ipv6 address 4001::1/64 ipv6 ospf 1 area 0 tunnel source Ethernet2/1 tunnel destination 2001:2222:1111::1</pre>	<pre>crypto isakmp policy 10 encr aes 256 authentication pre-share group 5 lifetime 3600 crypto isakmp key eportillo address ipv6 2001:1111:2222::1/64 crypto isakmp key eportillo address ipv6 2001:ACAD:C8::1/64 crypto ipsec security-association lifetime seconds 1800 crypto ipsec transform-set ts esp-aes 256 esp-sha- hmac crypto ipsec profile IPSEC set security-association lifetime seconds 3600 set transform-set ts interface Tunnel0 ipv6 address 3001::2/64 ipv6 ospf 1 area 0 tunnel source Ethernet2/0 tunnel destination 2001:ACAD:C8::1 tunnel mode ipsec ipv6 tunnel protection ipsec profile IPSEC interface Tunnel1 ipv6 address 4001::2/64 ipv6 ospf 1 area 0 tunnel source Ethernet2/1 tunnel destination 2001:1111:2222::1</pre>

tunnel mode ipsec ipv6 tunnel protection ipsec profile IPSEC	tunnel mode ipsec ipv6 tunnel protection ipsec profile IPSEC
---	---

Tabla 5: Creación de políticas, Ipsec y túnel para la VPN.

Para verificar la correcta creación y aplicación del túnel realice pruebas de conectividad de extremo a extremo, utilizando los siguientes comandos:

- **Show crypto engine connections active:** muestra la administración y conexiones de datos activos terminado en el router y la cantidad de paquetes cifrados y descifrados para cada SA.
- **Show crypto ipsec sa:** muestra la información de la entrada del mapa criptográfico utilizada para crear conexiones de datos y cualquier conexión de datos existente de pares remotos.
- **Debug crypto ipsec:** cuando se tiene problema para establecer las dos conexiones de datos Ipsec entre pares.
- **Debug crypto isakmp:** muestra los pasos tomados para crear una conexión de administración y conexiones de datos a través de la conexión de administración.

VALOR AGREGADO: Podría utilizar Acuerdos de Nivel de Servicio IP (SLA) para garantizar la conectividad entre las LANs donde se ubican las granjas de servidores y así recopilar periódicamente los datos como tiempos de respuesta, latencia, jitter, y pérdida de paquetes. Vendría bien aplicar SLA a nuestro prototipo para mantener el enlace primario entre SanMiguel y LaUnion disponible, en caso de que este tenga problemas programar un plan de contingencia para que responda con la frecuencia y accesibilidad asignada en otro enlace y cuando el principal retome su función activa este pueda tomar su labor pasiva. Sinceramente con la versión de IOS que trabaje no me permite crear icm-echo para IPv6 😞, pero funciona perfectamente para IPv4, como puede observar, todo ha sido trabajado con el nuevo Protocolo de Internet 😊.

Replica

Supongamos que utilizaremos Mysql como base de datos para almacenar toda la información que nuestros dispositivos IoT generen, configuraremos al Servidor IoTSanMiguel como maestro y el servidor IoTLaUnion como esclavo para permitir periódicamente replicas, o puede configurar otro servidor aparte para que mantenga las copias de ambos servidores.

Maestro IoTSanMiguel

1. No inicie los servicios de Mysql, primero encuentre el archivo **my.ini** y agregue el valor del server id en uno, luego determine el nombre del fichero binario donde se almacenarán todas las transacciones y defina el tamaño de los archivos permitidos como máximo en 500M, además asigne el tiempo de expiración de 4 días de los logs:

```
server-id=1
log-bin=mysql-bin
sync_binlog=1
max-binlog-size=500M
expire_logs_days=4
innodb_flush_log_at_trx_commit=1
```

2. Inicie los servicios de Mysql y ejecute la siguiente consulta SQL que le permitirá crear el usuario replicador con su IPv6, contraseña y privilegios de REPLICATION SLAVE:

```
CREATE USER 'usuario-repli'@'2001:DB8:CAFE:4::80' IDENTIFIED BY 'contrasenia';
GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'usuario-repli'@'2001:DB8:CAFE:4::80';
```

3. Para hacer la replicación instantánea deberá bloquear las tablas con la siguiente consulta:

```
FLUSH TABLES WITH READ LOCK;
```

4. Vea cual es el estado del maestro y tome nota del nombre del archivo (FILE) y posición (POSITION):

```
SHOW MASTER STATUS;
```

5. Para finalizar debe desbloquear de nuevos las tablas para que puedan editarse:

```
UNLOCK TABLES;
```

Esclavo IoTLaUnion

1. No inicie los servicios de Mysql, primero encuentre el archivo **my.ini** y agregue lo siguiente:

```
server-id=2
```

2. Inicie los servicios de Mysql y agregue la siguiente sentencia en SQL que detendrá el servicio del esclavo:

```
STOP SLAVE;
```

3. Agregue la dirección IPv6, usuario, contraseña, nombre del archivo log (este dato se obtiene en el paso 4 del master) y la posición en la siguiente sentencia SQL:

```
CHANGE MASTER TO  
MASTER_HOST = '2001:DB8:FCB:5::80',  
MASTER_USER = 'usuario-repli',  
MASTER_PASSWORD= 'contrasenia',  
MASTER_LOG_FILE = 'mysql-bin.000012',  
MASTER_LOG_POS = 2910;
```

4. Inicie los servicios del esclavo y verifique si está conectado al maestro:

```
START SLAVE;  
SHOW SLAVE STATUS;
```

```
Slave_IO_State: Waiting for master to send event  
Master_Host: 2001:DB8:FCB:5::80  
Master_User: usuario-repli  
Master_Port: 3306  
Connect_Retry: 60  
Master_Log_File: mysql-bin.000012  
Read_Master_Log_Pos: 2910  
Relay_Log_File: mysql-relay-bin.00008  
Relay_Log_Pos: 253  
Relay_Master_Log_File: mysql-bin.000012  
Slave_IO_Running: Yes  
Slave_SQL_Running: Yes  
Replicate_Do_DB:  
Replicate_Ignore_DB:  
Replicate_Do_Table:  
Replicate_Ignore_Table:  
Replicate_Wild_Do_Table:  
Replicate_Wild_Ignore_Table:  
Last_Errno: 0  
Last_Error:  
Skip_Counter: 0  
Exec_Master_Log_Pos: 107  
Relay_Log_Space: 452  
Until_Condition: None  
Until_Log_File:  
Until_Log_Pos: 0  
Master_SSL_Allowed: No  
Master_SSL_CA_File:  
Master_SSL_CA_Path:  
Master_SSL_Cert:  
Master_SSL_Cipher:  
Master_SSL_Key:  
Seconds_Behind_Master: 0  
Master_SSL_Verify_Server_Cert: No  
Last_IO_Errno: 0  
Last_IO_Error:  
Last_SQL_Errno: 0  
Last_SQL_Error:  
Replicate_Ignore_Server_Ids:  
Master_Server_Id: 1  
1 row in set (0.00 sec)
```

La replicación es unidireccional ya que toda consulta de actualización es ejecutada por el maestro y las instantáneas son enviadas al esclavo para garantizar la disponibilidad y escalabilidad de los datos generando así periódicamente varias copias sincronizadas de la base de datos principal a una base de datos de respaldo del esclavo. Estas son algunas consideraciones a tomar en cuenta:

- Cada host esclavo solo puede tener un solo servidor maestro.
- Cada host debe tener un ID de servidor único.
- Un servidor de base de datos como maestro puede ser observado por varios hosts esclavos.
- Un host esclavo es transparente, es decir, puede propagar cambios desde su maestro y ser a su vez maestro de otros hosts esclavos.

Apoyándome de Packet Tracer cumpliré para simular el uso de dispositivos IoT aunque hubiese sido magnifico simular el prototipo desde aquí, pero no se puede utilizar eBGP para IPv6.

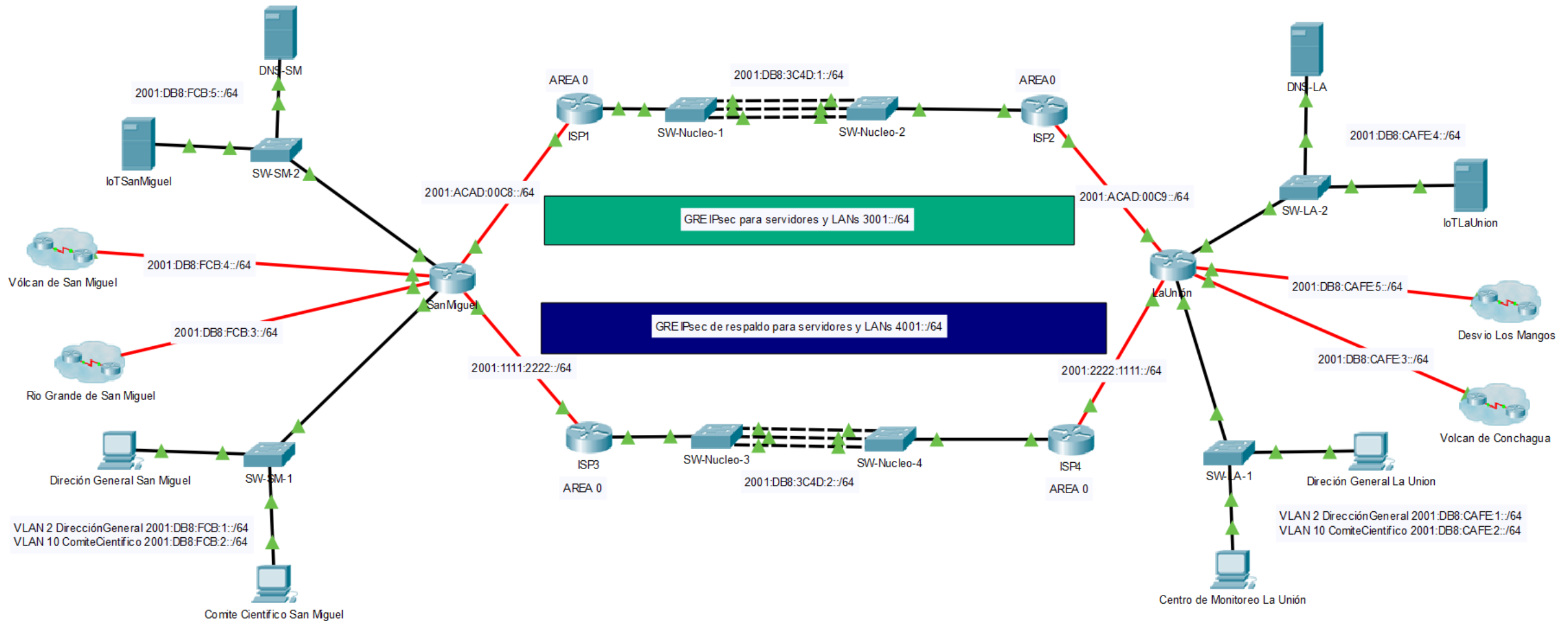


Figura 2: Topología del sistema de monitoreo de volcanes, ríos y gestión de riego en la agricultura, elaborada y trabajada en Packet Tracer.

NOTA: Asigne el direccionamiento IPv6 como lo muestra la *Tabla 1* y realice las configuraciones de enrutamiento anteriores con la única diferencia que en lugar de utilizar eBGP en los ISP se puede aplicar OSPFv3.

Packet Tracer es una potente herramienta más cuando se simulan sensores, componentes y dispositivos finales. Para la configuración de los servidores es necesario separar los servicios IoT del Sistema de Nombre de Dominio DNS porque de manera nativa los servidores trabajan con IPv4 y cuando se accede desde el navegador a la dirección IPv6 no permite ingresar al servidor, debido a ello se utiliza un servidor DNS que apunte al servidor IoT para que la próxima vez no se haga por una dirección IPv6 sino por un nombre de dominio.

Services > DNS

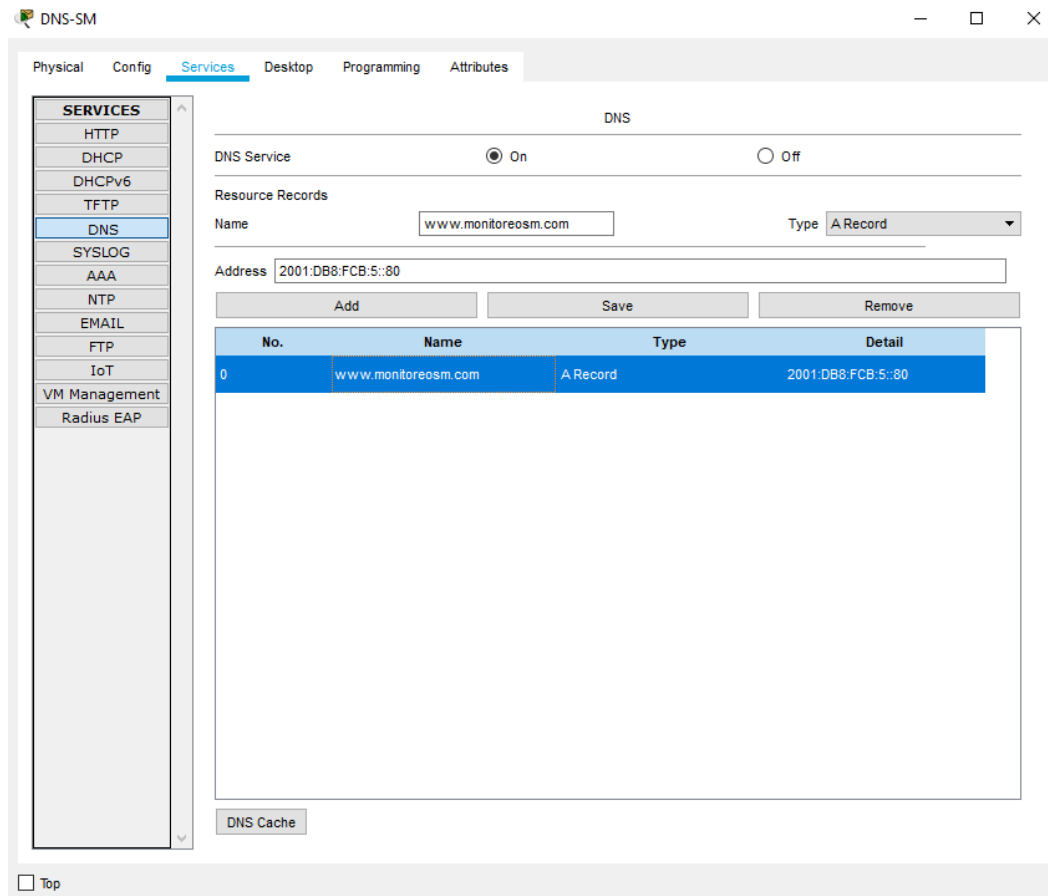


Figura 3: Habilitar el servicio DNS para el servidor DNS-SM con un nombre de dominio y con la dirección IPv6 del servidor IoT.

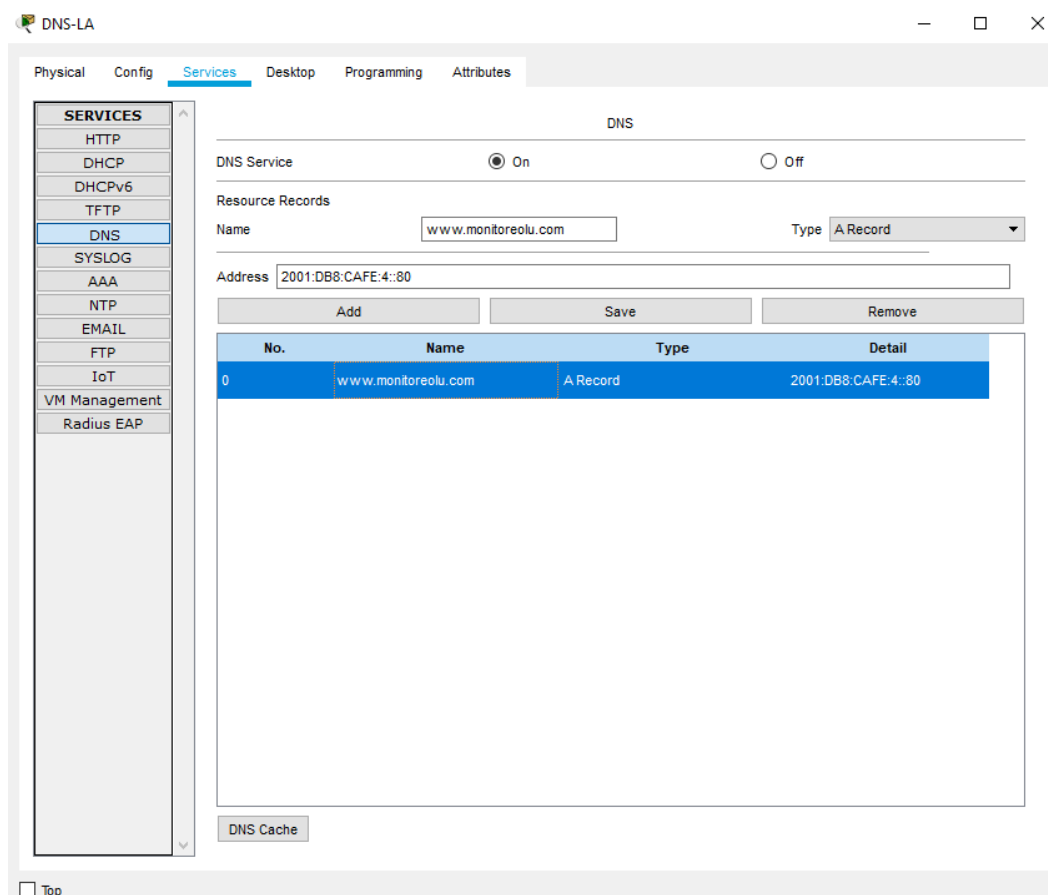


Figura 4: Habilitar el servicio DNS para el servidor DNS-LA con un nombre de dominio y con la dirección IPv6 del servidor IoT.

DNS-SM	DNS-LA
IPv6 Address.....: 2001:DB8:FCB:5::53/64	IPv6 Address.....: 2001:DB8:CAFE:4::53/64
Default Gateway.....: 2001:DB8:FCB:5::1	Default Gateway.....: 2001:DB8:CAFE:4::1
DNS Servers.....: 2001:DB8:FCB:5::80	DNS Servers.....: 2001:DB8:CAFE:4::80

Tabla 6: Dirección IPv6, puerta de enlace y DNS de los servidores.

Cuando ingrese desde cualquier dispositivo a través del navegador a los servidores IoT pedirá que se escriba un usuario y contraseña.

Es necesario crear una cuenta que permita administrar los dispositivos IoT agregados

- Ingresar el nombre de dominio ya sea para el servidor IoTSanMiguel o IoTLaUnion
www.monitoreosm.com
www.monitoreolu.com
- Hacer clic en la opción [Sign up now](#).
- Sera direccionado para crear una cuenta, donde deberá colocar el usuario y contraseña del servidor IoT.

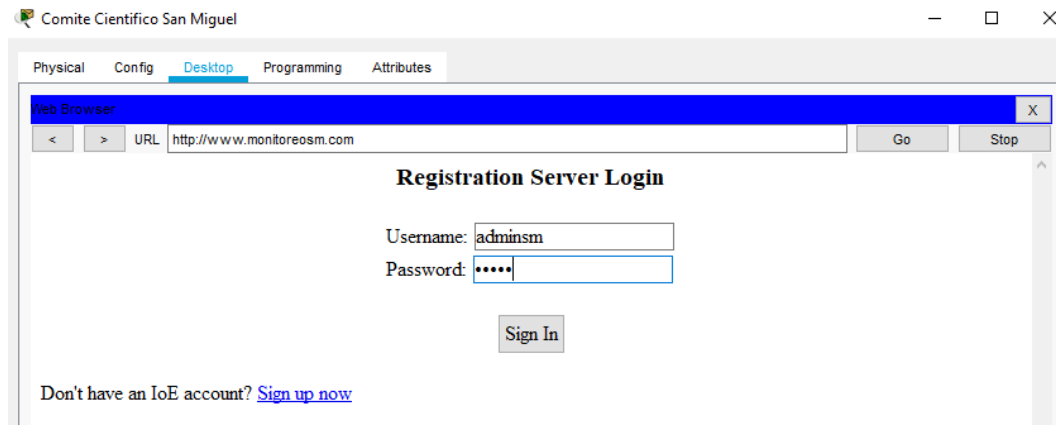


Figura 5: Registrar la cuenta del servidor IoT.

- Posteriormente podrá ingresar nuevamente el usuario y contraseña que le dará acceso a la administración de todos los dispositivos agregados al servidor.



Figura 6: Panel de control de la gestión de todos los dispositivos conectados al servidor IoT.

NOTA: Previamente se activó el servicio IoT y se registraron los dispositivos IoT por eso aparecen listados, más adelante aprenderá como agregar los dispositivos.

En la configuración de los servidores IoTSanMiguel e IoTLaUnion se ha habilitado el servicio IoT con un usuario y contraseña:

Services > IoT

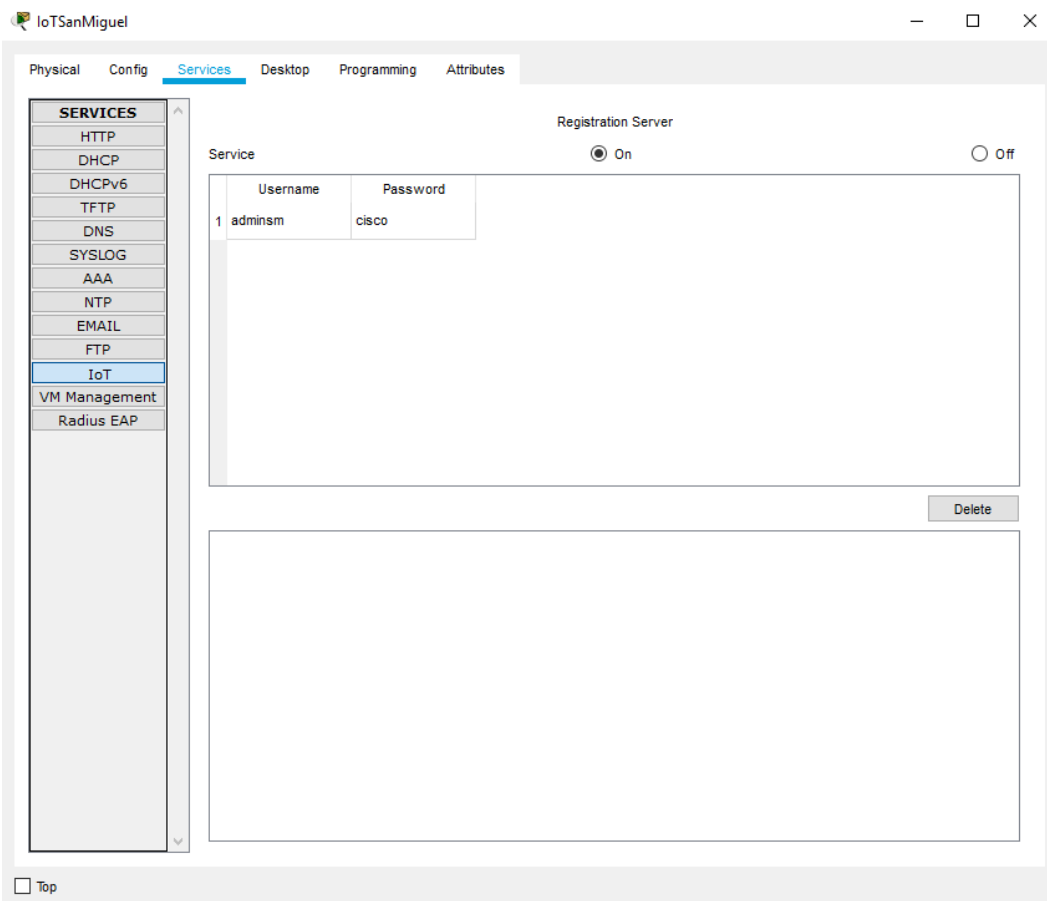


Figura 7: Habilitar el servicio IoT con usuario y contraseña para el servidor IoTSanMiguel.

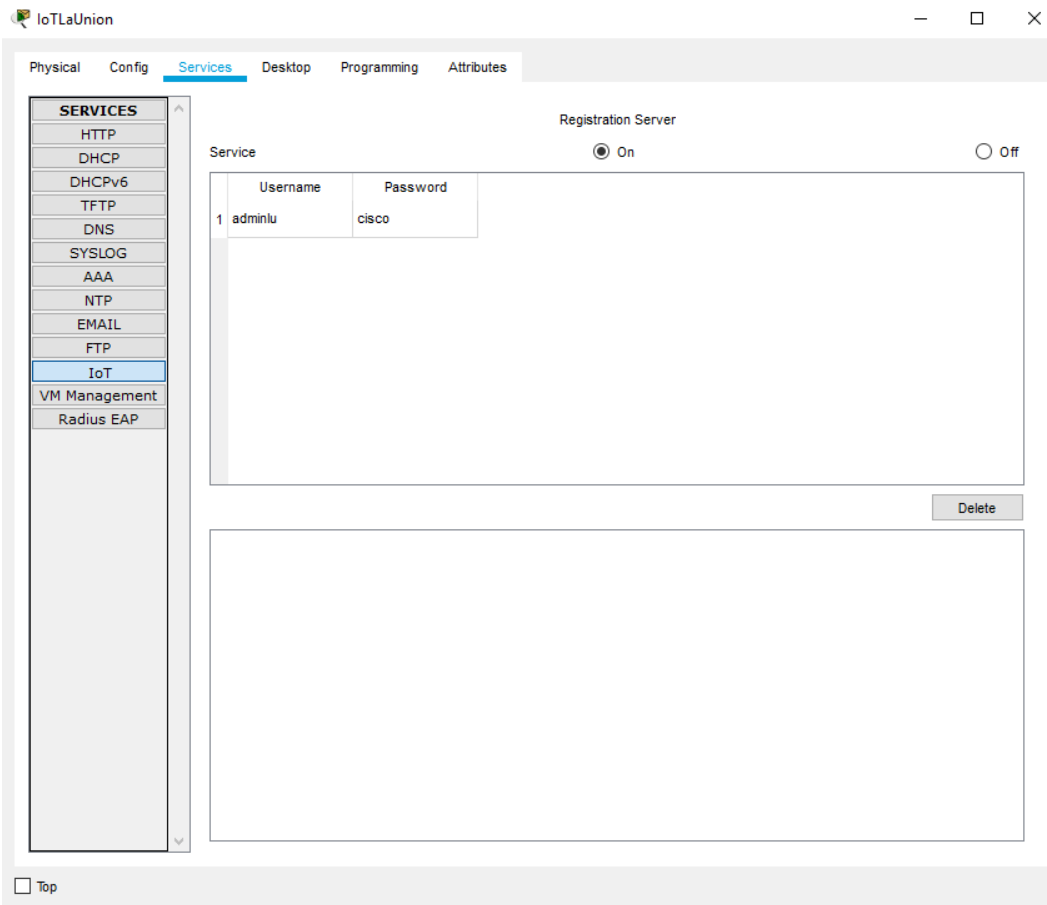


Figura 8: Habilitar el servicio IoT con usuario y contraseña para el servidor IoTLaUnion.

NOTA: Previamente los servidores se han configurado con la dirección IPv6, puerta de enlace y DNS según la Tabla 1.

IoTSanMiguel	IoTLaUnion
IPv6 Address.....: 2001:DB8:FCB:5::80/64	IPv6 Address.....: 2001:DB8:CAFE:4::80/64
Default Gateway.....: 2001:DB8:FCB:5::1	Default Gateway.....: 2001:DB8:CAFE:4::1
DNS Servers.....: 2001:DB8:FCB:5::53	DNS Servers.....: 2001:DB8:CAFE:4::53

Tabla 7: Dirección IPv6, puerta de enlace y DNS de los servidores IoT.

Los dos puntos clave para montar el sistema de monitoreo y vigilancia del volcán Chaparrastique de la ciudad de San Miguel, es el cono volcánico y las fumarolas siendo el primero el más próximo al cráter para evidenciar cualquier acumulación de gases, sismos, cenizas, damos de lava y flujos piroclásticos, mientras que las fumarolas son la parte más cercana a las personas que viven en este lugar, es importante aclarar que hay comunidades

viviendo a los alrededores e incluso en el volcán por eso es conveniente el constante monitoreo de la mezcla de gases y vapores que surgen por las grietas exteriores y la temperatura ambiente en la zona.

En el cono del volcán se ha implementado un control de vigilancia por una cámara, un sensor de movimiento y un detector de Dióxido de Carbono que permita a la Dirección General y Comité Científico un constante monitoreo de todas las fluctuaciones y amenazas para una pronta respuesta ante cualquier evento anormal presentado en esa zona, por otra parte en la parte baja del volcán en las fumarolas se lleva el control de los gases y movimientos cuando estos sobrepasan los límites normales se activa la cámara de vigilancia y la sirena de emergencia para alertar a las personas.

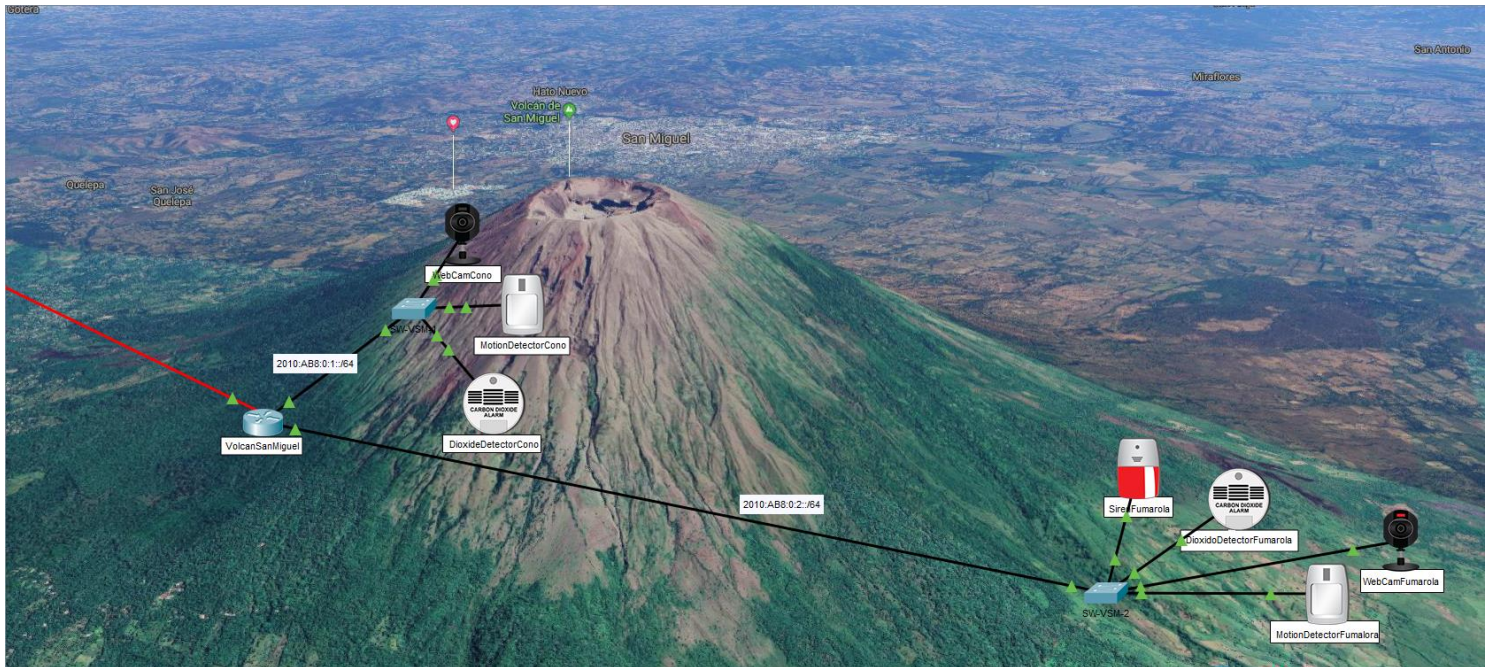


Figura 9: Fotografía ilustrativa del volcán de San Miguel tomada desde Google Maps y se han agregado los dispositivos y sensores.

Cada dispositivo IoT tiene asignada una dirección IPv6 como lo muestra la *Tabla 1*, mientras que el router del VolcanSanMiguel tiene una ruta estática para el router SanMiguel y localmente la comunicación de su red lo hace por OSPFv3

VolcanSanMiguel
<pre> ipv6 unicast-routing interface GigabitEthernet0/0/0 ipv6 address 2001:DB8:FCB:4::2/64 ipv6 enable interface GigabitEthernet0/0 ipv6 address 2010:AB8:0:1::1/64 ipv6 enable ipv6 ospf 1 area 1 interface GigabitEthernet0/1 ipv6 address 2010:AB8:0:2::1/64 ipv6 enable ipv6 ospf 1 area 1 ipv6 router ospf 1 router-id 3.3.3.3 default-information originate ipv6 route ::/0 2001:DB8:FCB:4::1 </pre>

Tabla 8: Enrutamiento estático y dinámico con OSPFv3 para el router del VolcanSanMiguel.

En épocas lluviosas la ciudad de San Miguel es considerada la Venecia de El Salvador por sus constantes inundaciones y desbordamiento de ríos, es un fenómeno que afecta mucho a las personas que viven a las orillas de los ríos, arroyos y quebradas. Es importante mantener monitoreado el Rio Grande de San Miguel.



Figura 10: Fotografía ilustrativa del Grande de San Miguel tomada desde Google Maps y se han agregado los dispositivos y sensores.

Cada dispositivo IoT tiene asignada una dirección IPv6 como lo muestra la Tabla 1, mientras que el router del RioGrandeSanMiguel tiene una ruta estática al router SanMiguel.

RioGrandeSanMiguel
Ipv6 unicast-routing
interface GigabitEthernet0/0/0
ipv6 address 2001:DB8:FCB:3::2/64
ipv6 enable
interface GigabitEthernet0/0
ipv6 address 2010:AB8:0:3::1/64
ipv6 enable
ipv6 route ::/0 2001:DB8:FCB:3::1

Tabla 9: Direcciones IPv6 y enrutamiento estático del router RioGrandeSanMiguel.

El volcán de Conchagua es una de las zonas turísticas más visitadas por su impresionante vista al Golfo de Fonseca, aunque no resulta un peligro para las personas, pero al igual que la ciudad de San Miguel es importante implementar un sistema de monitoreo volcánico preventivo. En pro del aprovechamiento de los recursos naturales se puede abastecer de electricidad por medio de energías renovables como la solar a través de paneles fotovoltaicos que conviertan la luz en electricidad para transformar las comunidades iluminando calles, caminos y proveyendo energía hasta donde las compañías energéticas no pueden hacerlo.

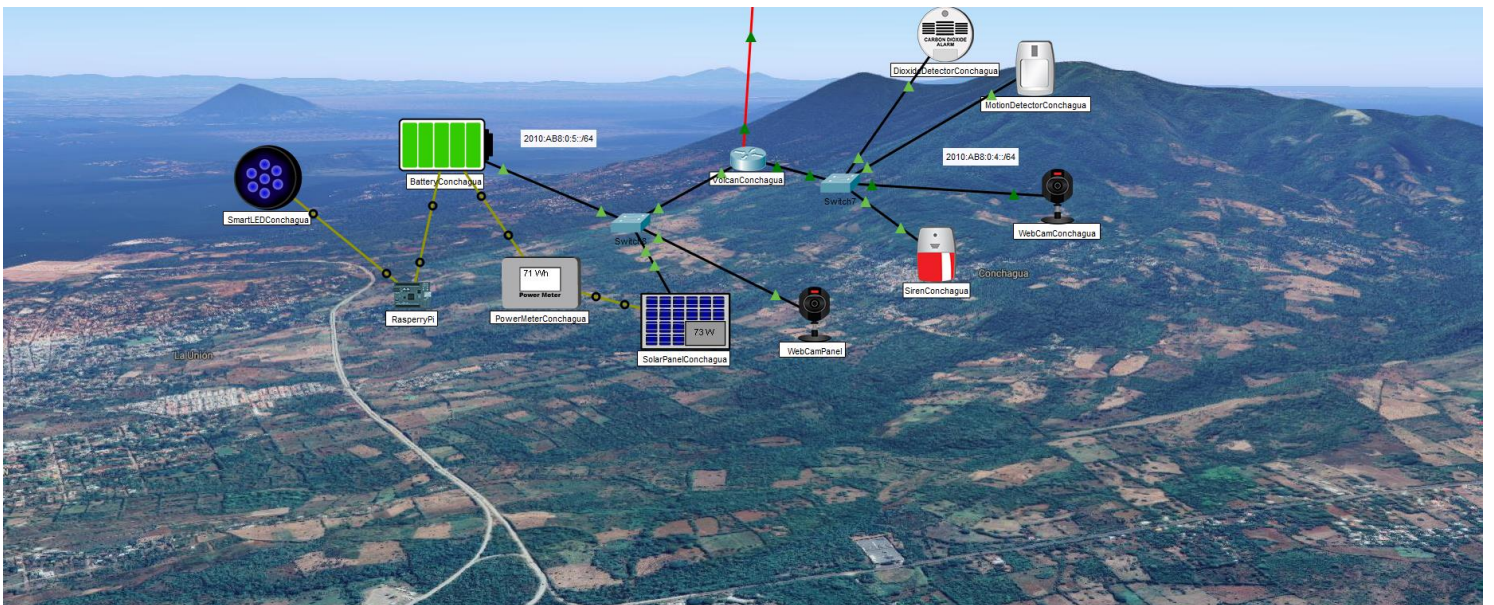


Figura 11: Fotografía ilustrativa del Volcán de Conchagua tomada desde Google Maps y se han agregado los dispositivos y sensores.

Cada dispositivo IoT tiene asignada una dirección IPv6 como lo muestra la Tabla 1, mientras que el router del VolcanConchagua tiene una ruta estática para el router LaUnion y localmente la comunicación de su red lo hace por OSPFv3.

VolcanConchagua

```
Ipv6 unicast-routing
interface GigabitEthernet0/0/0
ipv6 address 2001:DB8:CAFE:3::2/64
ipv6 enable

interface GigabitEthernet0/0
ipv6 address 2010:AB8:0:4::1/64
ipv6 enable
ipv6 ospf 1 area 1

interface GigabitEthernet0/1
ipv6 address 2010:AB8:0:5::1/64
ipv6 enable
ipv6 ospf 1 area 1

ipv6 router ospf 1
router-id 4.4.4.4
default-information originate

ipv6 route ::/0 2001:DB8:CAFE:3::1
```

Tabla 10: Enrutamiento estático y dinámico con OSPFv3 para el router del VolcanConchagua.

El calentamiento global perjudica los cultivos especialmente los alimenticios como el maíz, frijoles, arroz y también a los cultivos comerciales como el café, azúcar y ganado al verse envueltos en sequías catalogadas de fuertes a severas más aun en la zona oriental, donde no se reportan lluvias muy a menudo y cuando lo hace suceden casos como el Rio Grande de San Miguel.

Según los datos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en temporada de inviernos se presentan sequías extremas hasta de 29 días secos consecutivos lo que afecta los cultivos en muchas zonas, ante esa problemática es conveniente instalar un sistema de riego automatizado que mantenga la humedad uniforme cuando los cultivos necesiten del vital líquido, este pueda estar programado para controlar los niveles de humedad y así satisfacer las condiciones climatológicas que permitan el mejor desarrollo a los cereales básicos.

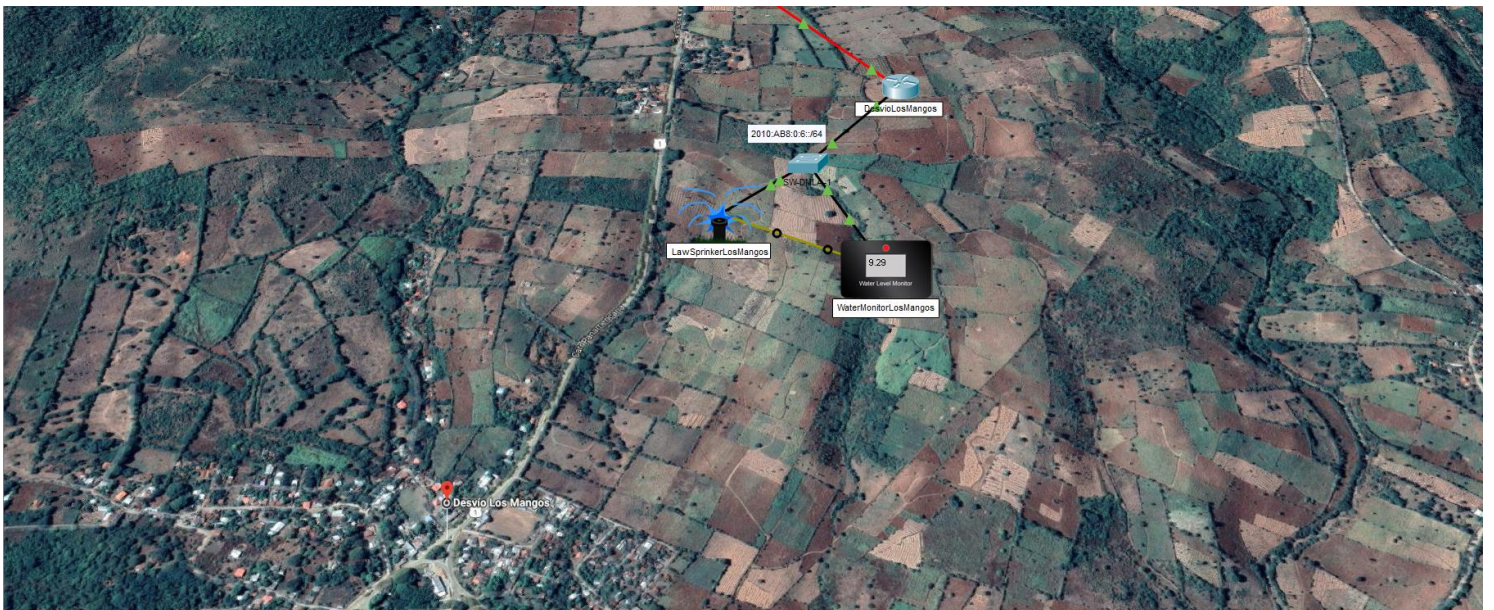


Figura 12: Fotografía ilustrativa del Desvío Los Mangos en La Unión tomada desde Google Maps y se han agregado los dispositivos y sensores.

Cada dispositivo IoT tiene asignada una dirección IPv6 como lo muestra la Tabla 1, mientras que el router del DesvioLosMangos tiene una ruta estática al router LaUnion.

DesvioLosMangos

```
Ipv6 unicast-routing
interface GigabitEthernet0/0/0
ipv6 address 2001:DB8:CAFE:5::2/64
ipv6 enable

interface GigabitEthernet0/0
ipv6 address 2010:AB8:0:6::1/64
```

```
ipv6 enable
ipv6 route ::/0 2001:DB8:CAFE:5::1
```

Tabla 11: Direcciones IPv6 y enrutamiento estático del router DesvioLosMangos.

Una vez los dispositivos IoT cuenten con una dirección IP y se haya aplicado correctamente el enrutamiento deberá registrar cada dispositivo al servidor IoT para que pueda ser incorporado en la administración.

El siguiente procedimiento se hará para cada dispositivo y dependerá a cuál servidor IoT sea agregado para su correcta administración, tome en cuenta, para configurar el acceso remoto es necesario la dirección IP del servidor, usuario y contraseña (en la Figura 7 y 8 aparecen los datos).

Una vez seleccionado el dispositivo, posicionarse en la pestaña **Config**, mostrará la configuración Global a la que habilitaremos **Remote Server** y agregaremos los valores solicitados, luego clic en **Connect** para que el dispositivo sea agregado al servidor remoto.

Config > Settings > Remote Server

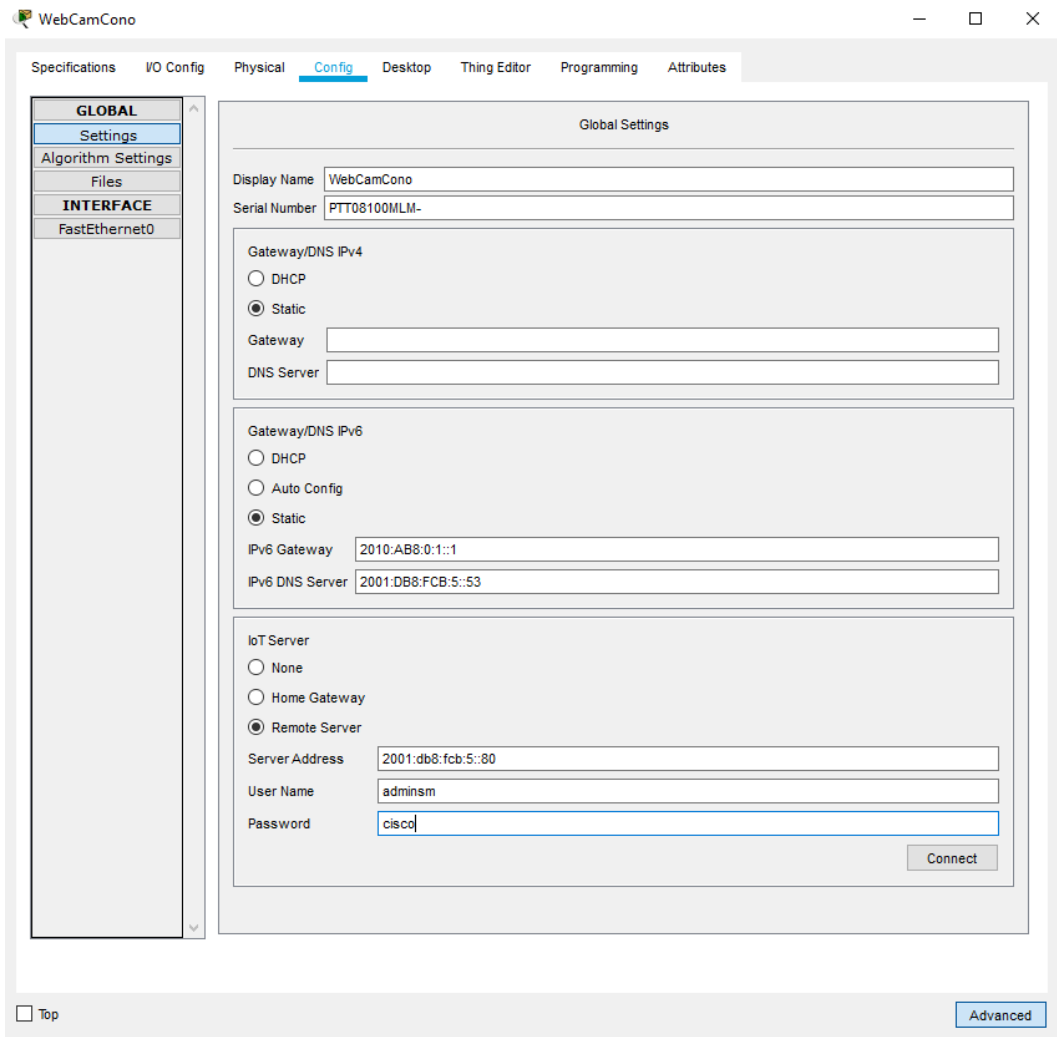


Figura 13: Proceso para agregar el dispositivo al servidor IoT SanMiguel.

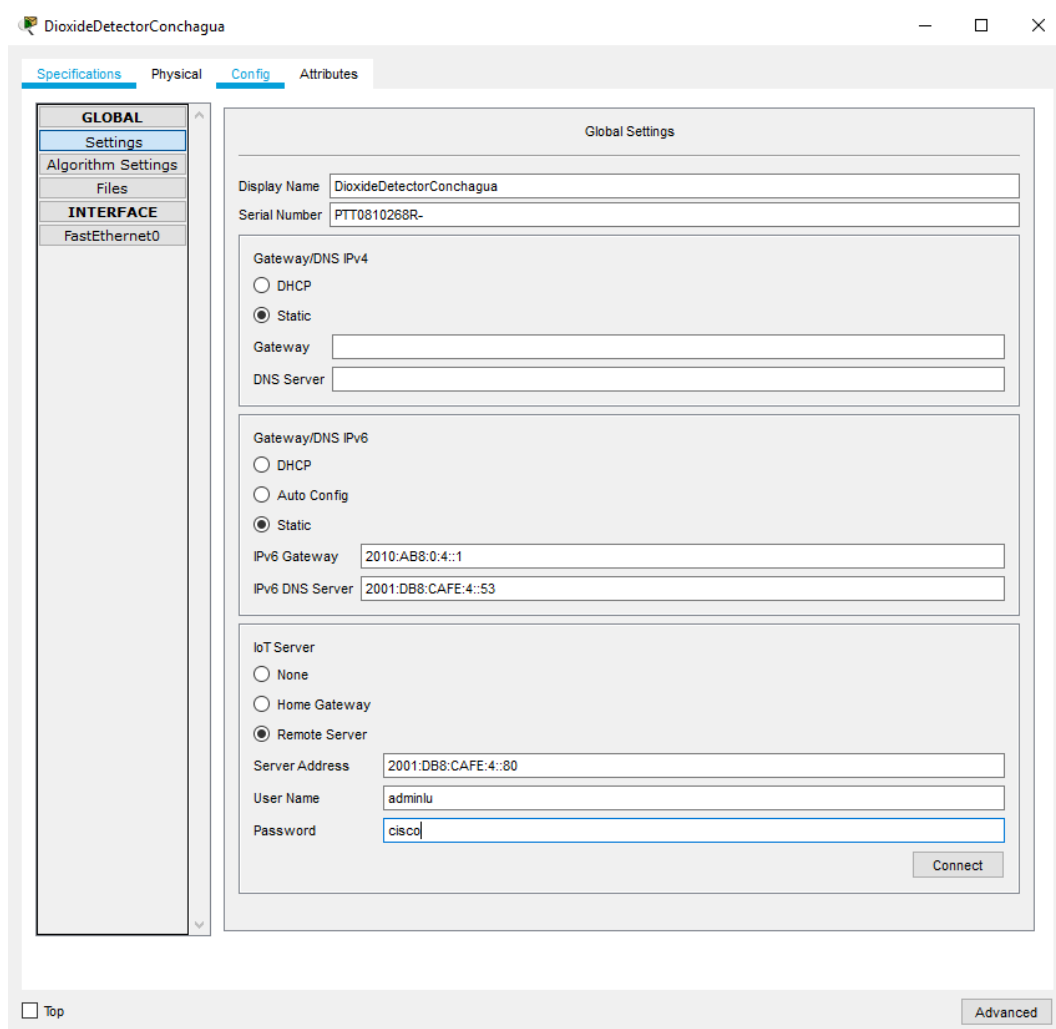


Figura 14: Proceso para agregar el dispositivo al servidor IoTLaUnion.

IMPORTANTE: Este procedimiento es igual y debe aplicarse para todo dispositivo IoT y dependerá a cuál servidor se dispondrá de su gestión y monitoreo. Cuando el dispositivo es agregado al servidor IoT el botón de **Connect** pasa con el valor **Refresh**.

Desde cualquier PC de la VLAN del Comité Científico y Dirección General pueden ingresar al navegador el nombre de dominio, luego deberá colocar el usuario y contraseña para listar los dispositivos a los que tendrá control desde el servidor IoT, como lo muestra la *Figura 6*.

Luego de iniciar sesión en el servidor IoT seleccione en la parte superior la opción **Conditions** donde deberá agregar las reglas de entrada y salida para los sensores.

IoT Server > Device Conditions

PARA SAN MIGUEL

La Dirección General y el Comité Científico han creado algunas condiciones previas ante sucesos inesperados que permita la pronta reacción y toma de decisiones.

1. Cuando el sensor de movimiento detecte un movimiento brusco en el cono del volcán, este envíe instrucciones para encender la cámara para verificar lo que pasa:

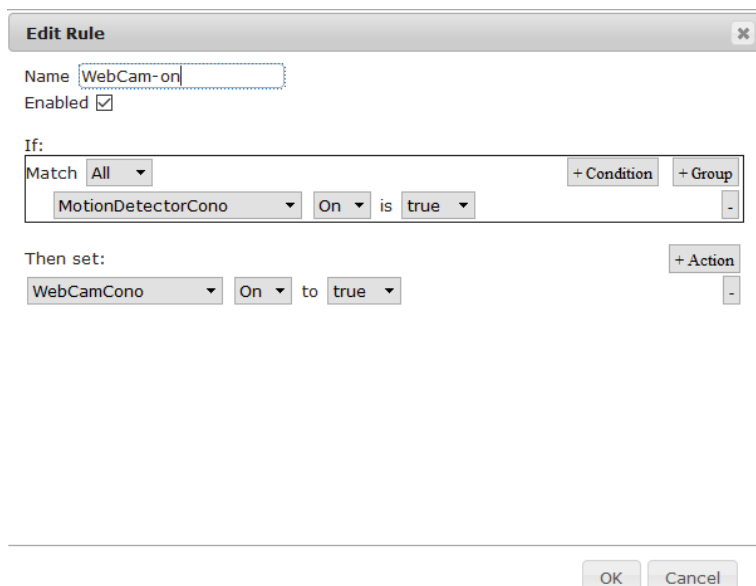


Figura 15: Esta regla permite activar la WebCamCono cuando el MotionDetectorCono detecte movimientos sísmicos.

2. Cuando el sensor de Dióxido de carbono de la fumarola detecte 1.000 ppm (partes por millón) en el aire alertará a las autoridades que existe una alta concentración de gas en la zona y activara la cámara de vigilancia, así mismo se encenderá una sirena para que las personas reaccionen y puedan ser evacuadas.

The screenshot shows the 'Edit Rule' dialog box for a rule named 'Dioxide-Fumarola'. The rule is enabled. The 'If' condition is set to 'Match All' and includes a condition: 'DioxidoDetectorFumarola' Level is greater than or equal to 1.000. The 'Then set' actions are: 'SirenFumarola' On to true and 'WebCamFumarola' On to true. The dialog has 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

Figura 16: Esta regla permite activar la SirenFumarola y la WebCamFumarola cuando el DioxidoDetectorFumarola detecte niveles mayores o igual a 1.000 partes por millones de carbono en la calidad del aire.

3. Cuando el sensor de movimiento detecté un movimiento brusco en la parte baja del volcán en la fumarola, este envíe instrucciones para encender la cámara para verificar lo que pasa:

The screenshot shows the 'Edit Rule' dialog box for a rule named 'Motion-Fumarola'. The rule is enabled. The 'If' condition is set to 'Match All' and includes a condition: 'MotionDetectorFumarola' On is true. The 'Then set' action is: 'WebCamFumarola' On to true. The dialog has 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

Figura 17: Esta regla permite activar la WebCamFumarola cuando el MotionDetectorFumarola detecte movimientos sísmicos.

4. Cuando el sensor detecte alta humedad en el Rio Grande de San Miguel enviará instrucciones a una sirena y a una cámara para que se activen y así pueda alertar a las autoridades para que puedan ayudar a las personas.

The screenshot shows the 'Edit Rule' dialog box for a rule named 'Humidity-RioGrande'. The rule is enabled. The 'If' condition is set to 'Match All' and includes a condition: 'HumidityMonitorRioGrande' Humidity is greater than or equal to 70%. The 'Then set' actions are: 'SirenRioGrande' On to true and 'WebCam-RioGrande' On to true. The dialog has 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

Figura 18: Esta regla permite activar la SirenRioGrande y WebCam-RioGrande cuando el HumidityMonitorRioGrande detecte niveles de humedad mayor o igual a 70%.

El sensor de temperatura está agregado para verificar las precipitaciones en las zonas como medidas preventivas en caso de que haya mucha humedad o no.

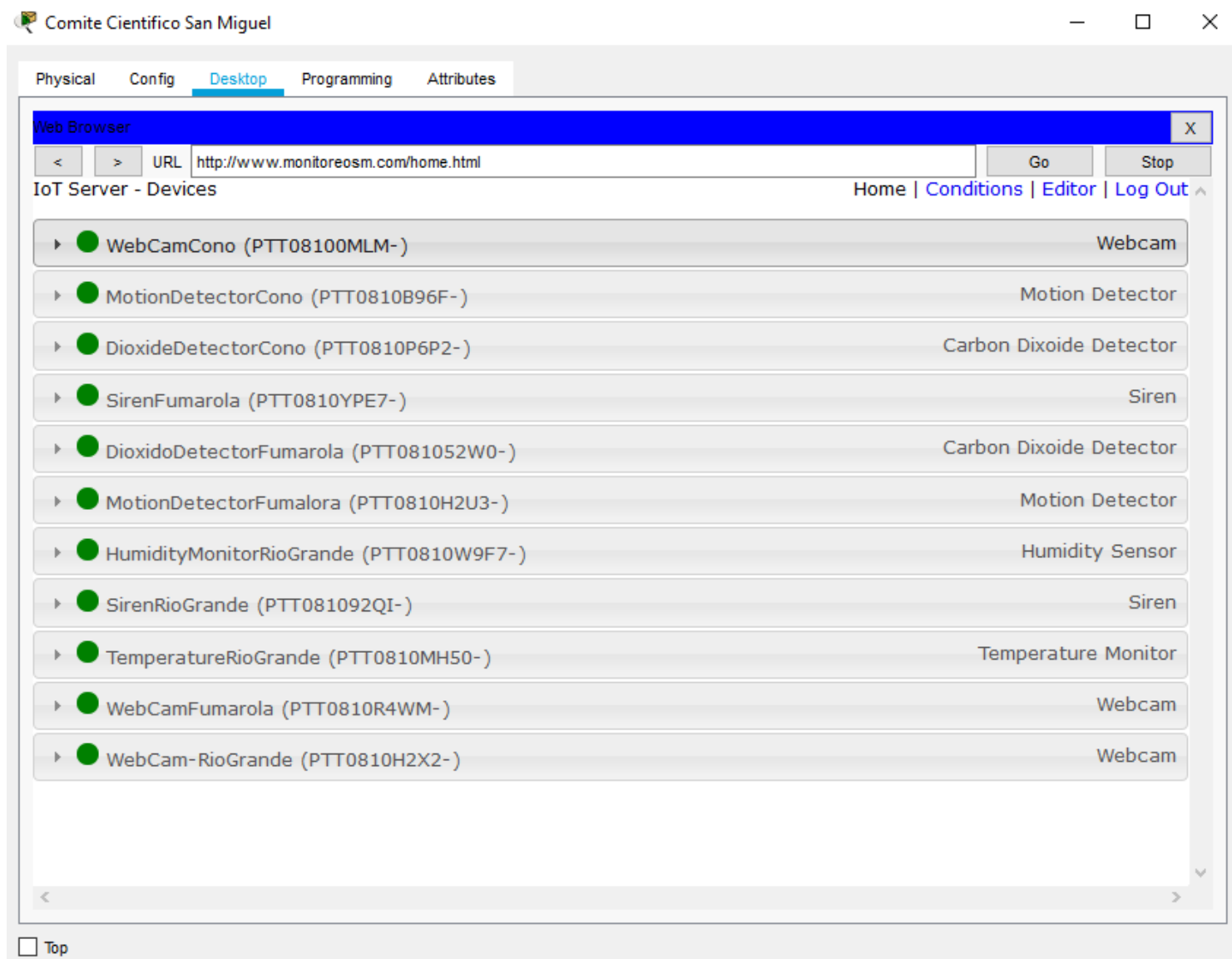


Figura 19: De esta manera podrá observar a todos los dispositivos IoT San Miguel para su constante monitoreo y gestión.

PARA LA UNION

La Dirección General y el Comité Científico han creado algunas condiciones previas ante sucesos inesperados que permita la pronta reacción y toma de decisiones.

1. Cuando el sensor de movimiento detecte un movimiento brusco en el cono del volcán Conchagua, este envíe instrucciones para encender la cámara para verificar lo que pasa:

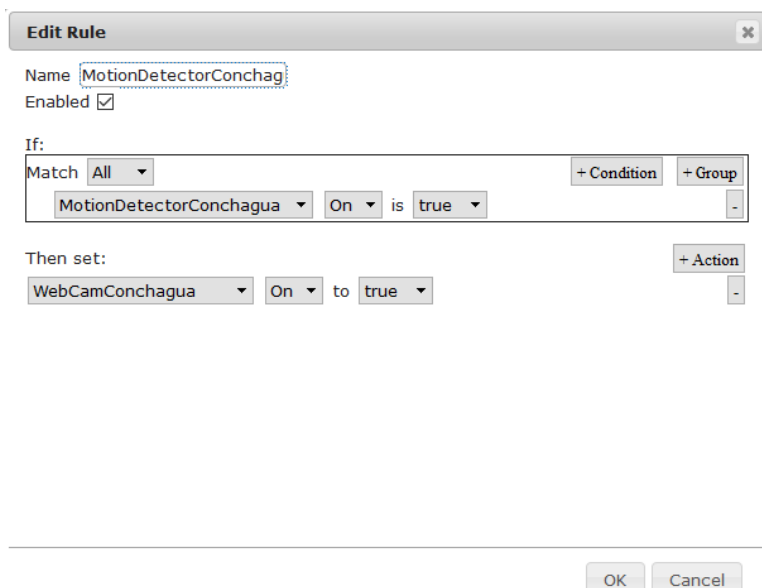


Figura 20: Esta regla permite activar la WebCamConchagua cuando el MotionDetectorConchagua detecte movimientos sísmicos.

2. Cuando el sensor de Dióxido de carbono de la fumarola del volcán Conchagua detecte 1.000 ppm (partes por millón) en el aire alertará a las autoridades que existe una alta concentración de gas en la zona y activará la cámara de vigilancia, así mismo se encenderá una sirena para que las personas reaccionen y puedan ser evacuadas.

Edit Rule [X]

Name:

Enabled:

If:

Match: **All** [Condition] [Group]

Then set:

to

to

[OK] [Cancel]

Figura 21: Esta regla permite activar la WebCamConchagua y la SirenConchagua cuando el DioxidoDetectorConchagua detecte niveles mayores o igual a 1.000 partes por millones de carbono en la calidad del aire.

3. Siempre se mantendrá un constante monitoreo en el panel solar, medidor de energía y batería a través de una cámara en el volcán Conchagua.

Edit Rule [X]

Name:

Enabled:

If:

Match: **All** [Condition] [Group]

%

Then set:

to

[OK] [Cancel]

Figura 22: Esta regla permite mantener activa la WebCamPanel para el monitoreo de la BatteryConchagua.

4. Cuando el monitor de agua detecte humedad por debajo de 10 cm este encenderá el rociador para mantener una humedad uniforme en los cultivos del Desvío Los Mangos.

Edit Rule [X]

Name:

Enabled:

If:

Match: **All** [Condition] [Group]

cm

Then set:

to

[OK] [Cancel]

Figura 23: Esta regla permite activar el LawSprinkerLosMangos cuando el WaterMonitorLosMangos detecte niveles de agua igual o menor a 10 cm.

5. Cuando el monitor de agua detecte humedad arriba de 10 cm este apagara el rociador para el ahorro del vital líquido en los cultivos del Desvío Los Mangos.

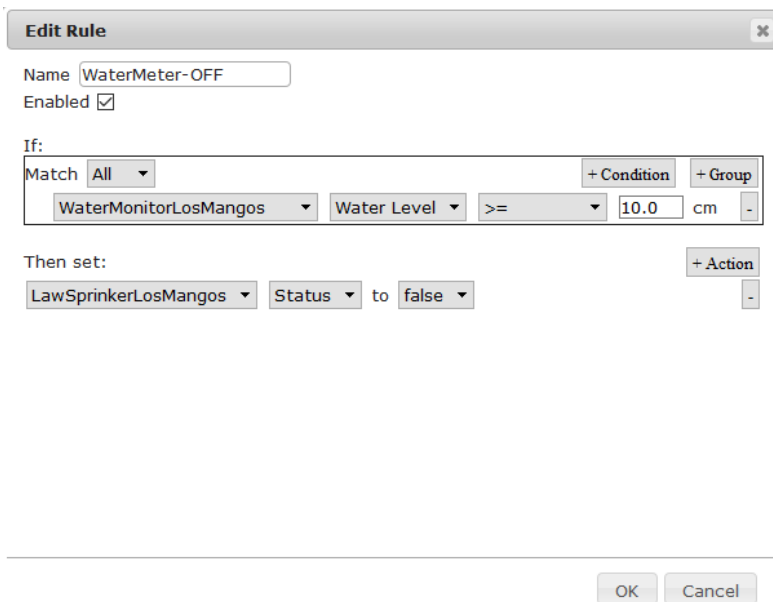


Figura 24: Esta regla permite apagar el LawSprinkerLosMangos cuando el WaterMonitorLosMangos detecte niveles de agua igual o mayor a 10 cm.

6. Para la configuración del Panel Solar es importante destacar que está conectado de la siguiente manera:

SolarPanelConchagua D0 \leftrightarrow D0 PowerMeterConchagua D1 \leftrightarrow D0 BatteryConchagua A3 \leftrightarrow A3 RasperryPi D0 \leftrightarrow A0 SmartLedConchagua

Dispositivo	Interfaz	Descripción
SolarPanelConchagua	D0	Esta interfaz es de salida y utiliza una escala logarítmica para acomodar valores de potencia de hasta 100 MW (+/-20%).
PowerMeterConchagua	D0	Es la encargada de leer la energía del dispositivo.
	D1	Permite pasar energía al dispositivo receptor.
BetteryConchagua	D0	Recibe la energía de un dispositivo como el panel solar. * Todas las demás interfaces envían energía al equipo receptor.
RasperryPi	-	No tiene ninguna especificación en sus interfaces.
SmartLedConchagua	A0	Acepta rangos entre 0 a 1023. La entrada analógica de 1023 es el máximo más brillante; 0 esta apagado.

Tabla 12: Muestra los detalles de cada interfaz de los dispositivos para encender el SmartLedConchagua

IMPORTANTE: Para conectar los dispositivos se ha utilizado el IoT Custom Cable.

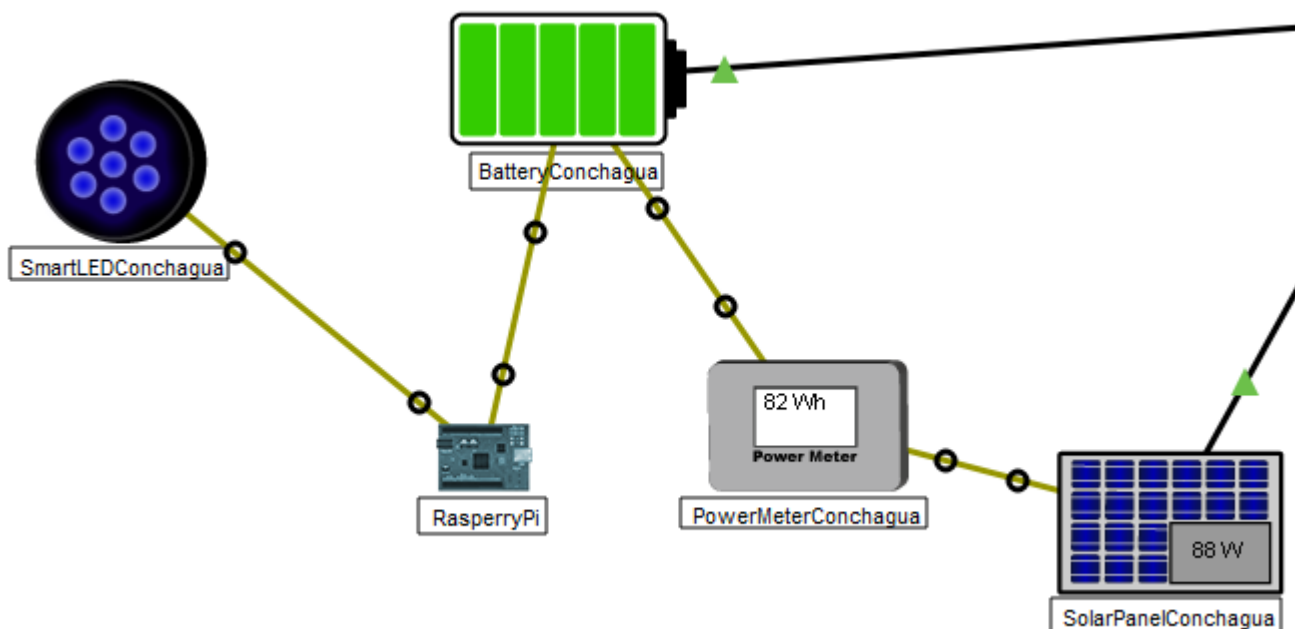


Figura 25: El cable IoT Custom permite conectar los dispositivos según las especificaciones de la Tabla 12.

Es preciso habilitar la escritura analógica de la interfaz A3 de la BatteryConchagua para que reciba la RasperryPi el porcentaje de energía para encender el SmartLedConchagua.

Una vez seleccionado el dispositivo BatteryConchagua aparecerá una ventana para poder configurarlo haga clic en la opción Programming desplegara un archivo llamado main.js que deberá desplegar y ubicarse en la última función llamada outputElectricity a la que agregara la siguiente línea **analogWrite(A3, availablePowerPercent)**; así:

```
function outputElectricity(port, value){
  var el_log = Math.floor(Math.log(value)/Math.log(LOG_BASE));
  if(el_log < 0)
    el_log = 0;
  else if (el_log > 255)
    el_log = 255;
  // Serial.println(el_log);
  analogWrite(port, el_log);
  analogWrite(A3, availablePowerPercent);
}
```

Para encender el SmartLedConchagua deberá configurar el dispositivo llamado RaspberryPi(MCU) creando un archivo en Python llamado main.py que tendrá las instrucciones de recibir a través de la interfaz A3 los valores proporcionados por la BatteryConchagua y esta pueda enviar la escritura digital para que el SmartLedConchagua pueda encender.

```
from gpio import *
from time import *

def setOnOff(value):
  print(value)
  for i in range(0,4) :
    if i*25<value:
      digitalWrite(i, HIGH)
    else:
      digitalWrite(i, LOW)

def inputHandler():
  value = analogRead(A3)/4.01
  setOnOff(value)

def initializePins(minp,maxp):
  for i in range(minp,maxp):
    pinMode(i, OUT)

def main():
  initializePins(0,4)
  add_event_detect(A3, inputHandler)
  while True:
    delay(1000)

if __name__ == "__main__":
  main()
```

Este prototipo sin duda puede ser mejorado, escalado sobre los pilares de diseño de campus, solo y solo si, ha sido elaborado con propósitos ilustrativos para aplicar los beneficios de la tendencia del Internet de las cosas, que se pueden fortalecer las áreas peligrosas de cualquier país o nación donde regularmente no se invierte económicamente ni tampoco tecnológicamente, este material ha sido creado especialmente para usted, para todos los miembros de la Comunidad Cisco, para toda persona que aún no conoce de todas las bondades y beneficios que se puede encontrar con la correcta gestión y administración de una red, existen ideas innovadoras solo es necesario apoyarlas y canalizarla sobre el camino correcto.

Si necesita los archivos de configuración solicítelo por este medio, aunque si sigue paso a paso las configuraciones anteriores logrará completar con éxito el prototipo.

Saludos.