



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO DE LAS REDES INTERNAS DE DATOS Y ENERGÍA ELÉCTRICA
PARA LA ESCUELA DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN, EDIFICIOS
LARRSA, APARUSAC Y UVIGER, PARA INCORPORARLOS A LA RED DE SERVICIOS
INTEGRADOS -R.S.I.- DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Carlos Gabriel González Ixmatul

Asesorado por el Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar

Guatemala, agosto de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LAS REDES INTERNAS DE DATOS Y ENERGÍA ELÉCTRICA
PARA LA ESCUELA DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN, EDIFICIOS
LARRSA, APARUSAC Y UVIGER, PARA INCORPORARLOS A LA RED DE SERVICIOS
INTEGRADOS -R.S.I.- DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS GABRIEL GONZÁLEZ IXMATUL
ASESORADO POR EL ING. CARLOS EDUARDO GUZMÁN SALAZAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
EXAMINADORA	Inga. Ingrid Salomé Rodríguez de Loukota
EXAMINADOR	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE LAS REDES INTERNAS DE DATOS Y ENERGÍA ELÉCTRICA
PARA LA ESCUELA DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN, EDIFICIOS
LARRSA, APARUSAC Y UVIGER, PARA INCORPORARLOS A LA RED DE SERVICIOS
INTEGRADOS -R.S.I.- DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 11 de febrero de 2014.


Carlos Gabriel González Ixmatul

Guatemala 24 de octubre de 2014

Ingeniero
Silvio Rodríguez
Director
Ejercicio Profesional Supervisado
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado ingeniero Rodríguez:

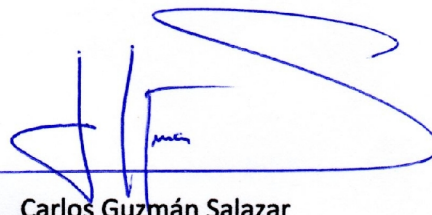
Por este medio hago de su conocimiento que el estudiante de la carrera de ingeniería electrónica **Carlos Gabriel González Ixmatul**, carné número **2003-13183**, ha concluido el trabajo que le fuera asignado para realizar su EPS, siendo el título del mismo:

Diseño de Redes Internas de Datos y Energía Eléctrica para la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán, Edificios LARRSA, APARUSAC y UVIGER, para incorporarlos a la Red de Servicios Integrados RSI, de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Habiendo cumplido a cabalidad con los objetivos planteados para este trabajo. Por lo que, tanto el suscrito en calidad de **ASESOR** nombrado por la Facultad de Ingeniería, como el señor González Ixmatul, somos responsables de su contenido.

Quedo en la mejor disposición de ampliar lo expresado en los párrafos precedentes si así lo solicitara.

Atentamente,



Carlos Guzmán Salazar
Ingeniero Electricista
Colegiado No. 2762
Tel. 5927-5081
Ceguzman54@gmail.com

CARLOS GUZMAN SALAZAR
Ingeniero Electricista
Col. No. 2762



Ref. EIME 43. 2015

Guatemala, 7 de ABRIL 2015.

Señor Director

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LAS REDES INTERNAS DE DATOS Y ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA ESCUELA DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN, EDIFICIOS LARRSA, APARUSAC Y UVIGER, PARA INCORPORARLOS A LA RED DE SERVICIOS INTEGRADOS -R.S.I.- DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,** del estudiante **Carlos Gabriel González Ixmatul,** que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador Área Electrónica



SFO



Guatemala, 13 de julio de 2015.
Ref.EPS.DOC.4555.07.15.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

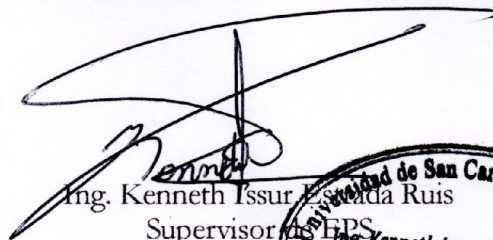
Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Carlos Gabriel González Ixmatal** de la Carrera de Ingeniería Electrónica, con carné No. **200313183**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LAS REDES INTERNAS DE DATOS Y ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA ESCUELA DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURAN, EDIFICIOS LARRSA, APARUSAC Y UVIGER, PARA INCORPORARLOS A LA RED DE SERVICIOS INTEGRADOS -R.S.I.- DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Eléctrica



c.c. Archivo
KIER/ra



Guatemala 13 de julio de 2015.

Ref.EPS.D.327.07.15.

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Puente Romero.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LAS REDES INTERNAS DE DATOS Y ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA ESCUELA DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURAN, EDIFICIOS LARRSA, APARUSAC Y UVIGER, PARA INCORPORARLOS A LA RED DE SERVICIOS INTEGRADOS -R.S.I.- DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Carlos Gabriel González Ixmatul**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Carlos Guzmán Salazar y supervisado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruis.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y del Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



REF. EIME 44. 2015.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; CARLOS GABRIEL GONZÁLEZ IXMATUL titulado: DISEÑO DE LAS REDES INTERNAS DE DATOS Y ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA ESCUELA DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN, EDIFICIOS LARRSA, APARUSAC Y UVIGER, PARA INCORPORARLOS A LA RED DE SERVICIOS INTEGRADOS -R.S.I.- DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, procede a la autorización del mismo.

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero



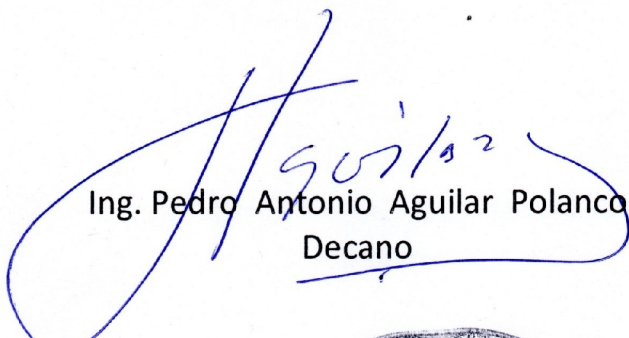
GUATEMALA, 17 DE JULIO 2015.



DTG. 429.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LAS REDES INTERNAS DE DATOS Y ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA ESCUELA DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN, EDIFICIOS LARRSA, APARUSAC Y UVIGER, PARA INCORPORARLOS A LA RED DE SERVICIOS INTEGRADOS -R.S.I.- DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,** presentado por el estudiante universitario: **Carlos Gabriel González Ixmatul,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, 24 de agosto de 2015

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Mi madre	Carolina Ixmatul, por su sacrificio inmenso y su apoyo incondicional, por enseñarme a luchar hasta el final. Sin ella esto no fuera posible.
Mi tío	William Ismatul, por su orientación, consejos y demás, por enseñarme a pensar por mi propia cuenta.
Mi abuela	Martina Laz, por sus cuidados y atenciones, en los momentos más importantes de mi vida.
Mi abuelo	Isaías Ismatul, por educarme con el ejemplo y enseñarme a ser servicial con todos, sin discriminación.
Al resto de mi familia	Porque todos, de alguna manera colaboraron para alcanzar este objetivo.
Mi compañera de vida	Sandra Castañeda, por estar a mi lado, en la ilusión por transformar la realidad. Y por su crítica constructiva a este documento.
Los camaradas	Todos aquellos que durante 54 días compartimos, hambre, sol, lluvia, frío, calumnias y difamaciones. Porque la historia está dándonos la razón.

**Los mártires
universitarios**

Por atreverse a soñar con una mejor Guatemala, y más aún por atreverse a levantar la voz en contra del sistema injusto en el que vivimos.

**Los campesinos e
indígenas del país**

Porque con su lucha y resistencia diaria, me han ayudado a iniciar la construcción de una consciencia crítica, necesaria para no olvidar de dónde vengo y a dónde quiero llegar.

AGRADECIMIENTOS A:

Pueblo de Guatemala	Porque con sus impuestos permitieron que me formara académicamente.
Ingenieros <i>in fieri</i>	Mario Chang y Mailor Machado, por compartir sus conocimientos de manera solidaria, sin intereses ni egoísmos.
Trabajadores de servicios y limpieza de la Facultad de Ingeniería	Porque con su esfuerzo (en la medida de lo posible) siempre proporcionaron las condiciones necesarias para que pudiera avanzar en mi carrera universitaria. Gracias a todos por su esfuerzo diario.
Organizaciones Sociales	CUC, FUNDAJU, UNSITRAGUA, UNAMG, REDES 89, y otras, porque en los momentos de persecución política me apoyaron. Eso me motivó a culminar mi carrera universitaria y seguir adelante.
Mis amigos de siempre	Fernando Mendoza, Selvin Acajabón, Marvin Tecum, Benito Herrera, Oscar Martínez, Josué Zabala y demás. Por compartir el camino hacia este éxito.

Mis amigos del trabajo

Vinicio Méndez, Edward Hernández, Patricia Álvarez y Sara Ortiz, por sus consejos, por los ánimos que me han dado.

Los docentes

Aquellos que verdaderamente se empeñaron en enseñarme a pensar y no solo a repetir fórmulas para cumplir un requisito.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XIII
LISTA DE SÍMBOLOS	XXI
GLOSARIO	XXIII
RESUMEN	XXXIII
OBJETIVOS	XXXV
INTRODUCCIÓN	XXXIX
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Red de Servicios Integrados de la Usac	1
1.2. Aspectos técnicos	1
1.2.1. El Centro de Operaciones de Redes (Cor)	2
1.2.2. Cableado <i>backbone</i> principal: anillos de fibra óptica	2
1.2.3. Cableado <i>backbone</i> entre edificios	3
1.2.4. Cableado de edificios	3
1.2.4.1. Cableado vertical	3
1.2.4.2. Cableado horizontal	4
1.2.5. Salas de telecomunicaciones	4
1.2.6. <i>Switchs</i> de la RSI	5
2. NATURALEZA DEL PROYECTO	7
2.1. La educación debe construir cultura	7

2.2.	La tecnología como herramienta al servicio de la educación, una necesidad inherente al proceso enseñanza-aprendizaje	8
3.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EQUIPOS Y COMPONENTES DE LA RED DE DATOS DE LA USAC	9
3.1.	Salidas/conectores de telecomunicaciones	9
3.2.	Placas frontales.....	12
3.3.	Cables de interconexión (<i>patch cords</i>)	13
3.4.	Cable	15
3.5.	Panel de interconexiones (<i>patch panel</i>)	16
3.6.	<i>Switch</i> de telecomunicaciones tipo 1	17
3.7.	<i>Switch</i> de telecomunicaciones tipo 2.....	21
3.8.	MiniGBIC Multimodo SR	27
3.9.	Fibra óptica para exteriores.....	28
3.10.	Fibra óptica para interiores.....	28
3.11.	Puntos de acceso o Access Point (AIR-AP 1131AG-A-K9) (AP).....	28
3.12.	Bandeja de ordenamiento de fibra ODF-16.....	34
3.13.	Gabinetes de telecomunicaciones.....	34
3.13.1.	Gabinete 9UR.....	34
3.13.2.	Gabinete 12UR.....	35
3.13.3.	Gabinete 16UR.....	35
3.13.4.	Otras especificaciones	36
3.14.	Características del sistema de alimentación ininterrumpida UPS	36
4.	NORMATIVA GENERAL A CUMPLIR	39

5.	DISEÑO DE REDES INTERNAS DE DATOS Y DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA ESCUELA DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN	43
5.1.	Antecedentes.....	43
5.2.	Necesidades.....	44
5.3.	Red de datos para la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán.....	44
5.3.1.	Cableado <i>backbone</i>	44
5.3.1.1.	Diseño del enlace <i>backbone</i>	45
5.3.1.2.	Canalización	47
5.3.1.2.1.	Metodología de instalación de fibra óptica para el enlace	48
5.3.1.3.	Selección de componentes	50
5.3.1.4.	Cuantificación.....	50
5.3.2.	Cableado interedificios.....	52
5.3.2.1.	Diseño.....	52
5.3.2.2.	Canalización	53
5.3.2.3.	Selección de componentes	56
5.3.2.4.	Cuantificación.....	57
5.3.3.	Cableado horizontal	58
5.3.3.1.	Diseño de red interna	58
5.3.3.2.	Canalización	59
5.3.3.3.	Selección de componentes	61
5.3.3.4.	Cuantificación.....	64
5.3.4.	Gabinetes de telecomunicaciones.....	71
5.3.4.1.	Selección de equipo	72
5.3.4.1.1.	Equipo activo de redes	72

	5.3.4.1.2.	Equipo pasivo de redes	72
	5.3.4.2.	Cuantificación	80
	5.3.5.	Configuración de equipo activo de redes	80
5.4.		Red de energía eléctrica para la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán	83
	5.4.1.	Diagnóstico.....	83
	5.4.2.	Diseño de una nueva red eléctrica	85
	5.4.2.1.	Cálculos para tableros y protecciones	85
	5.4.2.2.	Cálculo del calibre adecuado de los conductores	88
	5.4.2.3.	Canalización	91
	5.4.2.4.	Selección de componentes	95
	5.4.2.5.	Cuantificación	95
	5.4.3.	Sistema de puesta a tierra	96
	5.4.3.1.	Diseño	97
	5.4.3.2.	Selección de componentes	101
	5.4.3.3.	Cuantificación	102
	5.4.4.	Alimentación eléctrica para los gabinetes.....	103
	5.4.4.1.	Diseño	103
		5.4.4.1.1. Selección de componentes	104
	5.4.4.2.	Cuantificación	104
	5.4.5.	Tomacorrientes para puntos de red de datos	105
	5.4.5.1.	Diseño	105
		5.4.5.1.1. Cálculo de protecciones para los circuitos	106

	5.4.5.1.2.	Cálculo del calibre del conductor	107
	5.4.5.2.	Canalización	108
	5.4.5.2.1.	Selección de componentes.....	109
	5.4.5.3.	Cuantificación.....	110
5.4.6.		Sistema de soporte de energía eléctrica	111
	5.4.6.1.	Diseño.....	111
	5.4.6.2.	Selección de equipo necesario.....	116
	5.4.6.3.	Cuantificación.....	116
5.4.7.		Consolidado de materiales necesarios.....	117
5.4.8.		Presupuesto.....	120
6.		DISEÑO DE REDES INTERNAS DE DATOS Y DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL EDIFICIO DE LARRSA.....	123
6.1.		Antecedentes.....	123
	6.1.1.	Laboratorio Regional de Referencia Avícola (Larrsa)	123
	6.1.2.	Resultados esperados	124
6.2.		Necesidades.....	124
6.3.		Red de datos para el edificio de Larrsa.....	124
	6.3.1.	Cableado <i>backbone</i>	125
	6.3.1.1.	Diseño del enlace <i>backbone</i> principal.....	125
	6.3.1.1.1.	Enlace <i>backbone</i> principal directo desde el Cor (edificio de Rectoría)	125

6.3.1.1.2.	Enlace <i>backbone</i> principal desde un centro de distribución ubicado en el edificio M-6	127
6.3.1.2.	Enlace <i>backbone</i> redundante	129
6.3.1.2.1.	Enlace <i>backbone</i> redundante con fibra óptica	130
6.3.1.2.2.	Enlace <i>backbone</i> redundante inalámbrico	131
6.3.1.3.	Canalización	154
6.3.1.3.1.	Metodología de instalación de fibra óptica para los enlaces principal y redundante	154
6.3.1.4.	Selección de componentes	157
6.3.1.5.	Cuantificación	157
6.3.1.5.1.	Enlace principal	158
6.3.1.5.2.	Enlace redundante.....	158
6.3.1.5.3.	Materiales necesarios .	159
6.3.2.	Cableado horizontal.....	160
6.3.2.1.	Diseño de la red interna.....	160
6.3.2.2.	Canalización	160
6.3.2.3.	Selección de componentes	161
6.3.2.4.	Cuantificación	163
6.3.3.	Sala de telecomunicaciones	166

	6.3.3.1.	Selección de equipo	166
		6.3.3.1.1. Equipo activo.....	166
		6.3.3.1.2. Equipo pasivo de redes	167
	6.3.3.2.	Cuantificación.....	172
	6.3.4.	Configuración de equipo activo de redes	173
6.4.		Red de energía eléctrica para el edificio de Larrsa	176
	6.4.1.	Diagnóstico	176
	6.4.2.	Alimentación eléctrica para los gabinetes	178
		6.4.2.1. Diseño.....	178
		6.4.2.1.1. Selección de componentes.....	178
		6.4.2.2. Cuantificación.....	179
	6.4.3.	Tomacorrientes para puntos de red de datos	179
	6.4.4.	Sistema de soporte de energía eléctrica	179
		6.4.4.1. Diseño.....	180
		6.4.4.2. Selección de equipo	184
		6.4.4.3. Cuantificación.....	184
	6.4.5.	Consolidado de materiales necesarios.....	185
	6.4.6.	Presupuesto.....	186
7.		DISEÑO DE REDES INTERNAS DE DATOS Y DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL EDIFICIO DE APARUSAC.....	187
	7.1.	Antecedentes.....	187
	7.2.	Necesidades.....	187
	7.3.	Red de datos para el edificio de Aparusac.....	187
		7.3.1. Cableado <i>backbone</i>	188
		7.3.1.1. Diseño del enlace <i>backbone</i> para incorporarse a la red de la Usac.....	188

	7.3.1.1.1.	Canalización de la fibra óptica	190
	7.3.1.1.2.	Selección de componentes necesarios	195
	7.3.1.1.3.	Cuantificación	196
7.3.2.		Cableado horizontal.....	196
	7.3.2.1.	Diseño de la red interna.....	197
	7.3.2.2.	Cuantificación	198
7.3.3.		Gabinete de telecomunicaciones.....	200
	7.3.3.1.	Selección de equipo	201
	7.3.3.2.	Cuantificación	204
7.4.		Configuración de equipo activo de redes.....	204
7.5.		Red de energía eléctrica para el edificio de Aparusac.....	207
	7.5.1.	Diagnóstico.....	207
	7.5.2.	Sistema de puesta a tierra	207
	7.5.2.1.	Diseño	207
		7.5.2.1.1. Selección de componentes	213
		7.5.2.1.2. Cuantificación	214
7.5.3.		Alimentación eléctrica para el gabinete	215
	7.5.3.1.	Diseño	215
		7.5.3.1.1. Canalización	215
		7.5.3.1.2. Selección de componentes	216
		7.5.3.1.3. Cuantificación	217
7.5.4.		Tomacorrientes para puntos de red de datos	217
	7.5.4.1.	Selección de componentes.....	218
7.5.5.		Sistema de soporte de energía eléctrica.....	218

	7.5.5.1.	Diseño.....	218	
	7.5.5.2.	Selección de equipo necesario.....	219	
	7.5.5.3.	Cuantificación.....	219	
7.6.		Consolidado de materiales necesarios	219	
7.7.		Presupuesto	220	
8.		DISEÑO DE REDES INTERNAS DE DATOS Y DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL EDIFICIO DE UVIGER	223	
8.1.		Antecedentes.....	223	
8.2.		Necesidades.....	223	
8.3.		Red de datos para el edificio de Uviger	223	
	8.3.1.	Cableado vertical	224	
		8.3.1.1. Selección de componentes	224	
		8.3.1.2. Metodología de instalación de fibra óptica para el cableado vertical	224	
		8.3.1.3. Cuantificación.....	226	
	8.3.2.	Cableado horizontal	226	
		8.3.2.1. Diseño de la red interna	226	
		8.3.2.2. Canalización	227	
		8.3.2.3. Selección de componentes	230	
		8.3.2.4. Cuantificación.....	234	
	8.3.3.	Gabinete de telecomunicaciones	241	
		8.3.3.1. Selección de equipo	241	
			8.3.3.1.1. Equipo activo de redes	242
			8.3.3.1.2. Equipo pasivo de redes	242
		8.3.3.2. Cuantificación.....	244	
	8.3.4.	Configuración de equipo activo de redes	245	

8.4.	Red de energía eléctrica para el edificio de Uviger	248
8.4.1.	Diagnóstico.....	248
8.4.2.	Alimentación eléctrica para los gabinetes.....	248
8.4.2.1.	Diseño	249
8.4.2.1.1.	Canalización	249
8.4.2.1.2.	Selección de componentes	251
8.4.2.2.	Cuantificación	252
8.4.3.	Sistema de soporte de energía eléctrica.....	253
8.4.3.1.	Diseño	253
8.4.3.2.	Selección de equipo necesario	257
8.4.3.3.	Cuantificación	257
8.4.4.	Consolidado de materiales necesarios	258
8.4.5.	Presupuesto	259
9.	FASE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	261
9.1.	Manual de usuario final	261
9.1.1.	De las salas y gabinetes de telecomunicaciones ..	261
9.1.2.	Gabinetes de telecomunicaciones	262
9.1.3.	De las áreas de trabajo.....	263
9.1.4.	Los tomas de red.....	264
9.1.5.	Los tomacorrientes de grado hospitalario	265
9.1.6.	Los teléfonos IP	266
9.2.	Procedimientos de mantenimiento preventivo para los equipos de los gabinetes de telecomunicaciones de la Red de Datos de la Usac.....	267
9.2.1.	De la seguridad del personal	267
9.2.2.	Revisión del estado de los equipos	267
9.2.3.	Del gabinete de telecomunicaciones	268

9.2.4.	Del equipo activo de redes.....	268
9.2.4.1.	<i>Switchs</i>	268
9.2.5.	Del equipo pasivo de redes.....	269
9.2.5.1.	Cables de interconexión UTP.....	269
9.2.5.2.	Cables de interconexión de fibra óptica	269
9.2.5.3.	Paneles de interconexión	269
9.2.5.4.	Bandejas de fibra óptica.....	270
9.2.5.5.	Ordenadores de cable.....	270
9.2.6.	Del equipo de ventilación del gabinete de telecomunicaciones	270
9.2.6.1.	Ventilador.....	271
9.2.7.	Del equipo de soporte de energía eléctrica.....	271
9.2.7.1.	Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS).....	271
9.2.7.2.	Inversor de corriente	272
9.2.7.3.	Banco de baterías externo	273
10.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	275
10.1.	Sistematización de debilidades, vulnerabilidades y amenazas de los equipos eléctricos y electrónicos de la Red de Datos de la Usac.....	275
10.1.1.	Debilidades	275
10.1.2.	Vulnerabilidades	276
10.1.3.	Amenazas.....	276
	CONCLUSIONES.....	277
	RECOMENDACIONES.....	281
	BIBLIOGRAFÍA.....	283

APÉNDICES 285
ANEXOS 291

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Patrón de cableado 568B.....	41
2.	Patrón de cableado para fibra óptica.....	41
3.	Conexión de la fibra óptica para el enlace.....	47
4.	Forma de conectar la fibra óptica para el enlace.....	49
5.	Cableado interedificios.....	53
6.	Instalación de fibra óptica en Laboratorio de Computación.....	56
7.	Tomas de conexión RJ-45 Z-MAX Siemon.....	61
8.	Tomas de conexión RJ-45 híbridas Z-MAX instaladas plana/en ángulo.....	62
9.	Cable de interconexión Z-MAX Siemon.....	62
10.	Caja universal Legrand.....	63
11.	Caja de 1 módulo, Idrobox de Bticino.....	63
12.	Canaleta metálica.....	64
13.	Gabinete modelo Dynamic 28RU, de la marca Quest.....	73
14.	Bandeja y ordenador de fibra óptica modelo FCP3-DWR Siemon.....	74
15.	Pack de 6 adaptadores SC dobles para la bandeja FCP3-DWR.....	74
16.	Panel de interconexión Z-MAX Siemon.....	75
17.	Organizador de cable UTP tipo ducto de 2RU de Quest.....	75
18.	Tomacorriente múltiple horizontal de Quest.....	76
19.	Kit de ventilación doble para gabinetes de piso Quest.....	76
20.	Gabinete modelo Dynamic 15RU Quest.....	77
21.	Configuración global del <i>switch</i> Catalyst 3750X.....	81

22.	Tablero principal, Escuela Dr. Carlos Martínez Durán	84
23.	Diagrama unifilar para la nueva instalación	94
24.	Resistencia del suelo, medida a un costado del cuarto del tablero principal	98
25.	Registros para tierra física	102
26.	Detalle de instalación eléctrica para gabinetes	103
27.	Diagrama de conexión para el sistema de respaldo de energía eléctrica	113
28.	Banco de baterías con capacidad de 1350 Ah.....	116
29.	Propiedades de las unidades, unidad 1	136
30.	Propiedades de las unidades, unidad 2	137
31.	Propiedades de las redes, parámetros.	138
32.	Propiedades de las redes, topología.....	139
33.	Propiedades de las redes, miembro 1.....	140
34.	Propiedades de las redes, miembro 2.....	141
35.	Propiedades de las redes, sistemas	142
36.	Propiedades de las redes, estilo	143
37.	Simulación del radioenlace	144
38.	Radioenlace sobre el mapa, la línea roja indica que no hay transmisión	145
39.	Simulación del radioenlace con cambio en las alturas de las antenas.....	147
40.	Radioenlace sobre el mapa, la línea verde muestra que existe transmisión	148
41.	Antena 1, ubicada en el edificio S-11 y orientada hacia el edificio Larrsa... ..	149
42.	Antena 2, ubicada en el edificio Larrsa y orientada hacia el edificio S-11.....	150
43.	Radio enlace exportado a Google Earth	151

44.	Vista del radioenlace desde el edificio Larrsa.....	151
45.	Vista aérea del radioenlace.....	152
46.	Vista del radioenlace desde el edificio S-11.	152
47.	Línea vista.....	153
48.	Forma de conectar la fibra óptica para el enlace principal.....	155
49.	Forma de conectar la fibra óptica para el enlace redundante.	156
50.	Conector SC Doble	157
51.	Tomas de conexión RJ-45 Z-MAX Siemon.....	161
52.	Tomas de conexión RJ-45 híbridas Z-MAX instaladas plana/en ángulo.	162
53.	Cable de interconexión Z-MAX Siemon.....	162
54.	Gabinete modelo Dynamic 28RU, marca Quest.....	167
55.	Bandeja y ordenador de fibra óptica modelo FCP3-DWR Siemon.....	168
56.	Panel de interconexión Z-MAX Siemon.....	168
57.	Organizador de cable UTP tipo ducto de 2RU de Quest	169
58.	Tomacorriente múltiple horizontal de Quest	170
59.	Kit de ventilación doble para gabinetes de piso Quest	170
60.	Gabinete modelo Dynamic 15RU Quest.....	171
61.	Organizador de cable UTP tipo ducto de 1RU Quest	172
62.	Configuración global del <i>switch</i> Catalyst 3750X.	174
63.	Fotografía de Pad Mounted de 500KVA instalado en Larrsa	176
64.	Tierra física: vista exterior e interior.....	177
65.	Tableros principales instalados en Larrsa	177
66.	Diagrama de conexión para el sistema de respaldo de energía eléctrica... ..	181
67.	Banco de baterías con capacidad de 1 350 Ah	183
68.	Fijación de fibra óptica terraza S-11	190
69.	Sujeción de fibra óptica, terraza S-11.....	191
70.	Instalación de fibra óptica en postes	192

71.	Fijación de mástil.....	193
72.	Esquema representativo de conexión de fibra óptica en los gabinetes de telecomunicaciones	194
73.	Tensor ADSS.....	195
74.	Ubicación gabinete y canalización	201
75.	Gabinete modelo Andes III 9RU, de la marca Quest.....	202
76.	Bandeja y ordenador de fibra óptica modelo FCP3-DWR Siemon	203
77.	Configuración global del <i>switch</i> Catalyst 2960S.....	205
78.	Resistencia del suelo a un costado de Aparusac.....	209
79.	Detalle instalación de varillas.....	212
80.	Registros para tierra física	213
81.	Conector de varilla a cable, modelo TGVC	214
82.	Canalización para alimentación eléctrica del gabinete.....	216
83.	Esquema de instalación de fibra óptica para el cableado vertical de Uviger.....	225
84.	Accesorios para canaleta Legrand.....	231
85.	Módulos de montaje Legrand	232
86.	Adaptador para montaje de extremo Legrand.....	232
87.	Pletina para montaje lateral Legrand	233
88.	Caja universal Legrand.....	233
89.	Caja de 1 módulo, Idrobox de Bticino	234
90.	Configuración global del <i>switch</i> Catalyst 2960S.....	246
91.	Detalle de conexión canaleta plástica-ducto BX metálico niveles 1 y 2.....	250
92.	Detalle de conexión ducto PVC eléctrico-ducto BX metálico nivel 3 ..	251
93.	Diagrama de conexión para el sistema de respaldo de energía eléctrica	254
94.	Banco de baterías con capacidad de 1 350 Ah....	256
95.	Uso de la Sala de Telecomunicaciones	262

96.	Cuidado de los gabinetes de telecomunicaciones	263
97.	Componentes de un área de trabajo	264
98.	Toma de red.....	265
99.	Tomacorriente de grado hospitalario	266

TABLAS

I.	Desempeño de cable UTP	11
II.	Especificaciones del cable de interconexión	14
III.	Especificaciones para cable categoría 6.	15
IV.	Cuantificación de fibra óptica por tramos para el enlace	51
V.	Material necesario para el enlace	51
VI.	Distancia entre gabinetes de telecomunicaciones	52
VII.	Cuantificación de F.O. entre gabinetes de telecomunicaciones.....	57
VIII.	Materiales necesarios para el cableado interedificios.....	58
IX.	Capacidad de llenado para tubo galvanizado.....	60
X.	Capacidad de llenado para canaleta metálica	60
XI.	Canaleta Legrand y sus series	60
XII.	Cuantificación de cable UTP gabinete1, Panel de interconexión A	65
XIII.	Cuantificación de cable UTP gabinete1, Panel de interconexión B	66
XIV.	Cuantificación de cable UTP gabinete 2, Panel de interconexión A	67
XV.	Cuantificación de cable UTP gabinete 3, Panel de interconexión A	68
XVI.	Cuantificación de cable UTP gabinete 4, Panel de interconexión A	69
XVII.	Materiales necesarios para el cableado horizontal	71
XVIII.	Material necesario para las salas de telecomunicaciones	80
XIX.	Corrientes en cada uno de los tableros de distribución.	87
XX.	Tabla 310-16 del NEC.....	89
XXI.	Sección necesaria en milímetros cuadrados para los conductores de fase y de neutral.....	90

XXII.	Calibre para los conductores de fase y de neutral	91
XXIII.	Sección teórica del ducto.....	91
XXIV.	Tabla C.4 del NEC.....	93
XXV.	Materiales para la red eléctrica	96
XXVI.	Material necesario para sistema de puesta a tierra.....	102
XXVII.	Material necesario para alimentación del gabinete	105
XXVIII.	Cantidad de cable desde tableros de distribución hasta circuitos de fuerza.....	110
XXIX.	Material necesario para alimentación de puntos de red	111
XXX.	Consumo de potencia semanal de los equipos en gabinete	114
XXXI.	Equipo necesario para soporte de energía eléctrica	117
XXXII.	Consolidado de materiales necesarios	118
XXXIII.	Presupuesto	121
XXXIV.	Cuantificación de fibra óptica por tramos para el enlace principal.....	158
XXXV.	Cuantificación de fibra óptica por tramos para el enlace redundante.....	159
XXXVI.	Material necesario para el cableado <i>backbone</i>	159
XXXVII.	Cuantificación de cable UTP. Medidas desde panel de interconexión hasta cada punto de red	164
XXXVIII.	Materiales necesarios para el cableado horizontal.	166
XXXIX.	Material necesario para las salas de telecomunicaciones.....	173
XL.	Material necesario para alimentación del gabinete	179
XLI.	Consumo de potencia semanal de los equipos en gabinete	182
XLII.	Equipo necesario para soporte de energía eléctrica	184
XLIII.	Consolidado de materiales necesarios	185
XLIV.	Presupuesto	186
XLV.	Cuantificación de fibra óptica por tramos	196
XLVI.	Material necesario para el cableado <i>backbone</i>	196
XLVII.	Cable UTP desde el gabinete hasta cada punto de red	199

XLVIII.	Material necesario para el cableado horizontal	200
XLIX.	Material necesario para instalar el gabinete	204
L.	Material necesario para sistema de puesta a tierra	214
LI.	Material necesario para alimentación del gabinete	217
LII.	Materiales necesarios	220
LIII.	Presupuesto mínimo	221
LIV.	Materiales para cableado vertical	226
LV.	Sección útil de canaletas para diferentes cantidades de cable UTP Cat. 6.....	230
LVI.	Selección de canaleta Legrand y sus series.....	231
LVII.	Cable UTP desde el gabinete hasta cada punto de red, primer nivel	235
LVIII.	Cable UTP desde cada gabinete hasta cada punto de red, segundo nivel. Panel de interconexión A	236
LIX.	Cable UTP desde cada gabinete hasta cada punto de red, segundo nivel. Panel de interconexión B	237
LX.	Cable UTP desde cada gabinete hasta cada punto de red, segundo nivel. Panel de interconexión C	239
LXI.	Cable UTP desde el gabinete hasta cada punto de red, tercer nivel. Paneles de interconexión A y B.....	240
LXII.	Material necesario para el cableado horizontal	241
LXIII.	Material necesario para instalar gabinetes	245
LXIV.	Distancia de tableros hasta gabinetes	252
LXV.	Material necesario para alimentación del gabinete	252
LXVI.	Consumo de potencia semanal de los equipos	255
LXVII.	Cantidad de materiales necesarios para soporte de energía eléctrica.....	257
LXVIII.	Consolidado de materiales necesarios	258
LXIX.	Presupuesto	259

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
cm	Centímetro
dB	Decibel
∅	Diámetro
GHz	Giga hertz
Hz	Hertz
km	Kilómetro
kV	Kilovoltio
kVA	Kilovoltio amperio
m	Metro
μm	Micrómetro o micra
mm	Milímetro
nm	Nanómetro
ns	Nanosegundo
Ω	Ohm
ρ	Resistividad
V	Voltio
Vac	Voltio en corriente alterna
Vdc	Voltio en corriente directa

GLOSARIO

10G6	Se dará si el concepto es demasiado largo por lo que deberá corregir los tabuladores o utilizar su ingenio.
Acometida eléctrica	Conjunto de conductores y componentes utilizados para transportar la energía eléctrica, desde las líneas de distribución de la empresa a la instalación eléctrica del inmueble del servicio.
Adaptador dúplex de fibra óptica	Dispositivo mecánico diseñado para alinear y unir dos conectores dúplex.
Administración	Método de rotulación, identificación y utilización necesarias para implementar traslados, adiciones y cambios en la infraestructura de telecomunicaciones.
ANSI	American National Standards Institute. Instituto Americano de Normas Nacionales.
Aparusac	Administración de Parques de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
Área de trabajo	Espacio del edificio en donde los ocupantes interactúan con equipo de terminal de telecomunicaciones.

Atenuación	Decremento en magnitud de la fuerza de la señal de transmisión entre dos puntos. Esta expresada en dB como la relación entre los niveles de la señal de entra y la señal de salida.
AWG	American Wire Gauge. Calibre Americano de Alambres.
Backbone	Instalación contenida entre los cuartos de telecomunicaciones o entre las acometidas y los cuartos de equipo dentro o entre edificios.
Backbone, cableado	Cable y hardware de conexión que comprenden los cross-connect, principal e intermedios, y los tendidos de cable entre los gabinetes de telecomunicaciones, las salas de telecomunicaciones y las acometidas.
Backbone de edificio	Cable para interconectar los espacios de telecomunicaciones. Va desde la sala de telecomunicaciones principal hasta un gabinete de telecomunicaciones dentro de un edificio.
Backbone entre edificios	Cables de telecomunicaciones del sistema <i>backbone</i> que forman parte del subsistema del campus que conecta de un edificio a otro.
Backbone redundante	Conexión que proporciona soporte a la red interna de datos cuando el enlace <i>backbone</i> principal deja de funcionar.

Barra de puesta a tierra	Un punto de conexión común para el sistema de telecomunicaciones y el equipo con conexión a tierra.
Cable de interconexión	Cable o conjunto de cables usados para conectar el equipo de telecomunicaciones a los sistemas de cableado horizontal o <i>backbone</i> .
Cableado	Sistema de cables de telecomunicaciones, cordones y hardware de conexión que puede soportar la conexión de equipo de tecnologías de la información.
Cableado horizontal	Cableado que conecta el gabinete de telecomunicaciones con las salidas de telecomunicaciones (puntos de red).
Canaleta	Cualquier canal cerrado diseñado para soportar cables y alambres.
Canalización	Se refiere a canales, canaletas, ductos o tubos por donde se hacen pasar cables, con el fin de protegerlos mecánicamente y evitar el contacto de personal no calificado con los mismos.
Conductor de puesta a tierra	Un conductor usado para conectar las instalaciones de puesta a tierra de electrodos a la barra principal.
Conector dúplex de fibra óptica	Dispositivo de terminación de medios mecánicos diseñado para transferir señales ópticas entre dos pares de fibras ópticas.

Conexión	Dispositivo emparejado o combinación de dispositivos incluyendo las terminaciones usadas para conectar los cables o los elementos del cable a otros cables, elementos de cable o equipo específico de la aplicación.
Cor	Centro de operaciones de redes de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
CSA	Canadian Standars Association. Asociación Canadiense de Normas.
Cu	<i>Copper</i> . Cobre.
Datos	Información codificada electrónicamente.
Decibel (dB)	Unidad estándar usada para expresar ganancia o pérdida de transmisión y niveles relativos de potencia.
Diga	Dirección general de administración de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
EFPEM	Escuela de formación de profesores de enseñanza media de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
EIA	Electronic Industries Alliance. Alianza de Industrias Electrónicas.

Electrodo de puesta a tierra	Elemento metálico que permanece en contacto directo con el terreno, facilitando el paso a éste de las corrientes de falla.
Empalme	Unión de conductores en un cierre de empalme de forma permanente.
Enlace	Vía de transmisión entre dos puntos, sin incluir el equipo de terminal, ni los cables de interconexión en ambos extremos.
<i>Ethernet</i>	Estándar de redes de área local para computadoras.
Fibra óptica monomodo	Permitirá solo una trayectoria de propagación de la luz.
Fibra óptica multimodo	Permitirá varias trayectorias de propagación de la luz.
Gabinete de telecomunicaciones	Caja empleada para la terminación de cables de telecomunicaciones, alambrado y dispositivos de conexión con una cubierta con bisagras.
GBIC	<i>Mini GigaBit Interface Converter</i> . Conector estándar para transreceptores utilizados en gigabit <i>ethernet</i> y en enlaces de fibra óptica.
Gigabit <i>Ethernet</i>	Ampliación del estándar <i>ethernet</i> que consigue una capacidad de transmisión de 1 gigabit por segundo.

Herrajes	Materiales que se utilizan para el sostenimiento de cables en postes.
IEC	International Electrotechnical Commission. Comisión Electrotécnica Internacional.
IEEE	The Institute of Electric and Electronics Engineers. Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
Inalámbrico	Uso de energía electromagnética radiada, viajando a través del espacio libre para transportar información.
Interfaz	Un punto en el cual se hacen las conexiones al cableado genérico.
Interconectar	Una técnica que permite que los subsistemas de cableado sean terminados y conectados a otros subsistemas de cableado, sin usar un cable de interconexión. Los cables entrantes y salientes se conectan y se terminan en un punto fijo.
ISO	International Organization for Standardization. Organización Internacional de Normalización.
Larrsa	Laboratorio Regional de Referencia Avícola de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

MiniGBIC	Variación del conector GBIC. Tiene las mismas funciones, pero en un tamaño más reducido.
NEC	National Electrical Code. Código Eléctrico Nacional.
NEXT	<i>Near-End Crosstalk</i> . Paradiafonía.
Par trenzado no blindado (UTP)	Medio de cable con uno o más pares de conductores de cobre trenzados, aislado, unidos en una envoltura plástica única.
Paradiafonía (NEXT)	Interferencia no deseada de una señal de un par de cables a otro. Distorsión de la señal como resultado del acople de la señal desde un par a otro en varias frecuencias.
Punto de demarcación	Punto en el que el cableado externo del proveedor de servicios se conecta con el cableado <i>backbone</i> dentro del edificio.
RSI	Red de servicios integrados de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
SC	<i>(Optical Fiber Connector) Subscriber Connector</i> . (Conector de Fibra Óptica) Conector de Abonado.
Sistema de puesta a tierra	Conexión conductora intencional entre un circuito eléctrico (telecomunicaciones) o equipo y la tierra, o a algún cuerpo conductor que sirva como sustituto de

la tierra. Con el objetivo de proteger a las personas y los equipos ante un sobrecarga de corriente.

Soldadura exotérmica Método de unión permanente entre dos metales, mediante una reacción de calor controlada, que resulta en una unión molecular.

Suministro de corriente ininterrumpida (UPS) Equipo electrónico que a través de baterías proporciona energía eléctrica ante cualquier falla de la red nacional de energía eléctrica.

Telecomunicaciones Rama de la tecnología que se ocupa de la transmisión, emisión y recepción de signos, señales, texto, imágenes y sonidos; a través de cables, radio, óptica u otros sistemas electromagnéticos.

Tensores Elementos de fuerza que se usan para resistir el peso de los cables de telecomunicaciones.

TIA Telecommunications Industry Association. Asociación de Industria de Telecomunicaciones.

Transiente Corriente de bajo nivel que no dispara los protectores, sin embargo, causa daños a los equipos debido al sobrecalentamiento.

UL Underwriters Laboratories. Laboratorios de Verificación.

UPS	<i>Uninterruptible Power Supply.</i> Suministro de Corriente Ininterrumpida.
Usac	Universidad de San Carlos de Guatemala.
Usuario final	Usuario de los sistemas de cableado de los edificios.
UTP	<i>Unshield Twisted-Pair.</i> Par Trenzado no Blindado.
Uviger	Unidad de Vinculación y Gestión de Recursos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
Wifi	<i>Wireless Fidelity.</i> Fidelidad Inalámbrica.

RESUMEN

En los primeros cuatro capítulos del presente trabajo de graduación se plantean los aspectos básicos, a tomar en cuenta, para elaborar diseños de red de datos y de energía eléctrica dentro de la Usac. Esto como parte de la fase de investigación.

En los capítulos numerados del 5 al 8 se desarrolla la fase de Servicio Técnico Profesional, que corresponde al diseño de redes de datos y de energía eléctrica realizados para la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán y los edificios Larrsa, Uviger y Aparusac.

Dichos diseños contienen un enlace principal de fibra óptica para integrarse a la Red de Datos de la Usac, cableado interedificios con fibra óptica o cable UTP (según la necesidad), cableado estructurado para la red interna con cable UTP, canalización para el cableado de datos con base en la infraestructura de los edificios para que se integre mejor al diseño arquitectónico del lugar. Además un sistema de puesta a tierra para proteger los equipos activos de red, diseño de soporte de energía eléctrica para brindar autonomía, cuando exista un fallo de la red nacional de energía eléctrica, y por último se diseñó una red de energía eléctrica para complementar los puntos de red de datos.

Todos los diseños se realizaron con base en las normas nacionales e internacionales, adoptadas por el Departamento de Procesamiento de Datos de

la Usac como por ejemplo, ANSI/TIA/EIA 568, TIA/EIA 606, TIA-607, ANSI/TIA/EIA 758, NEC, EEGSA, entre otras.

Como parte de la fase de enseñanza-aprendizaje se elaboraron: Manual de usuario final, Procedimientos de mantenimiento para los equipos activos, y sistematización de debilidades, vulnerabilidades y amenazas de los equipos de la Red de Datos de la Usac.

Por último, se realizó una capacitación al Director de la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán, sobre la Red de Datos de la Usac y sobre el diseño propuesto en este documento.

No esta demás mencionar que al término de este trabajo se constató que el Diseño para la Red de Datos y Energía Eléctrica para el edificio de Aparusac se implementó exitosamente.

Es satisfactorio saber que se ha colaborado con el desarrollo de la Usac desde el punto de vista técnico-profesional.

Por lo anterior, invito a los administradores universitarios a promover proyectos para la iniciativa pública que tanta necesidad tienen de profesionales de ingeniería. De la misma manera, invito a todos los estudiantes a proponer soluciones a la problemática de las personas con mayores necesidades y no solo para empresas privadas.

OBJETIVOS

General

Diseñar las redes internas de datos y de energía eléctrica para la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán y edificios Larrsa, Aparusac, y Uviger, para su posterior incorporación a la Red de Datos de la Usac.

Específicos

1. Describir de manera sistémica la estructura de la Red de Datos de la Usac para que sea parte de la información institucional.
2. Sustentar por qué la tecnología, específicamente las redes de datos son un complemento para la educación y realizar otros aportes a la educación desde el punto de vista técnico.
3. Sistematizar las especificaciones técnicas de los componentes de la Red de Datos de la Usac, para que puedan utilizarse en la adquisición de nuevos equipos.
4. Sistematizar las normas nacionales e internacionales, adoptadas por la Usac, para elaborar diseños de redes de datos y de energía eléctrica.
5. Elaborar un Manual de usuario final de la Red de Datos de la Usac, para mejorar el cuidado de dicha Red.

6. Elaborar procedimientos de mantenimiento para la Red de Datos de la Usac, para que sirva de guía y de referencia en el mantenimiento de dicha Red.
7. Sistematizar las vulnerabilidades de los equipos eléctricos y electrónicos de la Red de Datos de la Usac, para identificar los potenciales problemas de dicha Red.

Justificación

El campus central de la Usac cuenta con aproximadamente 41 edificios. Lamentablemente no todos tienen servicio de Red de Datos, específicamente: el Laboratorio Regional de Referencia Avícola (Larrsa) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, el edificio de la Administración de Parques de la Usac (Aparusac), la Unidad de Vinculación y Gestión de Recursos (Uviger) de la Facultad de Agronomía y las instalaciones de la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán.

En dichos edificios se realizan actividades importantes a nivel de investigación, gestión de personal, prácticas de estudiantes, entre otras.

Las dependencias correspondientes (Departamento de Procesamiento de Datos y División de Servicios Generales) tienen tareas más inmediatas que cumplir y el tiempo necesario para realizar las actividades es de seis a ocho meses aproximadamente. Esto imposibilita la incorporación de dichos edificios a la Red de Datos de la Usac a corto plazo.

Además, el costo del diseño de las redes de datos y energía eléctrica (para los edificios mencionados) es bastante elevado en la iniciativa privada. Esto afecta dada la crisis permanente en el presupuesto de la Usac y la posibilidad ha sido descartada.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en Guatemala, una de las limitantes que presentan las actividades de enseñanza-aprendizaje para niños y jóvenes es el uso de la tecnología adecuada. Esto provoca déficit en el conocimiento de las herramientas tecnológicas existentes, por tanto no pueden ser competentes en las distintas disciplinas científicas y áreas de trabajo que requieren de dichas herramientas, implicando la falta de desarrollo pleno como seres humanos.

Tomando en cuenta lo anterior es sumamente importante evaluar a qué nivel educativo, en Guatemala, se puedan implementar proyectos. Esto con el fin de disminuir la brecha tecnológica que separa la sociedad de una formación integral.

En ese sentido la Usac implementó el proyecto “Construcción de la Red de Servicios Integrados de la Usac” que tiene como objetivo interconectar entre sí: edificios, dependencias específicas, centros universitarios y centros regionales. El fin es proveer servicios como internet y aulas virtuales, para el uso de la comunidad universitaria. Siendo esta la red de datos universitaria más grande a nivel centroamericano.

Sin embargo y lamentablemente, en el campus central de la Usac no todos los edificios se han incorporado a la Red de Datos. Sobre todo y específicamente los edificios de: Larrsa, Uviger, Aparusac y la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán.

Para la integración dichos edificios fue necesario realizar el diseño de las redes de datos en ellos. Estas últimas son el conjunto de equipos electrónicos que forman un sistema que comunica dos o más puntos (computadoras, teléfonos, impresoras, cámaras de vigilancia y otros) por un medio físico, el cual sirve para enviar o recibir determinada información a través del intercambio de datos.

También fue necesario: elegir los equipos de red adecuados, realizar el diseño de red de energía eléctrica. Lo más importante fue el diseño completo en el caso de la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán y el soporte adecuado a los equipos de red, entre otros.

Dado que actualmente en la Usac se han implementado políticas de protección a la propiedad intelectual. Sin embargo, se considera que dichas políticas son parte de la privatización de la educación pública y del conocimiento.¹ Por ende se hace constar explícitamente que el presente trabajo y todo su contenido está bajo Licencia *COPYLEFT*, en su modalidad *CREATIVE COMMONS*.

¹AUGSTEN, FRANK; et. al. *¿Un mundo patentado? La Privatización de la Vida y del Conocimiento*. Ediciones Böll. 2004. El Salvador. p 236.

LAVAL, CHRISTIAN; *La Escuela no es una Empresa*. Ediciones Paidós Ibérica, S.A. 2004. Barcelona, España. p 401.

LANDER, EDGARDO. (2001). *Los Derechos de Propiedad Intelectual*. Comentario Internacional, p 88.

Creative Commons

Reconocimiento - Compartir Igual - No Comercial, 3.0 Guatemala.

Usted es libre de: copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra;
hacer obras derivadas; no hacer un uso comercial de esta obra.

1. ANTECEDENTES

1.1. Red de Servicios Integrados de la Usac

La Universidad de San Carlos de Guatemala, en 2004 inició la implementación del proyecto: Construcción de la Red de Servicios Integrados Usac (RSI), en cumplimiento con el plan Usac 2022.

La RSI fue diseñada con siete anillos de fibra óptica a lo largo del campus central, con el objetivo de proporcionar una plataforma a nivel universitario que preste los siguientes servicios: intranet, internet, cámaras de vigilancia, telefonía IP, aulas virtuales con audio y videoconferencia. También permite interconectar los distintos edificios del campus central entre sí. La misma visión fue puesta en práctica en Centros Universitarios y Centros Regionales².

1.2. Aspectos técnicos

La RSI fue la red de datos construida en el 2004 como una de las redes educativas más grandes a nivel latinoamericano después de Brasil y México.³ Cuenta con 10 546 puntos de red en funcionamiento y sigue creciendo. La RSI fue construida bajo el concepto de la topología lógica de anillos con el protocolo propietario EAPS de la marca Extreme Networks. Actualmente la red de datos

² Información obtenida en entrevista a: Ing. Napoleón Cruz, asesor de obras de Ingeniería y Construcción de la División de Servicios Generales de la Usac y Mailor Machado, técnico del Departamento de Procesamiento de Datos.

³ Información obtenida a través de los proveedores de componentes, específicamente de Siemon.

de la universidad tiene diferentes marcas de equipos activos y se aplicó la topología lógica de estrella jerarquizada.

1.2.1. El Centro de Operaciones de Redes (Cor)

El Cor, de la RSI fue ubicado en el sótano del edificio de Rectoría. Es el lugar donde están instalados los servidores de servicios de redes, donde inician y terminan los anillos de fibra óptica. Es el punto de demarcación (a nivel de campus) donde el proveedor de internet conecta el servicio; básicamente es el corazón de la RSI.

1.2.2. Cableado *backbone* principal: anillos de fibra óptica

La RSI tiene siete anillos de fibra óptica distribuidos alrededor del campus central. Su objetivo es ser un canal dedicado para interconectar distintas dependencias de la Usac. Los siete anillos son los siguientes:

- Dirección Financiera
- Dirección General de Recursos Humanos
- Académico
- Laboratorios
- Tecnología
- Control Académico
- Redundancia

En la implementación de estos anillos se instalaron 3 631 m de fibra óptica monomodo de 144 hilos.

Para la canalización del cableado *backbone* principal se construyeron 45 pozos tipo “A” los cuales se conectan entre sí con ducto de PVC de 6”.⁴

1.2.3. Cableado *backbone* entre edificios

Para el cableado *backbone* entre edificios se instalaron 16 880 m de fibra óptica multimodo de 6 hilos que conectan entre sí a los distintos edificios incorporados a la RSI.

Para la canalización del cableado *backbone* entre edificios se construyeron 104 pozos tipo “B” los cuales se conectan entre sí con ducto de PVC de 3”.⁵

1.2.4. Cableado de edificios

Cada uno de los edificios incorporados a la RSI cuenta con dos tipos de cableado necesarios para interconectar las salas de telecomunicaciones de cada nivel con alguno de los anillos de fibra óptica. Estos tipos de cableado se describen a continuación.

1.2.4.1. Cableado vertical

Conecta entre sí las salas de telecomunicaciones de cada nivel de los edificios incorporados a la RSI con el cableado *backbone* entre edificios.

⁴ Universidad de San Carlos de Guatemala. *Proyecto: Construcción de la Red de Servicios Integrados*. Guatemala: 2003. p. 266.

⁵Ibíd.

Para el cableado vertical se instalaron 1100 metros de fibra óptica multimodo de 2 hilos.⁶

1.2.4.2. Cableado horizontal

Conecta directamente los puntos de red o estaciones de trabajo con el *switch* ubicado en las salas de telecomunicaciones. Esto permite a los usuarios utilizar los servicios de internet, telefonía, cámaras de vigilancia, entre otros.

Para el cableado horizontal se instalaron 478 000 metros de cable UTP categoría 6.⁷

1.2.5. Salas de telecomunicaciones⁸

La RSI tiene 65 gabinetes de los cuales 4 están en departamentos del interior del país. Los otros 61 están instalados en las salas de telecomunicaciones ubicadas en cada nivel de los edificios del campus central incorporados a la RSI. Dichos gabinetes tienen instalados los equipos siguientes:

- 1 panel para fibra óptica
- 1 bandeja para fibra óptica
- 1 *switch* de 24 y/o 48 puertos
- 1 *patch panel* por cada *switch* instalado

⁶Universidad de San Carlos de Guatemala. *Proyecto: Construcción de la Red de Servicios Integrados*. Guatemala: 2003. p. 266.

⁷Ibíd.

⁸Información obtenida en visita de campo.

- 2 ordenadores de cable UTP verticales
- 1 regleta vertical
- 1 UPS de por lo menos 1,5 KVA
- 1 inversor de 12 voltios y 1500 VA
- 1 banco de baterías

1.2.6. Switchs de la RSI

Los *switchs* utilizados en la RSI son dispositivos que permiten distribuir los servicios de datos. Estos desde el Cor hasta cada uno de los puntos de red.

Para el 2004 se habían instalado aproximadamente 111 *switchs* para la RSI.⁹

Actualmente la RSI se integró con otras redes existentes dentro la Usac para tener una red de datos más grande. De esta cuenta ahora se le denomina: Red de Datos de la Usac.

⁹Información obtenida en entrevista a: Ing. Napoleón Cruz, asesor de obras de Ingeniería y Construcción de la División de Servicios Generales de la Usac y Mailor Machado, técnico del Departamento de Procesamiento de Datos.

2. NATURALEZA DEL PROYECTO

2.1. La educación debe construir cultura

Un sistema educativo no es responsabilidad únicamente de un ministerio (Ministerio de Educación en este caso). La verdadera educación es aquella, en la que durante el proceso enseñanza-aprendizaje, participan los padres de familia, autoridades locales, maestros y estudiantes. Por ende, toda la comunidad es partícipe de forma activa y propositiva en dicho proceso.

De esta manera, la educación no solo va a formar ciudadanos, sino también construirá cultura y esta permite promover el verdadero desarrollo del país.

A decir del pedagogo brasileño Paulo Freire, la educación no cambia el mundo, cambia a los hombres que van a cambiar el mundo.¹⁰ Si se parte de estos principios, se observa cómo surge la necesidad de generar las condiciones para que el proceso educativo en la comunidad y más específicamente en los establecimientos educativos estatales se desarrolle de la mejor manera posible.

Partiendo del criterio que la tecnología debe constituirse en una herramienta al servicio de todas las actividades humanas, pero primordialmente al servicio de la educación, se conceptualiza como un hecho generador de

¹⁰ *Derechos de los hombres*. <http://derechosdeloshombres.blogspot.com/2012/08/las-maximas-de-paulo-freire.html>. Consultado: 6 de noviembre de 2013.

desarrollo y cambios fundamentales en la Sociedad. La propuesta aquí planteada pretende aportar, desde el ámbito académico universitario, un proyecto específico que contribuya a ese objetivo.

2.2. La tecnología como herramienta al servicio de la educación, una necesidad inherente al proceso enseñanza-aprendizaje

La mayoría de instituciones educativas públicas del país no cuentan con tecnologías apropiadas y actualizadas para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje. Es más, muchas instituciones ni siquiera cuentan con los servicios básicos y en el caso del área rural la brecha tecnológica adquiere dimensiones abismales. Eso significa que dichas tecnologías solo se encuentran en centros educativos privados con altos precios de colegiatura a los cuales la gran mayoría de niños y jóvenes de este país no tienen acceso.

La Usac no es ajena a dicha realidad, presentando deficiencias tecnológicas, las cuales se han empezado a solucionar con el diseño y la construcción de una red de datos interna, denominada Red de Datos de la Usac.

Debido a varias causas, no todos los edificios de la Usac han sido integrados a la Red de Datos. Tal es el caso de la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán (que atiende alrededor de 700 jóvenes), y de algunos edificios de reciente construcción como Larrsa, Aparusac y Uviger.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EQUIPOS Y COMPONENTES DE LA RED DE DATOS DE LA USAC

Las especificaciones que se detallan a continuación han sido adoptadas e implementadas por el área de Redes del Departamento de Procesamiento de Datos, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El objetivo es que cualquier equipo o componente que se va a integrar a la Red de Datos cumpla con ciertas características mínimas para optimizar el funcionamiento de los servicios de telecomunicaciones.

3.1. Salidas/conectores de telecomunicaciones

Todas las salidas/conectores de telecomunicaciones deberán ser categoría 6A. Deben estar diseñadas para la terminación de cable de cobre de par trenzado balanceado de cuatro pares, y poseer como mínimo las siguientes características:

- Estar verificados por laboratorio independiente para su conformidad con categoría 6A.
- Estar disponibles en negro, blanco, gris, marfil y marfil claro.
- Estar disponible en diseño al ras y en diseño angulado a 45° para minimizar el radio de curvatura del cordón del área de trabajo.
- Utilizar una tecnología de diseño que optimice el balance de pares y la respuesta lineal de diafonía hasta una frecuencia de 550 MHz.

- Tener conectores por desplazamiento de aislante (IDC) estilo 310 con aislamiento por cuadrante de pares y un sistema piramidal para el acomodo de los alambres individuales.
- Permitir la terminación de cada conductor individual con una herramienta de impacto 110.
- Tener disponible un accesorio auxiliar de terminación (incluido con cada paquete de 20) para la estabilidad del módulo y para facilitar el acomodo y terminación de conductores.
- Los módulos deberán tener marcada la categoría de desempeño tanto al frente como en la parte posterior.
- Ser compatible retroactivamente para permitir que las categorías de inferior desempeño de cables o hardware de conexión operen a su máxima capacidad.
- Tener una cubierta posterior liberadora de tensión con acceso de cable posterior y lateral, el cual podrá ser colocado en el cable antes o después de la terminación.
- En cada toma se tendrá la opción de elegir cualquiera de los dos esquemas de alambrado T568A o T568B. Sin embargo se deberá instalar en T568B.
- Permitir su instalación desde el frente o desde atrás de la placa frontal, y deberá permitir el paso total desde una a otra cara, sin que haya necesidad de reterminación.
- Ser instalable lado a lado para soluciones de alta densidad.
- Tener una puerta protectora flexible del mismo color que la toma, que prevenga el ingreso de contaminantes y que no sea necesario separarla por completo de la toma al abrirla para permitir la conexión del cordón.

- Cada toma deberá incluir al menos tres insertos de diferentes colores, cada inserto deberá tener un ícono de teléfono en una cara y un ícono de una computadora en la otra, para permitir la identificación de circuitos.
- Deberá permitir un mínimo de 200 reterminaciones sin degradación de señal con respecto a los parámetros de desempeño especificados.
- Deberá estar construido con un termoplástico de alto impacto y pirorretardante.
- Estar disponible en opción de montaje para aberturas IEC 60603-7 (Keystone).
- Deberá tener una certificación Underwriters Laboratories (UL).
- Deberá cumplir las siguientes especificaciones de desempeño:

El desempeño mínimo para el sistema de cableado categoría 6A debe ser como ser muestra en la tabla siguiente:

Tabla I. **Desempeño de cable UTP**

IL	3 %
NEXT	3,0 dB
PSNEXT	3,5 dB
ACR-F	7 dB
PSACR-F	10 dB
RL	3 dB
PSANEXT	1 dB
PSAACR-F	1 dB
ACR-N	6 dB
PSACR-N	65 dB

Fuente: elaboración propia.

3.2. Placas frontales

Todas las placas frontales a instalar deberán poseer como mínimo las siguientes características:

- Permitir el montaje de módulos tanto de cobre como de fibra óptica.
- Estar disponibles en configuraciones de 1, 2, 3, 4 y 6 puertos para placas estándar (*single-gang*) y de 6, 8 y 12 puertos para placas de doble dimensión (*double-gang*).
- Permitir el desmontaje de módulos desde el frente de la placa, sin necesidad de desatornillar o desmontar la placa.
- Permitir que los módulos de UTP pasen a través de la placa después de su terminación.
- Tendrán tiras de designación que permitan escribir sobre ellas para identificar los circuitos, junto con una cubierta transparente de plástico.
- Permitir el fácil desmontaje de las tapas de las tiras de designación, sin el uso de herramientas
- Tendrán como mínimo los colores estándar negro, blanco, gris, marfil y marfil claro.
- Dispondrán de adaptadores opcionales de mobiliario modular.
- Tendrán placas frontales y marcos de montaje disponibles en estilo *Designer*.
- Tendrán placas frontales disponibles en acero inoxidable con opción de tiras de designación.
- Tendrán cajas de montaje en superficie y anillos extensores disponibles para las placas tanto para *single-gang* como para *double-gang*.
- Estar fabricados con material termoplástico de alto impacto y resistencia UV para prevenir la decoloración y proporcionar durabilidad adicional.

- Estar certificado por Underwriters Laboratories (UL).

3.3. Cables de interconexión (*patch cords*)

Todos los cables de conexión (*patch cords*) deberán ser categoría 6 y poseer, como mínimo, las siguientes características:

- Estar ensamblados en fábrica y su transmisión probada al 100 % con un analizador de redes del tipo de laboratorio para un desempeño apropiado a 550 MHz.
- Ser compatible retroactivamente con categorías inferiores.
- Estar equipado con clavijas modulares de 8 posiciones idénticas en cada extremo alambrado en esquema directo en conformidad con las normas.
- Obtener el desempeño requerido sin el uso de componentes de circuito impreso.
- Utilizar un blindaje metálico patentado de aislamiento de pares dentro del *plug* para un desempeño óptimo de *Next*, y un apretado a 360° para una excelente unión de cable y plug que prevenga deformaciones a los pares.
- Incorporar un aislador interno para el cable multifilar dentro de un forro redondo, pirorretardante, que extienda la vida dinámica del cable y mantenga una geometría ideal.
- Tener una bota liberadora de tensión y de curvatura, para asegurar un desempeño óptimo de categoría 6, y que posea una guarda para la presilla evitando atascos. La bota debe permitir la colocación de insertos de iconos para una codificación e identificación opcional.
- Estar disponible en colores coordinados para bota y cable en negro, blanco, rojo, gris, amarillo, azul y verde para una apropiada identificación de circuitos.

- Usar clavijas modulares que excedan los requisitos de las Normas FCC CFR 47 parte 68 subparte F e IEC 60603-7, y tener un mínimo de 50 micropulgadas de chapa de oro sobre contactos de níquel, que sean resistentes a la corrosión por humedad, temperaturas extremas y partículas suspendidas.
- Estar disponible en longitudes estándar de 3, 5, 7, 10, 15 y 20 pies; con otras longitudes disponibles bajo pedido.
- Estar certificado por Underwriters Laboratories (UL).
- Cumplir o exceder las siguientes especificaciones de desempeño:

Tabla II. **Especificaciones del cable de interconexión**

Frecuencia (MHz)	Atenuación (dB/100m)	PS ELFEXT (dB)	PS NEXT (dB)
1	2,4	67,8	72,3
4	4,5	55,8	63,3
10	7,1	47,8	57,3
16	9,1	43,7	54,2
20	10,2	41,8	52,8
31,25	12,8	37,9	49,9
62,5	18,5	31,9	45,4
100	23,8	27,8	42,3
200	34,8	21,8	37,8
250	39,4	19,8	36,3

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Especificaciones para cable categoría 6**

Parámetro	Desempeño de Cable UTP				
	100 MHz	200 MHz	250 MHz	350 MHz*	550 MHz*
Todos los cables calificados deben exceder los requisitos más estrictos para categoría 6 provistos por las normas de la industria para los siguientes parámetros de desempeño:					
Pérdida de Inserción (dB)	19,6	28,7	32,6	36,1	51,3
NEXT (dB)	47,3	42,8	41,3	40,1	36,2
PSNEXT (dB)	45,3	40,8	39,3	38,1	34,2
ACR (dB)	27,7	14,1	8,8	4,0	-15,1
PSACR (dB)	25,7	12,1	6,8	2,0	-17,1
ACR-F (dB)	30,8	24,8	22,8	21,3	16,0
PS ACR-F (dB)	28,8	22,8	20,8	19,3	14,0
Pérdida de Retorno (dB)	22,5	21,0	20,5	20,1	18,8
Retardo de Propagación (ns)	517,6	516,5	516,3	516,1	515,5
Sesgo de Retardos (ns)	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35

Fuente: elaboración propia.

3.4. Cable

Todos los cables deberán ser categoría 6 y poseer como mínimo las siguientes características:

- Cable de par trenzado.
- Estar contruidos en grupos de unidades de 4 pares.
- Tener pruebas de *Power Sum Next* en donde cualquier par dentro del grupo o fajo sea 3 dB mejor en desempeño que las especificaciones *Next* par a par para cable de 4 pares de la misma categoría.

3.5. Panel de interconexiones (*patch panel*)

Todos los paneles de conexiones (*patch panel*) deberán permitir la conexión cruzada y la interconexión por medio de cordones modulares. Además cumplir con los requisitos de montaje en *racks* de 19" y poseer como mínimo las siguientes características:

- Estar hecho con aluminio anodizado color negro, en configuraciones de 16, 24, 48 y 96 puertos; con una versión de 12 puertos para montaje en soporte tipo 89.
- Acomodar al menos 24 puertos en cada espacio de montaje en *rack*. (1 RMS = 44,5 mm [1,75 in]).
- Utilizar una tecnología de diseño optimada de balance de pares y respuesta lineal a la diafonía para soportar aplicaciones de hasta 550 MHz.
- Tener conectores por desplazamiento de aislante (IDC) estilo 310 con aislamiento de cuadrante de pares y sistema piramidal de acomodo de conductores.
- Permitir la terminación de conductores individuales con una herramienta de impacto.
- Ser compatible retroactivamente para permitir que categorías de desempeño inferiores de cables y hardware de conexión operando a su máxima capacidad.

- Cada una de sus tomas modulares deberá tener una cubierta posterior liberadora de tensión con acceso de cable posterior y lateral, el cual será colocado en el cable antes o después de la terminación.
- En cada toma deberá existir la posibilidad de elegir cualquiera de los dos esquemas de alambrado T568A o T568B quedando instalado el T568B.
- Tener puertos modulares que cumplan con FCC CFR 47 parte 68 subparte F y con IEC 60603-7 con 50 micropulgadas de chapa de oro sobre los contactos de níquel.
- Estar totalmente protegido al frente y atrás por una protección física metálica incluyendo protección a los circuitos impresos.
- Tener un organizador de cable en la parte superior y montable directamente en el panel.
- Tener números de identificación de puertos individuales permanentemente marcados al frente y detrás del panel.
- Indicar la categoría de desempeño al frente y en la parte posterior del panel.
- Deberá incluir portainsertos autoadhesivos, portatiras transparente y tiras de designación color blanco. Deberá tener disponibles varias opciones de tiras de designación.
- Deberá tener una certificación Underwriters Laboratories (UL).

3.6. Switch de telecomunicaciones tipo 1

- 48 puertos *Ethernet* 10/100/1000 Mbps con IEEE 802.3af.
- 4 puertos Gigabit *Ethernet* basados en SFP.
- 32-Gbps, alta velocidad de bus en apilamiento.
- 1 RU apilable (*stackable*), *switch* multicapa.
- Servicios completos de IP en software preinstalado.

- 32-Gbps ancho de banda de placa del *switch*.
- Tasa de reenvío en apilamiento de 38,7 mpps (millones de paquetes por segundo) para paquetes de 64 bytes.
- Tasa de reenvío: 3,7 mpps.
- 128 MB DRAM y 32 MB en memoria *flash*.
- Configurable hasta 12 000 direcciones MAC.
- Configurable hasta 20 000 rutas *unicast*.
- Configurable hasta 1 000 IGMP grupos y rutas *multicast*.
- Configuración de unidad máxima de transmisión (MTU) hasta 9 000 bytes, con un máximo de 9 018 (*jumbo frames*) bytes para el tamaño de una trama *ethernet* para puente sobre puertos *gigabit ethernet* y hasta 1 546 bytes puente y ruteo sobre puertos *fast ethernet* (si estos se configuran de esa manera).
- Puertos 10BASE-T: conectores RJ-45, 2-*pair* categoría 3 (Cat-3), 4, o 5 cable UTP.
- Puertos 100BASE-TX: conectores RJ-45 , 2-*pair* categoría 5 cable UTP.
- Puertos 100BASE-FX: conectores MT-RJ, 50/125 o 62,5/125 micrómetros para fibra multimodo.
- Puertos 1 000BASE-T: conectores RJ-45, 2-*pair* categoría 5 cable UTP.
- Puertos basados en 1 000BASE-T SFP: conectores RJ-45, 2-*pair* categoría 5 cable UTP.
- Puertos basados en 1 000BASE-SX, -LX/LH, -ZX, y CWDM SFP: conectores de fibra monomodo o multimodo LC.
- Puertos basados en fibra monomodo o multimodo 10GBASE-ER XENPAK.
- Puertos basados en fibra monomodo o multimodo 10GBASE-LR XENPAK.
- Puertos para apilamiento inteligente.

- Puerto de consola de administración RJ45-DB9 con cable para conexiones a PC.
- La potencia del *switch* deberá proveerse usando cualquiera de las dos fuentes de poder redundantes disponibles, los conectores deberán estar localizados en la parte trasera del *switch*.
- Conector interno de poder.
- La fuente de poder interna debe ser una unidad autorregulable.
- La fuente interna de poder debe soportar voltajes de entrada entre 100 y 240 VAC.
- Conector RPS.
- El conector automáticamente es sensible cuando la fuente de poder del dispositivo conectado falla y demuestra la potencia al dispositivo con falla, previniendo pérdida en el tráfico de la red.
- Ledes indicadores de estados por puerto: integridad de enlace, deshabilitado, actividad, velocidad y *full-dúplex*.
- Ledes del estado del sistema: sistema, RPS e indicaciones de utilización del ancho de banda.
- Dimensiones del *switch*: 1,73 x 17,5 x 14,9 pulgadas (4,4 x 44,5 x 37,8 cm).
- Peso del *switch*: 13,5 lb (6,1 kg).
- Temperatura de funcionamiento: 32 a 113 °F (0 a 45 °C).
- Temperatura de almacenamiento: -13 a 158 °F (-25 a 70 °C).
- Humedad relativa en funcionamiento: 10 a 85 % (sin condensación).
- Altitud operativa: hasta 10 000 pies (3 049 m).
- Altitud de almacenamiento: hasta 15 000pies (4 573 m).
- Ruido acústico: según Norma ISO 7779
- Niveles de incremento con monto de puertos PoE activos: 38 a 44 dB.
- Tiempo medio entre fallas: 182 373 horas.

- Tasa máxima de fuente de poder: 540 W, 534 BTU/hora.
- Medida de rendimiento al 100 % del consumo de energía: 103 W, 348 BTU/hora.
- Medida de rendimiento al 5 % del consumo de energía: 94 W, 320 BTU/hora.
- Medida de rendimiento al 100 % del consumo de energía con la carga máxima posible de PoE: potencia del *switch* 294 W, potencia PoE 179 W, 392 BTU/ hora.
- Medida del rendimiento al 5 % del consumo de energía con carga al 50 % de PoE: potencia del *switch* 294 W, potencia PoE 179 W, 392 BTU/ hora.
- Voltaje de entrada AC y frecuencia: 100-240VAC, 4,0-8,0 A, 50-60 Hz
- Voltaje de entrada DC: +12V en 14 A.
- Estándares de administración: BRIDGE-MIB, CDP-MIB, CLUSTER-MIB, CONF-MAN-MIB, ENTITY-FRU-CONTROL-MIB, ENVMON-MIB, FLASH-MIB, FTP-CLIENT-MIB, HSRP-MIB, HSRP-EXT-MIB, IGMP-FILTER-MIB, IMAGE-MIB, L2L3-INTERFACE-CONFIG-MIB, MAC-NOTIFICATION-MIB, MEMORY-POOL-MIB, PAGP-MIB, PING-MIB, PROCESS-MIB, RTTMON-MIB, STACK-MIB, STACKMAKER-MIB, STACKWISE-MIB, STP-EXTENSIONS-MIB, SYSLOG-MIB, TCP-MIB, VLAN-IFTABLE-RELATIONSHIP-MIB, VLAN-MEMBERSHIP-MIB, VTP-MIB, ENTITY-MIB, ETHERLIKE-MIB, IF-MIB, IGMP-MIB, IPMROUTE-MIB, OLD-CHASSIS-MIB, OLD-FLASH-MIB, OLD-INTERFACES-MIB, OLD-IP-MIB, OLD-SYS-MIB, OLD-TCP-MIB, OLD-TS-MIB, OSPF-MIB (RFC 1253), PIM-MIB, RFC1213-MIB, RFC1253-MIB, RMON-MIB, RMON2-MIB, SNMP-FRAMEWORK-MIB, SNMP-MPD-MIB, SNMP-NOTIFICATION-MIB, SNMP-TARGET-MIB, SNMPv2-MIB, TCP-MIB, UDP-MIB. Estándares: IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x *full dúplex* sobre 10BASE-T, 100BASE-TX, y puertos 1000BASE-T, IEEE 802.1D *Spanning Tree Protocol*, IEEE 802.1p *CoS classification*, IEEE

802.1Q VLAN, IEEE 802.3 10BASE-T, IEEE 802.3u 100BASE-T, IEEE 802.3ab 1000BASE-T, IEEE 802.3z 1000BASE-X.

- Certificaciones de seguridad: UL a UL 60950 tercera edición, C-UL a CAN/CSA C22.2 Número 60950-00 tercera edición, TUV/GS a EN 60950:2000, CB a IEC 60950 con todos los países, NOM a NOM-019-SCFI, CE *Marking*.
- Certificaciones de emisiones electromagnéticas: FCC Parte 15 Clase A, EN 55022: 1998 (CISPR22), EN 55024: 1998 (CISPR24), VCCI Clase A, AS/NZS 3548 Clase A, CE, CNS 13438 Clase A, MIC.
- Telco: código CLEI.
- Garantía: garantía limitada de por vida.

3.7. Switch de telecomunicaciones tipo 2

- 2 puertos doble propósito, un puerto 10/100/1 000 Mbps *ethernet* y un puerto gigabit *ethernet* basado en SFP, permitiendo un puerto activo a la vez.
- 48 puertos 10/100/1 000 Mbps gigabit *ethernet* con PoE de hasta 15,4 W por puerto.
- Configuraciones PoE con hasta 15,4 W por puerto.
- Garantía limitada de por vida.
- Carga disponible de 370 W para PoE.
- La seguridad de los puertos debe asegurar el acceso para puertos basados en *trunk* o acceso sobre direcciones MAC. Limitar el número de direcciones MAC aprendidas para evitar el desbordamiento de direcciones MAC.
- DHCP Snooping: previene que usuarios malintencionados asignen direcciones de un servidor DHCP no permitido en la red. Esta

configuración es usada por otras especificaciones primarias de seguridad para prevenir un número de otros ataques tales como envenenamiento de ARP.

- Dinámico ARP Inspección (DAI) ayuda a asegurar la integridad de los usuarios previniendo que usuarios malintencionados exploten la inseguridad nativa del protocolo ARP.
- IP Source Guard impide que un usuario malintencionado pueda suplantar o hacerse cargo de la dirección IP de otro usuario mediante la creación de una tabla entre el IP del cliente y la dirección MAC, el puerto y VLAN.
- Autenticación flexible que soporta mecanismos de autenticación múltiple incluyendo 802.1X, MAC autenticación de paso y web usando una configuración simple y consistente.
- Open Mode: que crea un ambiente amistoso al usuario para operaciones con protocolo 802.1X.
- Soporte para RADIUS.
- 802.1X Supplicant with Network Edge Access Transport (NEAT).
- Private VLAN Edge.
- Autenticación multidominio.
- Port-Based ACLs.
- Secure Shell (SSH) Protocol, Kerberos, and Simple Network Management Protocol Version 3 (SNMPv3).
- SPAN permite a los puertos enviar información bidireccional basados sobre Intrusion Detection System (IDS).
- TACACS+ and RADIUS Authentication.
- MAC Address Notification.
- Multilevel Security on Console Access.
- Bridge Protocol Data Unit (BPDU) Guard.

- Spanning Tree Root Guard (STRG).
- IGMP Filtering.
- Dynamic VLAN Assignment.
- 802.1p Class of Service (CoS).
- Four Egress Queues Per Port.
- Shaped Round Robin (SRR).
- Weighted Tail Drop (WTD).
- Rate Limiting: es siempre proveída sobre el IP y MAC destino y origen, información en capa 4 TCP/UDP o cualquier combinación de esos campos, usando QoS ACLs (IP ACLs or MAC ACLs), mapas clases y mapas de políticas.
- Hasta 64 políticas individuales para agregar.
- Rendimiento y escalabilidad de 6,5 mpps.
- Unicast MAC Addresses default: 8 000, QoS: 8 000, Dual: 8 000.
- IPv4 IGMP groups default: 255, QoS: 255, Dual: 255.
- IPv4 MAC QoS Access Control Entries (ACEs) default: 128, QoS: 384, Dual: 0.
- IPv4 MAC Security ACEs default: 384, QoS: 128, Dual: 256.
- Dimensiones físicas (AxAnxP): 1,73 x 17,5 x 13 pulgadas (4,4 x 44,5 x 33,2 cm).
- Peso: 12 libras (5,4 kg).
- Temperatura de funcionamiento arriba de 5 000 pies (1 500 m): 23° a 113 °F (-5° a 45 °C).
- Temperatura de funcionamiento arriba de 10 000 pies (3 000m): 23° a 104 °F (-5° a 40 °C).
- Rango de temperatura de excepción a corto plazo sobre el nivel del mar: 23° a 131 °F (-5° a 55 °C).

- Rango de temperatura de excepción a corto plazo hasta 5 000 pies (1 500 m): 23° a 122 °F (-5° a 50 °C).
- Rango de temperatura de excepción a corto plazo hasta 10 000 pies (3 000 m): 23° a 113 °F (-5° a 45 °C).
- Rango de temperatura de excepción a corto plazo hasta 13 000 pies (4 000 m): 23° a 105 °F (-5° a 40 °C).
- Rango de temperatura de excepción a corto plazo hasta 15 000 pies (4 573 m): -13° a 158 °F (-25° a 70 °C).
- Altitud de funcionamiento: hasta 10 000 pies (3 000 m).
- Humedad relativa de funcionamiento: 10 % a 95 % sin condensación.
- Humedad relativa de almacenamiento: 10 % a 95 % sin condensación.
- Ruido acústico: según Norma ISO 1779 y declarado por ISO 9226.
- Tiempo medio entre fallas: 311 781 horas.
- Puertos 10BASE-T: conectores RJ-45, 2-*pair* categoría 3, 4, o cable 5 UTP.
- Puertos 100BASE-TX: conectores RJ-45, 2-*pair* cable UTP categoría 5.
- Puertos 1 000BASE-T: conectores RJ-45, 4-*pair* cable UTP categoría 5. UTP.
- Puertos basados en SFP 1 000BASE-T: conectores RJ-45, 4-*pair* cable UTP categoría 5.
- Puertos basados en SFP 1000BASE-SX -LX/LH, -ZX, -BX, -T, -FX, y CWDM: conectores LC de fibra monomodo / multimodo.
- Puertos basados en SFP 100BASE-LX, -BX, -FX: conectores LC de fibra monomodo/multimodo.
- Puertos basados en fibra monomodo o multimodo 10GBASE-ER XENPAK.
- Puertos basados en fibra monomodo o multimodo 10GBASE-LR XENPAK.

- Estándares de administración: BRIDGE-MIB, CABLE-DIAG-MIB, CDP-MIB, CLUSTER-MIB, CONFIG-COPY-MIB, CONFIG-MAN-MIB, DHCP-SNOOPING-MIB, ENTITY-VENDORTYPE-OID-MIB, ENVMON-MIB, ERR-DISABLE-MIB, FLASH-MIB, FTP-CLIENT-MIB, IGMP-FILTER-MIB, IMAGE-MIB, IP-STAT-MIB, LAG-MIB, MAC-NOTIFICATION-MIB, MEMORY-POOL-MIB, PAGP-MIB, PING-MIB, POE-EXTENSIONS-MIB, PORT-QOS-MIB, PORT-SECURITY-MIB, PORT-STORM-CONTROL-MIB, PRODUCTS-MIB, PROCESS-MIB, RTTMON-MIB, SMI-MIB, STP-EXTENSIONS-MIB, SYSLOG-MIB, TC-MIB, TCP-MIB, UDLDP-MIB, VLAN-IFTABLE, RELATIONSHIP-MIB, VLAN-MEMBERSHIP-MIB, VTP-MIB, ENTITY-MIB, ETHERLIKE-MIB, IEEE8021-PAE-MIB, IEEE8023-LAG-MIB, IF-MIB, INET-ADDRESS-MIB, OLD-CHASSIS-MIB, OLD-FLASH-MIB, OLD-INTERFACES-MIB, OLD-IP-MIB, OLD-SYS-MIB, OLD-TCP-MIB, OLD-TS-MIB, RFC1213-MIB, RMON-MIB, RMON2-MIB, SNMP-FRAMEWORK-MIB, SNMP-MPD-MIB, SNMP-NOTIFICATION-MIB, SNMP-TARGET-MIB, SNMPv2-MIB, TCP-MIB, UDP-MIB, ePM MIB. Estándares: IEEE 802.1D protocolo Spanning Tree, priorización IEEE 802.1p CoS, IEEE 802.1Q VLAN, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1X, IEEE 802.1ab (LLDP), IEEE 802.3ad, IEEE 802.3af, IEEE 802.3ah (100BASE-X monomodo/multimodo únicamente fibra óptica), IEEE 802.3x full dúplex sobre 10BASE-T, 100BASE-TX y puertos 1 000BASE-T, especificación IEEE 802.3 10BASE-T, especificación IEEE 802.3u 100BASE-TX, especificación IEEE 802.3ab 1 000BASE-T, especificación IEEE 802.3z 1000BASE-X, 100BASE-BX (SFP), 100BASE-FX (SFP), 100BASE-LX (SFP), 1 000BASE-BX (SFP), 1 000BASE-SX (SFP), 1 000BASE-LX/LH (SFP), 1 000BASE-ZX (SFP), 1 000BASE-CWDM SFP 1 470 nm, 1 000BASE-CWDM SFP 1490 nm, 1 000BASE-CWDM SFP 1 510 nm, 1 000BASE-CWDM SFP 1 530 nm, 1 000BASE-CWDM SFP 1 550 nm, 1 000BASE-CWDM SFP 1 570 nm, 1 000BASE-CWDM SFP

1 590 nm, 1 000BASE-CWDM SFP 1 610 nm, 10GBASE-LR (SFP+), 10GBASE-SR (SFP+), 10GBASE-LRM (SFP+), 10GBASE-CX1 (SFP+), estándares RMON I y II, SNMP v1, v2c, and v3.

- RFC de conformidad con especificaciones: RFC 768 – UDP, RFC 783 – TFTP, RFC 791 – IP, RFC 792 – ICMP, RFC 793 – TCP, RFC 826 – ARP, RFC 854 – Telnet, RFC 951 - Bootstrap Protocol (BOOTP), RFC 959 – FTP, RFC 1 112 - IP Multicast and IGMP, RFC 1 157 - SNMP v1, RFC 1 166 – dirección IP, RFC 1 256 - Internet Control Message Protocol (ICMP), Router Discovery, RFC 1305 – NTP, RFC 1 492 - TACACS+, RFC 1 493 - Bridge MIB, RFC 1 542 - BOOTP extensions, RFC 1 643 - *Ethernet* Interface MIB, RFC 1 757 – RMON, RFC 1901 - SNMP v2C, RFC 1 902-1 907 - SNMP v2, RFC 1 981 - Maximum Transmission Unit (MTU) Path Discovery IPv6, RFC 2 068 – HTTP, RFC 2 131 – DHCP, RFC 2 138 – RADIUS, RFC 2233 - IF MIB v3, RFC 2 373 - IPv6 Aggregatable Address, RFC 2460 - IPv6, RFC 2 461 - IPv6 Neighbor Discovery, RFC 2 462 - IPv6 Autoconfiguration, RFC 2 463 - ICMP IPv6, RFC 2 474 - Differentiated Services (DiffServ) Precedence, RFC 2 597 - Assured Forwarding, RFC 2 598 - Expedited Forwarding, RFC 2 571 - SNMP Management, RFC 3 046 - DHCP Relay Agent Information Option, RFC 3 376 - IGMP v3, RFC 3 580 - 802.1X RADIUS.
- Voltaje de entrada AC y frecuencia: 100-240 VAC (auto rango), 4,0-8,0A, 50-60 Hz.
- Potencia nominal: 0,470 kVA.
- Voltaje de entrada DC: 12V a 11,25 A, -48V en 7,8A.
- Máxima potencia suministrada por el puerto para PoE+ es 30 W.
- Máxima potencia suministrada por el puerto para PoE es 15,4 W.
- Total de potencia dedicada para PoE o PoE+ es 370 W o 740 W.
- Rendimiento de potencia al 100 % de consumo: 45 W.
- Rendimiento de potencia al 5 % de consumo: 43 W.

- Rendimiento de potencia al 5 % de consumo (con 50 % de cada PoE): Poder del *switch*: 237 W, poder PoE: 185 W.
- Rendimiento de potencia al 100 % (con máximos valores posibles de carga PoE): Poder del *switch*: 433 W, poder PoE: 357 W, Salida del *switch*: 259 W.
- Certificaciones de seguridad: UL 60950-1 segunda edición, CAN/CSA 22.2 Num. 60950-1 segunda edición, TUV/GS para EN 60950-1 segunda edición, CB para IEC 60950-1 segunda edición con todos los países, CE Marking, NOM (a través de socios y distribuidores).
- Certificaciones de emisiones electromagnéticas: FCC Parte 15 Clase A, EN 55022 Clase A (CISPR22), EN 55024 (CISPR24), AS/NZS CISPR22 Clase A, VCCI Clase A, CE, CNS13438 Clase A, MIC, GOST, China EMC Certificaciones.
- Certificaciones ambientales: Reduction of Hazardous Substances (ROHS) 5.
- Telco: Common Language Equipment Identifier (CLEI) code.

3.8. MiniGBIC Multimodo SR

- 100 % Cisco Compatible P / N: 10Gbase-SR
- Tipo de dispositivo: Módulo de transceptor.
- Factor de forma: Módulo de inserción.
- Interfaz (bus): SFP (mini-GBIC).
- Tipo de cableado: *Ethernet* 10GBase-SR.
- Data Link Protocol: gigabit *ethernet*.
- Distancia máxima de transferencia: 400 m.
- Velocidad de transferencia: 10Gbps.
- Cumplimiento de Normas: IEEE 802.3z, IEEE 802.3ah.

- Garantía del fabricante: garantía de por vida.

3.9. Fibra óptica para exteriores

Fibra óptica para exteriores multimodo 50/125 µm, NO armada, optimizada de 6 o 24 hilos.

3.10. Fibra óptica para interiores

Fibra óptica para interiores multimodo 50/125 µm, NO armada, optimizada de 6 hilos.

3.11. Puntos de acceso o Access Point (AIR-AP 1131AG-A-K9) (AP)

- Doble radio 802.11a y 802.11g de hasta 108 Mbps y compatibilidad con 802.11b.
- Cono soporte de 15 canales de solapamiento.
- Debe trabajar autónomo y conectado a un controlador de puntos de acceso inalámbrico, con la última versión disponible y compatible con WLC Cisco 4400 Series, Modelo 4404, WLC 5500 series modelo 5508.
- Velocidades de datos compatibles: 802.11a: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps y 802.11g: 1, 2, 5,5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps.
- De red serie: IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g.
- Detección automática de 802.3 *ethernet* 10/100BASE-T.
- Con bandas de frecuencia y de canales de funcionamiento:
 - América (FCC)
2,412 a 2,462 GHz, 11 canales
5,15 a 5,35, 5,725 a 5,825 GHz, 12 canales

- China
 - 2,412 a 2,472 GHz, 13 canales
 - 5,725 a 5,825 GHz, 4 canales
- ETSI
 - 2,412 a 2,472 GHz, 13 canales
 - 5,15 a 5,725 GHz, 19 canales
- Israel
 - 2,432 a 2,472 GHz; 9 canales
 - 5,15 a 5,35 GHz, 8 canales
- Japón (TELEC)
 - 2,412 a 2,472 GHz, 13 canales de frecuencia ortogonal de División (OFDM)
 - 2,412 a 2,484 GHz, 14 canales Complementary Code Keying (CCK)
 - 5,15 a 5,25 GHz, 4 canales
- Japón-P (TELEC 2 (Japan2) CNFG)
 - 2,412 a 2,472 GHz, 13 canales de frecuencia ortogonal de División (OFDM)
 - 2,412 a 2,484 GHz, 14 canales Complementary Code Keying (CCK)
 - 5,15 a 5,35 GHz, 8 canales
- Japón-Q
 - 2,412 a 2,472 GHz, 13 canales de frecuencia ortogonal de División (OFDM)
 - 2,412 a 2,484 GHz, 14 canales Complementary Code Keying (CCK)
 - 5,15 a 5,35 GHz, 8 canales
 - 5,470 a 5,725 GHz, 11 canales

- Corea
 - 2,412 a 2,472 GHz, 13 canales
 - 5,15 a 5,35, 5,46 a 5,72, 5,725 a 5,825, 19 canales
- América del Norte
 - 2,412 a 2,462 GHz, 11 canales
 - 5,15 a 5,35, 5,725 a 5,825 GHz, 12 canales
- Singapur
 - 2,412 a 2,472 GHz, 13 canales
 - 5,15 a 5,35 GHz, 8 canales y 5,725 a 5,825 GHz, 12 canales
- Taiwán
 - 2,412 a 2,462 GHz, 11 canales
 - 5.25 a 5.35 GHz, 5,725 a 5,825, 7 canales
- Canales que no se superponen: 802.11a: hasta 19, 802.11b/g:3.
- Sensibilidad de recepción típica:
 - 802.11a: 6 Mbps: -87 dBm, 9 Mbps: -86 dBm, 12 Mbps: -85 dBm, 18 Mbps: -84 dBm, 24 Mbps: -80 dBm, 36 Mbps: -78 dBm, 48 Mbps: -73 dBm, 54 Mbps: -71 dBm.
 - 802.11g: 1 Mbps: -93 dBm, 2 Mbps: -91 dBm, 5,5 Mbps: -88 dBm, 6 Mbps: -86 dBm, 9 Mbps: -85 dBm, 11 Mbps: -85 dBm, 12 Mbps: -84 dBm, 18 Mbps: -83 dBm, 24 Mbps: -79 dBm, 36 Mbps: -77 dBm, 48 Mbps: -72 dBm, 54 Mbps: -70 dBm.
- Los ajustes de potencia de transmisión (ajuste de potencia máxima varía según el canal y de acuerdo con los reglamentos de cada país):
 - 802.11a: OFDM: 17 dBm (50 mW), 15 dBm (30 mW), 14 dBm (25 mW), 11 dBm (12 mW), 8 dBm (6 mW), 5 dBm (3 mW), 2 mW (2 dBm), -1 DBm (1 mW).
 - 802.11b: CCK: 20 dBm (100 mW), 17 dBm (50 mW), 14 dBm (25 mW), 11 dBm (12 mW), 8 dBm (6 mW), 5 dBm (3 mW), 2 dBm (2 mW), -1 DBm (1 mW).

- 802.11g: OFDM: 17 dBm (50 mW), 14 dBm (25 mW), 11 dBm (12 mW), 8 dBm (6 mW), 5 dBm (3 mW), 2 dBm (2 mW), -1 dBm (1 mW).
- Velocidades de conexión según distancia, medio y serie:
 - Interior (distancia a través de abra oficina medio ambiente):
 - 802.11a: 80 pies (24 m) a 54 Mbps, 150 pies (45 m) a 48 Mbps, 200 pies (60 m) a 36 Mbps, 225 pies (69 m) a 24 Mbps, 250 pies (76 m) a 18 Mbps, 275 pies (84 m) a 12 Mbps, 300 pies (91 m) a 9 Mbps, 325 pies (100 m) a 6 Mbps.
 - 802.11g: 100 pies (30 m) a 54 Mbps, 175 pies (53 m) a 48 Mbps, 250 pies (76 m) a 36 Mbps, 275 pies (84 m) a 24 Mbps, 325 pies (100 m) a 18 Mbps, 350 pies (107 m) a 12 Mbps, 360 pies (110 m) a 11 Mbps, 375 pies (114 m) a 9 Mbps, 400 pies (122 m) a 6 Mbps, 420 pies (128 m) a 5,5 Mbps, 440 pies (134 m) @ 2 Mbps, 450 pies (137 m) a 1 Mbps.
 - Al aire libre:
 - 802.11a: 100 pies (30 m) a 54 Mbps, 300 pies (91 m) a 48 Mbps, 425 pies (130 m) a 36 Mbps, 500 pies (152 m) a 24 Mbps, 550 pies (168 m) a 18 Mbps, 600 pies (183 m) a 12 Mbps, 625 pies (190 m) a 9 Mbps, 650 pies (198 m) a 6 Mbps.
 - 802.11g: 120 pies (37 m) a 54 Mbps, 350 pies (107 m) a 48 Mbps, 550 pies (168 m) a 36 Mbps, 650 pies (198 m) a 24 Mbps, 750 pies (229 m) a 18 Mbps, 800 pies (244 m) a 12 Mbps, 820 pies (250 m) a 11 Mbps, 875 pies (267 m) a 9 Mbps, 900 pies (274 m) a 6 Mbps, 910 pies (277 m) a 5,5 Mbps, 940 pies (287 m) @ 2 Mbps, 950 ft (290 m) a 1 Mbps.

- De conformidad con las normas:
 - De seguridad: UL 60950-1, CAN/CSA-C22.2 núm. 60950-1, UL 2043, IEC 60950-1, EN 60950-1, NIST FIPS 140-2 nivel 2 de validación.
 - Aprobaciones de radio: FCC Parte 15.247, 15.407, RSS-210 (Canadá), EN 300.328, EN 301.893 (Europa), ARIB-STD 33 (Japón), ARIB-STD 66 (Japón), ARIB-STD T71 (Japón), AS / NZS 4268.2003 (Australia y Nueva Zelanda), EMI y susceptibilidad (Clase B), FCC Parte 15.107 y 15.109, ICES-003 (Canadá), VCCI (Japón), EN 301.489-1 y -17 (Europa).
 - Otras: 802.11i, WPA2, WPA, 802.1X, AES, TKIP, FIPS 140-2 de pre-validación de la lista, criterios comunes (cuando se ejecuta el software Cisco IOS), Otro, IEEE 802.11g y IEEE 802.11a, FCC boletín OET-65C, RSS-102.
- Ganancia de las antenas:
 - 2,4 GHz:
 - Ganancia 3,0 dBi.
 - Ancho de Haz Horizontal 360 °.
 - 5 GHz:
 - Ganancia 4,5 dBi.
 - Ancho de Haz Horizontal 360 °.
- De conformidad con las siguientes parámetros de seguridad:
 - Autenticación: WPA, WPA2 (802.11i), Cisco TKIP, Cisco mensaje de comprobación de integridad MIC), IEEE 802.11 WEP llaves de 40 bits y 128 bits.
 - 802.1X EAP tipos: EAP-Flexible de autenticación a través de un túnel seguro (EAP-FAST), Protected EAP-Tarjeta de testigo genérico (PEAP-GTC), PEAP-Microsoft Protocolo de autenticación por desafío versión 2 (PEAP-MSCHAP), EAP-Transport Layer Security (EAP-TLS),

EAP-TLS tunelado (EAP-TTLS), EAP-Subscriber Identity Module (EAP-SIM), LEAP.

- Cifrado: cifrado AES-CCMP (WPA2), TKIP (WPA), TKIP, WPA TKIP, IEEE 802.11 WEP llaves de 40 bits y 128 bits.

- Ledes de estado:

- Externa: led de estado indica el estado de funcionamiento, el estado de la asociación, error / estado de alerta, la secuencia de arranque, y el estado de mantenimiento.

- Internas: *Ethernet* led indica la actividad a través de *Ethernet*, el estado, Radio led indica actividad en los radios, el estado.

- Dimensiones (AxAnxP): 7,5 pulgadas x 7,5 pulgadas x 1,3 pulgadas (19,1 x 19,1 x 3,3 cm).

- Peso: 1,5 libras (0,67 Kg).

- Ambiental:

- Operativo:

Altitud: de 0 a 2 500 m.

32° a 104 °F (0° a 40 °C).

Humedad 10 a 90 % (sin condensación).

- No operacional:

-40° a 158 °F (-40° a 70 °C).

Hasta 95 % de humedad (sin condensación).

- Sistema de memoria: 32 Mb de RAM, 16 Mb de memoria *flash*.

- Requisitos de entrada de energía: 100-240 VAC, 50-60 Hz (fuente de alimentación), 36 A 57 VDC (dispositivo).

- Garantía: un año.

- Certificación WiFi.

3.12. Bandeja de ordenamiento de fibra ODF-16

- Características técnicas:
 - Dimensiones: 120 mm x 67 mm x 55 mm.
 - Peso: 3 kg.
 - Material: chapa acero #16.
 - Pintura: termo convertible.
 - Color: negro.
 - Capacidad: 24 conectores SC o 48 conectores LC para 1U de *rack* configurable.
 - Montaje: en *rack* de 16 ”.
 - Acceso: tapa removible.
 - Radio curvatura de *patch cords*: mayor a 35 mm.

3.13. Gabinetes de telecomunicaciones

Para la RSI se deberán instalar gabinetes con las características que se describen a continuación.

3.13.1. Gabinete 9UR

- Dimensiones físicas:
 - 20 pulgadas de profundidad máxima de instalación del *rack* en el sistema completo.
 - 3 pulgadas de profundidad mínima para instalación de sistema completo.
 - 9 U altura total del espacio del *rack* con el sistema completamente instalado (espacios para *rack*).
 - Peso del gabinete: 100 libras (45,36 Kg).

- Dimensiones de envío (AxAnxP): 25x23,63x33,5 pulgadas (63,5x60x85,09 cm).
- Color: negro.

3.13.2. Gabinete 12UR

- Dimensiones físicas:
 - 32,5 pulgadas de profundidad máxima de instalación del *rack* en el sistema completo.
 - 3 pulgadas de profundidad mínima para instalación de sistema completo.
 - 12 U altura total del espacio del *rack* con el sistema completamente instalado (espacios para *rack*).
 - 120 libras de peso de envío (99,1 Kg).
 - Peso del gabinete: 100 libras (45,36 Kg).
 - Dimensiones de envío (AxAnxP): 37,8x26,9x25,6 pulgadas (96x68,32x65,02 cm).
 - Dimensiones del gabinete (AxAnxP): 25x23,63x33,5 pulgadas (63,5x60x85,09 cm).
 - Color: negro.
 - Capacidad de peso estacionario: 250 libras.

3.13.3. Gabinete 16UR

- Dimensiones físicas:
 - 32,5 pulgadas de profundidad máxima de instalación del *rack* en el sistema completo.
 - 3 pulgadas de profundidad mínima para instalación de sistema completo.

- 16 U altura total del espacio del *rack* con el sistema completamente instalado (espacios para *rack*).
- 120 libras de peso de envío (99,1 Kg).
- Peso del gabinete: 68 libras (45,36 Kg).
- Color: negro.
- Capacidad de peso estacionario: 250 libras.

3.13.4. Otras especificaciones

- Anillo de descarga a tierra: marcos de puerta delantera y trasera.
- Certificaciones: Ela-310-D, NOM (México), IEC 60297-3-100, DIN 41494, capacidad de protección IP250, UL60950; RoHS.
- Garantía de 5 años.

3.14. Características del sistema de alimentación ininterrumpida UPS

- Capacidad de Potencia de Salida 640 Vatios / 1 000 VA.
- Máxima potencia configurable 640 Vatios / 1 000 VA.
- Tensión de salida nominal 120 V.
- Distorsión de tensión de salida Menos del 5 % con carga completa frecuencia de salida (sincronizada a red eléctrica principal).
- 47 - 53 Hz para 50 Hz nominal, 57 - 63 Hz para 60 Hz nominal.
- Factor de cresta hasta 5 : 1.
- Conexiones de salida (4) NEMA 5-15R.
- Entrada de voltaje 120 V.
- Frecuencia de entrada 50/60 Hz +/- 3 Hz (autosensible).
- Tipo de enchufe NEMA 5-15P.
- Longitud del cable 2,44 metros.

- Variación de tensión de entrada para operaciones principales 82 – 144 V.
- Variación de tensión de entrada adaptable para operaciones principales 75 – 154 V.
- Tipo de batería: batería sellada de plomo sin necesidad de mantenimiento, con electrolito suspendido a prueba de filtración.
- Tiempo típico de recarga 2 horas.
- Puerto de interfaz DB-9 RS-232, SmartSlot, USB.
- Cantidad de interfaces SmartSlot™ 1.
- Panel de control visualizador de estatus led con gráfico de barras de carga y batería en línea, batería en actividad, batería de reemplazo e indicadores de sobrecarga.
- Alarma audible de batería encendida, alarma distintiva de carga de batería baja y retrasos configurables.
- Dimensiones de altura máxima 44,00 mm.
- Dimensiones de anchura máxima 432,00 mm.
- Dimensiones de profundidad máxima 660,00 mm.
- Altura del *rack* 1 U.
- Peso neto 21,82 KG.
- Peso de embarque 25,45 Kg.
- Altura de envío 191,00 mm.
- Anchura de envío 559,00 mm.
- Profundidad de envío 775,00 mm.
- Ambiente operativo 0 – 40 °C.
- Humedad relativa de operación 0 – 95 %.
- Elevación de operación 0 - 3 000 m.
- Temperatura de almacenamiento -15 – 45 °C.
- Humedad relativa de almacenamiento 0 – 95 %.
- Elevación de almacenamiento 0- 15 000 m.

- Ruido audible a 1 metro de la superficie de la unidad 55,00 dBA.
- Disipación térmica en línea 130,00 BTU/hora.

4. NORMATIVA GENERAL A CUMPLIR

Para que las redes internas de datos y de energía eléctrica tengan un funcionamiento óptimo y eviten futuros fallos por malas prácticas de instalación, se deben cumplir con las normas siguientes:

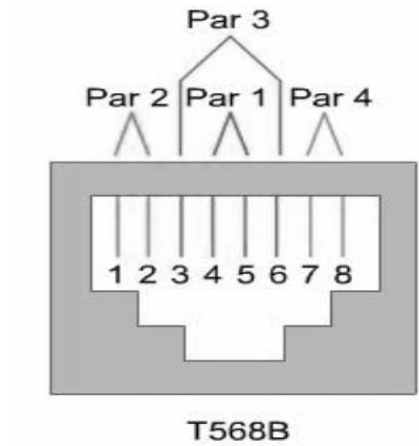
- ANSI/TIA/EIA 568 referente a: cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales.
- ANSI/TIA/EIA 568-C.0 referente a: los requerimientos generales para el cableado en edificios comerciales, residenciales, entre otros.
- ANSI/TIA/EIA 568-C.1 referente a: los componentes funcionales del cableado estructurado.
- ANSI/TIA/EIA 568-C.2 referente a: componentes de cableado UTP.
- ANSI/TIA/EIA 568-C.3 referente a: componentes de cableado de fibra óptica.
- TIA-607 referente a: tierras y puesta a tierra para los sistemas de telecomunicaciones de edificios comerciales.
- TIA/EIA 606-A referente a: los requisitos para los identificadores, archivos y etiquetado.
- TIA/EIA 598-A referente a: codificación de colores de cableado de fibra óptica.
- ANSI/TIA/EIA 758 referente a: normas cliente-propietario de cableado de planta externa de telecomunicaciones.
- ANSI/TIA/EIA TSB-72 referente: la instalación de fibra óptica centralizada.
- ANSI/EIA 310-D-92 referente: a los gabinetes, paneles y equipo asociado.

- EIA/TIA 942 referente a: la resistencia para centros de datos, esta debe ser menor que 5 Ω .
- IEEE 802.11 referente a: la conectividad LAN inalámbrica.
- Normas de la comisión nacional de electricidad.
- Normas de la EGGSA.
- National Electrical Code (NEC).
- CSA Standard C22.2.
- Estándar UL 486B.

Las normas descritas con anterioridad han sido adoptadas por la Universidad de San Carlos de Guatemala y aplicadas para la Red de Servicios Integrados, debido a que es indispensable cumplir con estándares de calidad a nivel nacional e internacional.

Por otro lado, dichas normas permiten de manera adecuada administrar, diagnosticar y reparar los sistemas de telecomunicaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Así como adquirir componentes y equipos de telecomunicaciones que garanticen un óptimo funcionamiento.

Figura 1. Patrón de cableado 568B



Fuente: CISCO. *Panduit Network Infrastructure Essentials Version 2.0 Spanish*. p. 523.

Figura 2. Patrón de cableado para fibra óptica

COLOR A UTILIZAR	 AZUL	 NARANJA	 VERDE	 CAFE	 BLANCO	 GRIS
NÚMERO DE POSICIÓN	1	2	3	4	5	6

Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

5. DISEÑO DE REDES INTERNAS DE DATOS Y DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA ESCUELA DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN

5.1. Antecedentes

La Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán fue fundada en 1974, para que fuera administrada por la Escuela de Formación de Profesores de Educación Media (EFPEM) de la Usac. El objetivo es proporcionar a los estudiantes un centro de prácticas.

En la actualidad hay 670 alumnos. La Escuela cuenta con laboratorios de: computación, ciencias naturales, reparación de computadoras, metales, maderas y electricidad. También se promueven áreas prácticas como cocina y belleza.

Además, la Escuela cuenta con una biblioteca, un salón de audiovisuales, una clínica médica, una clínica de psicología, dos salones de educación musical y un salón de usos múltiples.

Finalmente es importante resaltar que muchos estudiantes de EFPEM y de la Facultad de Humanidades (Fahusac) realizan prácticas en dicha escuela.

5.2. Necesidades

En general la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán, como toda entidad educativa del siglo XXI, requiere tener una red de datos con la cual se pueda conectar a internet. Tomando en cuenta que este último, se utiliza como una herramienta educativa.

Específicamente se plantea la necesidad de tener puntos de red de datos en cada salón de clases, en cada taller, en la biblioteca, en el salón de audiovisuales, salón de usos múltiples y el área administrativa. Como parte de las necesidades se plantea la integración de cámaras de video vigilancia existentes a la nueva red de datos, así como también, prever la instalación de nuevas cámaras.

5.3. Red de datos para la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán

A continuación se detallan los componentes necesarios para implementar la red de datos de la Escuela. Todos los componentes deberán cumplir con la normativa general.

5.3.1. Cableado *backbone*

Es la conexión que permite interconectar los edificios del campus central de la Universidad entre sí para compartir información. En su conjunto se ha denominado Red de Datos de la Usac. Específicamente el cableado *backbone* es la conexión necesaria para que la red de datos de la Escuela se incorpore a la Red de Datos de la Usac.

Será necesario instalar fibra óptica para establecer un enlace con el Cor (Centro de Operaciones de Redes). Dicho enlace deberá ser capaz de proveer los servicios necesarios para la red interna de datos de la Escuela.

5.3.1.1. Diseño del enlace *backbone*

Se deberá instalar fibra óptica multimodo desde el módulo administrativo de EFPEM hasta el módulo administrativo de la Escuela, como se muestra en los planos.

Para garantizar la factibilidad del enlace de fibra óptica, a continuación se detallan los cálculos que la sustentan.

- Datos del sustento técnico-matemático de factibilidad del enlace
 - L = longitud del enlace = 0.171 km
 - R_E = reservas y holguras = 0,034 km
 - N_c = número de conectores= 2
 - A_L = atenuación de la fibra óptica= 0,26 km/dB
 - A_c = atenuación por conectores = 1 dB
 - A_E = atenuación por empalme = 0,2 dB
 - N_E = número de empalmes = 2
 - P_T = potencia del emisor = -20 dB
 - P_R = potencia del receptor = -30 dB
 - M_P = margen de potencia
 - A_T = atenuación total del enlace
 - M_D = margen de diseño, como mínimo 3dB

$$M_P = P_T - P_R$$

$$M_P = -20\text{dB} - (-30\text{dB})$$

$$M_P = 10 \text{ dB}$$

$$A_T = L^*(A_L) + R_E^*(A_L) + N_C^*(A_C) + N_E^*(A_E)$$

$$A_T = 0,171 (0,26) + 0,034 (0,26) + 2 (1) + 2(0,2)$$

$$A_T = 2,45 \text{ dB}$$

$$M_D = M_P - A_T$$

$$M_D = 10 - 2,45$$

$$M_D = 7,55 \text{ dB}$$

Además se calcula teóricamente la longitud máxima del enlace que se realiza con este tipo de fibra óptica. Para ello se utiliza la fórmula siguiente:

$$L_{MAX} = \frac{M_D}{A_L} = \frac{7,55}{0,26} = 29 \text{ km}$$

Como se puede observar el margen de diseño es mayor al valor mínimo necesario.

También se puede observar que la longitud máxima de fibra óptica para este enlace, puede ser 29 km y la longitud de fibra óptica para nuestro enlace *backbone* es de: 0,171 km.

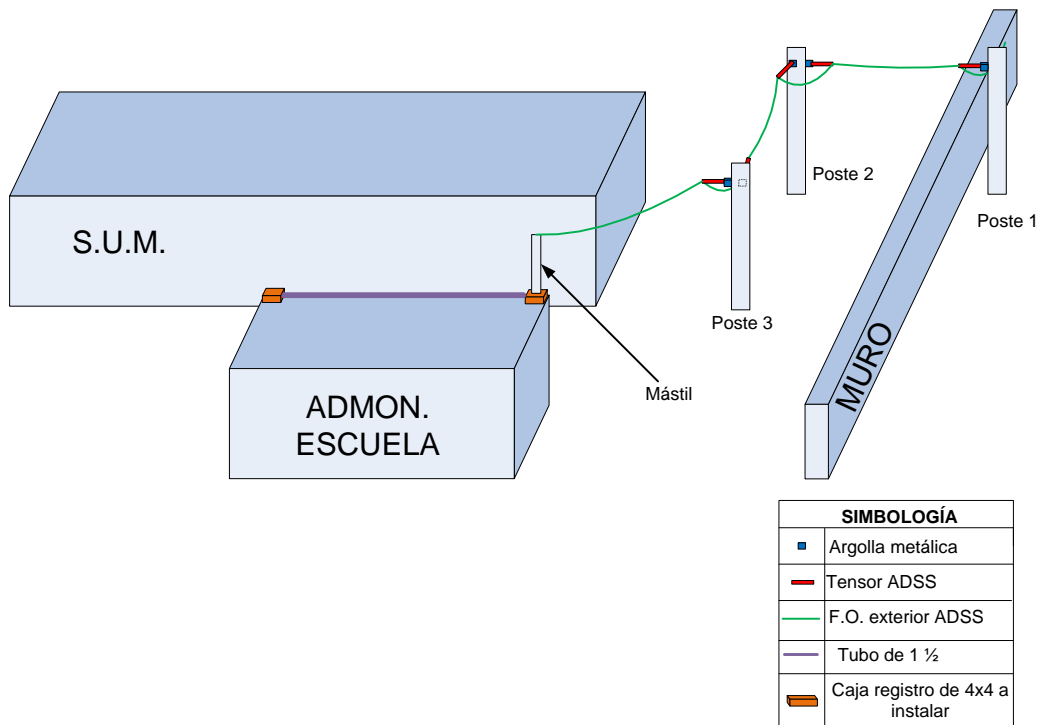
Con lo anterior se comprueba teóricamente que: es factible realizar el enlace *backbone* con fibra óptica multimodo desde el módulo administrativo de EFPEM, hasta el módulo administrativo de la Escuela.

5.3.1.2. Canalización

Consistirá en utilizar los pozos CI-47B y CI-48B y los postes 1, 2 y 3, ya existentes, como se muestra en los planos. Además será necesario instalar un mástil de por lo menos 2 metros de altura en una esquina del módulo administrativo de la Escuela. Dicho mástil se conectará a un tubo para llegar al gabinete de telecomunicaciones.

Los detalles se pueden observar en la figura siguiente:

Figura 3. **Conexión de la fibra óptica para el enlace**



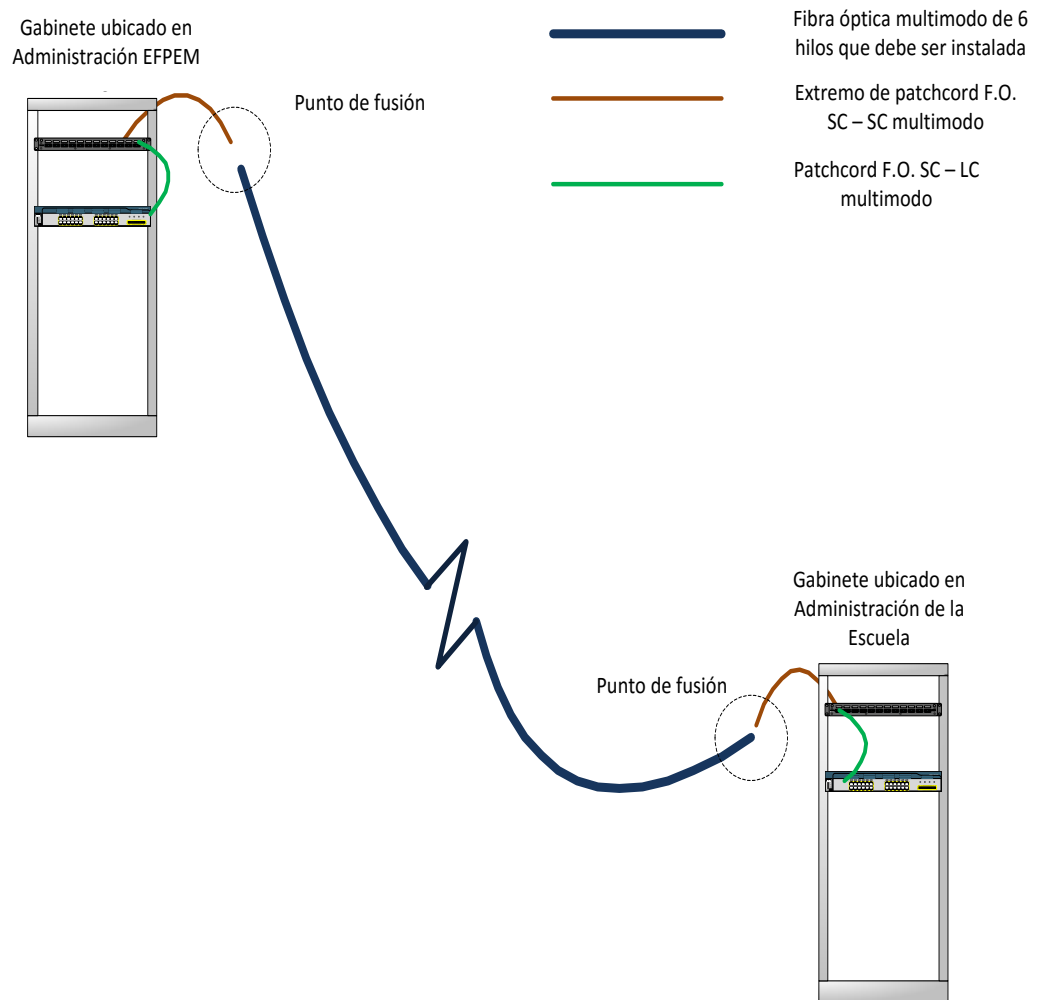
Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

5.3.1.2.1. Metodología de instalación de fibra óptica para el enlace

Para instalar el enlace se propone la siguiente metodología que ahorra tiempo y el uso de conectores para fibra óptica. Se deberán seguir los pasos siguientes:

- Se deberán cortar los cables de interconexión de fibra óptica SC-SC multimodo por la mitad.
- Limpiar los residuos de vidrio en cada extremo de la fibra óptica cortada, para eliminar impurezas.
- El extremo sin conector de una de las mitades de los cables de interconexión SC-SC se deberá fusionar con la fibra óptica que viene del pozo CI-47B.
- El extremo con conector SC se instalará en la bandeja de fibra óptica.
- Los dos pasos anteriores se deberán repetir con el extremo de la fibra óptica que llega al gabinete de telecomunicaciones en la administración de la Escuela.

Figura 4. **Forma de conectar la fibra óptica para el enlace**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

De no ser posible la aplicación de la metodología descrita con anterioridad se deberá realizar conectorización manual, en cada uno de los extremos del enlace de fibra óptica.

5.3.1.3. Selección de componentes

Para la implementación del enlace serán necesarios los siguientes componentes:

- Fibra óptica ADDS, multimodo 50/125 μm , no armada de 6 hilos, OM2. Se recomienda utilizar fibra óptica marca Draka.
- Cables de interconexión de fibra óptica dobles tipo SC-SC multimodo de 1 metro. Se recomiendan los modelos XGLO de la marca Siemon.
- Cables de interconexión de fibra óptica dobles tipo SC-LC multimodo de 1 metro. Se recomiendan los modelos XGLO de la marca Siemon.
- Conectores dobles tipo SC como los XGLO de la marca Siemon.
- Tensores ADSS. Se recomienda los de la marca Humbrall.
- Tubo galvanizado de \varnothing 2" y 2 metros de largo. Para mástil.
- Tubo galvanizado de \varnothing 1 ½.
- Cajas de registro metálica de 4 " x 4 ".
- Codos de tubo galvanizado a 90 °.

5.3.1.4. Cuantificación

En la tabla siguiente se muestra la cuantificación, por tramos, de fibra óptica para el enlace.

Tabla IV. **Cuantificación de fibra óptica por tramos para el enlace**

Desde	Hasta	Longitud F.O. (metros)	Reserva(metros)	Total por tramo
Gabinete EFPEM	Pozo CI - 47B	25,00	1,00	26,00
Pozo CI - 47B	Pozo CI - 48B	51,00	10,00	61,00
Poste 1	Poste 2	7,90	1,00	8,90
Poste 2	Poste 3	19,65	1,00	20,65
Poste 3	Mástil	11,20	1,00	12,20
Mástil	Gabinete 1 CMD	41,41	1,00	42,41
TOTAL PARCIAL				171,16
TOTAL (INCLUYE 20 % DE HOLGURA)				205,39

Fuente: elaboración propia.

Se necesitarán 210 metros lineales de fibra óptica multimodo.

A continuación se detallan los materiales necesarios para la instalación del enlace.

Tabla V. **Material necesario para el enlace**

MATERIAL NECESARIO PARA EL ENLACE					
CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
210	metros lineales	Fibra óptica multimodo	Draka	6 hilos, sin armar, 50/125 µm	
14	unidades	Conectores SC multimodo	Siemon	XGLO, SC, dobles, multimodo	
3	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-LC, dobles, multimodo	
4	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-SC, dobles, multimodo	
7	unidades	Tensores ADSS	Humbrall		
8	unidades	Árgollas metálicas			Para ser soldadas en postes
1	unidad	Tubo galvanizado		Ø 2"	
7	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1 1/2 "	
1	unidad	Codo para tubo galvanizado		A 90°	Accesorio de entrada en mástil
3	unidades	Caja de registros		Metálicas de 4" x 4"	

Fuente: elaboración propia.

5.3.2. Cableado interedificios

Es el que permitirá conectar el gabinete principal con los gabinetes de distribución. El tipo de conexión puede ser a través de: cable UTP, si la distancia entre gabinetes no excede los 90 metros; o fibra óptica, si la distancia excede los 90 metros.

5.3.2.1. Diseño

Se deberá conectar con el gabinete de telecomunicaciones 1, el cual se define como: gabinete principal, (a este llega el enlace de fibra óptica que conecta con la administración de EFPEM) con los gabinetes de telecomunicaciones 2, 3 y 4, los cuales se definen como gabinetes de distribución.

Tabla VI. **Distancia entre gabinetes de telecomunicaciones**

Desde	Hasta	Longitud F.O. (metros)
Gabinete 1	Gabinete 2	115
Gabinete 1	Gabinete 3	180
Gabinete 1	Gabinete 4	170

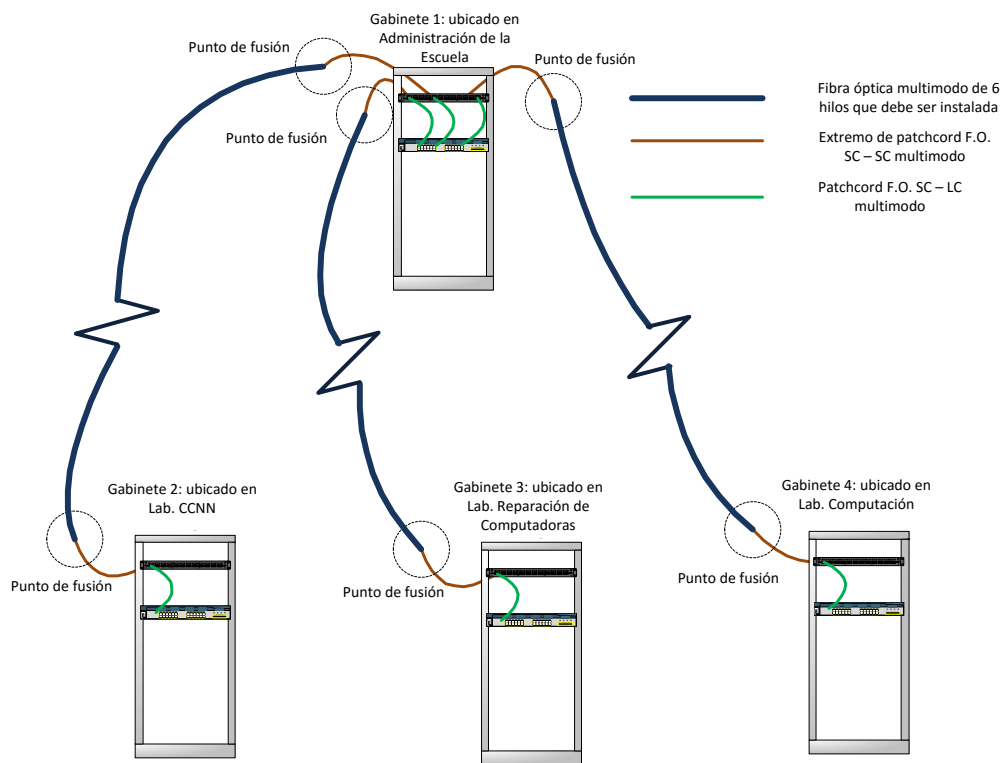
Fuente: elaboración propia.

Debido a que las distancias entre gabinetes de distribución y gabinete principal superan los 90 metros será necesario utilizar fibra óptica para realizar el cableado interedificios.

Como se puede observar la distancia máxima es 180 metros. En la sección de diseño del enlace *backbone* se demostró que para dicha distancia,

el enlace de fibra óptica es factible. El diagrama de conexión es como se muestra en la figura siguiente.

Figura 5. **Cableado interedificios**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

5.3.2.2. **Canalización**

La canalización para el cableado interedificios consistirá en la instalación de tubo galvanizado por debajo del techo del caminamiento como se muestra en los planos.

Debido a que se instalarán 3 fibras de \varnothing 12,3 mm cada una, dentro de tubo galvanizado, a continuación se procede a realizar el cálculo para seleccionar el diámetro del tubo necesario.

Datos:

- \varnothing_{FO} = diámetro de la fibra óptica = 12,3 mm
- S_{FO} = sección de la F.O.
- N_{FO} = número de fibras a instalar = 3
- k = factor de llenado del ducto = 1,1
- St = sección teórica del ducto = $S_{FO} * N_{FO}$
- Sp = sección práctica del ducto = $St * k$

La sección de la fibra es:

$$S_{FO} = \frac{\pi * (\varnothing_{FO})^2}{4}$$
$$S_{FO} = \frac{\pi * (12,3)^2}{4}$$
$$S_{FO} = 118,82 \text{ mm}^2$$

Ahora la sección teórica del ducto es:

$$St = S_{FO} * N_{FO}$$
$$St = 118,82 * 3$$
$$St = 352,46 \text{ mm}^2$$

Ahora la sección práctica necesaria para la canaleta es:

$$Sp = St * k$$
$$Sp = 352,46 * 1,1$$
$$Sp = 392,11 \text{ mm}^2$$

Para cumplir con la norma TIA/EIA-569-A, se asume la Sp como el 40 % y para obtener el 100 % el cálculo es como sigue:

$$\begin{aligned}40 \% & \text{-----} 392,11 \\100 \% & \text{-----} Su \\Su & = \frac{100 * 392,11}{40} \\Su & = 980,27 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

La sección del tubo de $\varnothing 1'' = 26,6 \text{ mm}$ es:

$$\begin{aligned}S_{FO} & = \frac{\pi * (\varnothing)^2}{4} \\S_{FO} & = \frac{\pi * (26,6)^2}{4} \\S_{FO} & = 555,76 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

En comparación con la Su necesaria para las 3 fibras ópticas no cumple. Sin embargo, en el último tramo solo será necesario ducto para 1 fibra óptica. Si se realiza el cálculo para la Su necesaria para un 1 fibra óptica da como resultado:

$$Su = 297,05 \text{ mm}^2$$

Por tanto, para 1 fibra óptica el tubo de $\varnothing 1''$ sí cumple.

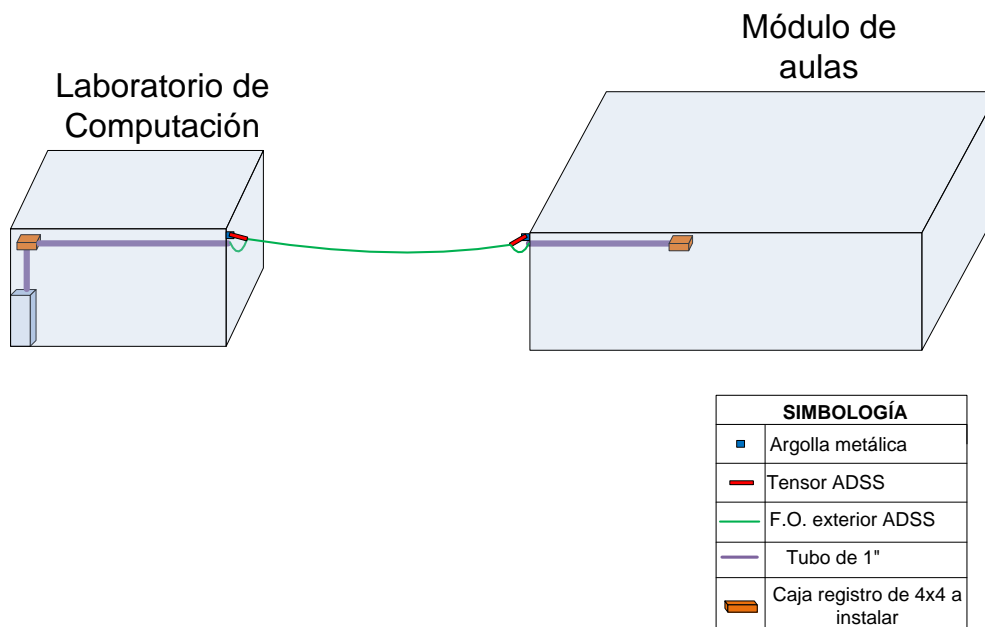
La sección del tubo de $\varnothing 1 \frac{1}{2}'' = 40,9 \text{ mm}$ es:

$$\begin{aligned}S_{FO} & = \frac{\pi * (\varnothing)^2}{4} \\S_{FO} & = \frac{\pi * (40,9)^2}{4} \\S_{FO} & = 1313,82 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Como se puede observar, el tubo de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ ", para 3 fibras sí cumple.

Para el gabinete 4, será necesario instalar un tramo de fibra óptica en forma aérea, el detalle se muestra en la figura siguiente.

Figura 6. **Instalación de fibra óptica en Laboratorio de Computación**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

5.3.2.3. Selección de componentes

Para el cableado interedificios serán necesarios los siguientes componentes:

- Fibra óptica ADDS, multimodo 50/125 μm , no armada de 6 hilos. Se recomienda utilizar fibra óptica marca Draka.

- Cables de interconexión de fibra óptica dobles tipo SC-SC multimodo de 1 metro. Se recomiendan los modelos XGLO de la marca Siemon.
- Cables de interconexión de fibra óptica dobles tipo SC-LC multimodo de 1 metro. Se recomiendan los modelos XGLO de la marca Siemon.
- Conectores dobles tipo SC como los XGLO de la marca Siemon.
- Tubo galvanizado de Ø 1 ½ ”.
- Tubo galvanizado de Ø 1 ”.
- Cajas de registro metálicas de 4 ”x 4 ”.
- Tensores ADSS.
- Argollas metálicas.

5.3.2.4. Cuantificación

En la tabla siguiente se detalla la cantidad de fibra óptica necesaria para cada gabinete de telecomunicaciones.

Tabla VII. **Cuantificación de F.O. entre gabinetes de telecomunicaciones**

FIBRA ÓPTICA DESDE ADMINISTRACIÓN HASTA CADA GABINETE				
Desde	Hasta	Longitud F.O. (metros)	Reserva(metros)	Total por tramo
Gabinete 1	Gabinete 2	115	1	116
Gabinete 1	Gabinete 3	180	1	181
Gabinete 1	Gabinete 4	170	1	171
TOTAL PARCIAL				468
TOTAL (INCLUYE 20 % DE HOLGURA)				561,6

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestran las cantidades necesarias de materiales para el cableado interedificios.

Tabla VIII. **Materiales necesarios para el cableado interedificios**

MATERIAL NECESARIO PARA EL CABLEADO INTER-EDIFICIOS					
CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
570	metros lineales	Fibra óptica multimodo	Draka	6 hilos, sin armar, 50/125 µm	
20	unidades	Conectores SC multimodo	Siemon	XGLO, SC, dobles, multimodo	
7	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-LC, dobles, multimodo	
4	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-SC, dobles, multimodo	
47	unidad	Tubo galvanizado		Ø 1 1/2"	
22	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1"	
10	unidades	Caja de registros		Metálicas de 4" x 4"	
2	unidades	Tensores ADSS	Humbrail		
2	unidades	Argollas metálicas			Para se fijadas en pared.

Fuente: elaboración propia.

5.3.3. Cableado horizontal

Es el conjunto de cables que se instalan desde las salas de telecomunicaciones hacia cada uno de los puntos de red o puntos finales de una red de datos.

5.3.3.1. Diseño de red interna

La red interna de datos de la Escuela consiste en el cableado estructurado, tomas de red, ubicación de gabinetes de telecomunicaciones, canalización adecuada, entre otros.

Para la Escuela, con base en las necesidades planteadas, se definió que será necesario instalar 240 puntos de red, de los cuales 2 servirán para instalar puntos de acceso inalámbrico (AP, por sus siglas en inglés). Dichos puntos serán: CMD G1 A33 y CMD G1 A34, se instalarán en el salón de profesores y el salón de usos múltiples, respectivamente. Estos puntos deben instalarse a una altura de 2,40 metros sobre el nivel piso terminado (SNPT).

Los puntos de red restantes se instalarán en los laboratorios y en los salones de clase, para que sirvan de herramienta a los profesores.

El diseño del cableado estructurado es como se muestra en el plano: cableado horizontal de Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán. En dicho plano se indica las ubicaciones de cada uno de los puntos de red, estas ubicaciones fueron consideradas como las mejores, con base en la distancia y cercanía al pizarrón.

5.3.3.2. Canalización

La canalización en el área administrativa consistirá en instalar, para las bajadas y terminaciones en los puntos de red, canaleta plástica para oficina.

Para el resto áreas se deberá instalar tubo galvanizado, sobre el techo del caminamiento y canaleta metálica en las orillas de los módulos de aulas o de los talleres. Las bajadas y terminaciones en los puntos de red consistirán en tubo galvanizado de menor diámetro.

Con base en las fórmulas utilizadas en los cálculos de canalización se presentan las siguientes tablas, para elegir la canaleta metálica y el tubo galvanizado más adecuado. Dichas tablas se elaboraron con base en la Norma TIA/EIA-569-A.

Tabla IX. **Capacidad de llenado para tubo galvanizado**

DIÁMETRO INTERNO		SECCIÓN ÚTIL (mm ²)	CAPACIDAD DE LLENADO	
pulg.	mm		# cables (40 %)	# cables (60 %)
1/2	16	196	0	0
3/4	21	343	3	5
1	27	556	6	9
1 1/4	35	968	10	15
1 1/2	41	1 314	15	23
2	53	2 165	20	30
2 1/2	63	3 088	30	45
3	78	4 766	40	60

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Capacidad de llenado para canaleta metálica**

DIMENSIONES (pulg.)		DIMENSIONES (mm)		SECCIÓN (mm ²)	CAPACIDAD DE LLENADO	
ALTO	ANCHO	ALTO	ANCHO		# cables (40%)	# cables (60%)
3	2	75	50	3 750	48	72
3	3	75	75	5 625	72	108
4	4	100	100	10 000	128	192
4	6	100	150	15 000	192	289
6	6	150	150	22 500	289	433
4	8	100	200	20 000	257	385
8	8	200	200	40 000	513	770

Fuente: Dimensiones. <http://www.proelca.com/node/47>. Consulta: 2 de mayo de 2014.

Tabla XI. **Canaleta Legrand y sus series**

SELECCIÓN DE CANAleta			
# cables (max)	Sección útil (mm ²)	Medida comercial	Marca sugerida / serie
4	342,87	40 mm X 16 mm	LEGRAND/DLP
10	687,50	80 mm X 35 mm	LEGRAND/DLP
10 a 30	2 570,25	80 mm X 50 mm	LEGRAND/DLP
30 a 40	3 428,70	150 mm X 50 mm	LEGRAND/INDUSTRIAL PVC
20 en piso	1 714,35	92 mm X 20 mm	LEGRNAD/DLP PISO

Fuente: elaboración propia.

5.3.3.3. Selección de componentes

- Cable UTP categoría 6 por lo menos. Se recomienda utilizar cable UTP de la marca Siemon.
- Tomas de conexión RJ-45 categoría 6. Se recomienda la línea Z-MAX de la marca Siemon.
- Placas frontales dobles. Se recomienda la línea 10GMX de la marca Siemon.
- Placas frontales simples. Se recomienda la línea 10GMX de la marca Siemon.

Figura 7. Tomas de conexión RJ-45 Z-MAX Siemon



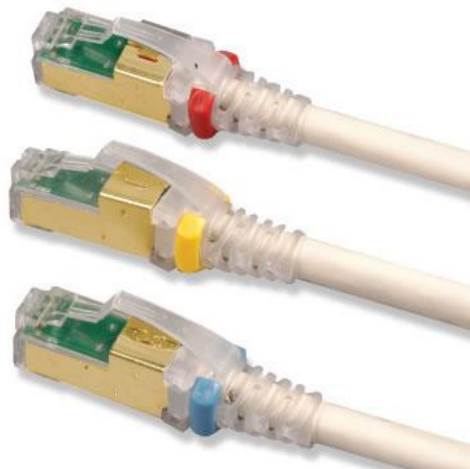
Fuente: SIEMON. *Network cabling solutions*. p. 17.4.

Figura 8. **Tomas de conexión RJ-45 híbridas Z-MAX instaladas plana/en ángulo**



Fuente: SIEMON. *Network cabling solutions*. p. 17.4.

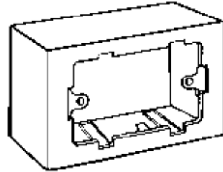
Figura 9. **Cable de interconexión Z-MAX Siemon**



Fuente: SIEMON. *Network cabling solutions*. p. 17.4.

- Cajas universales blancas. Se recomienda utilizar de la marca Legrand.

Figura 10. **Caja universal Legrand**



Fuente: LEGRAND. *Productos y sistemas*. p. 632.

- Cajas para datos, simples, impermeables. Para los puntos de red a instalar sobre el piso. Se recomienda las cajas Idrobox de Bticino.

Figura 11. **Caja de 1 módulo, Idrobox de Bticino**



Fuente: BTICINO. *Matix, solución universal*. p. 37.

- Canaleta metálica de 3"x2".

Figura 12. **Canaleta metálica**



Fuente: Proelca. *Proelca*. <http://www.proelca.com/catalog/canaleta/canaleta-tipo-ducto>
Consulta: 03 de Marzo de 2015.

- Tubo galvanizado de: \varnothing 3", \varnothing 1 ½" y \varnothing 1".
- Canaleta plástica para oficina de 40 mm x 16 mm. Se recomienda marca Legrand.
- Canaleta plástica para oficina de piso de 50 mm x 12 mm. Se recomienda marca Legrand.
- Cajas de registro metálicas de: 6 " x 6 " , 5 " x 5 " y de 4 " x 4 " .
- 2 puntos de acceso (AP) inalámbrico de alto rango de cobertura, para ser instalados en los puntos: CMD G1 A33 y CMD G1 A34. Se recomienda el modelo 7982 de la marca Ruckus.

5.3.3.4. Cuantificación

A continuación se presentan tablas con las cantidades necesarias de cable UTP, desde cada gabinete de telecomunicaciones hasta cada punto de red.

Tabla XII. **Cuantificación de cable UTP gabinete1, Panel de interconexión A**

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma
Gabinete 1	CMD G1 A01-A02	toma 1	4,40	2,70	7,10	2,00	14,20	17,04	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A03-A04	toma 2	6,55	2,70	9,25	2,00	18,50	22,20	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A05-A06	toma 3	16,25	2,70	18,95	2,00	37,90	45,48	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A07 - A08	toma 4	11,45	2,70	14,15	2,00	28,30	33,96	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A09 - A10	toma 5	15,75	2,70	18,45	2,00	36,90	44,28	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A11 - A12	toma 6	17,00	2,70	19,70	2,00	39,40	47,28	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A13 - A14	toma 7	16,85	2,70	19,55	2,00	39,10	46,92	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A15 - A16	toma 8	18,90	2,70	21,60	2,00	43,20	51,84	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A17 - A18	toma 9	24,00	2,70	26,70	2,00	53,40	64,08	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A19 - A20	toma 10	27,85	2,70	30,55	2,00	61,10	73,32	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A21 - A22	toma 11	29,05	2,70	31,75	2,00	63,50	76,20	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A23 - A24	toma 12	30,65	2,70	33,35	2,00	66,70	80,04	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A25 - A26	toma 13	9,10	2,70	11,80	2,00	23,60	28,32	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A27 - A28	toma 14	11,24	2,70	13,94	2,00	27,88	33,46	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A29 - A30	toma 15	10,46	2,70	13,16	2,00	26,32	31,58	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A31 - A32	toma 16	12,51	2,70	15,21	2,00	30,42	36,50	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A33	toma 17	34,60	0,60	35,20	1,00	35,20	42,24	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A34	toma 18	63,76	0,60	64,36	1,00	64,36	77,23	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A35 - A36	toma 19	63,65	2,70	66,35	2,00	132,70	159,24	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A37 - A38	toma 20	60,00	2,70	62,70	2,00	125,40	150,48	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A39 - A40	toma 21	63,55	2,70	66,25	2,00	132,50	159,00	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A41 - A42	toma 22	57,00	2,70	59,70	2,00	119,40	143,28	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A43 - A44	toma 23	64,70	2,70	67,40	2,00	134,80	161,76	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A45 - A46	toma 24	66,30	2,70	69,00	2,00	138,00	165,60	Normal
Gabinete 1	CMD G1 A47 - A48	toma 25	67,35	2,70	70,05	2,00	140,10	168,12	Normal

Total de metros lineales de cable UTP	1 959,46
--	-----------------

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Cuantificación de cable UTP gabinete1, Panel de interconexión B**

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma
Gabinete 1	CMD G1 B01 - B02	toma 26	68,40	2,70	71,10	2,00	142,20	170,64	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B03 - B04	toma 27	69,45	2,70	72,15	2,00	144,30	173,16	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B05-B06	toma 28	70,50	2,70	73,20	2,00	146,40	175,68	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B07 - B08	toma 29	73,70	2,70	76,40	2,00	152,80	183,36	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B09 - B10	toma 30	74,75	2,70	77,45	2,00	154,90	185,88	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B11 - B12	toma 31	75,80	2,70	78,50	2,00	157,00	188,40	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B13 - B14	toma 32	76,85	2,70	79,55	2,00	159,10	190,92	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B15 - B16	toma 33	77,79	2,70	80,49	2,00	160,98	193,18	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B17 - B18	toma 34	78,95	2,70	81,65	2,00	163,30	195,96	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B19 - B20	toma 35	83,69	2,70	86,39	2,00	172,78	207,34	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B21 - B22	toma 36	80,38	2,70	83,08	2,00	166,16	199,39	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B23 - B24	toma 37	81,30	2,70	84,00	2,00	168,00	201,60	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B25 - B26	toma 38	81,60	2,70	84,30	2,00	168,60	202,32	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B27 - B28	toma 39	82,83	2,70	85,53	2,00	171,06	205,27	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B29 - B30	toma 40	83,88	2,70	86,58	2,00	173,16	207,79	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B31 - B32	toma 41	84,93	2,70	87,63	2,00	175,26	210,31	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B33 - B34	toma 42	85,23	0,60	85,83	2,00	171,66	205,99	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B35 - B36	toma 43	74,00	2,70	76,70	2,00	153,40	184,08	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B37 - B38	toma 44	79,96	2,70	82,66	2,00	165,32	198,38	Normal
Gabinete 1	CMD G1 B39 - B40	toma 45	74,87	2,70	77,57	2,00	155,14	186,17	Normal

Total de metros lineales de cable UTP	3 865,82
--	-----------------

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Cuantificación de cable UTP gabinete 2, Panel de interconexión A

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma
Gabinete 2	CMD G1 A01-A02	toma 46	26,85	2,70	29,55	2,00	59,10	70,92	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A03-A04	toma 47	51,17	2,70	53,87	2,00	107,74	129,29	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A05-A06	toma 48	59,59	2,70	62,29	2,00	124,58	149,50	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A07 - A08	toma 49	73,85	2,70	76,55	2,00	153,10	183,72	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A09 - A10	toma 50	82,07	2,70	84,77	2,00	169,54	203,45	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A11 - A12	toma 51	81,11	2,70	83,81	2,00	167,62	201,14	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A13 - A14	toma 52	80,61	2,70	83,31	2,00	166,62	199,94	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A15 - A16	toma 53	66,92	2,70	69,62	2,00	139,24	167,09	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A17 - A18	toma 54	58,38	2,70	61,08	2,00	122,16	146,59	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A19 - A20	toma 55	46,25	2,70	48,95	2,00	97,90	117,48	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A21 - A22	toma 56	54,85	2,70	57,55	2,00	115,10	138,12	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A23 - A24	toma 57	69,02	2,70	71,72	2,00	143,44	172,13	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A25 - A26	toma 58	77,25	2,70	79,95	2,00	159,90	191,88	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A27 - A28	toma 59	76,13	2,70	78,83	2,00	157,66	189,19	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A29 - A30	toma 60	75,63	2,70	78,33	2,00	156,66	187,99	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A31 - A32	toma 61	61,93	2,70	64,63	2,00	129,26	155,11	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A33 - A34	toma 62	53,39	0,60	53,99	2,00	107,98	129,58	Normal
Gabinete 2	CMD G1 A35 - A36	toma 63	25,90	2,70	28,60	2,00	57,20	68,64	Normal

Total de metros lineales de cable UTP	2 801,76
--	-----------------

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Cuantificación de cable UTP gabinete 3, Panel de interconexión A**

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma
Gabinete 3	CMD G1 A01 - A02	toma 64	5,25	2,70	7,95	2,00	15,90	19,08	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A03 - A04	toma 65	12,37	2,70	15,07	2,00	30,14	36,17	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A05 - A06	toma 66	13,42	2,70	16,12	2,00	32,24	38,69	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A07 - A08	toma 67	14,47	2,70	17,17	2,00	34,34	41,21	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A09 - A10	toma 68	15,49	2,70	18,19	2,00	36,38	43,66	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A11 - A12	toma 69	16,57	2,70	19,27	2,00	38,54	46,25	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A13 - A14	toma 70	4,90	2,70	7,60	2,00	15,20	18,24	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A15 - A16	toma 71	5,95	2,70	8,65	2,00	17,30	20,76	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A17 - A18	toma 72	6,98	2,70	9,68	2,00	19,36	23,23	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A19 - A20	toma 73	8,05	2,70	10,75	2,00	21,50	25,80	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A21 - A22	toma 74	9,07	2,70	11,77	2,00	23,54	28,25	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A23 - A24	toma 75	6,15	2,70	8,85	2,00	17,70	21,24	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A25 - A26	toma 76	18,35	2,70	21,05	2,00	42,10	50,52	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A27 - A28	toma 77	10,65	2,70	13,35	2,00	26,70	32,04	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A29 - A30	toma 78	10,90	2,70	13,60	2,00	27,20	32,64	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A31 - A32	toma 79	74,00	2,70	76,70	2,00	153,40	184,08	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A33 - A34	toma 80	74,50	2,70	77,20	2,00	154,40	185,28	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A35 - A36	toma 81	86,48	2,70	89,18	2,00	178,36	214,03	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A37 - A38	toma 82	72,92	2,70	75,62	2,00	151,24	181,49	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A39 - A40	toma 83	75,55	2,70	78,25	2,00	156,50	187,80	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A41 - A42	toma 84	82,55	2,70	85,25	2,00	170,50	204,60	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A43 - A44	toma 85	82,83	2,70	85,53	2,00	171,06	205,27	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A45 - A46	toma 86	69,50	2,70	72,20	2,00	144,40	173,28	Normal
Gabinete 3	CMD G1 A47 - A48	toma 87	56,38	2,70	59,08	2,00	118,16	141,79	Normal

Total de metros lineales de cable UTP	2 155,39
--	-----------------

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Cuantificación de cable UTP gabinete 4, Panel de interconexión A**

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma
Gabinete 4	CMD G1 A01 - A02	toma 88	5,15	2,70	7,85	1,00	7,85	9,42	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A03	toma 89	5,73	2,70	8,43	1,00	8,43	10,12	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A04	toma 90	6,70	2,70	9,40	1,00	9,40	11,28	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A05	toma 91	7,63	2,70	10,33	1,00	10,33	12,40	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A06	toma 92	8,58	2,70	11,28	1,00	11,28	13,54	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A07	toma 93	9,53	2,70	12,23	1,00	12,23	14,68	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A08	toma 94	10,48	2,70	13,18	1,00	13,18	15,82	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A09	toma 95	11,43	2,70	14,13	1,00	14,13	16,96	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A10	toma 96	12,38	2,70	15,08	1,00	15,08	18,10	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A11	toma 97	7,70	2,70	10,40	1,00	10,40	12,48	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A12	toma 98	8,65	2,70	11,35	1,00	11,35	13,62	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A13	toma 99	9,60	2,70	12,30	1,00	12,30	14,76	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A14	toma 100	10,55	2,70	13,25	1,00	13,25	15,90	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A15	toma 101	11,50	2,70	14,20	1,00	14,20	17,04	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A16	toma 102	12,45	2,70	15,15	1,00	15,15	18,18	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A17	toma 103	13,40	2,70	16,10	1,00	16,10	19,32	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A18	toma 104	14,35	2,70	17,05	1,00	17,05	20,46	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A19	toma 105	9,70	2,70	12,40	1,00	12,40	14,88	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A20	toma 106	10,65	2,70	13,35	1,00	13,35	16,02	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A21	toma 107	11,60	2,70	14,30	1,00	14,30	17,16	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A22	toma 108	12,55	2,70	15,25	1,00	15,25	18,30	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A23	toma 109	13,50	2,70	16,20	1,00	16,20	19,44	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A24	toma 110	14,40	2,70	17,10	1,00	17,10	20,52	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A25	toma 111	15,40	2,70	18,10	1,00	18,10	21,72	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A26	toma 112	16,35	2,70	19,05	1,00	19,05	22,86	Hermética

Total de metros lineales de cable UTP	404,95
--	---------------

Continuación de la tabla XVI.

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma
Gabinete 4	CMD G1 A27	toma 113	11,70	2,70	14,40	1,00	14,40	17,28	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A28	toma 114	12,65	2,70	15,35	1,00	15,35	18,42	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A29	toma 115	13,60	2,70	16,30	1,00	16,30	19,56	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A30	toma 116	14,55	2,70	17,25	1,00	17,25	20,70	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A31	toma 117	15,50	2,70	18,20	1,00	18,20	21,84	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A32	toma 118	16,45	2,70	19,15	1,00	19,15	22,98	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A33	toma 119	17,40	2,70	20,10	1,00	20,10	24,12	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A34	toma 120	18,35	2,70	21,05	1,00	21,05	25,26	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A35	toma 121	13,45	2,70	16,15	1,00	16,15	19,38	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A36	toma 122	14,40	2,70	17,10	1,00	17,10	20,52	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A37	toma 123	15,35	2,70	18,05	1,00	18,05	21,66	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A38	toma 124	16,30	2,70	19,00	1,00	19,00	22,80	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A39	toma 125	17,25	2,70	19,95	1,00	19,95	23,94	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A40	toma 126	18,20	2,70	20,90	1,00	20,90	25,08	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A41	toma 127	19,15	2,70	21,85	1,00	21,85	26,22	Hermética
Gabinete 4	CMD G1 A42	toma 128	20,10	2,70	22,80	1,00	22,80	27,36	Hermética

Total de metros lineales de cable UTP	357,12
--	---------------

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Materiales necesarios para el cableado horizontal**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
11 600	metros lineales	Cable UTP	Siemon	Categoría 6	
214	unidades	Tomas RJ-45 Cat. 6	Siemon	ZMAX	
172	unidades	Placas frontales dobles	Siemon	10GMX	
42	unidades	Placas frontales simples	Siemon	10GMX	
174	unidades	Cajas universales	LEGRAND		
40	unidades	Cajas impermeables	Bticino	IDROBOX, de 1 módulo	
35	metros lineales	Canaleta 40mmX16mm	LEGRAND	DLP	
5	metros lineales	Canaleta 50mmX12mm	LEGRAND	DLP piso	
260	metros lineales	Canaleta metálica	PROELCA	3" x 2", con tapa	
60	unidades	Tubo galvanizado		Ø 3"	Cada unidad = 3 metros
60	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1 1/2"	Cada unidad = 3 metros
108	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1"	Cada unidad = 3 metros
15	unidades	Cajas de registro metálicas		6" x 6"	
6	unidades	Cajas de registro metálicas		5" x 5"	
10	unidades	Cajas de registro metálicas		4" x 4"	
2	unidad	Punto de acceso (AP)	Ruckus	7 982	

Fuente: elaboración propia.

5.3.4. Gabinetes de telecomunicaciones

Tomando en consideración que no existen espacios definidos, como tal, para salas de telecomunicaciones, solamente se definieron ubicaciones para instalar los gabinetes de telecomunicaciones. Dichas ubicaciones se escogieron porque cuentan con condiciones mínimas de seguridad para los equipos.

Las ubicaciones de los gabinetes de telecomunicaciones son: gabinete 1, Dirección de la Escuela; gabinete 2, bodega del Laboratorio de Ciencias Naturales; gabinete 3, Laboratorio de Reparación de Computadoras y gabinete 4, Laboratorio de Computación, estas ubicaciones se pueden observar en los planos.

5.3.4.1. Selección de equipo

A continuación se detallan los equipos activo y pasivo para la Red de Datos de la Escuela.

5.3.4.1.1. Equipo activo de redes

En el gabinete 1 será necesario instalar 2 (dos) *switch* tipo 1. Se recomienda utilizar el modelo CATALYST 3750X-48PF-S de Cisco. Los *switchs* deberán conectarse apilados o en STACK, para una mejor administración lógica.

En los gabinetes 2, 3 y 4, será necesario instalar 1 (uno) *switch* tipo 2, en cada lugar. Se recomienda utilizar el modelo CATALYST 2960S-48LPS-L de Cisco.

5.3.4.1.2. Equipo pasivo de redes

Para el Gabinete 1 será necesario instalar:

- 1 gabinete de piso de 28 unidades, se recomienda el modelo Dynamic 28RU de la marca Quest.

Figura 13. **Gabinete modelo Dynamic 28RU, de la marca Quest**



Fuente: QUEST. *Infraestructura para data, industria y energía*. p. 128.

- 1 panel de interconexión de fibra óptica se recomienda el modelo FCP3-DWR de Siemon, ya que cuenta con, bandeja y ordenador en un solo equipo.

Figura 14. **Bandeja y ordenador de fibra óptica modelo FCP3-DWR
Siemon**



Fuente: SIEMON. *Network cabling solutions*. p. 17.4.

- 3 pack de 6 adaptadores SC dobles, para fibra óptica. Se recomienda el modelo siguiente:

Figura 15. **Pack de 6 adaptadores SC dobles para la bandeja FCP3-DWR**



Fuente: SIEMON. *Network cabling solutions*. p. 17.4.

- 4 módulos mini Gbic de 1 310 nm (SFP, SX). Se recomienda utilizar la marca Cisco por cuestiones de compatibilidad.
- 2 paneles de interconexiones de 48 puertos de 1 RU. Se recomienda el modelo Z-MAX de Siemon.

Figura 16. **Panel de interconexión Z-MAX Siemon**



Fuente: SIEMON. *Network cabling solutions*. p. 17.4.

- 2 ordenadores de cable UTP horizontales de 2 RU. Se recomienda el organizador tipo ducto de 1 unidades de la marca Quest.

Figura 17. **Organizador de cable UTP tipo ducto de 2RU de Quest**



Fuente: QUEST. *Infraestructura para data, industria y energía*. p. 128.

- 1 tomacorriente múltiple horizontal. Se recomienda el multitoma horizontal Línea Premium de la marca Quest, tipo hospitalario (código MH-4715).

Figura 18. **Tomacorriente múltiple horizontal de Quest**



Fuente: QUEST. *Infraestructura para data, industria y energía*. p. 128.

- Equipo de ventilación dedicada para los gabinetes de telecomunicaciones, se recomienda instalar en cada gabinete 3 kit de ventilación doble de la marca Quest (código KP4729).

Figura 19. **Kit de ventilación doble para gabinetes de piso Quest**



Fuente: QUEST. *Infraestructura para data, industria y energía*. p. 128.

- 88 cables de interconexión (patchcords). Se deberá utilizar aquellos que cumplan con las especificaciones de la categoría 6.

En el gabinete 2, será necesario instalar:

- Gabinete de piso de 15 unidades. Se recomienda el modelo Dynamic 15RU de la marca Quest.

Figura 20. **Gabinete modelo Dynamic 15RU Quest**



Fuente: QUEST. *Infraestructura para data, industria y energía*. p. 128.

- 1 panel de interconexión de fibra óptica. Se recomienda el modelo FCP3-DWR de Siemon, ya que cuenta con, bandeja y ordenador en un solo equipo.

- 1 módulo mini Gbic (SFP, SX). Se recomienda utilizar la marca Cisco por cuestiones de compatibilidad.
- 1 panele de interconexiones de 48 puertos de 1 RU. Se recomienda el modelo Z-MAX de Siemon.
- 1 ordenadores de cable UTP horizontales de 2 RU. Se recomienda el organizador tipo ducto de 1 unidades de la marca Quest.
- 1 tomacorriente múltiple horizontal. Se recomienda el multitoma horizontal Línea Premium de la marca Quest, tipo hospitalario (código MH-4715).
- Equipo de ventilación dedicada para los gabinetes de telecomunicaciones. Se recomienda instalar en cada gabinete 3 kit de ventilación doble de la marca Quest (código KP4729).
- 36 cables de interconexión (*patchcords*). Se deberá utilizar aquellos que cumplan con las especificaciones de la categoría 6.

En el gabinete 3 será necesario instalar:

- Gabinete de piso de 15 unidades. Se recomienda el modelo Dynamic 15 RU de la marca Quest.
- 1 Panel de interconexión de fibra óptica. Se recomienda el modelo FCP3-DWR de Siemon, ya que cuenta con, bandeja y ordenador en un solo equipo.
- 1 módulo mini Gbic (SFP, SX). Se recomienda utilizar la marca Cisco por cuestiones de compatibilidad.
- 1 panele de interconexiones de 48 puertos de 1 RU. Se recomienda el modelo Z-MAX de Siemon.
- 1 ordenador de cable UTP horizontal de 2 RU. Se recomienda el organizador tipo ducto de 1 unidades de la marca Quest.

- 1 tomacorriente múltiple horizontal. Se recomienda el multitoma horizontal Línea Premium de la marca Quest, tipo hospitalario (código MH-4715).
- Equipo de ventilación dedicada para los gabinetes de telecomunicaciones. Se recomienda instalar en cada gabinete 3 kit de ventilación doble de la marca Quest (código KP4729).
- 48 cables de interconexión (*patchcords*). Se deberá utilizar aquellos que cumplan con las especificaciones de la categoría 6.

Y para el gabinete 4 será necesario instalar:

- 1 gabinete de piso de 15 unidades. Se recomienda el modelo Dynamic 15 RU de la marca Quest.
- 1 Panel de interconexión de fibra óptica. Se recomienda el modelo FCP3-DWR de Siemon, ya que cuenta con, bandeja y ordenador en un solo equipo.
- 1 módulo mini Gbic (SFP, SX). Se recomienda utilizar la marca Cisco por cuestiones de compatibilidad.
- 1 panel de interconexión de 48 puertos de 1 RU. Se recomienda el modelo Z-MAX de Siemon.
- 1 ordenador de cable UTP horizontal de 2 RU. Se recomienda el organizador tipo ducto de 1 unidades de la marca Quest.
- 1 tomacorriente múltiple horizontal. Se recomienda el multitoma horizontal Línea Premium de la marca Quest, tipo hospitalario (código MH-4715).
- Equipo de ventilación dedicada para los gabinetes de telecomunicaciones. Se recomienda instalar en cada gabinete 3 kit de ventilación doble de la marca Quest (código KP4729).
- 42 cables de interconexión (*patchcords*). Se deberá utilizar aquellos que cumplan con las especificaciones de la categoría 6.

5.3.4.2. Cuantificación

En la siguiente tabla se detallan los materiales necesarios para las salas de telecomunicaciones de la Escuela.

Tabla XVIII. **Material necesario para las salas de telecomunicaciones**

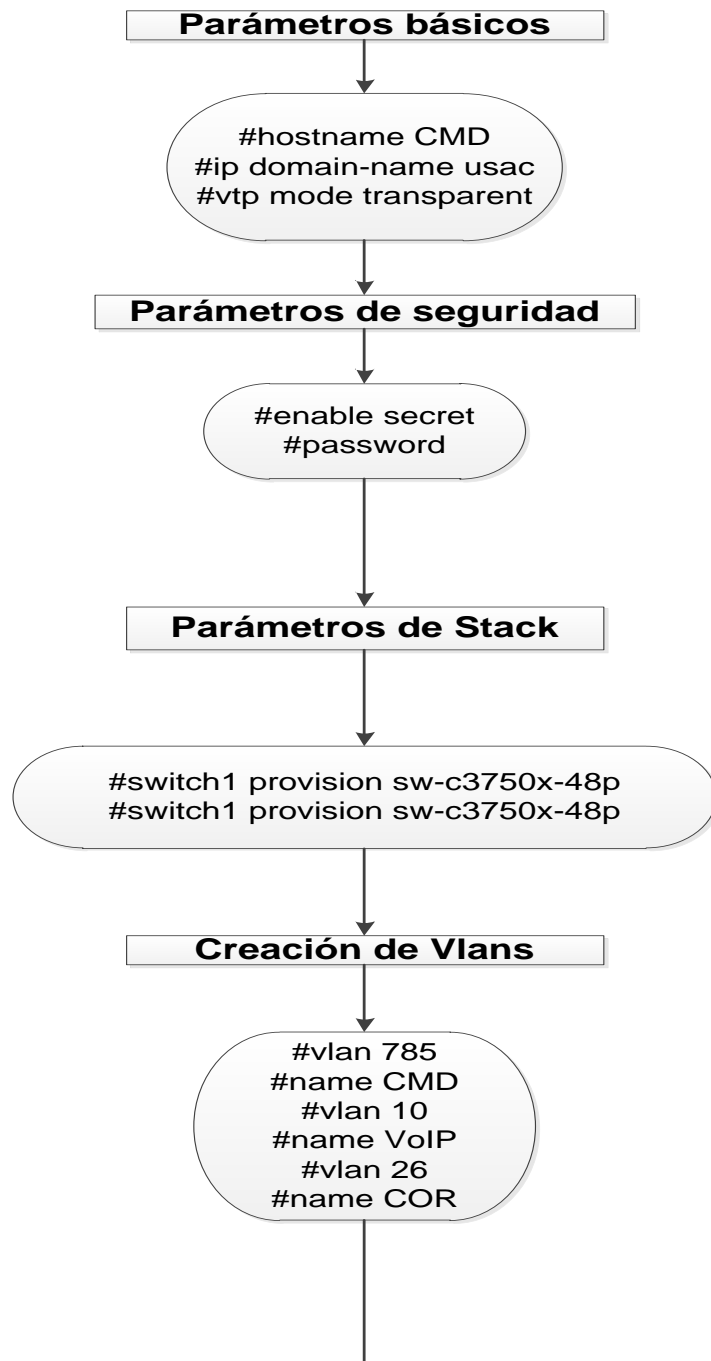
CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
1	unidades	Gabinetes de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 28RU, de piso	
3	unidades	Gabinetes de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 15RU, de piso	
4	unidades	Panel de fibra óptica	Siemon	FCP3-DWR	1RU cada uno
3	unidad	Pack de adaptadores	Siemon	6 adaptadores SC dobles	Compatible con FCP3-DWR
2	unidades	Switch de telecomunicaciones	Cisco	3750X-48PF-S	48 puertos
3	unidades	Switch de telecomunicaciones	Cisco	2960S-48LPS-L	48 puertos
7	unidades	Módulos miniGBIC	Cisco	SFP, SX	
5	unidades	Panel de interconexión	Siemon	Z-MAX, 48 puertos, 1RU, horizontal	
5	unidades	Ordenador de cable UTP	Quest	Tipo ducto, 2RU	1RU
12	unidades	Kits de ventilación doble	Quest	Código: KP-4729	
4	unidades	Tomacorrientes múltiples	Quest	Grado hospitalario, cod. MH-4716	
214	unidades	Cables de interconexión UTP	Siemon	Z-MAX, 1 metro, color a definir	

Fuente: elaboración propia.

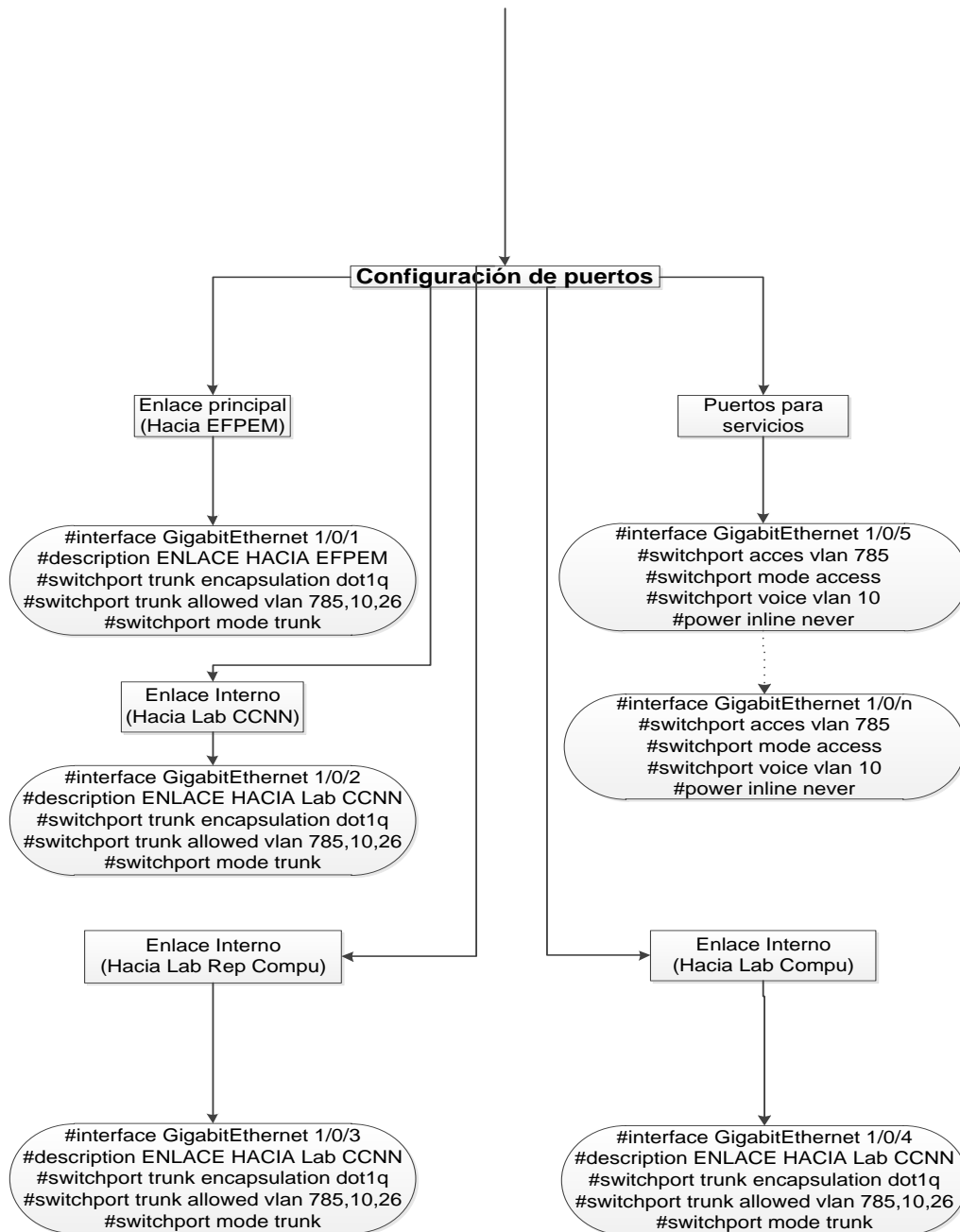
5.3.5. Configuración de equipo activo de redes

En el esquema siguiente se muestra de manera conceptual la forma en que deberán configurarse los *switchs*.

Figura 21. Configuración global del switch Catalyst 3750X



Continuación de la figura 21.



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

5.4. Red de energía eléctrica para la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán

Previo elaborar una propuesta se realizó un diagnóstico de la red de energía eléctrica actual de la Escuela.

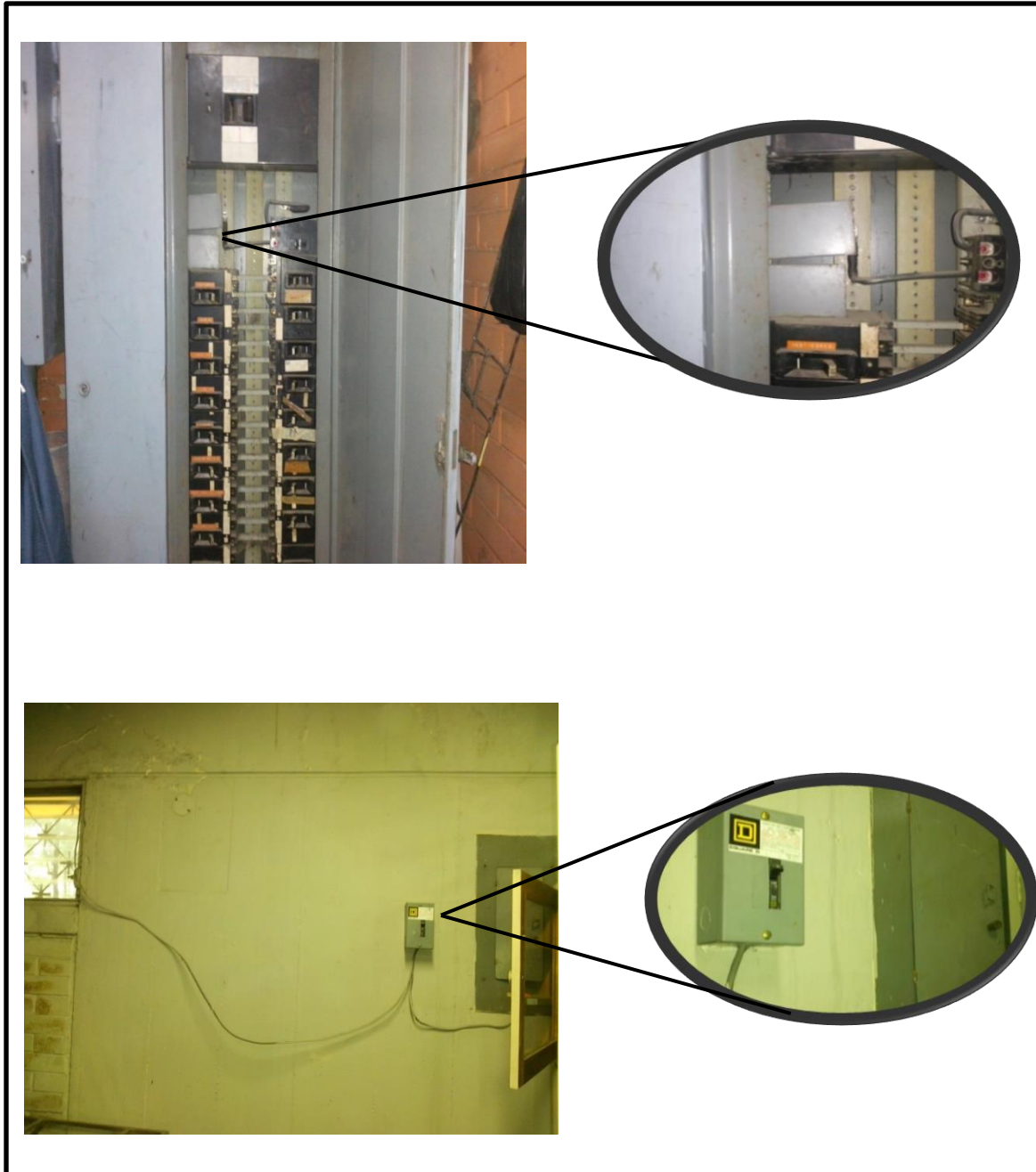
5.4.1. Diagnóstico

Se realizó visita a la Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán y se pudo comprobar que la instalación eléctrica existente no cumple con los requerimientos necesarios para el buen funcionamiento del equipo activo de red.

Se determinó lo siguiente:

- La acometida es 120/240 V.
- No tiene sistema de puesta a tierra.
- La canalización existente se encuentra en mal estado.
- Los tableros de distribución eléctrica no cumplen con lo necesario para proporcionar energía eléctrica a los gabinetes de telecomunicaciones y a los puntos de red.

Figura 22. Tablero principal, Escuela Dr. Carlos Martínez Durán



Fuente: cuarto de máquinas Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán.

5.4.2. Diseño de una nueva red eléctrica

Debido a la necesidad de tener una red de energía eléctrica robusta que permita proporcionar energía a los puntos de red de datos, se procede a diseñar una red eléctrica partiendo de algunos elementos existentes.

En primera instancia será necesario solicitar un cambio de acometida de sistema bifásico 120/240 V, a un sistema trifásico 120/208 V. Debido a que este nuevo sistema permitirá balancear mejor las cargas y el consumo de corriente disminuirá.

Segundo: será necesario reemplazar el tablero principal existente, por uno nuevo, de modelo reciente y de marca reconocida. Dicho tablero deberá ser trifásico, con doble barra de tierra.

Tercero: será necesario instalar un tablero secundario, para instalar las protecciones de tableros de distribución. Dicho tablero deberá ser trifásico, con doble barra de tierra.

Cuarto: será necesario instalar cinco tableros de distribución, para la alimentación eléctrica de cada punto de red de datos y de los gabinetes de telecomunicaciones.

5.4.2.1. Cálculos para tableros y protecciones

- Tablero TD – 1

N_t = número de tomacorrientes conectar = 24

P_p = potencia promedio de un tomacorriente = 400 watts

P_{pt} = potencia promedio total

$P_{150\%}$ = potencia al 150 %

I = corriente eléctrica

V = voltaje en trifásico = 208 V

$\cos \phi$ = factor de potencia = 0,9

Se procede a calcular la P_{pt} :

$$P_{pt} = N_t * P_p$$

$$P_{pt} = 24 * 400$$

$$P_{pt} = 9\,600 \text{ watts}$$

Y la potencia al 150 %:

$$P_{150\%} = 1,5 * P_{pt}$$

$$P_{150\%} = 1,5 * 9\,600$$

$$P_{150\%} = 14\,400 \text{ watts}$$

Ahora se calcula la corriente, hay que recordar que es una corriente para un sistema trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi}$$

$$I = \frac{14\,400}{\sqrt{3} * 208 * 0,9}$$

$$I = 44,41 \text{ A}$$

$$I \cong 45 \text{ A}$$

Con base en lo anterior se procede a calcular las corrientes para los tableros: TD – 2, TD – 3, TD – 4, y TD – 5; obteniendo los siguientes resultados:

Tabla XIX. **Corrientes en cada uno de los tableros de distribución**

TABLERO	No. TOMACORRIENTES	CORRIENTE (A)
TD - 1	24	45
TD - 2	44	85
TD - 3	18	34
TD - 4	24	45
TD - 5	21	39
CORRIENTE TOTAL		248

Fuente: elaboración propia.

Por lo anterior se concluye que los tableros deberán ser de barras de 100 A por lo menos, con protecciones de 3 x 100 A para TD – 2 y de 3 x 70 A para el resto de tableros.

De aquí se puede concluir también, que las barras para el tablero secundario, deberán ser de por lo menos 300 A.

Por otro lado, para cumplir con la Norma ANSI/IEEE C62.41, que hace referencia a la protección de las cargas, será necesario instalar un supresor de transientes de clase C, de por lo menos 100 KVA.

5.4.2.2. Cálculo del calibre adecuado de los conductores

Debido a que las distancias entre los tableros de distribución y el tablero secundario es superior a los 50 metros, a continuación se realizan los cálculos para elegir el calibre adecuado de los conductores.

- Cálculo para los conductores del tablero TD – 5

S = sección del conductor en mm^2

ρ_{cu} = resistencia eléctrica del cobre = $0,01724 \frac{\Omega \cdot \text{mm}}{\text{m}}$

L = longitud del conductor = 210 m

I = corriente máxima = 100 A

V = voltaje en trifásico = 208 V

ΔV = Caída de voltaje al 3 % = 6,24 V

$\cos \phi$ = factor de potencia = 0,9

C_{fase} = conductor de fase = $S * 150 \%$

C_{neutral} = conductor de neutral = $S * 250 \%$

Por ser un sistema trifásico, la sección del conductor es:

$$S = \frac{\sqrt{3} * \rho_{\text{cu}} * L * I * \cos \phi}{\Delta V}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} * 0,01724 * 210 * 100 * 0,9}{6,24}$$

$$S = 90,29 \text{ mm}^2$$

Ahora para los conductores de fase y de neutral:

$$C_{\text{fase}} = S * 1,5$$

$$C_{\text{fase}} = 90,29 * 1,5$$

$$C_{\text{fase}} = 135,43 \text{ mm}^2$$

$$C_{\text{neutral}} = S * 2,5$$

$$C_{\text{neutral}} = 90,29 * 2,5$$

$$C_{\text{neutral}} = 225,72 \text{ mm}^2$$

El calibre adecuado se elige con base en la tabla siguiente:

Tabla XX. **Tabla 310-16 del NEC**

CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE EN AMPERES DE CONDUCTORES AISLADOS DE 0 A 2000 VOLTS, 60 °C A 90 °C. NO MAS DE 3 CONDUCTORES EN UN CABLE, EN UNA CANALIZACION O DIRECTAMENTE ENTERRADOS Y PARA UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 30 °C							
TEMPERATURAS MAXIMAS DE OPERACION (VER TABLA 310.13)							
AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (AWG-KCM)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm2)	COBRE			ALUMINIO		
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
		TW*, UF*	RHW*, THW*, THHW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, USE*	SA, SIS, FEP*, FEPB*, RHH*, RHW-W, THW-W, THHW*, THW-LS, TT, THWN-2, THN*, USE-2, XHHW*, XHHW-2	TW*, UF*	RHW*, THW*, THHW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, USE*	SA, SIS, FEP*, FEPB*, RHH*, RHW-W, THW-2, THHW*, THW-LS, TT, THWN-2, THN*, USE-2, XHHW*, XHHW-2
18	0.8235			14			
16	1.307			18			
14	2.082	20	20	25			
12	3.307	25	25	30	20	20	25
10	5.26	30	35	40	25	30	35
8	8.367	40	50	55	30	40	45
6	13.3	55	65	75	40	50	60
4	21.15	70	85	95	55	65	75
2	33.62	95	115	130	75	90	100
1	42.41	110	130	150	85	100	115
1/0	53.48	125	150	170	100	120	135
2/0	67.43	145	175	195	115	135	150
3/0	85.01	165	200	225	130	155	175
4/0	107.2	195	230	260	150	180	205
250	126.7	215	255	290	170	205	230
300	152	240	285	320	190	230	255
350	177.3	260	310	350	210	250	280
400	202.7	280	335	380	225	270	305
500	253.4	320	380	430	260	310	350
600	304	355	420	475	285	340	385
750	380	400	475	535	320	385	435
1000	506.7	455	545	615	375	445	500

Fuente: BARRERA, B. *Tabla 310-16*. <http://www.paginasprodigy.com/belisariobortega/310-16.html>. Consulta: 23 de octubre de 2014.

En conclusión, los conductores de fase deberán ser calibre # 300 MCM y el conductor de neutral deberá ser calibre # 500 MCM.

Por cuestiones de costo, pueden unirse varios cables de un calibre determinado para cumplir con la sección necesaria, para este caso se realiza el siguiente cambio.

Para los conductores de fase se van a utilizar: 2 cables calibre #3/0.

Y, para el conductor de neutral se va a utilizar: 3 cables calibre #3/0.

Con base en los cálculos anteriores y la tabla anterior se genera las siguientes tablas con las secciones necesarias para los conductores de los distintos tableros de distribución y la combinación de conductores se cumplen con dichas secciones.

Tabla XXI. **Sección necesaria en milímetros cuadrado para los conductores de fase y de neutral**

TABLERO	DISTANCIA (m)	Conductor fase	Conductor neutral
TD - 1	50	32,3	53,82
TD - 2	110	71,29	118,82
TD - 3	130	83,85	139,75
TD - 4	180	116,1	193,1
TD - 5	210	135,43	225,72

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Calibre para los conductores de fase y de neutral**

TABLERO	Calibre según cálculos y tablas		Arreglo por costos	
	Conductor fase	Conductor neutral	Conductor fase	Conductor neutral
TD - 1	3 #2	1 #1/0	3 #2	1 #1/0
TD - 2	3 #3/0	1 #250 MCM	3 #3/0	2 #3/0
TD - 3	3 #3/0	1 #300 MCM	3 #3/0	2 #3/0
TD - 4	3 #250 MCM	1 #400 MCM	6 #2/0	2 #4/0
TD - 5	3 #300 MCM	1 #500 MCM	6 #3/0	3 #3/0

Fuente: elaboración propia.

5.4.2.3. Canalización

La canalización para la nueva red de energía eléctrica deberá ser aquella que albergue los la cantidad de cables que se muestra en la tabla siguiente.

Tabla XXIII. **Sección teórica del ducto**

Cantidad	Calibre	Sección (mm ²)	Sección total
3,00	# 2	33,62	100,86
1,00	# 1/0	53,48	53,48
6,00	# 2/0	67,43	404,58
19,00	# 3/0	85,01	1 615,19
2,00	# 4/0	107,20	214,40
Sección teórica total necesaria			2 388,51

Fuente: elaboración propia.

Con base en la metodología utilizada en el apartado 5.3.2.2 se obtiene que la sección útil mínima para el ducto debe ser $S_u = 6\ 568,40\ \text{mm}^2$.

Se determina el valor comercial del diámetro del ducto a utilizar despejando ϕ :

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * Su}{\pi}}$$

Sustituyendo valores queda:

$$\phi = \sqrt{\frac{4 * (6580,40)}{\pi}}$$

$$\phi = 91,53 \text{ mm}$$

De aquí, se concluye que un ducto con diámetro de 100 mm cumple.

Con base en la tabla siguiente se determina que el ducto con ϕ 4" es el adecuado para utilizar como canalización en la nueva red de energía eléctrica. Sin embargo, por cuestiones de instalación y de administración se recomienda instalar dos ductos de ϕ 3", como se muestra en el los planos.

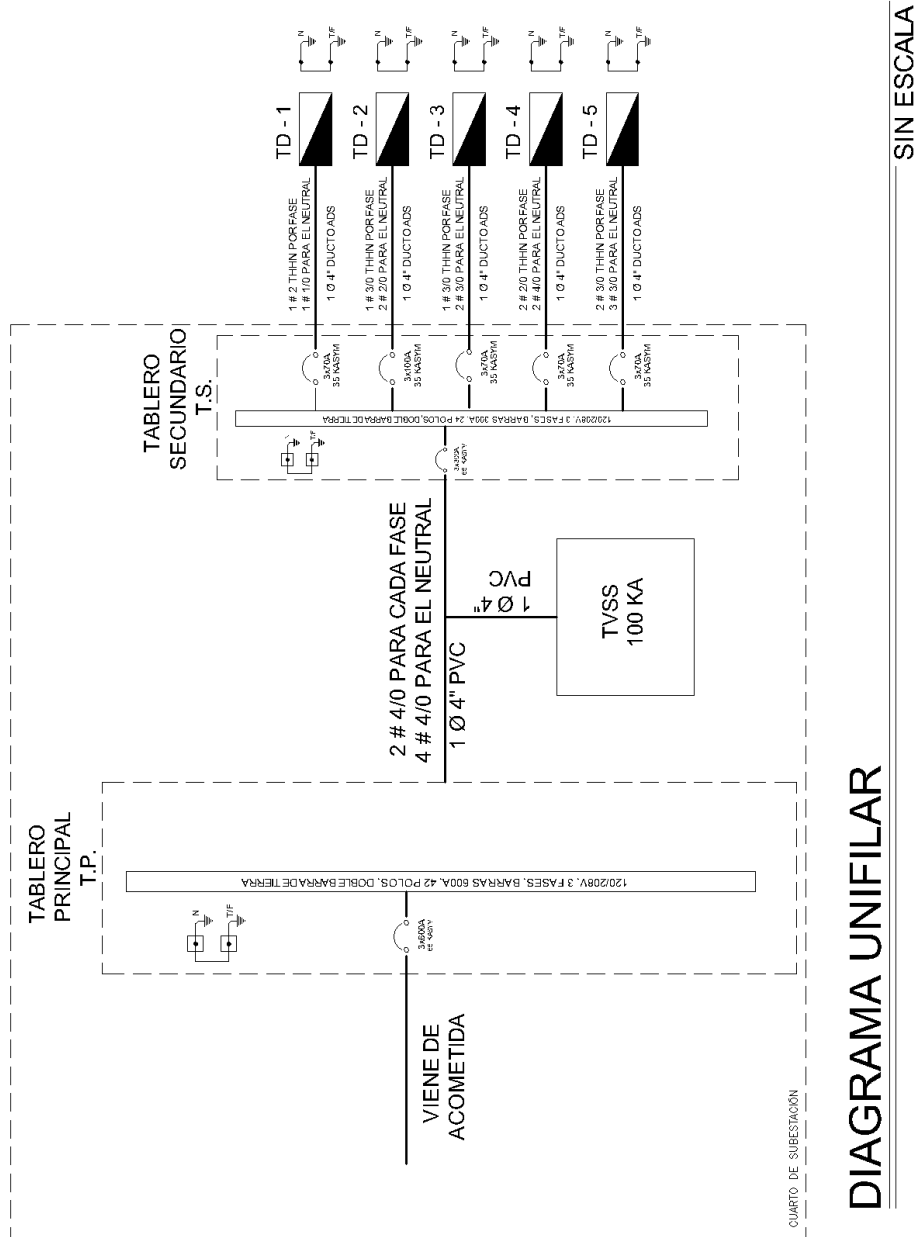
Tabla XXIV. **Tabla C.4 del NEC**

Type	CONDUCTORS										
	Size	Metric Designator (Trade Size)									
	(AWG/ kcmil)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
THHN, THWN, THWN-2	14	14	24	39	68	91	149	211	326	436	562
	12	10	17	29	49	67	109	154	238	318	410
	10	6	11	18	31	42	68	97	150	200	258
	8	3	6	10	18	24	39	56	86	115	149
	6	2	4	7	13	17	28	40	62	83	107
	4	1	3	4	8	10	17	25	38	51	66
	3	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
	2	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47
	1	1	1	2	4	5	9	13	20	27	35
	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	29
	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	24
	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17
	250	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Fuente: THEWAY Corp. *THEWAY Labs*. <http://www.thewaycorp.com/power/nec%20tables.pdf>.
 Consulta: el 31 de octubre de 2014.

El diagrama unifilar de la nueva instalación eléctrica es como se muestra en la figura siguiente.

Figura 23. Diagrama unifilar para la nueva instalación



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

5.4.2.4. Selección de componentes

Para la nueva red de energía eléctrica serán necesarios los siguientes componentes:

- Tablero de distribución eléctrica, tipo industrial, trifásico, 120/208V, 42 polos, barras de 600 A, doble barra de tierra. Se recomienda el tablero I-Line de SQUARE D.
- Tablero de distribución eléctrica, tipo industrial, trifásico, 120/208V, 24 polos, barras de 400 A, doble barra de tierra. Se recomienda el tablero I-Line de SQUARE D.
- Tableros de distribución eléctrica, tipo distribución de carga, trifásicos, 120/208 V, 12 polos, barras de 100 A, doble barra de tierra.
- Breakers de: 3 x 600 A, 3 x 300 A, 3 x 100 A y 3 x 70 A.
- Supresor de transientes trifásico de 100 KA. Se recomienda el modelo TVS2XT12 de SQUARE D.
- Cable calibres: #2, #1/0, #2/0, #3/0, #4/0.
- Ducto PVC de Ø 3". Se recomienda el ducto PAD ADS N-12.
- Cajas de registro de 0,6 m x 0,6 m.

5.4.2.5. Cuantificación

Los materiales necesarios para la nueva Red de energía eléctrica se detallan a continuación.

Tabla XXV. **Materiales para la red eléctrica**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
1	unidad	Tablero tipo industrial, trifásico	SQUARE D, H.LINE	120/208, 600A, doble barra tierra	
1	unidad	Tablero tipo industrial, trifásico	SQUARE D, H.LINE	120/208, 300A, doble barra tierra	
5	unidades	Tablero tipo centro carga trifásico	SQUARE D, QD	120/208, 100A, doble barra tierra	
1	unidad	breaker	SQUARE D	3X600	
1	unidad	breaker	SQUARE D	3X300	
1	unidad	breaker	SQUARE D	3x100	
4	unidades	breaker	SQUARE D	3x70	
150	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #2	
50	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #1/0	
1 080	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #2/0	
3 090	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #3/0	
360	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #4/0	
1	unidad	Supresor de transientes	SQUARE D	TVS2XT12	
13	unidades	Cajas de registro de concreto		0.60m x 0.60m	
10	unidades	Cajas de registro de concreto		0.20m x 0.20m	
500	metros lineales	Ducto PVC	ADS	ADS N12, Ø 3"	

Fuente: elaboración propia.

5.4.3. Sistema de puesta a tierra

Se deberá instalar un sistema de puesta tierra para la protección de los equipos activos de red. El sistema de puesta a tierra deberá contar con al menos:

- Un electrodo de puesta a tierra.
- Conductor de puesta a tierra.
- Y barra de distribución de conexiones a tierra en los tableros de distribución eléctrica.

El sistema de puesta a tierra es un requerimiento estrictamente necesario para cumplir con la Norma EIA/TIA-607.

5.4.3.1. Diseño

Para diseñar el sistema de puesta tierra se necesita conocer la resistividad del suelo donde se van a instalar los electrodos, para ello se procede como:

Datos:

ρ = resistividad del suelo

R = resistencia del suelo = Ω

A = distancia entre electrodos del megger

B = profundidad de enterramiento del electrodo del megger = 0,15 m

$$A \geq 20 B$$

$$A \geq 20 (0,15)$$

$$A \geq 3 m$$

La distancia entre electrodos del megger deberá ser mayor o igual que 3 metros. Con estos parámetros se procedió a medir la resistencia de la tierra, y dio como resultado 0,90 Ω , como se muestra en la figura siguiente.

Figura 24. Resistencia del suelo, medida a un costado del cuarto del tablero principal



Fuente: jardín Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán.

La resistividad del suelo se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\rho = 2 \pi A R$$

$$\rho = 2 \pi (3) (0,9)$$

$$\rho = 16,96 \Omega m$$

Ahora que ya se conoce la resistividad del suelo, se calcula la resistencia del sistema de puesta a tierra basado en la instalación de un solo electrodo (varilla de cobre). Dicho electrodo deberá estar enterrado una profundidad “L”.

R_{varilla} = resistencia de la varilla
 r = radio de la varilla = 0,008 m
 L = longitud de la varilla = 2,4 m
 R_{varilla} = resistencia de la varilla de cobre

R_{cable} = resistencia del conductor de puesta a tierra

L_c = longitud del conductor de puesta a tierra = 7 m

r_c = radio del conductor de puesta a tierra = 0,259 m (calibre #4)

p = profundidad de enterramiento del conductor de puesta a tierra = 0,1 m

$$R_{\text{varilla}} = \frac{\rho}{2\pi L} * \left[\ln\left(\frac{4L}{r}\right) - 1 \right]$$

$$R_{\text{varilla}} = \frac{16,96}{2\pi * 2,4} * \left[\ln\left(\frac{4 * 2,4}{0,008}\right) - 1 \right]$$

$$R_{\text{varilla}} = 6,85 \Omega$$

Ahora se calcula la resistencia del conductor de puesta a tierra:

$$R_{\text{cable}} = \frac{\rho}{2\pi L_c} * \left[\ln\left(\frac{2 * L_c}{r_c}\right) + \ln\left(\frac{L_c}{p}\right) - 2 \right]$$

$$R_{\text{cable}} = \frac{16,96}{2\pi * 7} * \left[\ln\left(\frac{2 * 7}{0,00259}\right) + \ln\left(\frac{7}{0,1}\right) - 2 \right]$$

$$R_{\text{cable}} = 4,18 \Omega$$

El valor de la resistencia total del sistema de puesta a tierra se obtiene de la siguiente manera:

$$R_t = \frac{R_{\text{varilla}} * R_{\text{cable}}}{R_{\text{varilla}} + R_{\text{cable}}}$$

$$R_t = \frac{6,85 * 4,18}{6,85 + 4,18}$$

$$R_t = 2,60 \Omega$$

La Norma EIA/TIA 942 define que la resistencia de tierra física para centros de datos debe ser menor que 5 Ω . Sin embargo, para protección electrónica el valor máximo de la resistencia de tierra física debe ser 2 Ω ¹¹. El diseño del sistema de puesta a tierra para la Red de Datos de la Escuela se basa en este último dato (2 Ω).

Como se observa en los cálculos anteriores el valor, de la resistencia de tierra física es mayor que 2 Ω , para reducir el valor de la resistencia será mejor instalar 3 varillas. Para ello el cálculo es como sigue:

$$R (\# \text{ varillas}) = \frac{R (1 \text{ varilla})}{\# \text{ de varillas}}$$

$$R (3 \text{ varillas}) = \frac{2,60}{3}$$

$$R (3 \text{ varillas}) = 0,86 \Omega$$

El valor de la resistencia de tierra física será:

$$R_t = \frac{R(3\text{varillas}) * R_{\text{cable}}}{R(3\text{varillas}) + R_{\text{cable}}}$$

¹¹ ROJAS, Gregor. *Manual de Sistemas de Puesta a Tierra*. p. 2-8.

$$R_t = \frac{0,86 * 4,18}{0,86 + 4,18}$$

$$R_t = 0,71 \Omega$$

Como se observa la resistencia del sistema de puesta a tierra cumple con el requerimiento. Sin embargo, se deberá tratar el terreno con compuestos químicos para asegurar que el valor de dicha resistencia sea menor a 2 Ω . Se recomienda aplicar un saco de GEM (intensificador de tierras) a uno de los electrodos.

Para garantizar una protección óptima, en cada tablero de distribución (TD - #) se deberán instalar 2 varillas de $\varnothing 5/8$ " como se muestra en el plano: "Red de Energía Eléctrica, Red Interna", una para aterrizar el neutral y la otra como complemento al Sistema de puesta a tierra.

5.4.3.2. Selección de componentes

Para la instalación del sistema de puesta a tierra serán necesarios los siguientes materiales:

- Varillas de cobre de $\varnothing 5/8$ "
- Compuesto químico para tratamiento de tierra física. Se recomienda GEM
- Caja de registro. Se recomienda el modelo S-610 de Total Ground

Figura 25. **Registros para tierra física**



Fuente: Total Ground. *Catálogo de productos*. p. 49.

- Cable THHN, calibre #4.
- Cable THHN, calibre #1/0.
- Soldadura exotérmica. Se recomienda que las uniones de las varillas con el cable conductor sea a través de soldadura exotérmica.

5.4.3.3. **Cuantificación**

Los materiales necesarios para el Sistema de puesta a tierra se detallan a continuación.

Tabla XXVI. **Material necesario para sistema de puesta a tierra**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
13	unidades	varillas de cobre ϕ 5/8"			de 2.4 metros lineales de largo
3	unidades	Caja de registro	Total Ground	S-610	
13	unidades	Compuesto químico	GEM		
20	metros lineales	Cable THHN, calibre #4			
680	metros lineales	Cable THHN, calibre #1/0			

Fuente: elaboración propia.

5.4.4. Alimentación eléctrica para los gabinetes

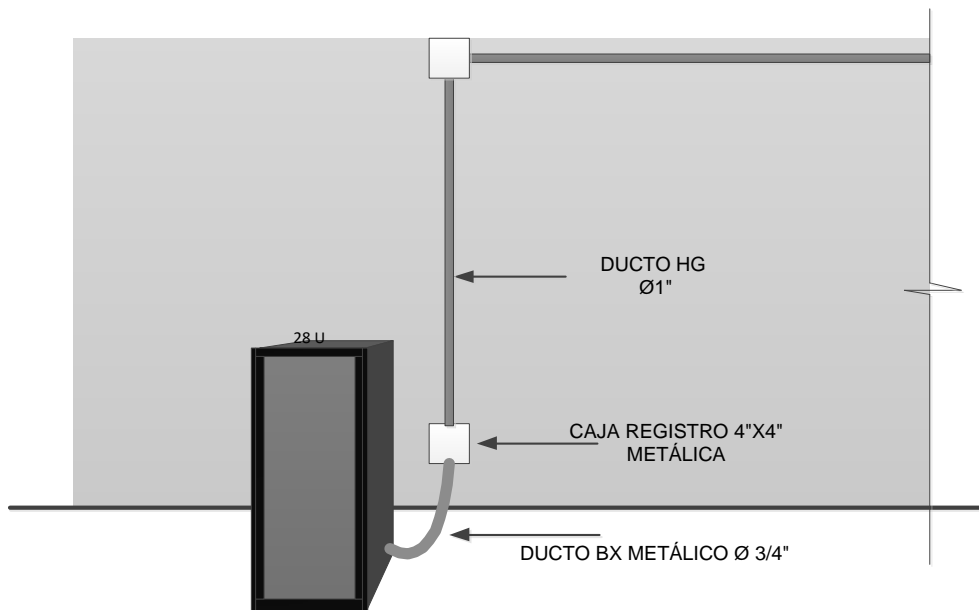
Los gabinetes de telecomunicaciones deben tener un circuito de corriente debidamente diseñado para que proporcione alimentación eléctrica adecuada a los equipos activos de red.

5.4.4.1. Diseño

El diseño para la alimentación eléctrica de los gabinetes es como se muestra en el los planos.

Debido a que los gabinetes no quedarán pegados a las paredes será necesario instalarlos como se muestra en la figura siguiente:

Figura 26. **Detalle de instalación eléctrica para gabinetes**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

Además, todos los gabinetes de telecomunicaciones deberán conectarse a la barra de tierra física del tablero de distribución eléctrica a través de un cable THHN calibre #6. Para dicha conexión será necesario instalar una barra para tierra física en el gabinete.

5.4.4.1.1. Selección de componentes

- *Flip-on* de 1 x 50 A
- Tomacorrientes dobles, polarizados de grado hospitalario
- Cable THHN calibre #6
- Barra de tierra física para gabinete de telecomunicaciones
- Tubo galvanizado de Ø 1"
- Ducto BX metálico
- Cajas de registro de 4"x4"

5.4.4.2. Cuantificación

A continuación se detallan los materiales necesarios para la alimentación eléctrica de los gabinetes de telecomunicaciones.

Tabla XXVII. **Material necesario para alimentación del gabinete**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
4	unidades	Flip-on de 1X50A	SQUARE D		Monofásico
70	metros lineales	Cable		#6, THHN, color rojo	
70	metros lineales	Cable		#6, THHN, color blanco	
140	metros lineales	Cable		#6, THHN, Color verde	
4	unidades	Barras de tierra física		Para gabinete telecomunicaciones	
63	metros lineales	Tubo galvanizado		Ø 3/4"	
28	metros lineales	Ducto BX		Metálico, Ø 3/4"	
8	unidades	Cajas de registro cuadradas		Metálica, 4"X4"	
4	unidades	Tomacorrientes		Grado hospitalario, polarizado	
4	unidades	Cajas rectangular		Plástica de sobreponer, 4"X2"	

Fuente: elaboración propia.

5.4.5. Tomacorrientes para puntos de red de datos

La alimentación eléctrica para cada uno de los puntos de red es el complemento necesario para proporcionar energía eléctrica de calidad a los equipos que hagan uso de los servicios de la red de datos. También es necesaria para evitar el incremento de ruido eléctrico en el cableado de datos.

5.4.5.1. Diseño

Será necesario instalar un tomacorriente doble polarizado por cada punto de red de datos, tomando como referencia tabla "Corrientes en cada uno de los tableros de distribución". Se sabe que el número de tomacorrientes necesario, se sabe que se instalarán cinco tableros de distribución en las ubicaciones que muestran los planos.

De cada tablero de distribución se deberán derivar circuitos que energicen no más de 6 tomacorrientes dobles. Cada circuito deberá tener una protección adecuada, la cual se instalará en el tablero de distribución correspondiente.

Tomando como referencia los elementos expuestos anteriormente, a continuación se realizan cálculos para las protecciones y para el calibre de conductor.

5.4.5.1.1. Cálculo de protecciones para los circuitos

Asumiendo un máximo de 6 tomacorrientes por circuito el cálculo es:

Datos:

N_t = número de tomacorrientes = 6

P_p = potencia promedio del tomacorriente = 400 watts

V = voltaje en monofásico = 120 V

I = corriente = 3,33 A

I_t = corriente total del circuito = $N_t * I$

Para un circuito con 6 tomacorrientes la corriente total será:

$$I_t = N_t * I$$

$$I_t = 6 * 3,33$$

$$I_t = 19,98 \cong 20 A$$

Como se observa, la corriente por circuito será 20 amperios y la protección podría ser 1 x 20 A. Sin embargo, por seguridad no se debe instalar una

protección de igual valor a la corriente máxima. De esta cuenta se deberá instalar una protección de 1 x 30 A.

5.4.5.1.2. Cálculo del calibre del conductor

El cálculo del calibre del conductor se realiza con base en la protección descrita anteriormente y el cálculo es como sigue.

S = sección del conductor en mm²

ρ_{cu} = resistencia eléctrica del cobre = $0,01724 \frac{\Omega \cdot mm}{m}$

L = longitud del conductor = 100 m

I = corriente máxima = 30 A

V = voltaje en monofásico = 120 V

ΔV = Caída de voltaje al 2 % = 2,4 V

$\cos \phi$ = factor de potencia = 0,9

C_{fase} = conductor de fase = S * 150 %

C_{neutral} = conductor de neutral = S * 250 %

Por ser un sistema monofásico, la sección del conductor es:

$$S = \frac{2 * \rho_{cu} * L * I * \cos \phi}{\Delta V}$$

$$S = \frac{2 * 0,01724 * 100 * 30 * 0,9}{2,4}$$

$$S = 4,29 \text{ mm}^2$$

Con base en la tabla XVI se puede concluir que el calibre adecuado para el conductor es el # 10. A pesar de que existen tomacorrientes con distancias mucho menores a la utilizada en el cálculo anterior, se deberá utilizar este calibre para toda la instalación, para tener un margen de crecimiento.

5.4.5.2. Canalización

La canalización para los tomacorrientes de los puntos de red se divide en tres tipos: la canalización entre edificios:

- La canalización entre edificios: será aquella que se requiera cuando el tablero de distribución se encuentre en un módulo diferente al módulo donde se instalará el tomacorriente.
- La canalización principal: será aquella que transporte conductores en tramos de larga distancia (completamente horizontal en su mayoría) y que estará dentro de los módulos de la Escuela.
- La canalización de punto final: será aquella que tenga que llegar al punto final donde se instalará uno o más tomacorrientes.

Para la canalización del primer tipo se deberá utilizar la indicada en los planos, ya que se dejó previsto un margen de crecimiento y con dicha canalización se aprovecharán los recursos.

Para la canalización del segundo tipo se deberá utilizar canaleta metálica de 3"X2" ya que se puede demostrar a través de la metodología de la "Cuantificación de cable UTP" del punto 5.3.3.4 que dicha canaleta tiene capacidad de 68 cables THHN (40 % de la capacidad total) calibre #10.

Para la canalización del tercer tipo se deberá utilizar tubo galvanizado de \varnothing 3/4", como se puede observar en la tabla C.4 del NEC, en dicho ducto se instalan hasta 10 cables (capacidad máxima) calibre #10.

Por otro lado, para la instalación de tomacorrientes en el área administrativa se deberá utilizar el mismo tipo de canalización que se planteó para la red de datos (plástica de 40 mm x 16 mm).

Por lo anterior, el diseño de la red eléctrica para los puntos de red de datos es como se muestra en los planos.

5.4.5.2.1. Selección de componentes

- *Flip-on* de 1 x 30 A.
- Cajas universales de 4" x 2" de sobreponer.
- Cajas dobles impermeables. Para los tomacorrientes a instalar sobre el piso. Se recomienda las cajas Idrobox de Bticino.
- Tomacorrientes dobles, polarizados, de grado hospitalario.
- Cable calibre #10, THHN, colores: rojo, blanco y verde.
- Canaleta metálica de 3" x 2".
- Tubo galvanizado de \varnothing 3/4".
- Tubo galvanizado de \varnothing 1 1/2".
- Cajas de registro de 4" x 4".
- Canaleta plástica para oficina de 40 mm x 16 mm.

5.4.5.3. Cuantificación

En las tablas siguientes se muestran los materiales necesarios para la alimentación eléctrica de los puntos de red.

Tabla XXVIII. **Cantidad de cable desde tableros de distribución hasta circuitos de fuerza**

Tablero	Circuito	Longitud horizontal (metros lineales)	Longitud + 20 % holgura
TD - 1	A	15,10	18,12
	B	21,00	25,20
	C	45,80	54,96
	D	134,76	161,71
	E	118,50	142,20
TD - 2	A	10,50	12,60
	B	12,00	14,40
	C	13,00	15,60
	D	15,00	18,00
	E	17,00	20,40
	F	15,00	18,00
	G	18,50	22,20
	H	20,00	24,00
TD - 3	A	122,00	146,40
	B	102,00	122,40
	C	113,00	135,60
	D	95,00	114,00
TD - 4	A	24,00	28,80
	B	30,00	36,00
	C	74,00	88,80
	D	32,00	38,40
TD - 5	A	50,00	60,00
	B	35,00	42,00
	C	52,00	62,40
	D	52,00	62,40
Total cable necesario			1 484,59

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Material necesario para alimentación de puntos de red**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
26	unidades	Flip-on de 1X30A	SQUARE D		Monofásico
1 485	metros lineales	Cable		#10, THHN, color rojo	
1 485	metros lineales	Cable		#10, THHN, color blanco	
1 485	metros lineales	Cable		#12, THHN, Color verde	
125	unidades	Tubo galvanizado		Ø 3/4"	Cada unidad = 3 metros
3	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1 1/2"	Cada unidad = 3 metros
145	metros lineales	Canaleta metálica	PROELCA	3" x 2", con tapa	
131	unidades	Tomacorrientes		Grado hospitalario, polarizado	
91	unidades	Cajas rectangular		Plástica de sobreponer, 4"x2"	
40	unidades	Cajas impermeables	Bticino	IDROBOX, de 2 módulos	
35	unidades	Cajas de registro metálicas		4" x 4"	
40	metros lineales	Canaleta 40mmX16mm	LEGRAND	DLP	

Fuente: elaboración propia.

5.4.6. Sistema de soporte de energía eléctrica

Tomando en consideración que la red nacional de energía eléctrica deja de suministrar energía eventualmente y tiene variaciones en la tensión nominal. Los equipos activos de red son sensibles a dichas fallas y se deberá instalar para el gabinete de telecomunicaciones un sistema de soporte de energía eléctrica. El cual se constituye de un sistema de alimentación ininterrumpida, un inversor de corriente y un banco de baterías.

5.4.6.1. Diseño

- Datos para el cálculo de capacidad para el UPS

Factor de Potencia = F.P. = 0,90

Potencia de consumo de cada *switch* = 140 watts

Potencia de consumo de cada kit de ventilación = 22 watts

Potencia total de consumo = $(140 * 2) + (22 * 3) = 346 \text{ watts} = 0,346 \text{ KW}$

$$\text{Capacidad del UPS en KVA} = \frac{\text{Potencia total de consumo (KW)}}{\text{Cos (F.P.)}}$$

Sustituyendo valores:

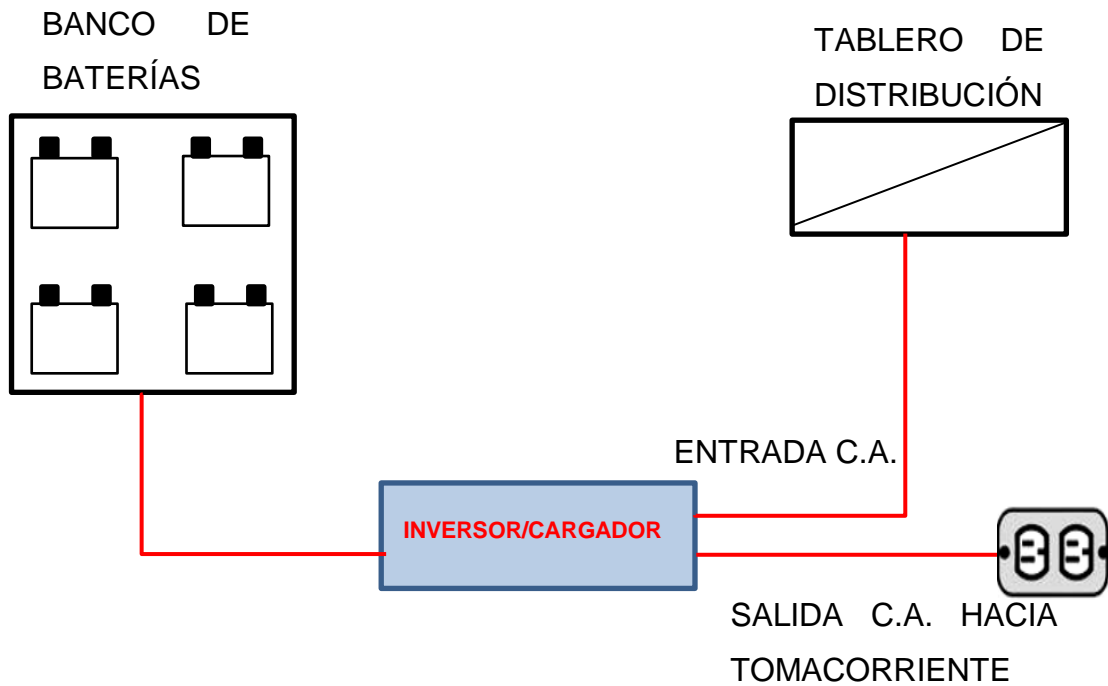
$$\text{Capacidad del UPS en KVA} = \frac{0,346}{\text{Cos (0,90)}}$$

$$\text{Capacidad del UPS en KVA} = 0,556 \text{ KVA}$$

Tomando en consideración que existirá un crecimiento en la red de datos se deberá elegir un UPS de mayor capacidad. Se recomienda un UPS de 1,5 KVA.

- Inversor/cargador y banco de baterías: para proporcionar el respaldo óptimo de energía eléctrica en caso de un fallo de mediana duración se deberá instalar un banco de baterías y un inversor como se muestra en el diagrama siguiente.

Figura 27. **Diagrama de conexión para el sistema de respaldo de energía eléctrica**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

- Cálculo del banco de baterías: se realiza el cálculo para que el equipo tenga 4 horas de autonomía. Para diseñar el banco de baterías se calcula el consumo total de los dispositivos instalados en el gabinete de telecomunicaciones, esto se muestra en la siguiente tabla.

Tabla XXX. **Consumo de potencia semanal de los equipos en gabinete**

Dispositivo	Cantidad	Potencia en watts	Horas de uso por día	Días de uso por semana	Watts-hora semanal
Switch	2,00	140,00	24,00	7,00	47 040,00
UPS	1,00	1 300,00	24,00	7,00	218 400,00
Kit de ventilación	3,00	22,00	24,00	7,00	11 088,00
Inversor	1,00	1 440,00	24,00	7,00	241 920,00
Consumo de potencia total semanal en watt-hora de C.A.					518 448,00

Fuente: elaboración propia.

Conociendo el consumo semanal se calcula el promedio de amperios-hora por día (Ah-d) como sigue:

$$Ah - d = \frac{CS}{(D) * (Vb)}$$

Donde:

CS = carga total semanal

D = días de la semana

Vb = voltaje de las baterías

Se utilizan baterías de 12 voltios DC por su accesibilidad en el mercado. Sustituyendo valores se obtiene:

$$Ah - d = \frac{518\ 448}{(7) * (12)}$$

$$Ah - d = 6\ 172$$

Para saber el tamaño del banco de baterías se usa la siguiente ecuación:

$$\text{Tamaño Banco Baterías} = \frac{(Ah - d) * (PD)}{(Ei) * (Eb)} * Da$$

Donde:

PD = profundidad de descarga de las baterías = 80 %

Ei = eficiencia del inversor = 75 %

Eb = eficiencia de las baterías = 90 %

Da = días de autonomía. = 1/6 (equivalente a 4 horas)

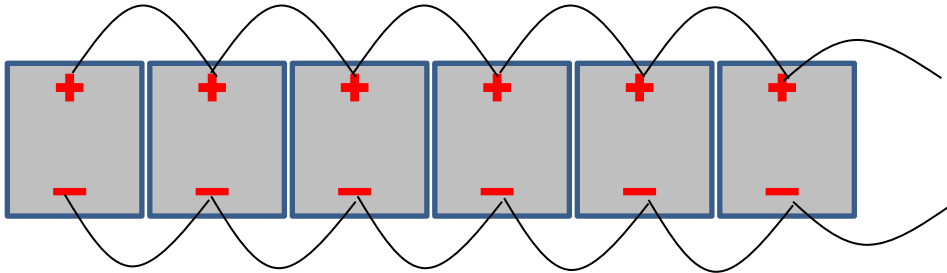
Sustituyendo valores se obtiene:

$$\text{Tamaño Banco Baterías} = \frac{(6172) * (0,8)}{(0,75) * (0,9)} * (1/6)$$

$$\text{Tamaño Banco Baterías} = 1\ 219,16 \text{ Amperios hora (Ah)}$$

El valor obtenido anteriormente indica que se necesita una batería de 1 219,16 amperios-hora. Sin embargo, en el mercado no existen baterías de este valor exacto. Por tanto se deberá realizar un arreglo de baterías en paralelo, esto se muestra en la figura siguiente:

Figura 28. **Banco de baterías con capacidad de 1350 Ah**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

5.4.6.2. Selección de equipo necesario

El equipo necesario será:

- UPS de 1,5 KVA, con tarjeta SNMP para monitoreo vía *ethernet*. Se recomienda el modelo EATON EX 1 500.
- Inversor de 12 voltios para la entrada del banco de baterías y de 1 500 VA de capacidad.
- Baterías de gel, capacidad de 225 Ah cada una.
- Cable THHN, calibre #4.

5.4.6.3. Cuantificación

El equipo necesario para el soporte de energía eléctrica de los gabinetes de telecomunicaciones se detalla a continuación.

Tabla XXXI. **Equipo necesario para soporte de energía eléctrica**

MATERIAL NECESARIO PARA EL SOPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA					
CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
4	unidades	UPS	EATON	EX1500, Con tarjeta SNMP	
4	unidades	Inversor	XANTREX	DR1512	
24	unidades	Baterías 12voltios	Trojan	5SHP-GEL, 225 A-h cada una	
30	metros lineales	Cable THHN		Calibre #4, Color negro	

Fuente: elaboración propia.

5.4.7. Consolidado de materiales necesarios

Para la implementación de las redes internas de datos y de energía eléctrica serán necesarios los siguientes materiales.

Tabla XXXII. Consolidado de materiales necesarios

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
210	metros lineales	Fibra óptica multimodo	Draka	6 hilos, sin armar, 50/125 µm	
14	unidades	Conectores SC multimodo	Siemon	XGLO, SC, dobles, multimodo	
3	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-LC, dobles, multimodo	
4	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-SC, dobles, multimodo	
7	unidades	Tensores ADSS	Humbrall		
8	unidades	Argollas metálicas			Para ser soldadas en postes
1	unidad	Tubo galvanizado		Ø 2"	
7	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1 1/2"	
1	unidad	Codo para tubo galvanizado		A 90°	Accesorio de entrada en mástil
3	unidades	Caja de registros		Metálicas de 4" x 4"	
570	metros lineales	Fibra óptica multimodo	Draka	6 hilos, sin armar, 50/125 µm	
20	unidades	Conectores SC multimodo	Siemon	XGLO, SC, dobles, multimodo	
7	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-LC, dobles, multimodo	
4	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-SC, dobles, multimodo	
47	unidad	Tubo galvanizado		Ø 1 1/2"	
22	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1"	
10	unidades	Caja de registros		Metálicas de 4" x 4"	
2	unidades	Tensores ADSS	Humbrall		
2	unidades	Argollas metálicas			Para se fijadas en pared.
11 600	metros lineales	Cable UTP	Siemon	Categoría 6	
214	unidades	Tomas RJ-45 Cat. 6	Siemon	ZMAX	
172	unidades	Placas frontales dobles	Siemon	10GMX	
42	unidades	Placas frontales simples	Siemon	10GMX	
174	unidades	Cajas universales	LEGRAND		
40	unidades	Cajas impermeables	Bticino	IDROBOX, de 1 módulo	
35	metros lineales	Canaleta 40mmX16mm	LEGRAND	DLP	
5	metros lineales	Canaleta 50mmX12mm	LEGRAND	DLP piso	
260	metros lineales	Canaleta metálica	PROELCA	3" x 2", con tapa	
60	unidades	Tubo galvanizado		Ø 3"	Cada unidad = 3 metros
60	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1 1/2"	Cada unidad = 3 metros
108	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1"	Cada unidad = 3 metros
15	unidades	Cajas de registro metálicas		6" x 6"	
6	unidades	Cajas de registro metálicas		5" x 5"	
10	unidades	Cajas de registro metálicas		4" x 4"	
2	unidad	Punto de acceso (AP)	Ruckus	7 982	
1	unidades	Gabinetes de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 28RU, de piso	
3	unidades	Gabinetes de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 15RU, de piso	
4	unidades	Panel de fibra óptica	Siemon	FCP3-DWR, 1RU cada uno	
3	unidad	Pack de adaptadores	Siemon	6 adaptadores SC dobles	Compatible con FCP3-DWR
2	unidades	Switch de telecomunicaciones	Cisco	3750X-48PF-S	48 puertos
3	unidades	Switch de telecomunicaciones	Cisco	2960S-48LPS-L	48 puertos
7	unidades	Módulos miniGBIC	Cisco	SFP, SX	
5	unidades	Panel de interconexión	Siemon	Z-MAX, 48 puertos, 1RU, horizontal	
5	unidades	Ordenador de cable UTP	Quest	Tipo ducto, 2RU	
12	unidades	Kits de ventilación doble	Quest	Código: KP-4729	
4	unidades	Tomacorrientes múltiples	Quest	Grado hospitalario, cod. MH-4716	
214	unidades	Cables de interconexión UTP	Siemon	Z-MAX, 1 metro, color a definir	

Continuación de la tabla XXXII.

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
1	unidad	Tablero tipo industrial, trifásico	SQUARE D, HLINE	120/208, 600A, doble barra tierra	
1	unidad	Tablero tipo industrial, trifásico	SQUARE D, HLINE	120/208, 300A, doble barra tierra	
5	unidades	Tablero tipo centro carga trifásico	SQUARE D, QD	120/208, 100A, doble barra tierra	
1	unidad	breaker	SQUARE D	3X600	
1	unidad	breaker	SQUARE D	3X300	
1	unidad	breaker	SQUARE D	3x100	
4	unidades	breaker	SQUARE D	3x70	
150	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #2	
50	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #1/0	
1 080	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #2/0	
3 090	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #3/0	
360	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #4/0	
1	unidad	Supresor de transientes	SQUARE D	TVS2XT12	
13	unidades	Cajas de registro de concreto		0.60m x 0.60m	
10	unidades	Cajas de registro de concreto		0.20m x 0.20m	
500	metros lineales	Ducto PVC	ADS	ADS N12, Ø 3"	
13	unidades	varillas de cobre Ø 5/8"			de 2.4 metros lineales de largo
3	unidades	Caja de registro	Total Ground	S-610	
13	unidades	Compuesto químico	GEM		
20	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	Calibre #4	
680	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	Calibre #1/0	
4	unidades	Flip-on de 1X50A	SQUARE D		Monofásico
70	metros lineales	Cable	VIAKON	#6, THHN, color rojo	
70	metros lineales	Cable	VIAKON	#6, THHN, color blanco	
140	metros lineales	Cable	VIAKON	#6, THHN, Color verde	
4	unidades	Barras de tierra física		Para gabinete telecomunicaciones	
63	metros lineales	Tubo galvanizado		Ø 3/4"	
28	metros lineales	Ducto BX		Metálico, Ø 3/4"	
8	unidades	Cajas de registro cuadradas		Metálico, 4"x4"	
4	unidades	Tomacorrientes		Grado hospitalario, polarizado	
4	unidades	Cajas rectangular		Plástica de sobreponer, 4"x2"	
26	unidades	Flip-on de 1X30A	SQUARE D		Monofásico
1 485	metros lineales	Cable		#10, THHN, color rojo	
1 485	metros lineales	Cable		#10, THHN, color blanco	
1 485	metros lineales	Cable		#12, THHN, Color verde	
125	unidades	Tubo galvanizado		Ø 3/4"	Cada unidad = 3 metros
3	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1 1/2"	Cada unidad = 3 metros
145	metros lineales	Canaleta metálica	PROELCA	3" x2", con tapa	
131	unidades	Tomacorrientes		Grado hospitalario, polarizado	
91	unidades	Cajas rectangular		Plástica de sobreponer, 4"x2"	
40	unidades	Cajas impermeables	Bticino	IDROBOX, de 2 módulos	
35	unidades	Cajas de registro metálicas		4" x 4"	
40	metros lineales	Canaleta 40mmX16mm	LEGRAND	DLP	
4	unidades	UPS	EATON	EX1500, Con tarjeta SNMP	
4	unidades	Inversor	XANTREX	DR1512	
24	unidades	Baterías 12voltios	Trojan	5SHP-GEL, 225 A-h cada una	
30	metros lineales	Cable THHN		Calibre #4, Color negro	

Fuente: elaboración propia.

5.4.8. Presupuesto

A continuación se presenta una tabla con un estimado del presupuesto mínimo necesario, se plantea de esta forma debido a que los precios pueden variar según el proveedor o la marca del producto.

Tabla XXXIII. Presupuesto

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	Precio unitario	Total
210	metros lineales	Fibra óptica multimodo, ADSS	Draka	6 hilos, sin armar, 50/125 µm	Q17,98	Q 3 775,80
14	unidades	Conectores SC multimodo	Siemon	XGLO, SC, dobles, multimodo	Q48,95	Q 685,30
3	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-LC, dobles, multimodo	Q230,00	Q 690,00
4	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-SC, dobles, multimodo	Q245,00	Q 980,00
7	unidades	Tensores ADSS	Humbraill		Q275,00	Q 1 925,00
8	unidades	Argollas metálicas			Q10,00	Q 80,00
1	unidad	Tubo galvanizado		Ø 2"	Q334,05	Q 334,05
7	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1 1/2 "	Q50,00	Q 350,00
1	unidad	Codo para tubo galvanizado		A 90°	Q32,00	Q 32,00
3	unidades	Caja de registros		Metálicas de 4" x 4"	Q9,90	Q 29,70
570	metros lineales	Fibra óptica multimodo, ADSS	Draka	6 hilos, sin armar, 50/125 µm	Q17,98	Q 10 248,60
20	unidades	Conectores SC multimodo	Siemon	XGLO, SC, dobles, multimodo	Q48,95	Q 979,00
7	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-LC, dobles, multimodo	Q230,00	Q 1 610,00
4	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-SC, dobles, multimodo	Q245,00	Q 980,00
47	unidad	Tubo galvanizado		Ø 1 1/2"	Q50,00	Q 2 350,00
22	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1"	Q40,00	Q 880,00
10	unidades	Caja de registros		Metálicas de 4" x 4"	Q9,90	Q 99,00
2	unidades	Tensores ADSS	Humbraill		Q275,00	Q 550,00
2	unidades	Argollas metálicas			Q10,00	Q 20,00
11 600	metros lineales	Cable UTP	Siemon	Categoría 6	Q4,26	Q 49 416,00
214	unidades	Tomas RJ-45 Cat. 6	Siemon	ZMAX	Q88,95	Q 19 035,30
172	unidades	Placas frontales dobles	Siemon	10GMX	Q18,95	Q 3 259,40
42	unidades	Placas frontales simples	Siemon	10GMX	Q18,95	Q 795,90
174	unidades	Cajas universales	LEGRAND		Q15,77	Q 2 743,98
40	unidades	Cajas impermeables	Bticino	IDROBOX, de 1 módulo	Q105,00	Q 4 200,00
35	metros lineales	Canaleta 40mmX16mm	LEGRAND	DLP	Q60,00	Q 2 100,00
5	metros lineales	Canaleta 50mmX12mm	LEGRAND	DLP piso	Q108,00	Q 540,00
260	metros lineales	Canaleta metálica	PROELCA	3" x 2", con tapa	Q105,00	Q 27 300,00
60	unidades	Tubo galvanizado		Ø 3"	Q339,00	Q 20 340,00
60	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1 1/2"	Q50,00	Q 3 000,00
108	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1"	Q40,00	Q 4 320,00
15	unidades	Cajas de registro metálicas		6" x 6"	Q14,00	Q 210,00
6	unidades	Cajas de registro metálicas		5" x 5"	Q14,00	Q 84,00
10	unidades	Cajas de registro metálicas		4" x 4"	Q9,90	Q 99,00
2	unidad	Punto de acceso (AP)	Ruckus	7982	Q10 000,00	Q 20 000,00
1	unidades	Gabinetes de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 28RU, de piso	Q6 331,33	Q 6 331,33
3	unidades	Gabinetes de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 15RU, de piso	Q2 740,58	Q 8 221,74
4	unidades	Panel de fibra óptica	Siemon	FCP3-DWR,1RU cada uno	Q1 298,95	Q 5 195,80
3	unidad	Pack de adaptadores	Siemon	6 adaptadores SC dobles	Q500,00	Q 1 500,00
2	unidades	Switch de telecomunicaciones	Cisco	3750X-48PF-S	Q58 610,35	Q 117 220,70
3	unidades	Switch de telecomunicaciones	Cisco	2960S-48LPS-L	Q32 577,37	Q 97 732,11
7	unidades	Módulos miniGBIC	Cisco	SFP, SX	Q1 690,00	Q 11 830,00
5	unidades	Panel de interconexión	Siemon	Z-MAX, 48 puertos, 1RU, horizontal	Q2 200,00	Q 11 000,00
5	unidades	Ordenador de cable UTP	Quest	Tipo ducto, 2RU	Q250,00	Q 1 250,00
12	unidades	Kits de ventilación doble	Quest	Código: KP-4729	Q850,00	Q 10 200,00
4	unidades	Tomacorrientes múltiples	Quest	Grado hospitalario, cod. MH-4716	Q43,18	Q 172,72
214	unidades	Cables de interconexión UTP	Siemon	Z-MAX, 1 metro, color a definir	Q118,95	Q 25 455,30

Continuación de la tabla XXXIII.

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	Precio unitario	Total
1	unidad	Tablero tipo industrial, trifásico	SQUARE D, HLINE	120/208, 600A, doble barra tierra	Q10 575,00	Q10 575,00
1	unidad	Tablero tipo industrial, trifásico	SQUARE D, HLINE	120/208, 300A, doble barra tierra	Q6 280,00	Q6 280,00
5	unidades	Tablero tipo centro carga trifásico	SQUARE D, QD	120/208, 100A, doble barra tierra	Q790,00	Q3 950,00
1	unidad	breaker	SQUARE D	3X600	Q11 200,00	Q11 200,00
1	unidad	breaker	SQUARE D	3X300	Q5 480,00	Q5 480,00
1	unidad	breaker	SQUARE D	3x100	Q1 400,00	Q1 400,00
4	unidades	breaker	SQUARE D	3x70	Q1 400,00	Q5 600,00
150	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #2	Q25,00	Q3 750,00
50	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #1/0	Q40,00	Q2 000,00
1 080	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #2/0	Q50,00	Q54 000,00
3 090	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #3/0	Q77,00	Q237 930,00
360	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	calibre #4/0	Q62,00	Q22 320,00
1	unidad	Supresor de transientes	SQUARE D	TVS2XT12	Q9 800,00	Q9 800,00
13	unidades	Cajas de registro de concreto		0.60m x 0.60m	Q200,00	Q2 600,00
10	unidades	Cajas de registro de concreto		0.20m x 0.20m	Q50,00	Q500,00
500	metros lineales	Ducto PVC	ADS	ADS N12, Ø 3"	Q24,00	Q12 000,00
13	unidades	Varillas de cobre Ø 5/8"			Q100,00	Q1 300,00
3	unidades	Caja de registro	Total Ground	S-610	Q192,00	Q576,00
13	unidades	Compuesto químico	GEM		Q400,00	Q5 200,00
20	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	Calibre #4	Q15,00	Q300,00
680	metros lineales	Cable THHN	VIAKON	Calibre #1/0	Q40,00	Q27 200,00
4	unidades	Flip-on de 1X50A	SQUARE D		Q35,00	Q140,00
70	metros lineales	Cable	VIAKON	#6, THHN, color rojo	Q13,00	Q910,00
70	metros lineales	Cable	VIAKON	#6, THHN, color blanco	Q13,00	Q910,00
140	metros lineales	Cable	VIAKON	#6, THHN, Color verde	Q13,00	Q1 820,00
4	unidades	Barras de tierra física		Para gabinete telecomunicaciones	Q1 000,00	Q4 000,00
63	metros lineales	Tubo galvanizado		Ø 3/4"	Q35,00	Q2 205,00
28	metros lineales	Ducto BX		Metálico, Ø 3/4"	Q14,00	Q392,00
8	unidades	Cajas de registro cuadradas		Metálico, 4"X4"	Q7,00	Q56,00
4	unidades	Tomacorrientes		Grado hospitalario, polarizado	Q43,18	Q172,72
4	unidades	Cajas rectangular		Plástica de sobreponer, 4"x2"	Q15,77	Q63,08
26	unidades	Flip-on de 1X30A	SQUARE D		Q35,00	Q910,00
1 485	metros lineales	Cable		#10, THHN, color rojo	Q8,00	Q11 880,00
1 485	metros lineales	Cable		#10, THHN, color blanco	Q8,00	Q11 880,00
1 485	metros lineales	Cable		#12, THHN, Color verde	Q4,00	Q5 940,00
125	unidades	Tubo galvanizado		Ø 3/4"	Q35,00	Q4 375,00
3	unidades	Tubo galvanizado		Ø 1 1/2"	Q50,00	Q150,00
145	metros lineales	Canaleta metálica	PROELCA	3" x 2", con tapa	Q105,00	Q15 225,00
131	unidades	Tomacorrientes		Grado hospitalario, polarizado	Q43,18	Q5 656,58
91	unidades	Cajas rectangular		Plástica de sobreponer, 4"x2"	Q15,77	Q1 435,07
40	unidades	Cajas impermeables	Bticino	IDROBOX, de 2 módulos	Q150,00	Q6 000,00
35	unidades	Cajas de registro metálicas		4" x 4"	Q9,90	Q346,50
40	metros lineales	Canaleta 40mmX16mm	LEGRAND	DLP	Q108,00	Q4 320,00
4	unidades	UPS	EATON	EX1500, Con tarjeta SNMP	Q5 500,00	Q22 000,00
4	unidades	Inversor	XANTREX	DR1512	Q5 800,00	Q23 200,00
24	unidades	Baterías 12voltios	Trojan	5SHP-GEL, 225 A-h cada una	Q2 560,00	Q61 440,00
30	metros lineales	Cable THHN		Calibre #4, Color negro	Q15,00	Q450,00
TOTAL DE PRESUPUESTO NECESARIO					Q	1 089 989,68

Fuente: elaboración propia.

6. DISEÑO DE REDES INTERNAS DE DATOS Y DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL EDIFICIO DE LARRSA

6.1. Antecedentes

Previo al diseño de las redes se investigaron las actividades que realiza Larrsa para proponer una solución adecuada según sus necesidades específicas.

6.1.1. Laboratorio Regional de Referencia Avícola (Larrsa)

Larrsa es un laboratorio que pertenece a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A través de él se apoya y fortalece el sistema de vigilancia epidemiológica (avícola) en el ámbito nacional y regional; con la capacidad de brindar cooperación técnica en el desarrollo de servicios de diagnóstico a los sistemas de laboratorios públicos y privados, constituyéndose en un apoyo para la aplicación de las normativas sanitarias que rigen el comercio centroamericano e internacional y vinculado en su quehacer con los sectores productivos y gubernamentales del área.

Larrsa estará equipado con la tecnología más apropiada, para lo cual es necesario invertir en la compra de equipos que complementen los ya existentes en el Laboratorio de Ornitopatología.¹²

¹² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Usac. Laboratorio de Referencia Regional de Sanidad Animal. http://sitios.usac.edu.gt/wp_larrsa/?p=51. Consulta: 13 de febrero 2014.

6.1.2. Resultados esperados

Contar con un laboratorio acreditado de alta tecnología con las mejores instalaciones y equipo, a fin de cumplir con todos los requisitos regulados por las Normas ISO 17025.

Dar atención a explotaciones individuales, de traspatio e industriales con diagnóstico de serología, histopatología, aislamiento de patógenos, así como producción de biológicos y de vacuna de influenza aviar con cepa nacional.

Contar con un elemento fundamental para el sistema de vigilancia epidemiológica en el ámbito nacional y regional.¹³

6.2. Necesidades

Tomando en consideración las actividades que se realizarán en el nuevo edificio de Larrsa se determinó la necesidad de diseñar una red de datos robusta, que proporcione una infraestructura capaz de proporcionar servicios de internet y telefonía VoIP de manera ininterrumpida. Dicha infraestructura deberá implementarse con equipos de alta calidad y cumplir con estándares internacionales.

6.3. Red de datos para el edificio de Larrsa

Debido a que ya se cuenta con canalización instalada se procede únicamente a diseñar el cableado *backbone* y cuantificar el cableado UTP necesario para la red interna de datos.

¹³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Usac. Laboratorio de Referencia Regional de Sanidad Animal. http://sitios.usac.edu.gt/wp_larrsa/?p=51. Consulta: 13 de febrero 2014.

6.3.1. Cableado *backbone*

Es la conexión que permite interconectar los edificios del campus central entre sí para compartir información, lo que en su conjunto se ha denominado Red de Servicios Integrados. Específicamente el cableado *backbone* es la conexión necesaria para que el edificio de Larrsa se incorpore a la RSI.

Para proporcionar una infraestructura óptima de cableado *backbone* se diseñarán dos tipos de enlaces: principal y redundante.

6.3.1.1. Diseño del enlace *backbone* principal

Será necesario instalar fibra óptica para crear un enlace con el Cor (Centro de Operaciones de Redes). Dicho enlace deberá ser capaz de proveer los servicios necesarios para la red interna de datos del edificio de Larrsa.

Para la instalación de fibra óptica se proponen dos opciones:

6.3.1.1.1. Enlace *backbone* principal directo desde el Cor (edificio de Rectoría)

Para esta opción se debe instalar la fibra óptica desde el edificio de Rectoría hasta el edificio de Larrsa, como se muestra en el plano “Enlace Directo” de Larrsa. A esta opción se le denomina enlace directo porque se conectará desde la central de servicios de datos (edificio de Rectoría).

- Datos del sustento técnico-matemático de factibilidad del enlace:

I = longitud del enlace = 1,18 km
 RE = reservas y holguras = 0,073 km
 Nc = número de conectores = 2
 AL = atenuación de la fibra óptica = 0,26 km/dB
 Ac = atenuación por conectores = 1 dB
 AE = atenuación por empalme = 0,2 dB
 NE = número de empalmes = 0
 PT = potencia del emisor = -20 dB
 PR = potencia del receptor = -30 dB
 MP = margen de potencia
 AT = atenuación total del enlace
 MD = margen de diseño, como mínimo 3 dB

$$M_P = P_T - P_R$$

$$M_P = -20\text{dB} - (-30\text{dB})$$

$$M_P = 10 \text{ dB}$$

$$A_T = L \cdot (A_L) + RE \cdot (A_L) + Nc \cdot (Ac) + NE \cdot (AE)$$

$$A_T = 1,18 (0,26) + 0,073 (0,26) + 2 (1)$$

$$A_T = 2,32 \text{ dB}$$

$$M_D = M_P - A_T$$

$$M_D = 10 - 2,32$$

$$M_D = 7,68 \text{ dB}$$

Además se calcula teóricamente la longitud máxima del enlace que se realiza con este tipo de fibra óptica. Para ello se utiliza la fórmula siguiente:

$$L_{MAX} = \frac{MD}{AL} = \frac{7,68}{0,26} = 29,53 \text{ km}$$

Como se puede observar, el margen de diseño es mayor al valor mínimo necesario.

También se observa que la longitud máxima de fibra óptica para este enlace puede ser 29,53 km y la longitud de fibra óptica para enlace *backbone* principal es de: 1,18 km.

Con lo anterior se comprueba teóricamente que: es factible realizar el enlace *backbone* principal desde el Cor de la RSI ubicado en el edificio de Rectoría, hasta el edificio de Larrsa.

6.3.1.1.2. Enlace *backbone* principal desde un centro de distribución ubicado en el edificio M-6

Para esta opción se propone instalar fibra óptica desde el edificio M-6 hasta el edificio de Larrsa como se muestra en los planos, con la diferencia que para este caso se tendrá que fusionar la fibra óptica nueva con fibras muertas¹⁴.

- Datos del sustento técnico-matemático de factibilidad del enlace

L = longitud del enlace = 0,421 km

R_E = reservas y holguras = 0,073 km

¹⁴ Son hilos de fibra óptica que están conectadas en un extremo al Cor de la RSI pero que un extremo no tienen conexión.

N_c = número de conectores = 2

A_L = atenuación de la fibra óptica = 0,26 km/dB

A_c = atenuación por conectores = 1 dB

A_E = atenuación por empalmes = 0,2 dB

N_E = número de empalmes = 1

P_T = potencia del emisor = -20 dB

P_R = potencia del receptor = -30 dB

M_P = margen de Potencia

A_T = atenuación total del enlace

M_D = margen de diseño, como mínimo 3dB

$$M_P = P_T - P_R$$

$$M_P = -20\text{dB} - (-30\text{dB})$$

$$M_P = 10 \text{ dB}$$

$$A_T = L \cdot (A_L) + R_E \cdot (A_L) + N_c \cdot (A_c) + N_E \cdot (A_E)$$

$$A_T = 0,421 (0,26) + 0,028 (0,26) + 2 (1) + 1(0,2)$$

$$A_T = 2,31 \text{ dB}$$

$$M_D = M_P - A_T$$

$$M_D = 10 - 2,32$$

$$M_D = 7,68 \text{ dB}$$

Además se calcula teóricamente la longitud máxima del enlace que se puede realizar con este tipo de fibra óptica. Para ello se utiliza la fórmula siguiente:

$$L_{MAX} = \frac{M_D}{A_L} = \frac{7,68}{0,26} = 29,53 \text{ km}$$

Como se puede observar el margen de diseño es mayor al valor mínimo necesario.

También se observa que la longitud máxima de fibra óptica para este enlace puede ser 29,53 km y la longitud de fibra óptica para el enlace *backbone* principal es de: 0,421 km.

Con lo anterior se comprueba teóricamente que: también es factible realizar el enlace *backbone* principal desde el centro de distribución ubicado en el edificio M-6 hasta el edificio de Larrsa.

Conclusión sobre el enlace *backbone* principal: Se deberá utilizar la segunda opción (desde el edificio M-6 hacia el edificio Larrsa), porque es menos distancia y se aprovecha la fibra óptica existente.

6.3.1.2. Enlace *backbone* redundante

Se hace necesario en cualquier red interna de datos. Esto es porque si bien es cierto, las redes de datos se diseñan para no tener fallas en la transmisión de la información; no se puede garantizar que en algún momento falle dicha transmisión.

Tomando en cuenta la importancia de las actividades que realiza la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia a través del Laboratorio Regional de Referencia Avícola, es estrictamente necesario que exista un enlace *backbone* redundante, para lo cual se plantean las dos propuestas siguientes:

6.3.1.2.1. Enlace *backbone* redundante con fibra óptica

Se plantea la instalación de fibra óptica desde el edificio S-11, donde se encuentra un centro de distribución, hacia el edificio de Larrsa (ver planos).

- Datos del sustento técnico-matemático de factibilidad del enlace

L = longitud del enlace = 0,304 km

R_E = reservas y holguras = 0,018 km

N_c = número de conectores = 2

A_L = atenuación de la fibra óptica = 0,26 km/dB

A_c = atenuación por conectores = 1 dB

A_E = atenuación por empalmes = 0,2 dB

N_E = número de empalmes = 0

P_T = potencia del emisor = -20 dB

P_R = potencia del receptor = -30 dB

M_P = margen de potencia

A_T = atenuación total del enlace

M_D = margen de diseño, como mínimo 3dB

$$M_P = P_T - P_R$$

$$M_P = -20\text{dB} - (-30\text{dB})$$

$$M_P = 10 \text{ dB}$$

$$A_T = L \cdot (A_L) + R_E \cdot (A_L) + N_c \cdot (A_c) + N_E \cdot (A_E)$$

$$A_T = 0,304 (0,26) + 0,018 (0,26) + 2 (1)$$

$$A_T = 2,08 \text{ dB}$$

$$M_D = M_P - A_T$$

$$M_D = 10 - 2,09$$

$$M_D = 7,92 \text{ dB}$$

Además se calcula teóricamente la longitud máxima del enlace que podemos realizar con este tipo de fibra óptica. Para ello se utiliza la fórmula siguiente:

$$L_{MAX} = \frac{MD}{AL} = \frac{7,92}{0,26} = 30,46 \text{ km}$$

Como se puede observar el margen de diseño es mayor al valor mínimo necesario.

También se observa que la longitud máxima de fibra óptica para este enlace puede ser 30,46 km y la longitud de fibra óptica para nuestro enlace *backbone* redundante es de: 0,304 km.

Con lo anterior se comprueba teóricamente que: también es factible realizar el enlace *backbone* redundante desde el centro de distribución ubicado en el edificio S-11 hasta el edificio de Larrsa.

6.3.1.2.2. Enlace *backbone* redundante inalámbrico

Se plantea la realización de un radioenlace que consiste en la instalación de dos antenas, una ubicada en la terraza del edificio S-11 y la otra ubicada en la terraza del edificio de Larrsa (ver planos).

- Datos del sustento técnico-matemático de factibilidad del radioenlace:

$f = 5 \text{ GHz}$.

$P_T = \text{potencia de transmisión de la antena} = 27 \text{ dBm}^{15}$.

$P_R = \text{potencia de recepción} = -94 \text{ dBm}^{16}$.

$G_1 = \text{ganancia de la antena 1} = 15 \text{ dBi}^{17}$.

$G_2 = \text{ganancia de la antena 2} = 15 \text{ dBi}^{18}$.

$V_R = \text{voltaje de recepción o sensibilidad del receptor} = 4,47 \mu\text{V}^{19}$.

$A_T = \text{atenuación o pérdida total}$.

$A_o = \text{atenuación o pérdida en el espacio libre}$.

$A_c = \text{atenuación o pérdida por conectores}^{20} = 1 \text{ dB}$.

$A_{\text{guías}} = \text{atenuación o pérdida en los cables}^{21} = 2 \text{ dB}$.

$A_{\text{lluvia}} = \text{atenuación o pérdida por lluvia}$.

$A_{\text{niebla}} = \text{atenuación o pérdida por niebla} = 0^{22}$.

$A_{\text{gases}} = \text{atenuación o pérdida por gases} = 0,09 \text{ dB/km para } f = 5\text{GHz}^{23}$.

$R = \text{precipitación pluvial en la Ciudad de Guatemala}^{24} = 2\,000 \text{ mm/año} = 0,2283 \text{ mm/h}$.

$D = \text{distancia entre antenas} = 300 \text{ m} = 0,3 \text{ km}$.

$G_a = 4,21 \cdot 10^{-5}$ y $E_a = 2,42$ para $2,9 \text{ GHz} < f < 54 \text{ GHz}^{25}$.

¹⁵ UBIQUITI NETWORKS. *Hoja de datos: NanoStationM NanoStationLocoM*. p. 12.

¹⁶ *Ibíd.*

¹⁷ *Ibíd.*

¹⁸ *Ibíd.*

¹⁹ *Ibíd.*

²⁰ UBIQUITI. Antenna gain, Cable loss. <http://community.ubnt.com/t5/AirMax-General-Discussion/Antenna-gain-Cable-loss/td-p/261000>. Consulta: 20 de febrero 2014.

²¹ *Ibíd.*

²² En un enlace que considere la atenuación por lluvia, la atenuación por niebla puede omitirse.

²³ International Telecommunications Union –ITU–.; *Recommendation ITU-R P.676-10, Attenuation by Atmospheric Gases*.; Figura 5. p. 16.

²⁴ PALMA, Danilo; *Guatemala: cuatro facetas etnográficas, cuaderno de trabajo 1*. p. 92.

$$G_b = 0,851 \text{ y } E_b = 0,158 \text{ para } f < 8,5 \text{ GHz}^{26}$$

Para determinar si es factible el radioenlace se inicia con el cálculo de algunos valores necesarios:

$$A_o = 32,5 + 20 \log (f \cdot D)$$

$$A_o = 32,5 + 20 \log (5\ 000 \cdot 0,3)$$

$$A_o = 32,5 + 20 \log (1\ 500)$$

$$A_o = 96,02 \text{ dB}$$

$$A_{\text{luvia}} = a \cdot R^b \text{ Donde: } a = G_a \cdot f^{E_a} \text{ y } b = G_b \cdot f^{E_b}$$

$$a = (4,21 \cdot 10^{-5}) \cdot (5^{2,42})$$

$$a = 0,0020699$$

$$b = (0,851) \cdot (5^{0,158})$$

$$b = 1,0974$$

$$A_{\text{luvia}} = (0,0020699) \cdot (0,2283^{1,0974})$$

$$A_{\text{luvia}} = 0,000409 \text{ dB/km}$$

$$A_{\text{luvia}} = 0,000409 \cdot 0,3$$

$$A_{\text{luvia}} = 0,0001227 \text{ dB}$$

$$A_T = A_{\text{luvia}} + A_{\text{niebla}} + A_{\text{gases}} + A_{\text{guías}} + A_c + A_o$$

$$A_T = 0,0001227 + 0,027 + 2 + 1 + 96,02$$

$$A_T = 99,05 \text{ dB}$$

Ahora se procede a calcular la potencia de recepción teórica para el radioenlace:

$$P_R = P_T + G_1 + G_2 - A_T$$

$$P_R = 27 + 15 + 15 - 99,05$$

²⁵ COLLIN, Robert; *Antennas and Radiowave propagation*. p. 406.

²⁶ *Ibíd.*

$$P_R = -42,05 \text{ dB} = 62,37 \mu\text{W}$$

A partir de la potencia de recepción se calcula el voltaje de recepción:

$$V_R = \sqrt{P_R}$$
$$V_R = \sqrt{62,37 * 10^{-6}}$$
$$V_R = 7,90 \text{ mV}$$

El voltaje de recepción de la antena es 15,85 μV , es decir, a partir de este valor de voltaje la antena puede ser excitada y recibir información. Como se puede observar el dato obtenido a través de los cálculos el voltaje de recepción para el radio enlace será 7,90 mV, esto significa que la antena perfectamente será excitada y recibirá información. Se concluye teóricamente que el radioenlace es factible.

Sin embargo, un dato muy importante que debe tomarse en cuenta es la altura que deben tener las antenas. Para ello se utiliza la fórmula de las zonas de Fresnel, para calcular el radio de la primera zona, ya que con esto se garantiza la comunicación entre las dos antenas, el cálculo es como sigue:

$$R_n = \sqrt{n \lambda \frac{d_1 * d_2}{d_1 + d_2}}$$

Donde:

n = número de zona de Fresnel = 1, 2, 3...

λ = longitud de onda = $\frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{5 * 10^9} = 0,06 \text{ m}$

$d_1 = d_2 = \frac{D}{2} = \frac{300}{2} = 150$

$$R_n = \sqrt{n\lambda \frac{d_1*d_2}{d_1+d_2}}$$

$$R_n = \sqrt{(1) (0,06) \frac{150*150}{150 + 150}}$$

$$R_n = 2,12 \text{ m}$$

Como mínimo la altura para las antenas debe ser 2,12 metros.

Considerando que la antena 1 estará ubicada en la terraza del edificio S-11, el cual tiene una altura aproximada de 10 m, se considera que la altura está cubierta, pero se toma en cuenta que la antena no puede estar solo puesta en la terraza, ésta debe fijarse con un mástil de por lo menos 1,5 metros de altura. La antena número 2 estará ubicada en la terraza del edificio Larrsa el cual tiene una altura aproximada de 5 metros, pero para evitar interferencias se recomienda fijar la antena a una estructura autosoportada de por lo menos 3 m. En conclusión, la altura de la antena 1 será de por lo menos 11,5 m y la altura de la antena 2 será de por lo menos 8 metros desde el nivel del suelo.

- Sustento de factibilidad del radioenlace a través de software de simulación: para este apartado se utilizará el software llamando Radio Mobile, en el cual se ingresan todos los datos necesarios para las antenas.

Los datos utilizados para la simulación son los siguientes:

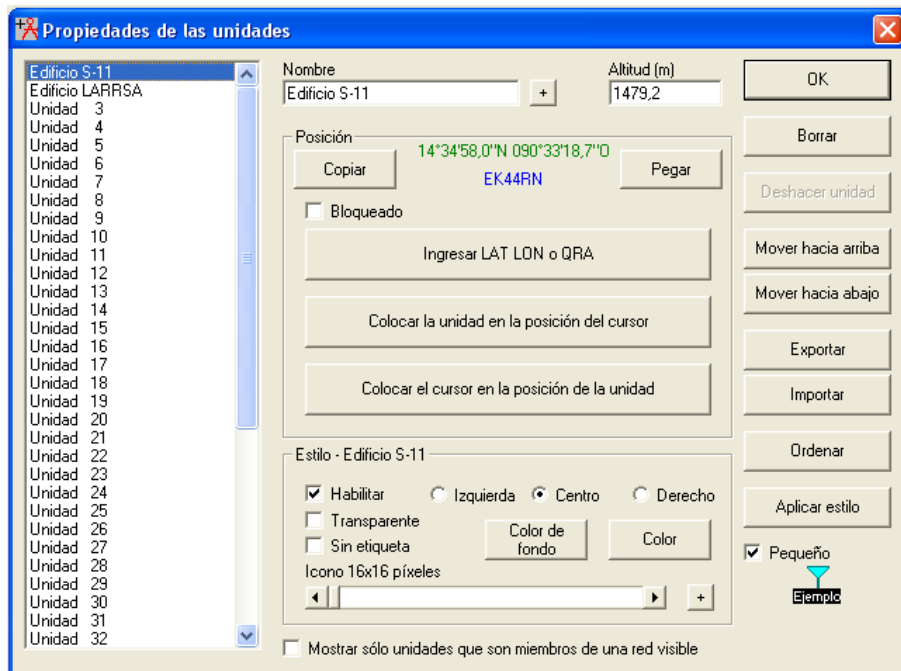
- Propiedades de las unidades

Unidad 1 = Edificio S-11

Latitud = 14,585753

Longitud = -90,555220

Figura 29. **Propiedades de las unidades, unidad 1**



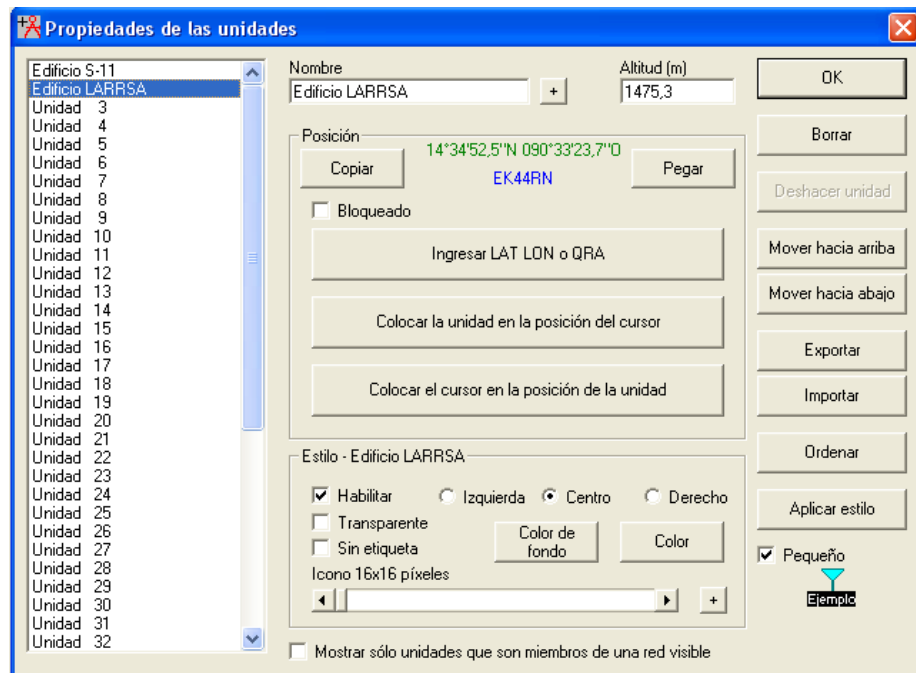
Fuente: elaboración propia, con programa RadioMobile.

Unidad 2 = Edificio LARRSA

Latitud = 14,581263

Longitud = -90,556567

Figura 30. **Propiedades de las unidades, unidad 2**



Fuente: elaboración propia, con programa RadioMobile.

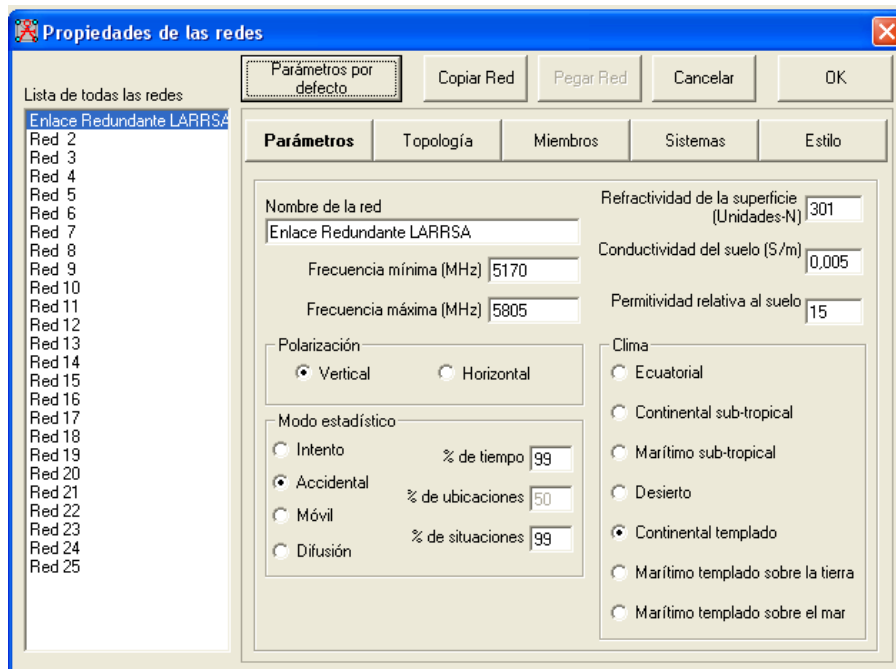
- Propiedades de las redes

Se creó la red “Enlace Redundante LARRSA” con los siguientes datos:

- Parámetros
 - Nombre de la red = Enlace Redundante LARRSA
 - Polarización = Vertical
 - Frecuencia mínima = 5 170 MHz
 - Frecuencia máxima = 5 805 Mhz
 - Modo estadístico = Accidental
 - Porcentaje tiempo = 99

Porcentaje de situaciones = 99
Clima = Continental subtropical
El resto de opciones se dejaron por defecto.

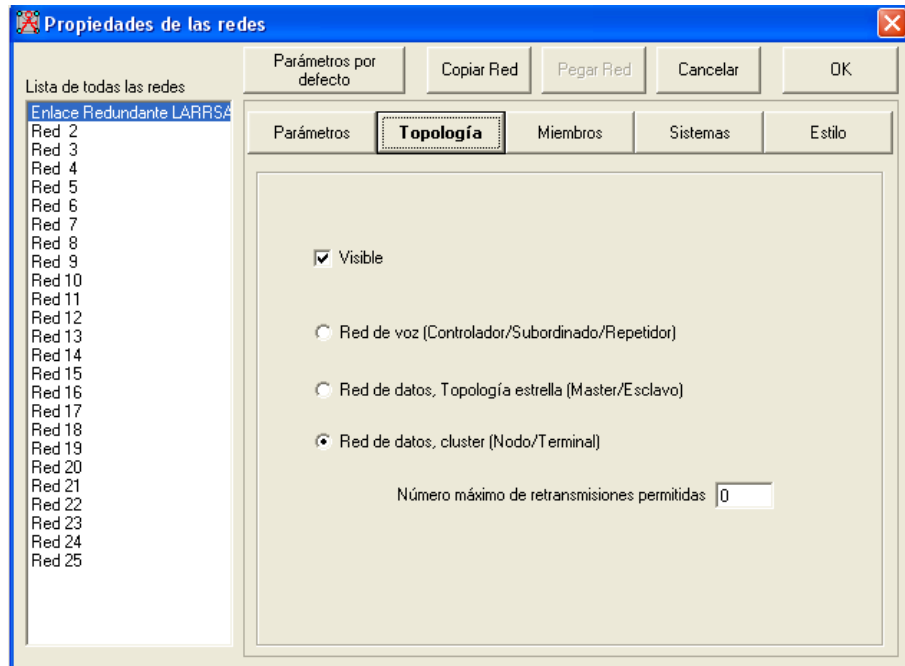
Figura 31. **Propiedades de las redes, parámetros**



Fuente: elaboración propia, con programa RadioMobile.

- Topología
Red = visible
Tipo = Red de Datos, cluster (nodo/terminal)
Número de retransmisiones permitidas = 0

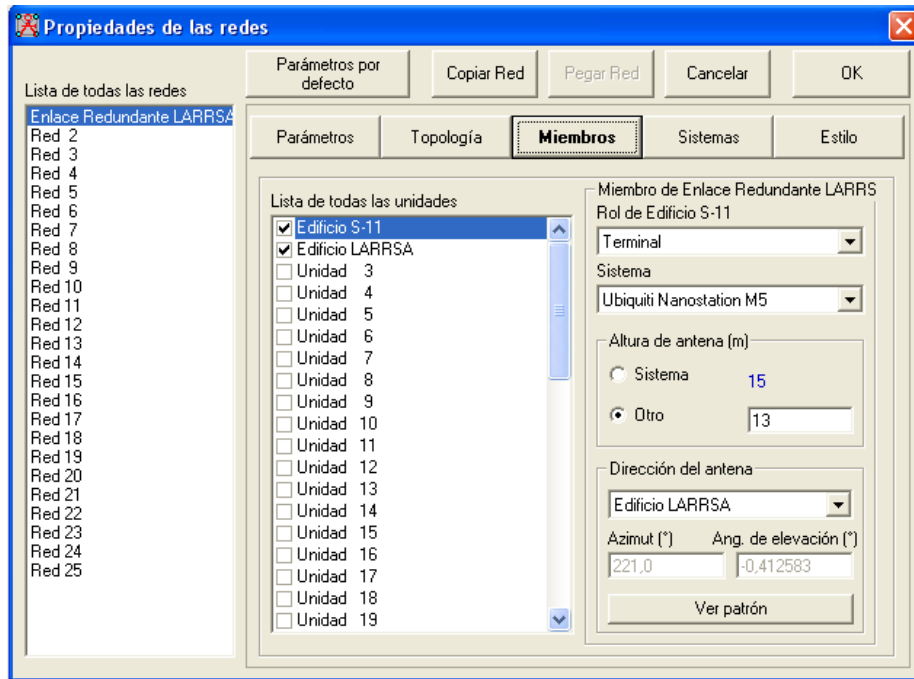
Figura 32. **Propiedades de las redes, topología**



Fuente: elaboración propia, con programa RadioMobile.

- **Miembros**
Miembro1 = Edificio S-11
Rol de Edificio S-11 = Terminal
Sistema = Ubiquiti Nanostation M5
Altura de la antena = 11,5 metros
Dirección de la antena = Edificio LARRSA

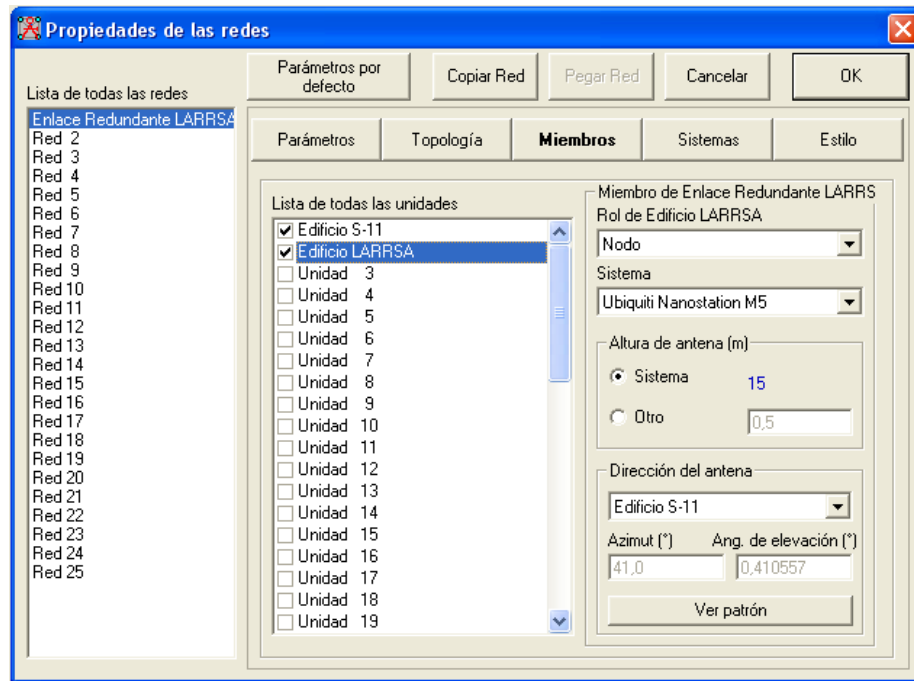
Figura 33. Propiedades de las redes, miembro 1



Fuente: elaboración propia, con programa RadioMobile.

- Miembro 2 = Edificio LARRSA
- Rol de Edificio LARRSA = Nodo
- Sistema = Ubiquiti Nanostation M5
- Altura de la antena = 8 metros
- Dirección de la antena = Edificio S-11

Figura 34. **Propiedades de las redes, miembro 2**



Fuente: elaboración propia, con programa RadioMobile.

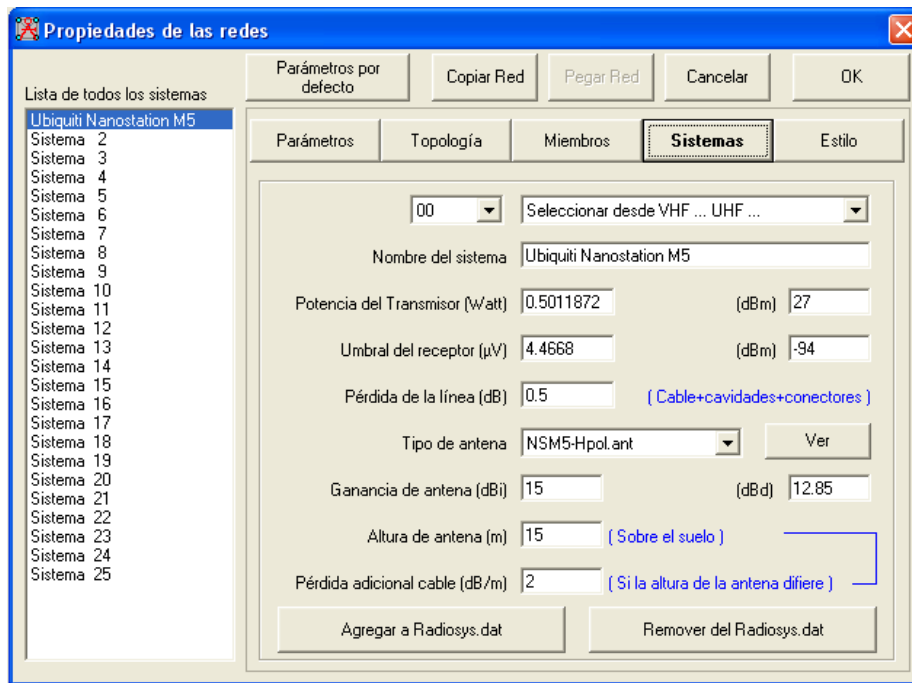
- **Sistemas**
 - Frecuencia = seleccionar desde VHF hasta UHF
 - Nombre del sistema = Ubiquiti Nanostation M5
 - Potencia del transmisor = 27 dBm
 - Umbral de recepción = -94 dBm
 - Pérdida de línea = 0,5 dBm
 - Tipo de antena = NMS5-Hpol.ant²⁷
 - Ganancia de la antena = 15 dBi²⁸

²⁷ UBIQUITI. Patterndata. <http://www.ubnt.com/support/patterndata>. Consulta: 03 de marzo 2014.

Altura de la antena 11,5

Pérdida adicional cable = 2 dBm

Figura 35. **Propiedades de las redes, sistemas**



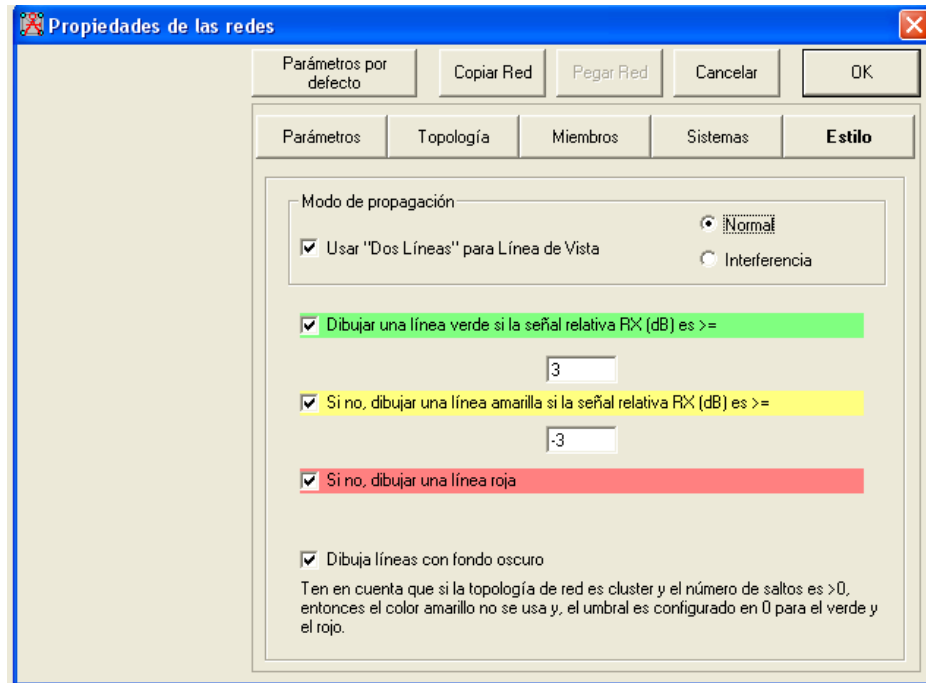
Fuente: elaboración propia, con programa RadioMobile.

○ **Estilo**

Seleccionar las opciones como se muestra en la figura siguiente:

²⁸ Valor promedio obtenido entre los dos valores que nos proporciona la hoja de datos de las antenas.

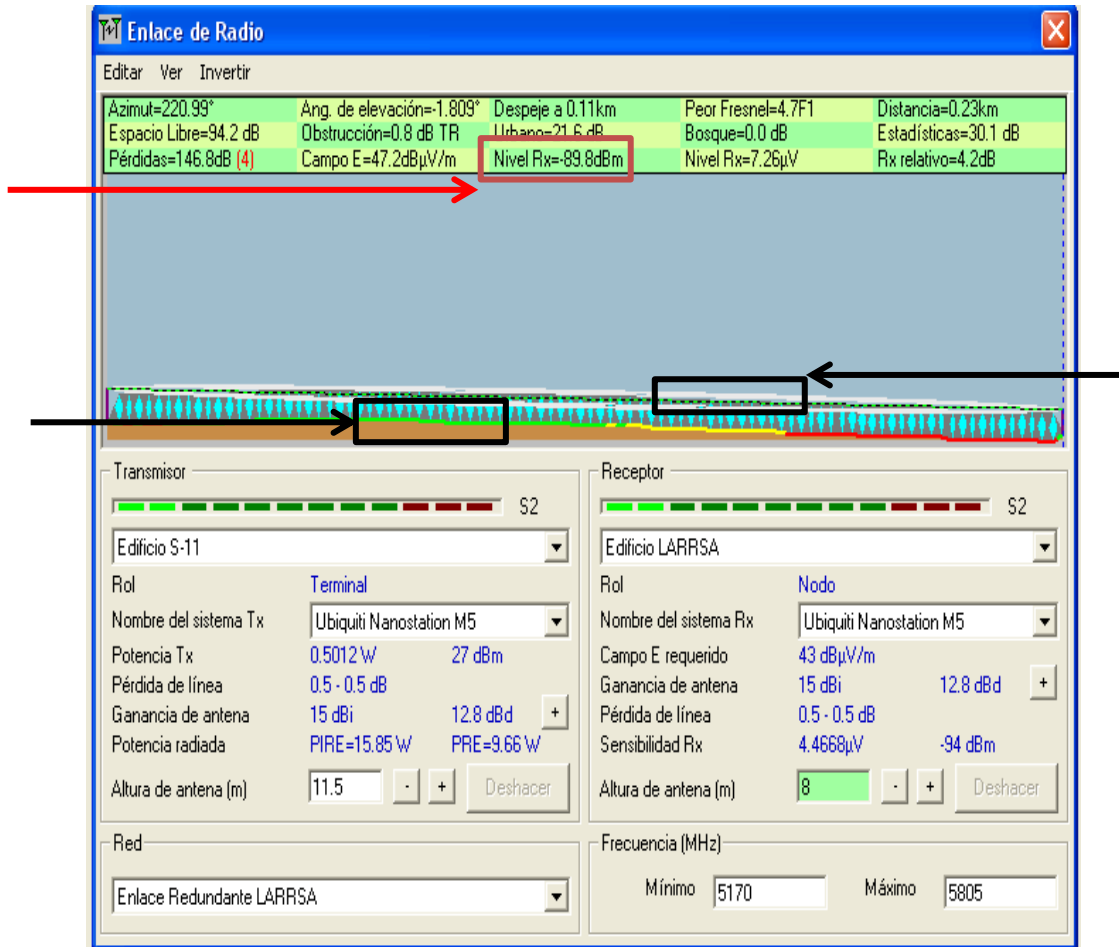
Figura 36. **Propiedades de las redes, Estilo**



Fuente: elaboración propia, con programa RadioMobile.

Con el software configurado se procede a simular el radio enlace y hacer una interpretación del mismo. Para ello se hace clic en el ícono de Enlace de radio y obtenemos la información con se muestra en las figuras siguientes:

Figura 37. Simulación del radioenlace



Fuente: elaboración propia, con programa RadioMobile.

Figura 38. **Radioenlace sobre el mapa, la línea roja indica que no hay transmisión**



Fuente: elaboración propia, sobre mapa de Google Earth.

- Interpretación

De la figura 37 interesará observar el valor de Nivel Rx que debe estar en un rango de -40 y -80 dBm²⁹. La línea de color a nivel del suelo que debe ser verde en toda su trayectoria y la línea punteada entre antenas que debe ser verde. Estos tres elementos indican que el radioenlace es factible, de lo contrario, se puede concluir que el radioenlace no es factible.

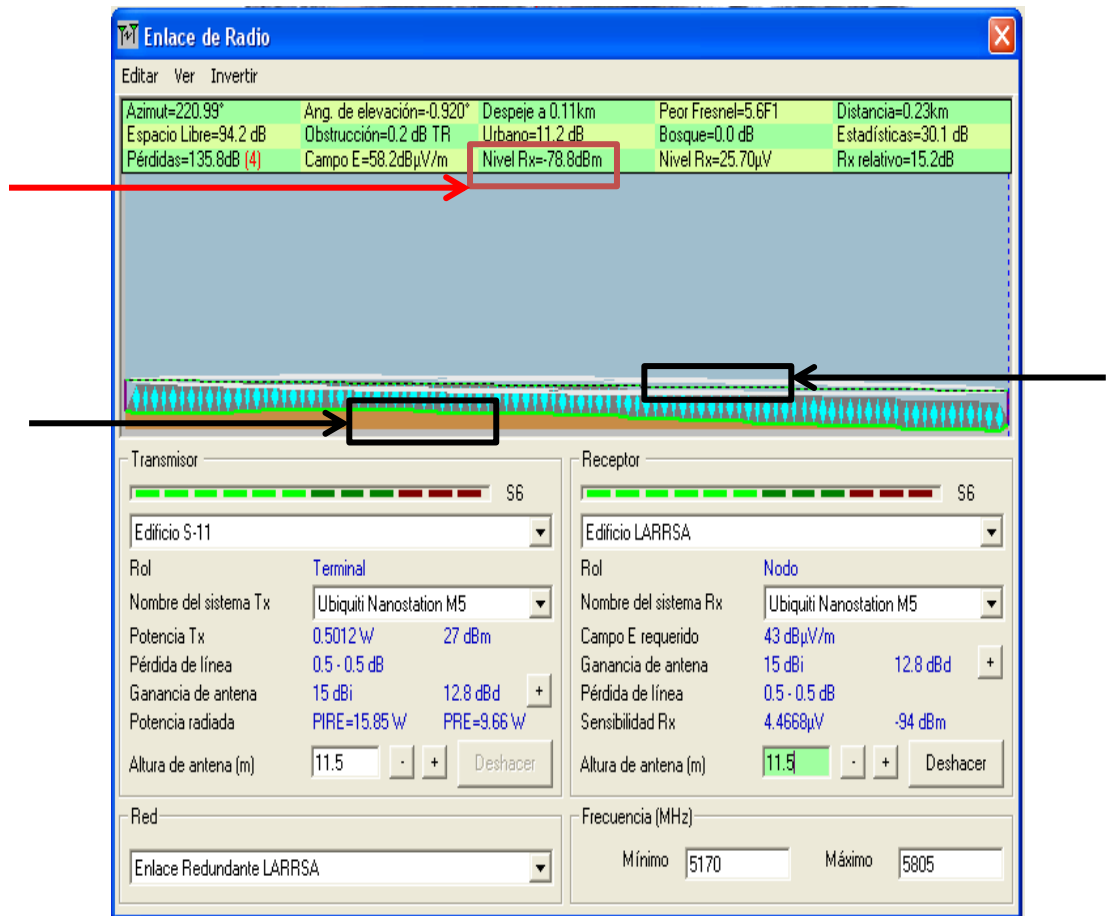
²⁹ GÓMEZ, Jose; *Pipo E2H-Soluciones Tic Avanzadas*. <http://blog.e2h.net/2010/01/17/calculando-un-enlace-de-radio-punto-a-punto-con-radio-mobile/> Consulta: 04 de marzo 2014.

De la figura 38 se debe observar el color de la línea entre antenas, si ésta es verde significa que el radioenlace es factible, si es roja significa que el radioenlace no es factible.

Como se puede observar, en ambas figuras, todo indica que el radioenlace no es factible. Esto se debe a dos situaciones, la primera puede ser que la altura de las antenas no sea la adecuada debido a la presencia de árboles más altos que éstas, los cuales interfieren con la transmisión. La segunda puede ser que la frecuencia de transmisión no sea la adecuada para este tipo de radio enlace.

Se procede a descartar la primera situación y se aumenta la altura de ambas antenas para observar nuevamente el comportamiento del radio enlace. Ver figura siguiente.

Figura 39. Simulación del radioenlace con cambio en las alturas de las antenas



Fuente: elaboración propia, con programa RadioMobile.

Figura 40. **Radioenlace sobre el mapa, la línea verde muestra que existe transmisión**

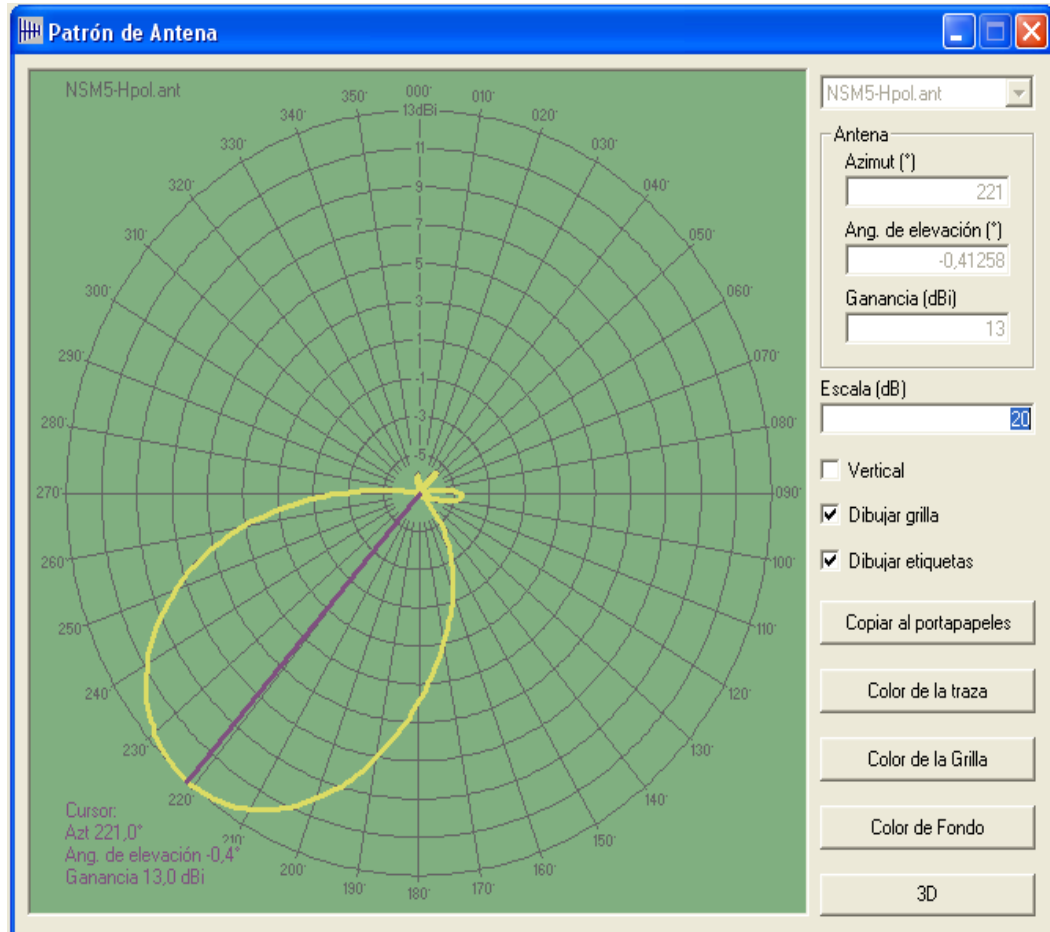


Fuente: elaboración propia, sobre mapa de Google Earth.

Como se puede observar en las figuras anteriores, al aumentar la altura de ambas antenas la transmisión es exitosa.

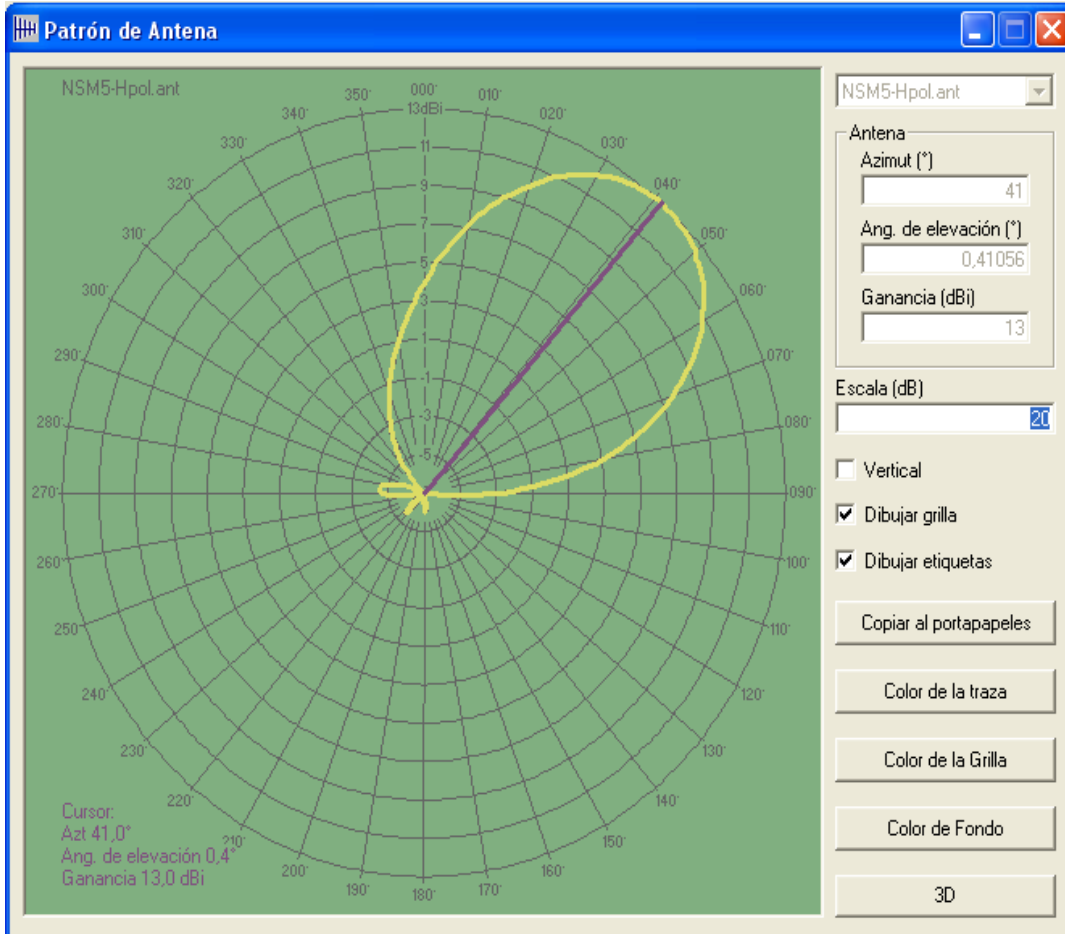
Se agregan imágenes de los patrones de radiación y orientación de las antenas, así como, imágenes del radioenlace exportado a Google Earth, para una mejor apreciación.

Figura 41. Antena 1, ubicada en el edificio S-11 y orientada hacia el edificio Larrsa



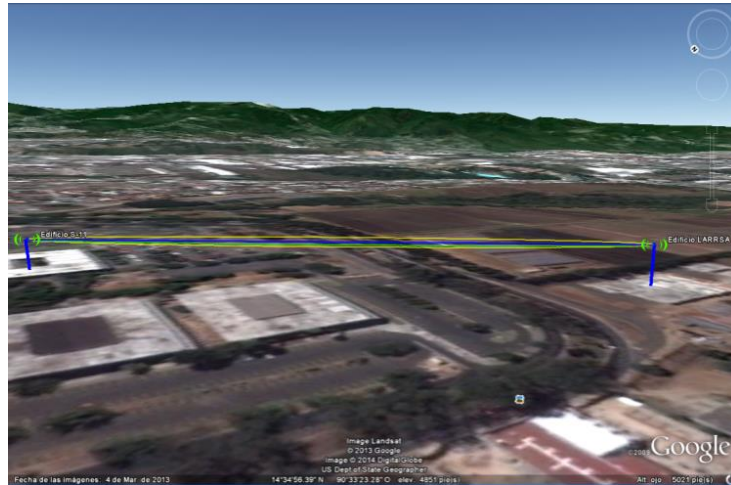
Fuente: elaboración propia, con programa Radio Mobile.

Figura 42. **Antena 2, ubicada en el edificio Larrsa y orientada hacia el edificio S-11**



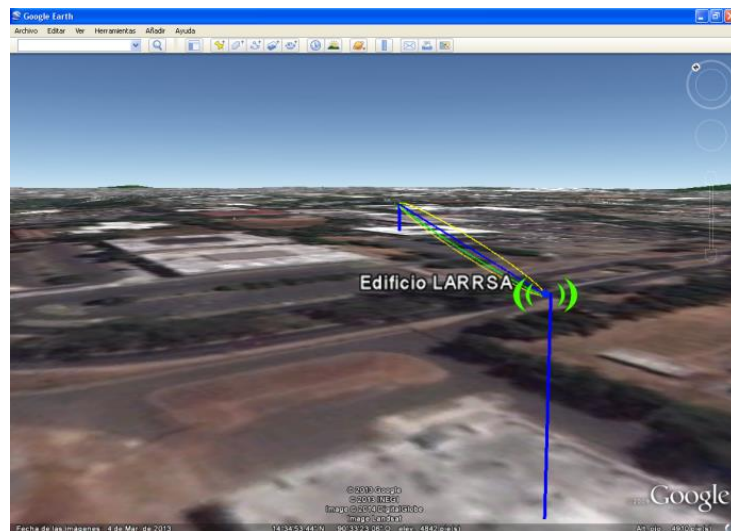
Fuente: elaboración propia, con programa Radio Mobile.

Figura 43. Radio enlace exportado a Google Earth



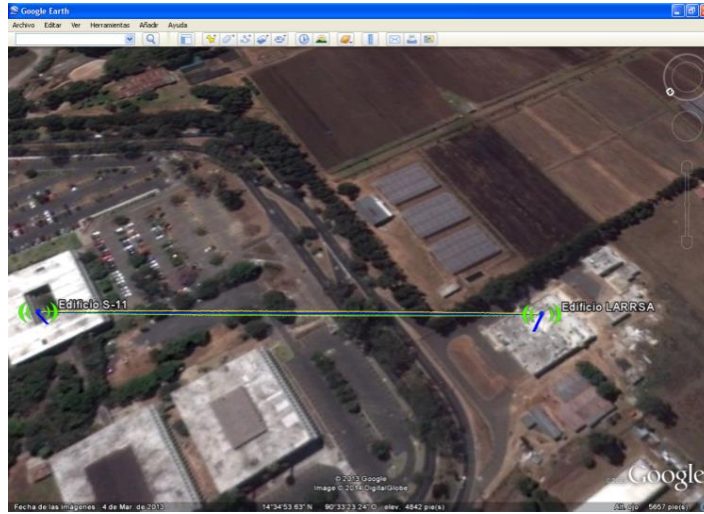
Fuente: elaboración propia, con programa Google Earth.

Figura 44. Vista del radioenlace desde el edificio Larrsa



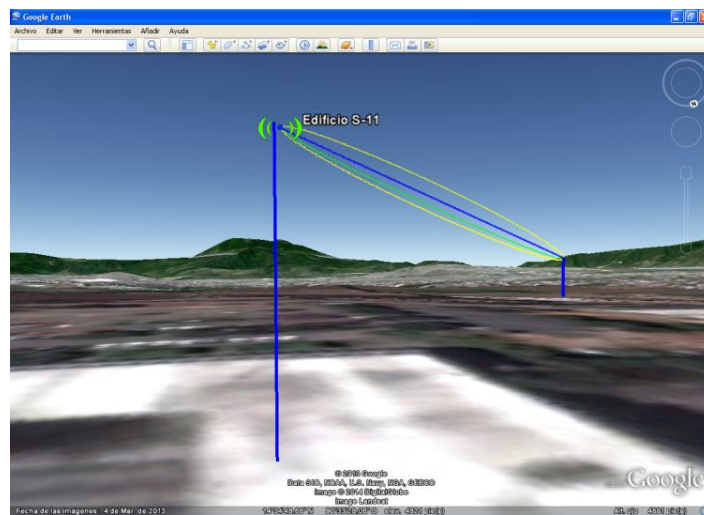
Fuente: elaboración propia, con programa Google Earth.

Figura 45. Vista aérea del radioenlace



Fuente: elaboración propia, con programa Google Earth.

Figura 46. Vista del radioenlace desde el edificio S-11



Fuente: elaboración propia, con programa Google Earth.

- Conclusión sobre el radioenlace: El radioenlace será factible. A pesar que en la simulación fue necesario aumentar la altura de las antenas, esto en la práctica puede que no sea necesario, debido a que se tiene línea vista entre un edificio y otro como se muestra en la figura siguiente. En la práctica se ha demostrado que el simple hecho de tener línea vista nos garantiza el funcionamiento de un radioenlace.

Figura 47. **Línea vista**



Fuente: elaboración propia.

- Conclusión sobre el enlace *backbone* redundante: Se deberá utilizar la opción 1 (instalar fibra óptica desde el edificio S-11 hacia Larrsa). Esto debido a que la instalación de la fibra óptica será menos invasiva (en cuanto a obra civil) para el edificio Larrsa.

6.3.1.3. Canalización

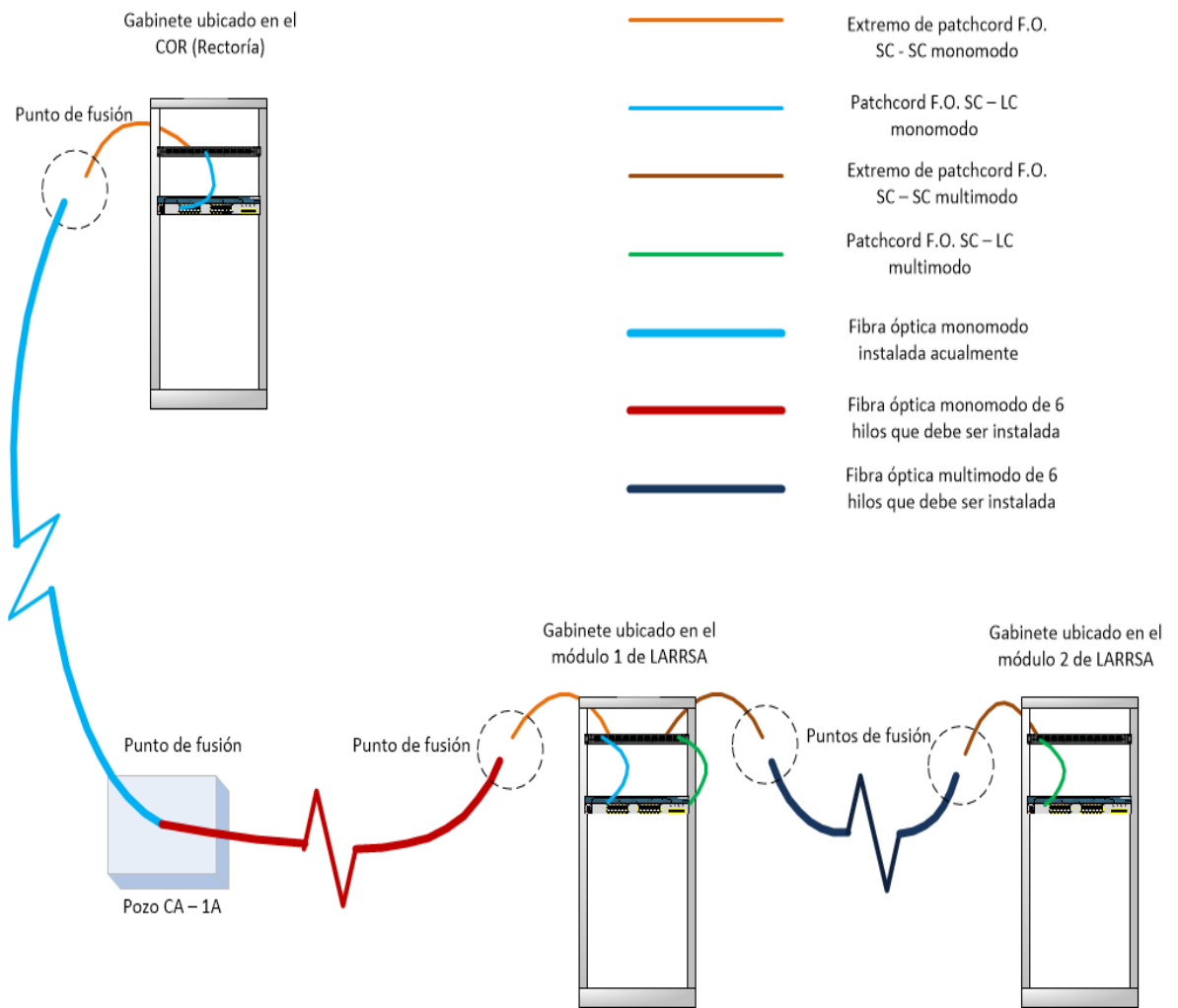
La canalización necesaria para los enlaces principal y redundante consistirá en utilizar los pozos ya existentes como se muestra en los planos.

6.3.1.3.1. Metodología de instalación de fibra óptica para los enlaces principal y redundante

Para instalar el enlace principal y el redundante se propone la siguiente metodología que ahorra tiempo y el uso de conectores para fibra óptica. Se deberán seguir los pasos siguientes:

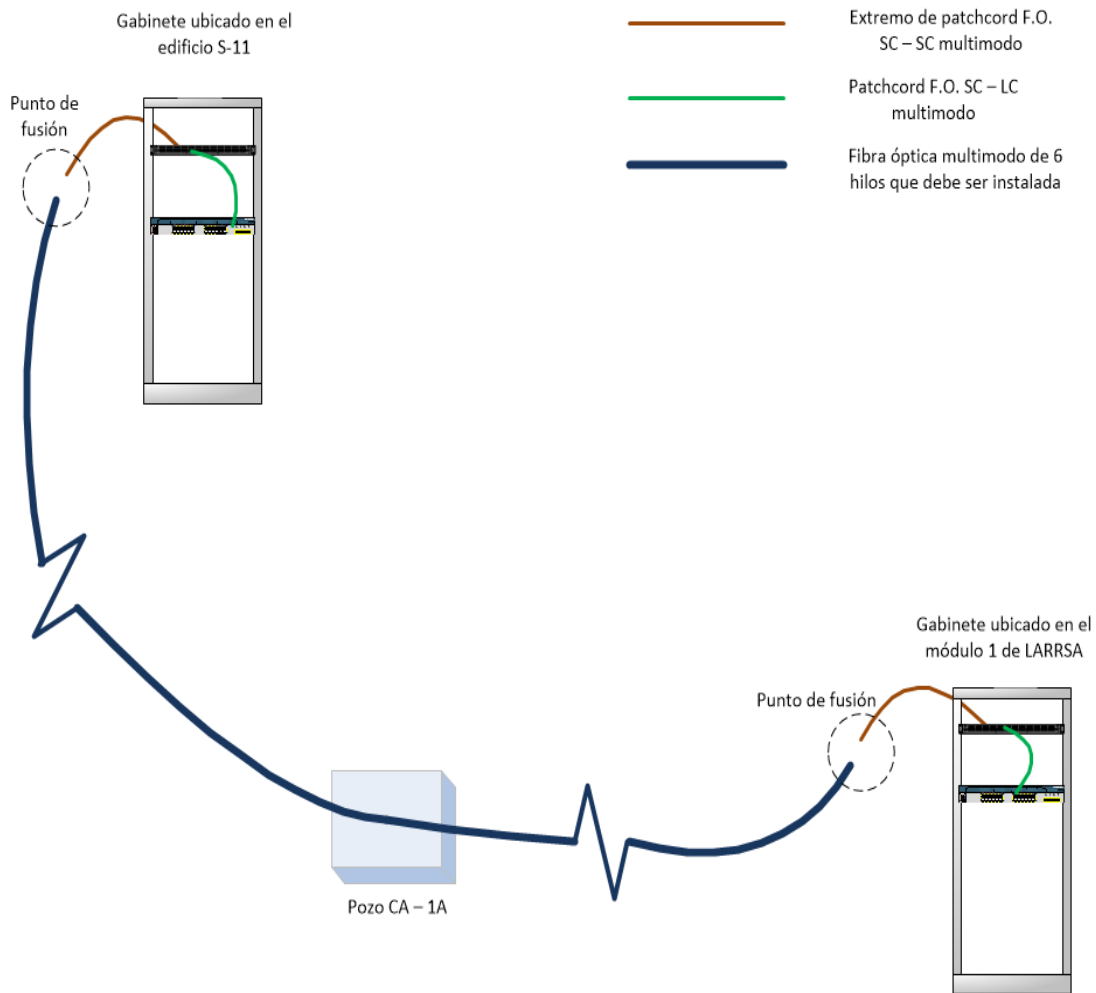
- Se deberán cortar los cables de interconexión de fibra óptica SC-SC (monomodo para el enlace principal y multimodo para el enlace redundante) por la mitad.
- Limpiar los residuos de vidrio en cada extremo de la fibra óptica cortada, para eliminar impurezas.
- El extremo sin conector de una de las mitades de los cables de interconexión SC-SC se deberá fusionar con la fibra óptica que viene del pozo CA-62A (para el enlace directo) o del pozo CI-76B (para el enlace redundante).
- El extremo con conector SC se instalará en la bandeja de fibra óptica.
- Los dos pasos anteriores deberán repetir en cada uno de los gabinetes de telecomunicaciones de ambos módulos de Larrsa.

Figura 48. **Forma de conectar la fibra óptica para el enlace principal**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

Figura 49. **Forma de conectar la fibra óptica para el enlace redundante**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

De no ser posible la aplicación de la metodología descrita con anterioridad, se deberá realizar conectorización manual en cada uno de los extremos del enlace de fibra óptica.

6.3.1.4. Selección de componentes

Para la implementación de los enlaces principal y redundante serán necesarios los siguientes componentes:

- Fibra óptica monomodo 50/125 μm , no armada de 6 hilos para exteriores. Se recomienda utilizar fibra óptica marca Draka.
- Fibra óptica multimodo 50/125 μm , no armada de 6 hilos para exteriores. Se recomienda utilizar fibra óptica marca Draka.
- Cables de interconexión dobles tipo: SC-SC monomodo y SC-SC multimodo de fibra óptica de 1 m. Se recomiendan los modelos XGLO de la marca Siemon.
- Conectores dobles tipo SC como los XGLO de la marca Siemon.

Figura 50. Conector SC Doble



Fuente: SIEMON. *Catálogo de Productos Siemon*. p. 20.

6.3.1.5. Cuantificación

En las siguientes tablas se desglosa la cuantificación de los materiales necesarios para los enlaces diseñados.

6.3.1.5.1. Enlace principal

En la tabla siguiente se muestra la cuantificación por tramos de fibra óptica para el enlace principal.

Tabla XXXIV. **Cuantificación de fibra óptica por tramos para el enlace principal**

ENLACE PRINCIPAL DESDE EL EDIFICIO M-6 HASTA LARRSA				
Desde (pozo)	Hasta (pozo)	Longitud F.O. (metros)	Reserva u Holgura (metros)	Total por tramo
CA-62A	CA-64B	87,45	1	88,45
CA-64B	CA-64B'	42,8	1	43,8
CA-64B'	CA-4A	32,5	15	47,5
CA-4A	CA-3A	68,6	1	69,6
CA-3A	CA-2B	87,6	1	88,6
CA-2B	CA-2B'	53,7	1	54,7
CA-2B'	CA-1A	49,05	1	50,05
CA-1A	GABINETE	136	1	137
TOTAL PARCIAL				579,7
TOTAL (INCLUYE 20% DE HOLGURA)				695,64

Fuente: elaboración propia.

Se necesitarán 700 metros lineales de fibra óptica monomodo.

6.3.1.5.2. Enlace redundante

La cantidad de fibra óptica necesaria por tramos para el enlace redundante se muestra en la tabla siguiente.

Tabla XXXV. **Cuantificación de fibra óptica por tramos para el enlace redundante**

ENLACE REDUNDANTE CON F.O DESDE S-11 HASTA LARRSA				
Desde (pozo)	Hasta (pozo)	Longitud F.O. (metros)	Reserva u Holgura (metros)	Total por tramo
CI-76B	CI-77B	42,85	1	43,85
CI-77B	CI-49B	72	1	73
CI-49B	CA-35B	54,6	1	55,6
CA-35B	CA-36B	69,2	1	70,2
CA-36B	CA-1A	64,6	1	65,6
CA-1A	GABINETE	136	1	137
TOTAL PARCIAL				445,25
TOTAL (INCLUYE 20% DE HOLGURA)				534,3

Fuente: elaboración propia.

Se necesitarán 550 metros lineales de fibra óptica multimodo.

6.3.1.5.3. Materiales necesarios

En la siguiente tabla se detallan los materiales necesarios para la instalación de los enlaces principal y redundante.

Tabla XXXVI. **Material necesario para el cableado *backbone***

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
700	metros lineales	Fibra óptica	Draka	Monomodo para exteriores	50/125 μm, 6 hilos sin armar
550	metros lineales	Fibra óptica	Draka	Multimodo para exteriores	50/125 μm, 6 hilos sin armar
8	unidades	Conectores	Siemon	XGLO, SC dobles, monomodo	
12	unidades	Conectores	Siemon	XGLO, SC dobles, multimodo	
8	unidades	Patchcord fibra óptica	Siemon	XGLO, SC-SC dobles, multimodo	1 metro de longitud
4	unidades	Patchcord fibra óptica	Siemon	XGLO, SC-SC dobles, monomodo	1 metro de longitud

Fuente: elaboración propia.

6.3.2. Cableado horizontal

Es el conjunto de cables que se instalan desde las salas de telecomunicaciones hacia cada uno de los puntos de red o puntos finales, de una red de datos interna.

6.3.2.1. Diseño de la red interna

Para implementar el cableado horizontal se unificarán las canalizaciones de datos y de telefonía existentes.

Para ello se tendrán que cambiar algunas de las tomas telefónicas instaladas actualmente (ver detalles en planos).

En general los planos adjuntos (planos de Larrsa) constituyen el diseño de la red interna de datos del edificio de Larrsa.

6.3.2.2. Canalización

Tomando en consideración que en el diseño y en la construcción del edificio de Larrsa se incluyó canalización para la red de datos y la red de telefonía por separado, se propone: utilizar toda la canalización de red de datos y parte de la canalización de la red de telefonía para cubrir las necesidades de servicios de datos del edificio en mención. Lo cual reducirá los costos en la implementación del proyecto.

En ese sentido se presenta la siguiente propuesta, que permitirá obtener las siguientes ventajas:

- Aprovechar las canalizaciones existentes.
- No incurrir en gastos innecesarios.
- No realizar intervenciones de obra civil en la construcción existente³⁰.

6.3.2.3. Selección de componentes

- Cable UTP categoría 6 por lo menos. Se recomienda utilizar cable UTP de la marca Siemon.
- Cables de interconexión categoría 6. Se recomienda la línea Z-MAX de la marca Siemon.
- Tomas de conexión RJ-45 categoría 6. Se recomienda la línea Z-MAX de la marca Siemon.
- Placas frontales dobles. Se recomienda la línea 10GMX de la marca Siemon.

Figura 51. Tomas de conexión RJ-45 Z-MAX Siemon



Fuente: SIEMON. *Catálogo de Productos Siemon*. p. 20.

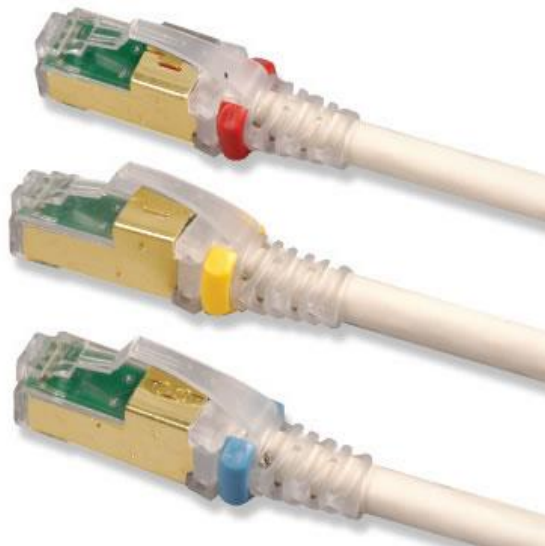
³⁰ Recordar que el edificio de Larrsa es una instalación del tipo especial y por norma no puede ser intervenida en cuanto a obra civil se refiere.

Figura 52. **Tomas de conexión RJ-45 híbridas Z-MAX instaladas plana/en ángulo**



Fuente: SIEMON. *Catálogo de Productos Siemon*. p. 20.

Figura 53. **Cable de interconexión Z-MAX Siemon**



Fuente: SIEMON. *Catálogo de Productos Siemon*. p. 20.

6.3.2.4. Cuantificación

En la tabla siguiente se detalla la cantidad de cable UTP desde el gabinete de telecomunicaciones hasta cada punto de red específico. También se indica la cantidad total de cable necesaria para realizar la instalación de cableado estructurado.

Tomando en cuenta que ya existen instaladas algunas tomas de telefonía y que estas van a ser reemplazadas por tomas de datos, en la tabla se indica si la toma debe ser reemplazada o no.

Tabla XXXVII. **Cuantificación de cable UTP. Medidas desde panel de interconexión hasta cada punto de red**

Desde	Hasta	Toma	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma	Cambio
Gabinete 1	LA M1 01 A01,A02	toma 1	22,97	2,7	25,67	2	51,34	61,608	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A03,A04	toma 2	21,99	2,7	24,69	2	49,38	59,256	Hermético	Si
Gabinete 1	LA M1 01 A05,A06	toma 3	23,80	2,7	26,50	2	53	63,6	Hermético	Si
Gabinete 1	LA M1 01 A07,A08	toma 4	27,46	2,7	30,16	2	60,32	72,384	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A09,A10	toma 5	30,50	2,7	33,20	2	66,4	79,68	Hermético	Si
Gabinete 1	LA M1 01 A11,A12	toma 6	27,33	2,7	30,03	2	60,06	72,072	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A13,A14	toma 7	30,37	2,7	33,07	2	66,14	79,368	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A15,A16	toma 8	27,63	2,7	30,33	2	60,66	72,792	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A17,A18	toma 9	26,80	2,7	29,50	2	59	70,8	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A19,A20	toma 10	22,87	2,7	25,57	2	51,14	61,368	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A21,A22	toma 11	33,40	2,7	36,10	2	72,2	86,64	Normal	Si
Gabinete 1	LA M1 01 A23,A24	toma 12	34,13	2,7	36,83	2	73,66	88,392	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A25,A26	toma 13	31,23	2,7	33,93	2	67,86	81,432	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A27,A28	toma 14	37,73	2,7	40,43	2	80,86	97,032	Hermético	Si
Gabinete 1	LA M1 01 A29,A30	toma 15	37,55	2,7	40,25	2	80,5	96,6	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A31,A32	toma 16	44,53	2,7	47,23	2	94,46	113,352	Hermético	Si
Gabinete 1	LA M1 01 A33,A34	toma 17	26,15	2,7	28,85	2	57,7	69,24	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A35,A36	toma 18	32,76	2,7	35,46	2	70,92	85,104	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 A37,A38	toma 19	29,14	2,7	31,84	2	63,68	76,416	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A39,A40	toma 20	28,21	2,7	30,91	2	61,82	74,184	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A41,A42	toma 21	18,01	2,7	20,71	2	41,42	49,704	Hermético	No
Gabinete 1	LA M1 01 A43,A44	toma 22	5,66	2,7	8,36	2	16,72	20,064	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 A45,A46	toma 23	10,62	2,7	13,32	2	26,64	31,968	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 A47,A48	toma 24	26,67	2,7	29,37	2	58,74	70,488	Normal	No

Continuación de la tabla XXXVII.

Desde	Hasta	Toma	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma	Cambio
Gabinete 1	LA M1 01 B01,B02	toma 25	24,22	2,7	26,92	2	53,84	64,608	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B03,B04	toma 26	33,37	2,7	36,07	2	72,14	86,568	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B05,B06	toma 27	29,87	2,7	32,57	2	65,14	78,168	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B07,B08	toma 28	36,78	2,7	39,48	2	78,96	94,752	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B09,B10	toma 29	37,78	2,7	40,48	2	80,96	97,152	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B11,B12	toma 30	28,88	2,7	31,58	2	63,16	75,792	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B13,B14	toma 31	31,69	2,7	34,39	2	68,78	82,536	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B15,B16	toma 32	25,11	2,7	27,81	2	55,62	66,744	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B17,B18	toma 33	21,07	2,7	23,77	2	47,54	57,048	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B19,B20	toma 34	23,37	2,7	26,07	2	52,14	62,568	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B21,B22	toma 35	23,52	2,7	26,22	2	52,44	62,928	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B23,B24	toma 36	21,22	2,7	23,92	2	47,84	57,408	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B25,B26	toma 37	15,37	2,7	18,07	2	36,14	43,368	Normal	Si
Gabinete 1	LA M1 01 B27,B28	toma 38	23,42	2,7	26,12	2	52,24	62,688	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B29,B30	toma 39	27,32	2,7	30,02	2	60,04	72,048	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B31,B32,B33	toma 40	27,52	2,7	30,22	3	90,66	108,792	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B34,B35,B36	toma 41	23,87	2,7	26,57	3	79,71	95,652	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B37,B38,B39	toma 42	32,62	2,7	35,32	3	105,96	127,152	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B40,B41,B42	toma 43	28,27	2,7	30,97	3	92,91	111,492	Normal	No
Gabinete 1	LA M1 01 B43,B44	toma 44	15,52	2,7	18,22	2	36,44	43,728	Normal	Si
Gabinete 2	LA M2 01 A01,A02	toma 45	16,25	2,7	18,95	2	37,9	45,48	Normal	No
Gabinete 2	LA M2 01 A03,A04	toma 46	23,53	2,7	26,23	2	52,46	62,952	Normal	No
Gabinete 2	LA M2 01 A05,A06	toma 47	23,19	2,7	25,89	2	51,78	62,136	Normal	No
Gabinete 2	LA M3 01 A07,A08	toma 48	33,22	2,7	35,92	2	71,84	86,208	Normal	No

Total de metros lineales de cable UTP	3 541,51
--	-----------------

Fuente: elaboración propia.

Serán necesarios 3 550 metros lineales de cable UTP.

Tabla XXXVIII. **Materiales necesarios para el cableado horizontal**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
3 550	metros lineales	cable UTP	Siemon	Categoría 6	12 cajas aprox.
8	unidades	Tomas de conexión RJ-45	Siemon	Z-MAX	En ángulo
4	unidades	Placas frontales	Siemon	10GMX modulares	dobles
100	unidades	Patchcord UTP	Siemon	Z-MAX	1 metro, color a definir

Fuente: elaboración propia.

6.3.3. Sala de telecomunicaciones

En el diseño y la construcción del edificio de Larrsa se previeron las salas de telecomunicaciones, por lo tanto no es necesario diseñar ni definir espacios para estas.

Las ubicaciones de dichas salas se pueden observar en los planos.

6.3.3.1. Selección de equipo

Con base en las necesidades específicas se selecciona el siguiente equipo.

6.3.3.1.1. Equipo activo

- Edificio de Administración y Laboratorios (Módulo 1): debido a las necesidades de la red de datos es necesario utilizar 2 (dos) *switch* tipo 1. Para este caso se recomienda utilizar el modelo CATALYST 3750X-48PF-S de Cisco, ya que cumple con las normas y especificaciones necesarias.

- Edificio de Antígenos y Donadores (Módulo 2): será necesario utilizar 1 (uno) *switch* tipo 2. Para este caso se recomienda utilizar el modelo CATALYST 2960S-48LPS-L de Cisco.

A pesar que existen equipos más económicos, se propone este equipo debido a que las actividades que se desarrollan en las instalaciones de Larra requieren de equipos robustos y de alto rendimiento.

6.3.3.1.2. Equipo pasivo de redes

- Edificio de Administración y Laboratorios (Módulo 1)
 - Gabinete de piso de 28 unidades. Se recomienda el modelo Dynamic 28RU de la marca Quest.

Figura 54. **Gabinete modelo Dynamic 28RU, marca Quest**



Fuente: QUEST. *Catálogo de Productos Quest*. p. 50.

- 1 bandeja de fibra óptica.
- 1 ordenador de cables de interconexión de fibra óptica. Se recomienda el modelo FCP3-DWR de Siemon, ya que cuenta con panel de interconexión, bandeja y ordenador en un solo equipo.

Figura 55. **Bandeja y ordenador de fibra óptica modelo FCP3-DWR Siemon**



Fuente: SIEMON. *Catálogo de Productos Siemon*. p. 20.

- 2 paneles de interconexiones de 48 puertos, se recomienda el modelo Z-MAX de Siemon.

Figura 56. **Panel de interconexión Z-MAX Siemon**



Fuente: SIEMON. *Catálogo de Productos Siemon*. P. 20.

- 2 ordenadores de cable UTP horizontales, se recomienda el organizador tipo ducto de 2 unidades de la marca Quest (código OH-4516).

Figura 57. **Organizador de cable UTP tipo ducto de 2RU de Quest**



Fuente: QUEST. *Catálogo de Productos Quest*. p. 50.

- 1 tomacorriente múltiple horizontal, se recomienda el multitoma horizontal Línea Premium de la marca Quest, tipo hospitalario (código MH-4715).

Figura 58. **Tomacorriente múltiple horizontal de Quest**



Fuente: QUEST. *Catálogo de Productos Quest*. p. 50.

- Equipo de ventilación dedicada para los gabinetes de telecomunicaciones. Se recomienda instalar en cada gabinete 3 kit de ventilación doble de la marca Quest (código KP4729).

Figura 59. **Kit de ventilación doble para gabinetes de piso Quest**



Fuente: QUEST. *Catálogo de Productos Quest*. p. 50.

- Edificio de Antígenos y Donadores (Módulo 2)
 - Gabinete de piso de 15 unidades. Se recomienda el modelo Dynamic 15RU de la marca Quest.

Figura 60. **Gabinete modelo Dynamic 15RU Quest**



Fuente: QUEST. *Catálogo de Productos Quest*. p. 50.

- 1 bandeja de fibra óptica.
- 1 ordenador de cables de interconexión de fibra óptica, se recomienda el modelo FCP3-DWR de Siemon, ya que cuenta con panel de interconexión, bandeja y ordenador.
- 1 panel de interconexión de 48 puertos, se recomienda el modelo Z-MAX de Siemon.
- 1 ordenador de cable UTP horizontal, se recomienda el organizador tipo ducto de 1 unidad de la marca Quest (código OH-4511).

Figura 61. **Organizador de cable UTP tipo ducto de 1RU Quest**



Fuente: QUEST. *Catálogo de Productos Quest*. p. 50.

- 1 tomacorriente múltiple horizontal. Se recomienda el multitoma horizontal Línea Premium de la marca Quest, tipo hospitalario (código MH-4715).
- Equipo de ventilación dedicada para los gabinetes de telecomunicaciones. Se recomienda instalar en cada gabinete 3 kit de ventilación doble de la marca Quest (código KP4729).

6.3.3.2. Cuantificación

Los materiales y equipo necesarios para las dos salas de telecomunicaciones que se implementarán en los edificios de Larrsa se detallan a continuación.

Tabla XXXIX. **Material necesario para las salas de telecomunicaciones**

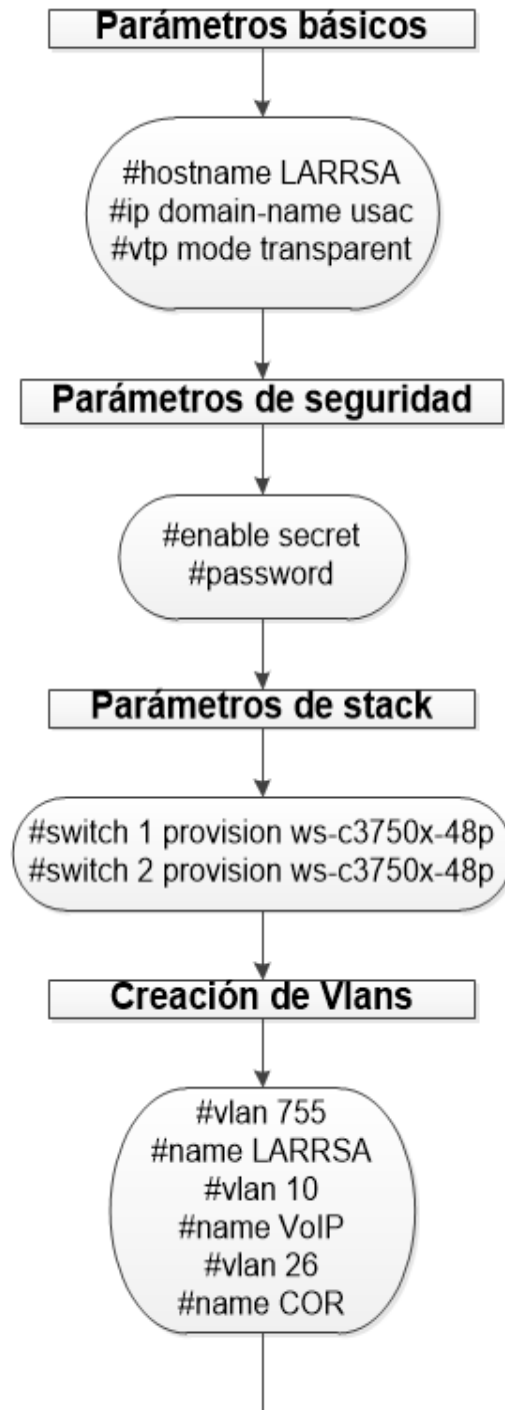
CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
8	unidades	Patchcord fibra óptica	Siemon	XGLO, SC-LC dobles, multimodo	1 metro de longitud
4	unidades	Patchcord fibra óptica	Siemon	XGLO, SC-LC dobles, monomodo	1 metro de longitud
2	unidades	Panel de fibra óptica	Siemon	FCP3-DWR	1RU cada uno
3	unidades	Patchpanel 48 puertos	Siemon	Z-MAX	1RU cada uno, horizontal
2	unidades	Ordenadores de cable UTP	Quest	Tipo ducto	2RU cada uno
1	unidad	Ordenador de cable UTP	Quest	Tipo ducto	1RU
1	unidad	Gabinete de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 15RU	
1	unidad	Gabinete de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 28RU	
6	unidades	Kits de ventilación doble	Quest		Código: KP-4729
2	unidades	Switch de telecomunicaciones	Cisco	3750X-48PF-S	Se pondrán en stack.
1	unidad	Switch de telecomunicaciones	Cisco	2960S-48LPS-L	48 puertos
2	unidades	Módulos miniGBIC	Cisco		SFP, LX
4	unidades	Módulos miniGBIC	Cisco		SFP, SX
2	unidades	Tomacorrientes múltiples	Quest	Código: MH-4716	Grado hospitalario

Fuente: elaboración propia.

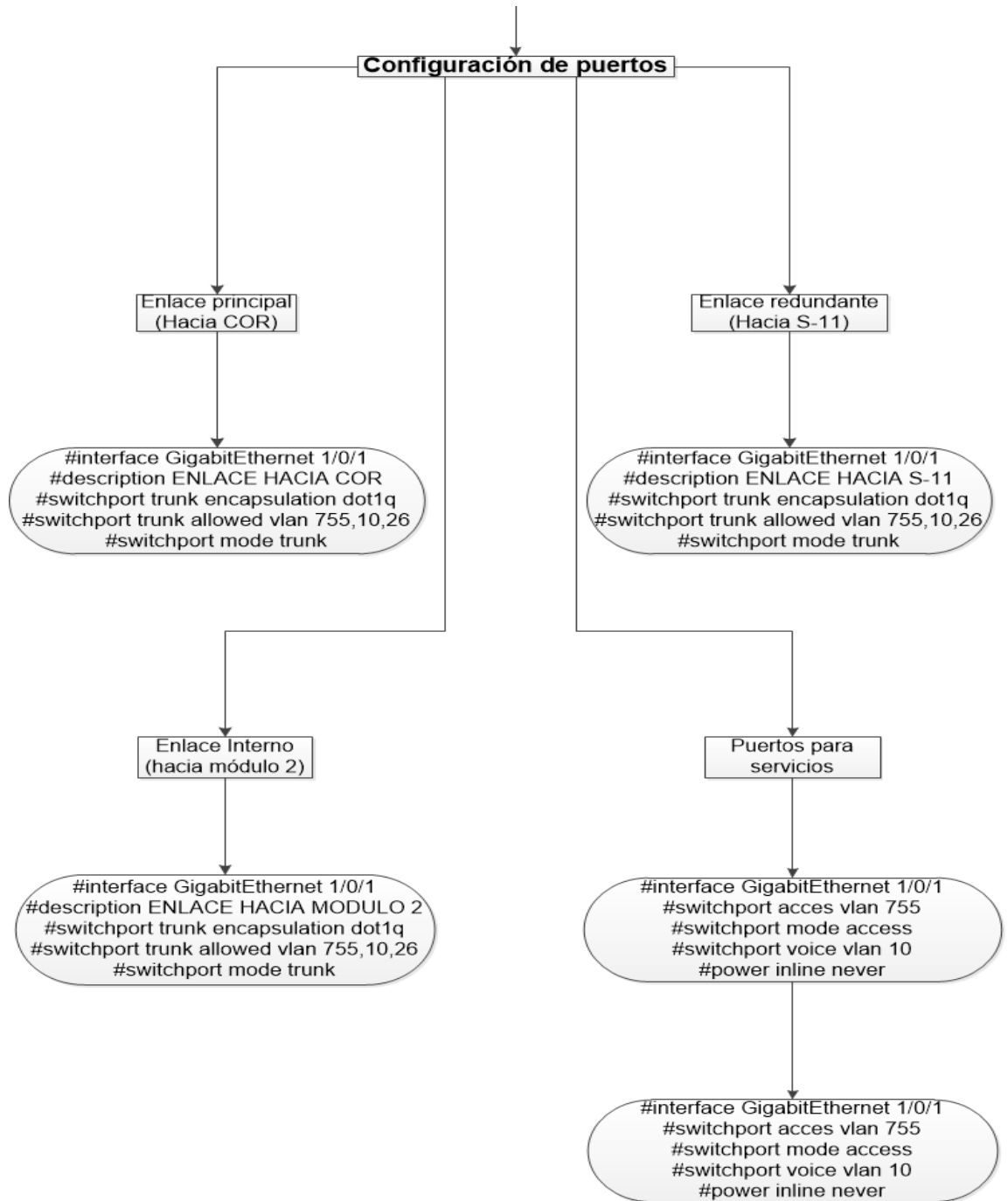
6.3.4. Configuración de equipo activo de redes

En el esquema siguiente se muestra de manera conceptual la forma en que deberán configurarse los *switchs*.

Figura 62. Configuración global del switch Catalyst 3750X



Continuación de la figura 62.



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

6.4. Red de energía eléctrica para el edificio de Larrsa

Como parte de la construcción del nuevo edificio de Larrsa se realizó el diseño y la instalación de la red de energía eléctrica. De esta cuenta solo se realizó un diagnóstico de la red existente para comprobar que cumpla con los requisitos mínimos para el funcionamiento óptimo del equipo activo de red.

6.4.1. Diagnóstico

Se realizó visita al edificio Larrsa y se comprobó que la instalación eléctrica existente cumple con los requerimientos necesarios para el buen funcionamiento del equipo activo de red.

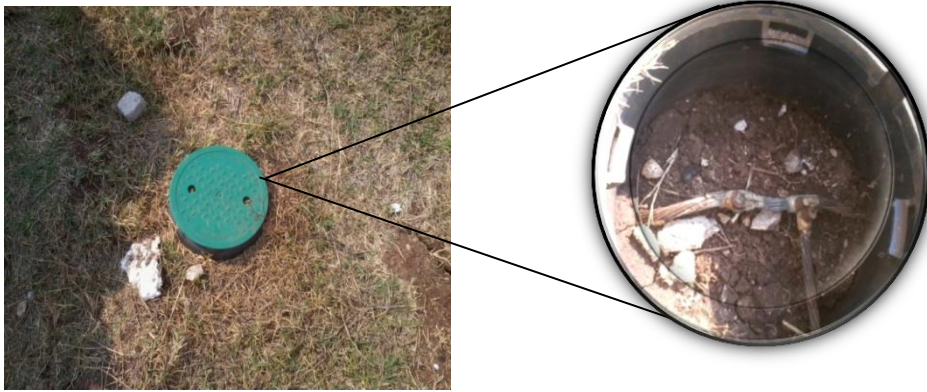
Como se muestra en las imágenes, el edificio cuenta con una subestación de 500 KVA para suministrar energía eléctrica al edificio, instalación de tierra física, tableros de distribución eléctrica de capacidad adecuada y tomacorrientes polarizados.

Figura 63. **Fotografía de Pad Mounted de 500KVA instalado en Larrsa**



Fuente: patio Larrsa.

Figura 64. **Tierra física: vista exterior e interior**



Fuente: jardín Larrsa.

Figura 65. **Tableros principales instalados en Larrsa**



Fuente: cuarto de máquina Larrsa.

6.4.2. Alimentación eléctrica para los gabinetes

La alimentación eléctrica para cada uno de los puntos de red es el complemento necesario para proporcionar energía eléctrica de calidad a los equipos que hagan uso de los servicios de la red de datos.

6.4.2.1. Diseño

- Edificio de Administración y Laboratorios (Módulo 1): para el módulo 1 se deberá instalar un *flip-on* monofásico de 50 amperios en el tablero de distribución que se encuentra en el área donde se instalará el gabinete de telecomunicaciones. De dicho tablero también se alimentará el gabinete de telecomunicaciones. El cable deberá ser THHN, calibre #6.
- Edificio de Antígenos y Donadores (Módulo 2): para el módulo 2 se deberá instalar un *flip-on* monofásico de 50 amperios en el tablero más cercano, para alimentar también al gabinete de telecomunicaciones. El cable deberá ser THHN calibre #6.

6.4.2.1.1. Selección de componentes

- *Flip-on* de 50 A
- Tomacorrientes dobles, polarizados de grado hospitalario
- Cable THHN calibre #6
- Canaleta plástica
- Ducto BX metálico
- Ducto BX plástico

6.4.2.2. Cuantificación

A continuación se detallan los materiales necesarios para la alimentación eléctrica de cada uno de los gabinetes de telecomunicaciones.

Tabla XL. **Material necesario para alimentación del gabinete**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
2	unidades	FLIP-ON		Monofásico	Capacidad: 1 x 50 A
30	metros lineales	Cable calibre #6		AWG THHN (negro, blanco y verde)	10 metros de cada color
10	metros lineales	Canaleta eléctrica		de 40mm x 25mm	Plástica autoadhesiva
2	unidades	Tomacorrientes dobles			Polarizado, tipo hospitalario
2	unidades	Cajas rectangular		Plástica de sobreponer	medida: 2" x 2" x 4"
3	metros lineales	Ducto eléctrico		BX	Plástico
10	metros lineales	Ducto eléctrico		BX	Metálico

Fuente: elaboración propia.

6.4.3. Tomacorrientes para puntos de red de datos

Las instalaciones actuales del edificio Larrsa tienen a la par de cada punto de red de datos un tomacorriente doble polarizado, que cumple con los requerimientos para dar alimentación eléctrica a los puntos de red de datos, por lo tanto no es necesario instalar nuevos tomacorrientes.

6.4.4. Sistema de soporte de energía eléctrica

Tomando en consideración que la red nacional de energía eléctrica puede dejar de suministrar energía eventualmente y tener variaciones en la tensión nominal. Los equipos activos de red son sensibles a dichas fallas se deberá instalar para el gabinete de telecomunicaciones un sistema de soporte de

energía eléctrica. El cual se constituye de un sistema de alimentación ininterrumpida, un inversor de corriente y un banco de baterías.

6.4.4.1. Diseño

- Datos del cálculo de capacidad para el UPS:
 - Factor de potencia = F.P. = 0,90
 - Potencia de consumo de cada *switch* = 140 watts
 - Potencia de consumo de cada kit de ventilación = 22 watts
 - Potencia total de consumo = $(140 * 2) + (22 * 3) = 346$ watts = 0,346 KW

$$\text{Capacidad del UPS en KVA} = \frac{\text{Potencia total de consumo (KW)}}{\text{F.P.}}$$

Sustituyendo valores

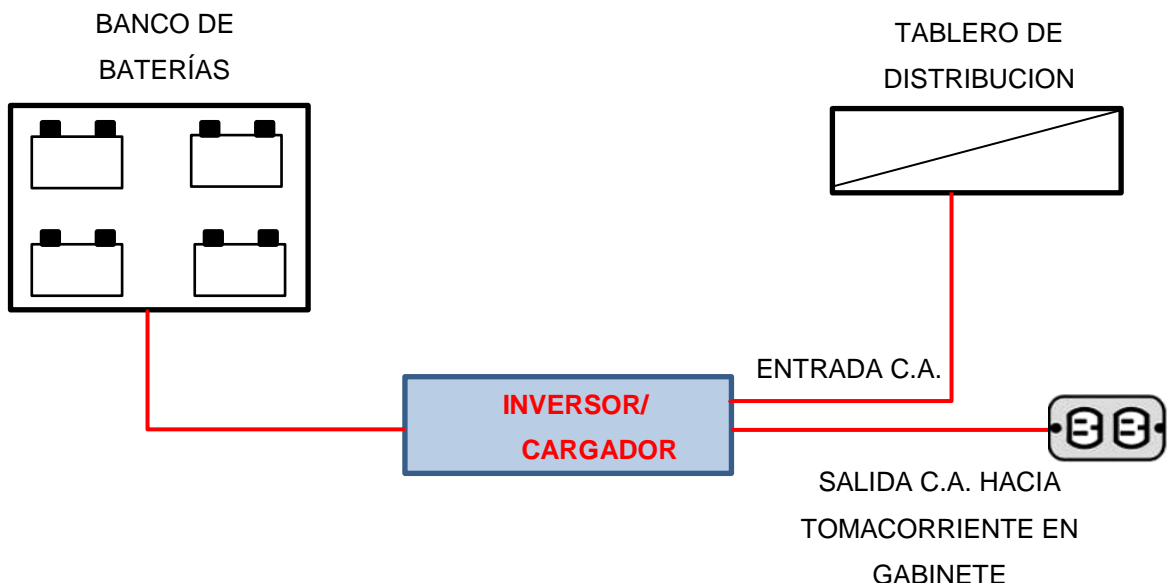
$$\text{Capacidad del UPS en KVA} = \frac{0,346}{0,90}$$

$$\text{Capacidad del UPS en KVA} = 0,384 \text{ KVA}$$

Tomando en consideración que existirá un crecimiento en la red de datos se deberá elegir un UPS de mayor capacidad de la obtenida en el cálculo anterior.

- Inversor/cargador y banco de baterías: para proporcionar el respaldo óptimo de energía eléctrica en caso de un fallo de mediana duración se deberá instalar un banco de baterías y un inversor como se muestra en el diagrama siguiente. Se recomienda un UPS de 1,5 KVA.

Figura 66. **Diagrama de conexión para el sistema de respaldo de energía eléctrica**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

- Cálculo del banco de baterías: se realiza el cálculo para que el equipo tenga 4 horas de autonomía. Para diseñar el banco de baterías se calcula el consumo total de los dispositivos instalados en el gabinete de telecomunicaciones, esto se muestra en la tabla siguiente.

Tabla XLI. **Consumo de potencia semanal de los equipo en gabinete**

Dispositivo	Cantidad	Potencia en watts	Horas de uso por día	Días de uso por semana	Watts-hora semanal
Switch	2	140	24	7	47 040
UPS	1	1 300	24	7	218 400
Kit de ventilación	3	22	24	7	11 088
Inversor	1	1 440	24	7	241 920
Consumo de potencia total semanal en watt-hora de C.A.					518 448

Fuente: elaboración propia.

Conociendo el consumo semanal se calcula el promedio de amperios-hora por día (Ah-d) como sigue:

$$Ah - d = \frac{CS}{(D) * (Vb)}$$

Donde:

CS = carga total semanal

D = días de la semana

Vb = voltaje de las baterías

Se utilizan baterías de 12 voltios DC por su accesibilidad en el mercado.

Sustituyendo valores se obtiene:

$$Ah - d = \frac{518\ 448}{(7) * (12)}$$

$$Ah - d = 6\ 172$$

Para saber el tamaño del banco de baterías se utiliza la siguiente ecuación

$$\text{Tamaño Banco Baterías} = \frac{(Ah - d) * (PD)}{(Ei) * (Eb)} * Da$$

Donde:

PD = profundidad de descarga de las baterías = 80 %

Ei = eficiencia del inversor = 75 %

Eb = eficiencia de las baterías = 90 %

Da = días de autonomía. = 1/6 (equivalente a 4 horas)

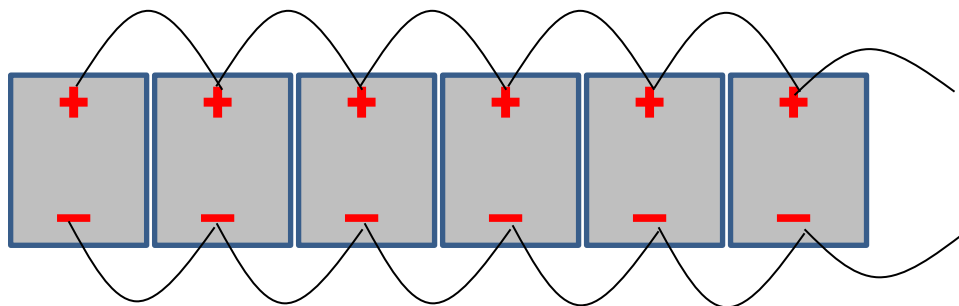
Sustituyendo valores se obtiene:

$$\text{Tamaño Banco Baterías} = \frac{(6\ 172) * (0,8)}{(0,75) * (0,9)} * (1/6)$$

$$\text{Tamaño Banco Baterías} = 1\ 219,1605 \text{ Amperios hora (Ah)}$$

El valor obtenido anteriormente indica que se necesita una batería de 1219,1605 amperios-hora. Sin embargo, en el mercado no existen baterías de este valor exacto. Por tanto se deberá realizar un arreglo de baterías en paralelo, esto se muestra en la siguiente figura.

Figura 67. **Banco de baterías con capacidad de 1 350 Ah**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

6.4.4.2. Selección de equipo

El equipo necesario será:

- UPS de 1,5 KVA, con tarjeta SNMP para monitoreo vía *ethernet*. Se recomienda el modelo EATON EX 1500.
- Inversor de 12 voltios para la entrada del banco de baterías y de 1 500 VA de capacidad.
- Baterías de gel, capacidad de 225 Ah cada una.
- Cable THHN, calibre #4.

6.4.4.3. Cuantificación

A continuación se detalla el equipo de soporte de energía eléctrica para los equipos activos de la Red de Datos en Larrsa.

Tabla XLII. **Equipo necesario para soporte de energía eléctrica**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
2	unidades	UPS	EATON	EX 1500	
2	unidades	Inversor	XANTREX	DR1512	
12	unidades	Baterías 12voltios	Trojan	5SHP-GEL	De gel
20	metros lineales	Cable THHN		Calibre #4	Color negro

Fuente: elaboración propia.

6.4.5. Consolidado de materiales necesarios

Para la implementación de las redes internas de datos y energía eléctrica del edificio de Larrsa serán necesarios los siguientes materiales.

Tabla XLIII. Consolidado de materiales necesarios

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
3 550	metros lineales	cable UTP	Siemon	Categoría 6	12 cajas aprox.
700	metros lineales	Fibra óptica	Draka	Monomodo para exteriores	50/125 μm, 6 hilos sin armar
550	metros lineales	Fibra óptica	Draka	Multimodo para exteriores	50/125 μm, 6 hilos sin armar
8	unidades	Patchcord fibra óptica	Siemon	XGLO, SC-LC dobles, multimodo	1 metro de longitud
8	unidades	Patchcord fibra óptica	Siemon	XGLO, SC-SC dobles, multimodo	1 metro de longitud
4	unidades	Patchcord fibra óptica	Siemon	XGLO, SC-LC dobles, monomodo	1 metro de longitud
4	unidades	Patchcord fibra óptica	Siemon	XGLO, SC-SC dobles, monomodo	1 metro de longitud
8	unidades	Conectores	Siemon	XGLO, SC dobles, monomodo	
12	unidades	Conectores	Siemon	XGLO, SC dobles, multimodo	
8	unidades	Módulos RJ-45	Siemon	Z-MAX	En ángulo
4	unidades	Placas frontales	Siemon	10GMX modulares	dobles
2	unidades	Panel de fibra óptica	Siemon	FCP3-DWR	1RU cada uno
3	unidades	Patchpanel 48 puertos	Siemon	Z-MAX	1RU cada uno, horizontal
2	unidades	Ordenadores de cable UTP	Quest	Tipo ducto	2RU cada uno
1	unidad	Ordenador de cable UTP	Quest	Tipo ducto	1RU
1	unidad	Gabinete de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 15RU	
1	unidad	Gabinete de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 28RU	
6	unidades	Kits de ventilación doble	Quest		Código: KP-4729
2	unidades	Switch de telecomunicaciones	Cisco	3750X-48PF-S	Se pondrán en stack.
1	unidad	Switch de telecomunicaciones	Cisco	2960S-48LPS-L	48 puertos
100	unidades	Patchcord UTP	Siemon	Z-MAX	1 metro, color a definir
2	unidades	FLIP-ON		Monofásico	Capacidad: 1x50
30	metros lineales	Cable calibre #6		AWG, THHN (negro, blanco y verde)	10 metros de cada color
2	unidades	UPS	EATON	EX 1500	
2	unidades	Inversor	XANTREX	DR1512	
2	unidades	Tomacorrientes múltiples	Quest	Código: MH-4716	Grado hospitalario
12	unidades	Baterías 12volts	Trojan	5SHP-GEL	De gel
10	metros lineales	Canaleta eléctrica		de 40mm x 25mm	Plástica autoadhesiva
2	unidades	Tomacorrientes dobles			Polarizado, tipo hospitalario
2	unidades	Cajas rectangular		Plástica de sobreponer	medida: 2" x 2" x 4"
3	metros lineales	Ducto eléctrico		BX	Plástico
10	metros lineales	Ducto eléctrico		BX	Metálico

Fuente: elaboración propia.

6.4.6. Presupuesto

A continuación se presenta una tabla con un estimado del presupuesto mínimo necesario. Se plantea de esta forma debido a que los precios pueden variar según el proveedor o la marca del producto.

Tabla XLIV. Presupuesto

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	Precio unitario	Total
3 550	metros lineales	cable UTP	Siemon	Categoría 6	Q 4,26	Q 15 123,00
700	metros lineales	Fibra óptica	Draka	Monomodo para exteriores	Q 10,71	Q 7 497,00
550	metros lineales	Fibra óptica	Draka	Multimodo para exteriores	Q 17,98	Q 9 889,00
8	unidades	Patchcord fibra óptica	Siemon	XGLO, SC-LC dobles, multimodo	Q 230,00	Q 1 840,00
8	unidades	Patchcord fibra óptica	Siemon	XGLO, SC-SC dobles, multimodo	Q 245,00	Q 1 960,00
4	unidades	Patchcord fibra óptica	Siemon	XGLO, SC-LC dobles, monomodo	Q 245,00	Q 980,00
4	unidades	Patchcord fibra óptica	Siemon	XGLO, SC-SC dobles, monomodo	Q 215,00	Q 860,00
8	unidades	Conectores	Siemon	XGLO, SC dobles, monomodo	Q 48,95	Q 391,60
12	unidades	Conectores	Siemon	XGLO, SC dobles, multimodo	Q 48,95	Q 587,40
8	unidades	Módulos RJ-45	Siemon	Z-MAX	Q 88,95	Q 711,60
4	unidades	Placas frontales	Siemon	10GMX modulares	Q 18,95	Q 75,80
2	unidades	Panel de fibra óptica	Siemon	FCP3-DWR	Q 1 298,95	Q 2 597,90
2	unidades	Acoplador de 5 conectores FO			Q 285,00	Q 570,00
4	unidades	Acoplador ciego FO			Q 29,90	Q 119,60
3	unidades	Patchpanel 48 puertos	Siemon	Z-MAX	Q 2 200,00	Q 6 600,00
2	unidades	Ordenadores de cable UTP	AMP	Tipo ducto	Q 245,00	Q 490,00
1	unidad	Ordenador de cable UTP	AMP	Tipo ducto	Q 178,00	Q 178,00
1	unidad	Gabinete de telecomunicaciones	Quest	16RU	Q 2 740,58	Q 2 740,58
1	unidad	Gabinete de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 28RU	Q 6 331,33	Q 6 331,33
2	unidades	Kits de ventilación	Quest	Square Fan	Q 841,54	Q 1 683,08
2	unidades	Switch de telecomunicaciones	Cisco	3750X-48PF-S	Q 58 610,35	Q 117 220,70
1	unidad	Switch de telecomunicaciones	Cisco	2960S-48LPS-L	Q 32 577,37	Q 32 577,37
2	unidades	Módulos miniGBIC SFP LX	Cisco		Q 2 498,95	Q 4 997,90
4	unidades	Módulos miniGBIC SFP SX	Cisco		Q 1 690,00	Q 6 760,00
100	unidades	Patchcord UTP	Siemon	Z-MAX	Q 118,95	Q 11 895,00
2	unidades	FLIP-ON		1x 50A Monofásico	Q 35,90	Q 71,80
30	metros lineales	Cable calibre #6		AWG THHN (negro, blanco y verde)	Q 13,00	Q 390,00
2	unidades	UPS	Xmart		Q 5 698,56	Q 11 397,12
2	unidades	Inversor	CDP		Q 5 813,33	Q 11 626,66
2	unidades	Tomacorrientes múltiples	Quest	Código: MH-4716	Q 43,18	Q 86,36
12	unidades	Baterías 12voltios	Trojan	5SHP-GEL	Q 2 560,00	Q 30 720,00
10	metros lineales	Canaleta eléctrica		de 40mm x 25mm	Q 10,00	Q 100,00
2	unidades	Tomacorrientes dobles			Q 20,00	Q 40,00
2	unidades	Cajas rectangular		Plástica de sobreponer	Q 14,98	Q 29,96
3	metros lineales	Ducto eléctrico		BX	Q 12,80	Q 38,40
10	metros lineales	Ducto eléctrico		BX	Q 13,94	Q 139,40
TOTAL DE PRESUPUESTO MINIMO NECESARIO					Q	289 316,56

Fuente: elaboración propia.

7. DISEÑO DE REDES INTERNAS DE DATOS Y DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL EDIFICIO DE APARUSAC

7.1. Antecedentes

El edificio de Aparusac alberga las oficinas administrativas de la Administración de Parqueos de la Usac (en el primer nivel) y de la Coordinación del Plan General Remodelaciones y Proyecto de Urbanización de la Usac (en el segundo nivel).

7.2. Necesidades

Cada una de estas entidades necesita servicios de telefonía e internet, dado que realizan actividades fundamentales para la Usac.

Específicamente es necesario el diseño de cableado estructurado para transportar servicios, instalar puntos de red de datos (para internet y telefonía) y para puntos de acceso inalámbrico.

7.3. Red de datos para el edificio de Aparusac

Para el edificio de Administración de Parqueos de la Usac –Aparusac- se realizará un enlace de fibra óptica para integrar la red interna de datos a la red de la Usac. Además para la red interna de datos se diseñó el cableado estructurado desde cero.

Lo anterior se detalla en las secciones siguientes.

7.3.1. Cableado *backbone*

Es la conexión física que permite interconectar los edificios del campus central entre sí para compartir información. Para el edificio de Aparusac se diseñó únicamente un enlace principal, sin enlace redundante.

7.3.1.1. Diseño del enlace *backbone* para incorporarse a la red de la Usac

El enlace *backbone* consistirá en la instalación de fibra óptica desde el Centro de Distribución ubicado en el edificio S-11, tercer nivel, hasta el edificio de Aparusac. Dicha instalación se realizará a través de postes ya instalados, aprovechando los recursos existentes. Dichos postes están ubicados en los parqueos cercanos a los edificios en mención (ver planos).

- Datos del sustento técnico-matemático de factibilidad del enlace

L = longitud del enlace = 0,139 km

R_E = reservas y holguras = 0,01 km

N_c = número de conectores = 2

A_L = atenuación de la fibra óptica = 2,7 km/dB

A_c = atenuación por conectores = 1 dB

A_E = atenuación por empalmes = 0,2 dB

N_E = número de empalmes = 0

P_T = potencia del emisor = -20 dB

P_R = potencia del receptor = -30 dB

M_P = margen de potencia

A_T = atenuación total del enlace

M_D = margen de diseño, como mínimo 3dB

$$M_P = P_T - P_R$$

$$M_P = -20\text{dB} - (-30\text{dB})$$

$$M_P = 10 \text{ dB}$$

$$A_T = L^*(A_L) + R_E^*(A_L) + N_C^*(A_C) + N_E^*(A_E)$$

$$A_T = 0,139 (2,7) + 0,01 (2,7) + 2 (1)$$

$$A_T = 2,4 \text{ dB}$$

$$M_D = M_P - A_T$$

$$M_D = 10 - 2,4$$

$$M_D = 7,6 \text{ dB}$$

Además se calcula teóricamente la longitud máxima del enlace que se realiza con este tipo de fibra óptica. Para ello se utiliza la fórmula siguiente:

$$L_{MAX} = \frac{M_D}{A_L} = \frac{7,6}{2,7} = 2,81 \text{ km}$$

Como se puede observar el margen de diseño es mayor al valor mínimo necesario.

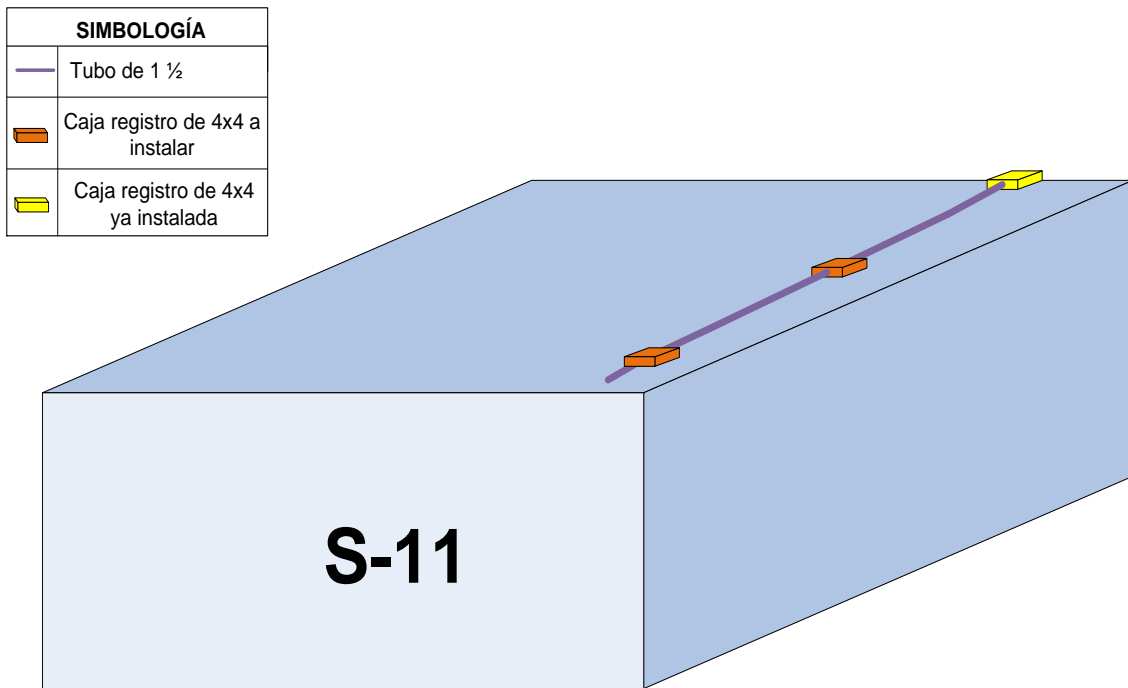
También se observa que la longitud máxima de fibra óptica para este enlace puede ser 2,81 km y la longitud de fibra óptica para el enlace *backbone* es de: 0,139 km.

Con lo anterior se comprueba teóricamente que: es factible realizar el enlace *backbone* desde el centro de distribución ubicado en el edificio S-11 hasta el edificio de Aparusac.

7.3.1.1.1. Canalización de la fibra óptica

La fibra óptica que saldrá del gabinete de telecomunicaciones se deberá instalar sobre la terraza del edificio S-11 con tubo y cajas de registro ver detalle en la figura siguiente:

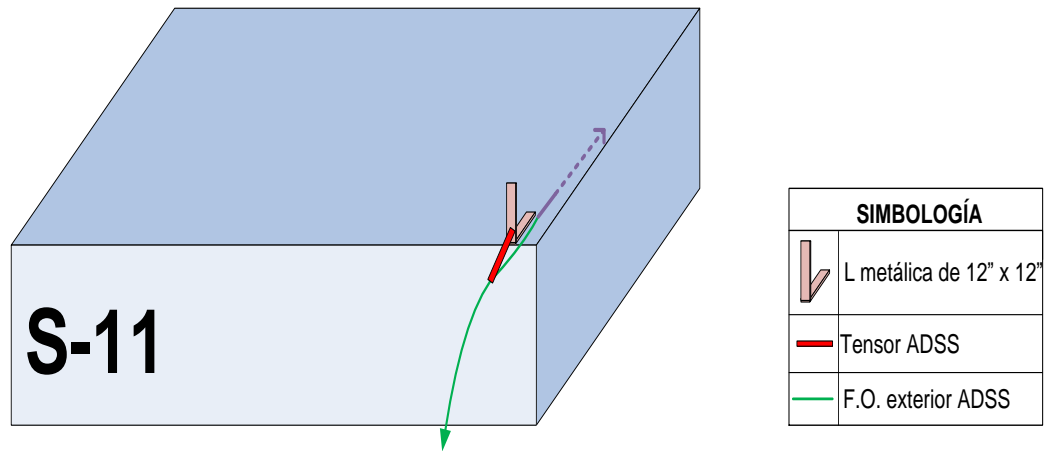
Figura 68. Fijación de fibra óptica terraza S-11



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

Para la orilla donde la fibra se conectará con el poste 1 se deberá fijar con un tensor sobre una "L" metálica, ver detalle en figura siguiente:

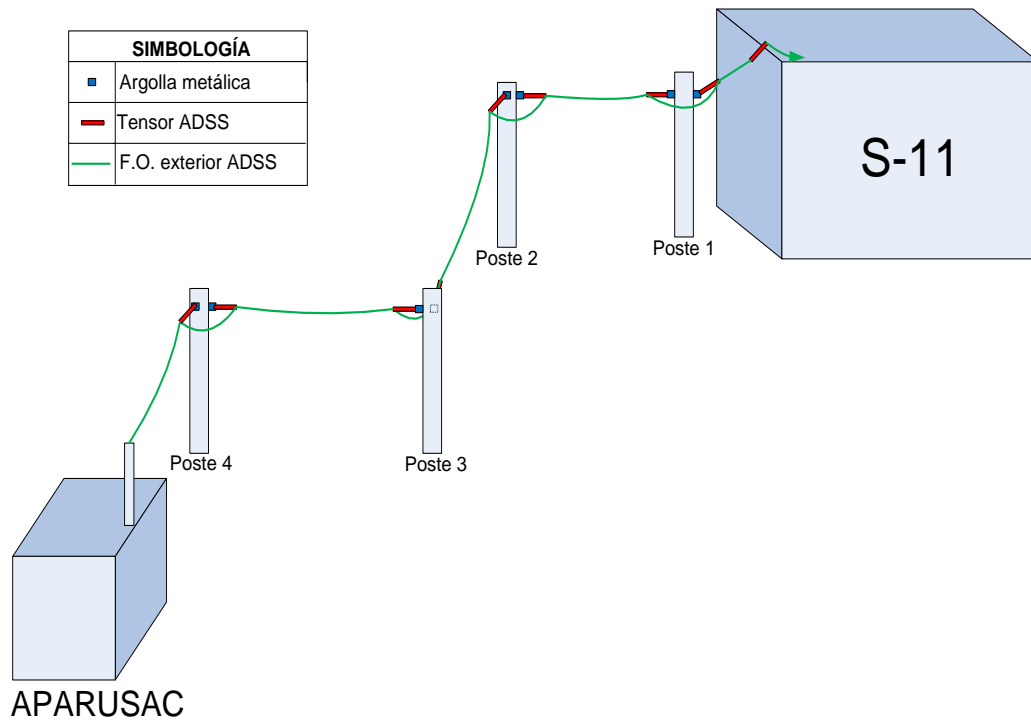
Figura 69. **Sujeción de fibra óptica, terraza S-11**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

En los postes 1, 2, 3 y 4 se deberán instalar herrajes para los cambios de dirección en los tramos de fibra óptica. Dichos herrajes están formados de argollas metálicas y tensores (ver detalle en la figura siguiente).

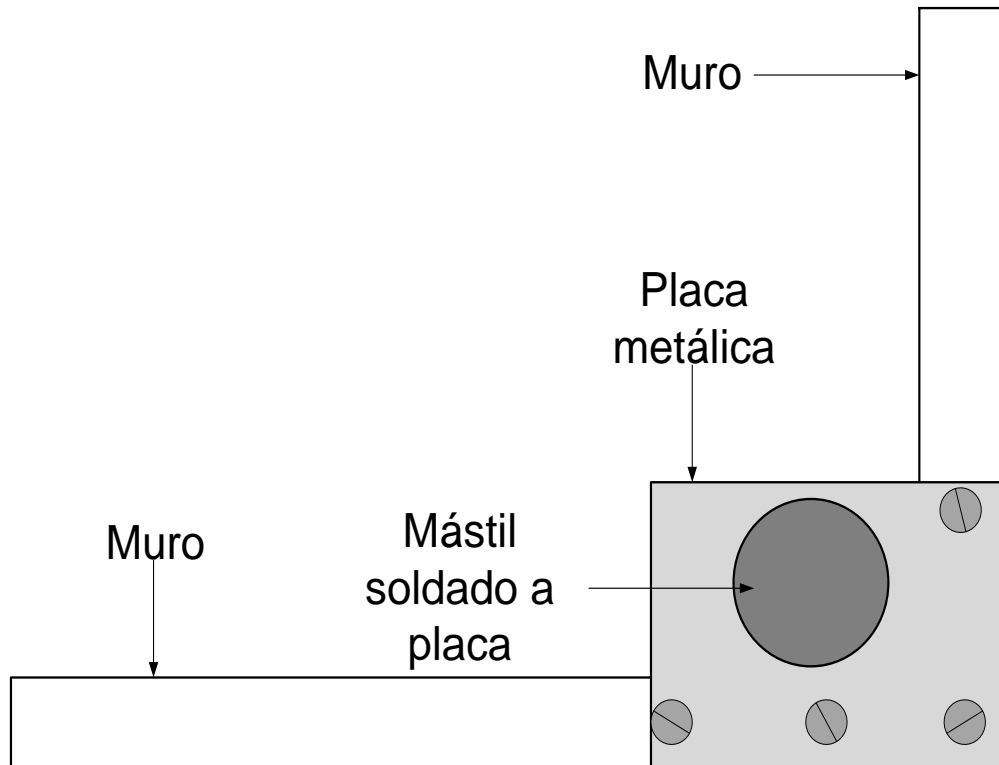
Figura 70. **Instalación de fibra óptica en postes**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

En la terraza del edificio de Aparusac se colocará un mástil, fijado con un placa metálica (ver detalle en la figura 4). En la parte superior del mástil se colocarán codos y un tensor, ver detalle en planos.

Figura 71. Fijación de mástil



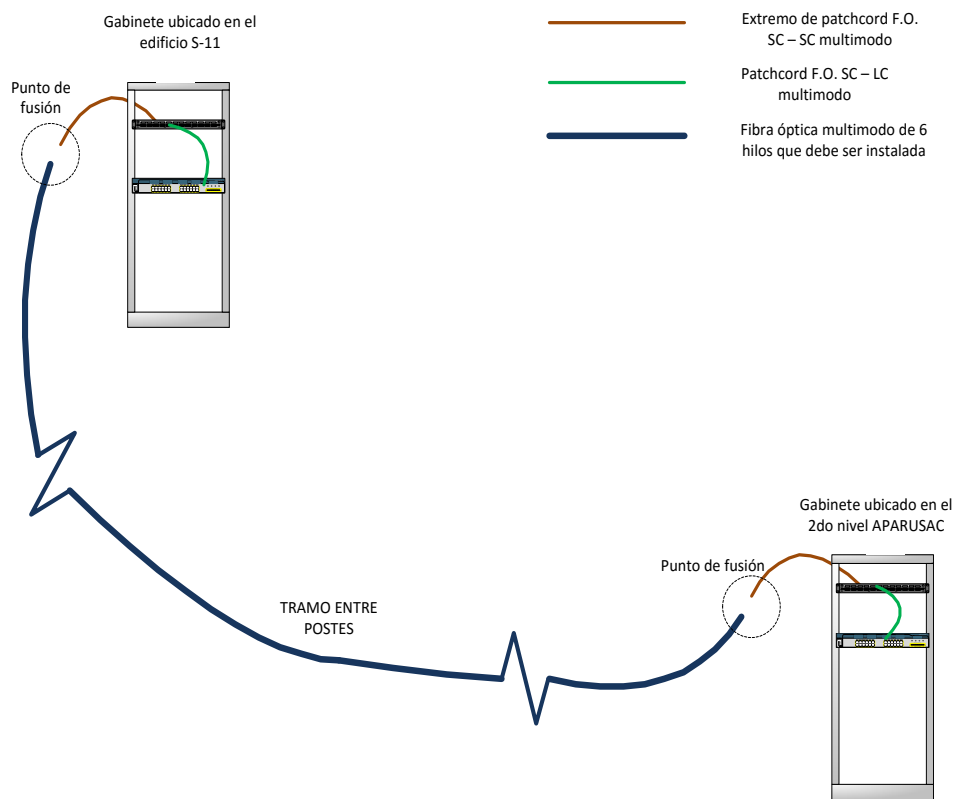
Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

- Metodología de instalación de fibra óptica para el enlace principal: para instalar el enlace principal se propone la siguiente metodología que ahorra tiempo y el uso de conectores para fibra óptica. Se deberán seguir los pasos siguientes:
 - Se deberán cortar los cables de interconexión de fibra óptica SC SC por la mitad.
 - Limpiar los residuos de vidrio en cada extremo de la fibra óptica cortada, para eliminar impurezas.
 - El extremo sin conector de una de las mitades de los cables de

interconexión SC-SC se deberá fusionar con la fibra óptica que se instalará en el gabinete ubicado en el edificio S-11.

- El extremo con conector SCse instalará en la bandeja de fibra óptica.
- Los últimos dos pasos anteriores se deberán repetir en el gabinete de telecomunicaciones instalado en el edificio de Aparusac.

Figura 72. **Esquema representativo de conexión de fibra óptica en los gabinetes de telecomunicaciones**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

De no ser posible la aplicación de la metodología descrita con anterioridad, se deberá realizar conectorización manual en cada uno de los extremos del enlace de fibra óptica.

7.3.1.1.2. Selección de componentes necesarios

Para la implementación del cableado *backbone* será necesario utilizar los siguientes:

- Fibra óptica multimodo ADSS para exteriores
- Tensores ADSS. Se recomienda los de la marca Humbrall

Figura 73. Tensor ADSS



Fuente: HUMBRALL. *Sistemas Integrales para Sujeción de Cables*.
http://www.humbrall.com/f_optica.htm. Consulta: 13 de febrero 2014.

- Tubo galvanizado de Φ 2" y 2 m de largo
- Tubo PVC de Φ 1 ½"
- Cajas de registro metálica de 4"x4"
- "L" metálica de 12"x12"
- Codos de tubo galvanizado a 90°

7.3.1.1.3. Cuantificación

A continuación se presentan las cantidades necesarias para la instalación del cableado *backbone*.

Tabla XLV. **Cuantificación de fibra óptica por tramos**

Desde	Hasta	Longitud F.O. (metros)	Reserva(metros)	Total por tramo
Gabinete S-11	Poste 1	35,5	10	45,5
Poste 1	Poste 2	40	1	41
Poste 2	Poste 3	14	1	15
Poste 3	Poste 4	32,5	1	33,5
Poste 4	Gabinete APARUSAC	21,5	10	31,5
TOTAL PARCIAL				166,5
TOTAL (INCLUYE 20 % DE HOLGURA)				199,8

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Material necesario para el cableado *backbone***

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
220	metros lineales	Fibra óptica ADSS	Draka	Multimodo	6 hilos, sin amarrar, 50/125 µm
10	unidades	Tensores ADSS	Humbrell		
1	unidad	"L" metálica			10" x 10"
10	unidades	Argollas metálicas			
6	unidades	Tubo PVC			Φ 1 1/2"
3	unidad	Codo de tubo galvanizado			Φ 2" a 90°
1	unidad	Tubo galvanizado			Φ 2"
4	unidades	Cajas de registro			metálicas de 4" x 4"

Fuente: elaboración propia.

7.3.2. Cableado horizontal

Es el conjunto de cables que se instalan desde las salas de telecomunicaciones hacia cada uno de los puntos de red o puntos finales, de una red de datos interna.

7.3.2.1. Diseño de la red interna

Con base en las necesidades planteadas por los usuarios del edificio de Aparusac, se determinó la implementación de 6 puntos de red dobles y 1 punto de red simple para el primer nivel y 11 puntos de red dobles y 1 punto de red simple para el segundo nivel. Los puntos de red APAR 01 B13 y APAR 02 A07 son exclusivos para los puntos de acceso inalámbrico, ver detalle en planos.

- Canalización: para el primer nivel, se deberá instalar canaleta de 40^{mm} x 22 mm en la arista superior interna de dicho nivel y canaleta de 20 mm x 10 mm para bajar desde el techo hasta cada punto de red. Lo anterior a lo largo de las trayectorias indicadas en los planos.

Para el segundo nivel, tomando en consideración que hay cielo falso se instalará tubo como canalización, cajas de registro y canaleta para bajar desde el techo hasta donde estarán los puntos de red (ver planos).

- Selección de componentes: los componentes necesarios para la implementación del cableado horizontal serán:
 - Cable UTP categoría 6, marca Siemon.
 - Puntos de Acceso inalámbrico. Se recomienda el modelo 7363 de Ruckus.
 - Tomas de conexión RJ-45 a 45° con tapadera, categoría 6.
 - Cajas de sobreponer plásticas con tapadera doble.
 - Canaleta plástica para oficina de 40 mm x 22 mm.
 - Canaleta plástica para oficina de 20 mm x 10 mm.
 - Tubo PVC de 2" tipo eléctrico.
 - Cajas de registro metálicas de 4" x 4".

- Cajas de registro metálicas de 4" x 2".
- Tornillos para madera de 1 ½ ".
- Tarugos verdes.

7.3.2.2. Cuantificación

Los materiales necesarios para el implementar el cableado horizontal del edificio Aparusac se detallan a continuación.

Tabla XLVII. **Cable UTP desde el gabinete hasta cada punto de red**

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura
Gabinete	APAR 02 A01-A02	Toma 1	1,90	2,7	4,60	2	9,2	11,04
Gabinete	APAR 02 A03-A04	Toma 2	2,98	2,7	5,68	2	11,36	13,632
Gabinete	APAR 02 A05-A06	Toma 3	3,60	2,7	6,30	2	12,6	15,12
Gabinete	APAR 02 A07-A08	Toma 4	10,66	2,7	13,36	2	26,72	32,064
Gabinete	APAR 02 A09-A10	Toma 5	13,40	2,7	16,10	2	32,2	38,64
Gabinete	APAR 02 A11-A12	Toma 6	14,80	0,3	15,10	2	30,2	36,24
Gabinete	APAR 02 A13	Toma 7	12,30	0,6	12,90	1	12,9	15,48
Gabinete	APAR 02 A14-A15	Toma 8	8,90	2,7	11,60	2	23,2	27,84
Gabinete	APAR 02 A16-A17	Toma 9	6,55	2,7	9,25	2	18,5	22,2
Gabinete	APAR 02 A18-A19	Toma 10	6,60	2,7	9,30	2	18,6	22,32
Gabinete	APAR 02 A20-A21	Toma 11	4,25	2,7	6,95	2	13,9	16,68
Gabinete	APAR 01 B01-B02	Toma 15	7,55	2,7	10,25	2	20,5	24,6
Gabinete	APAR 01 B03-B04	Toma 16	9,52	2,7	12,22	2	24,44	29,328
Gabinete	APAR 01 B05	Toma 17	12,90	0,3	13,20	1	13,2	15,84
Gabinete	APAR 01 B06-B07	Toma 18	5,10	2,7	7,80	2	15,6	18,72
Gabinete	APAR 01 B08-B09	Toma 19	8,30	2,7	11,00	2	22	26,4
Gabinete	APAR 01 B10-B11	Toma 20	12,70	2,7	15,40	2	30,8	36,96
Gabinete	APAR 01 B12-B13	Toma 21	16,80	2,7	19,50	2	39	46,8

Total de metros lineales de cable UTP	449,90
--	---------------

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Material necesario para el cableado horizontal**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
500	metros lineales	Cable UTP	Siemon	Categoría 6	
2	unidades	Puntos de Acceso (AP)	Ruckus	7363	
40	unidades	Tomas de conexión RJ-45	Siemon		
20	unidades	Cajas de sobreponer			Con tapadera doble
25	metros lineales	Canaleta plástica		para oficina	De 40 mm x 22 mm
60	metros lineales	Canaleta plástica		para oficina	De 20 mm x 10 mm
100	unidades	Tomillos para madera			De 1 1/2 "
100	unidades	Tarugos verdes			
10	metros lineales	Tubo PVC			Tipo eléctrico de Φ 2"
6	unidades	Cajas de registro			Metálicas de 4" x 4"
5	unidades	Cajas de registro			Metálicas de 4" x 2"

Fuente: elaboración propia.

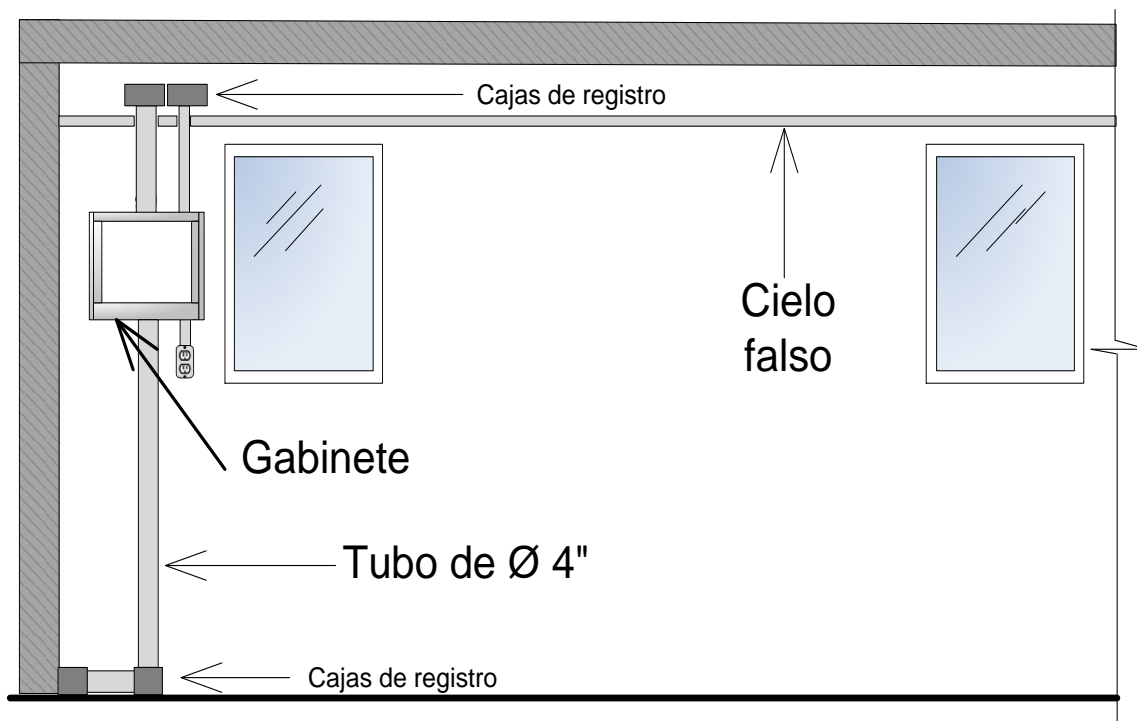
7.3.3. Gabinete de telecomunicaciones

En el diseño del edificio de Aparusac no se contempló la construcción de una sala de telecomunicaciones y debido a que en dicho edificio ya se desarrollan actividades administrativas los ambientes son reducidos y el espacio para implementar dicha Sala no es posible.

Tomando en consideración lo anterior se definió con el coordinador del Plan general remodelaciones y proyecto de urbanización de la Usac, un espacio adecuado para la instalación de un gabinete de telecomunicaciones. La forma en que se instalará la canalización desde el mástil hacia el gabinete y del gabinete a los puntos de red.

Se determinó que la ubicación más adecuada para el gabinete de telecomunicaciones y la canalización es como se muestra en la figura siguiente.

Figura 74. **Ubicación gabinete y canalización**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

7.3.3.1. Selección de equipo

Para cumplir con los requerimientos técnicos del enlace *backbone* y de la red interna de datos para el edificio de Aparusac se determinó que para instalar el gabinete de telecomunicaciones será necesario utilizar los componentes que se indican a continuación.

- Equipo activo de redes: considerando que se necesita proporcionar servicio a 38 puntos de red se deberá instalar 1 (uno) *switch* tipo 2. Se recomienda utilizar el modelo CATALYST 2960S-48LPS-L de Cisco.

- Equipo pasivo de redes
 - Cables de interconexión de fibra óptica dobles tipo: SC-LC y SC-SC multimodo de fibra óptica de 1 m. Se recomiendan los modelos XGLO de la marca Siemon.
 - Conectores dobles para fibra óptica, tipo SC.
 - Cables de interconexión (*patch cords*) y conectores UTP se deberá utilizar aquellos que cumplan con las especificaciones de la categoría 6.
 - Conectores macho RJ-45, deberán ser categoría 6. Se recomendó marca Siemon.
 - Gabinete aéreo de 9 unidades, se recomienda el modelo Andes III 9RU de la marca Quest.

Figura 75. **Gabinete modelo Andes III 9RU, de la marca Quest**



Fuente: QUEST. *Catálogo de Productos Quest*. p. 50.

- Panel de interconexión de fibra óptica. Se recomienda el modelo FCP3-DWR de Siemon, ya que cuenta con, bandeja y ordenador en un solo equipo.

Figura 76. **Bandeja y ordenador de fibra óptica modelo FCP3-DWR Siemon**



Fuente: SIEMON. Catálogo de Productos Siemon. p. 20.

- 1 paneles de interconexiones de 48 puertos.
- 2 ordenadores de cable UTP horizontales. Se recomienda organizadores tipo ducto de 2 unidades.
- Varilla roscada de $\frac{1}{4}$ para empotrar el gabinete.
- Riel perforado para empotrar gabinete.
- Tornillos hilti de $\frac{1}{4}$ * 4.
- Tuercas, roldanas y guashas.

7.3.3.2. Cuantificación

En la tabla siguiente se muestran los equipos y materiales necesarios para la instalación del gabinete de telecomunicaciones.

Tabla XLIX. **Material necesario para instalar el gabinete**

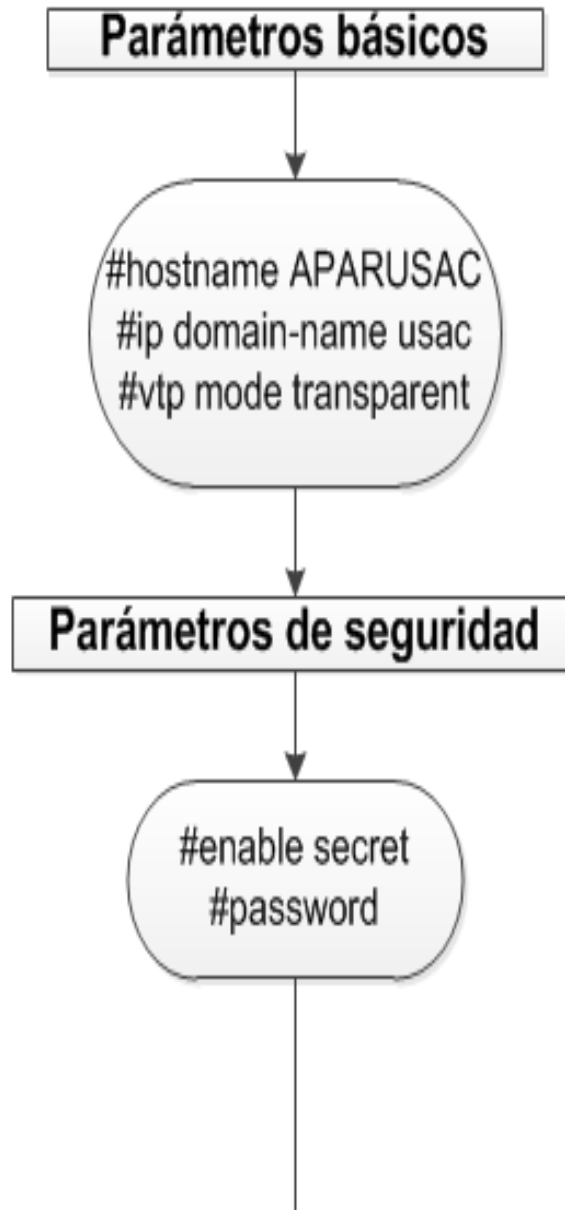
CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
1	unidad	Switch de 48 puertos	Cisco	2960S - 4LPS-L	
2	unidades	Módulos miniGBIC SX	Cisco		
1	unidad	Punto de acceso	Ruckus	7363	
2	unidades	Cables de interconexión FO	Siemon	XGLO	SC - SC
6	unidades	Cables de interconexión FO	Siemon	XGLO	SC - LC
20	unidades	Conectores FO	Siemon		SC
40	unidades	Cables de interconexión UTP			Categoría 6
30	unidades	Conectores RJ-45 macho	Siemon		Categoría 6
1	unidad	Gabinete de telecomunicaciones			Empotrable de 9RU
1	unidad	Bandeja y ordenador de FO			
2	unidades	Paneles de interconexión UTP			De 24 puertos, 2U
2	unidades	Ordenadores UTP horizontales		Tipo ducto	De 2U
3	metros lineales	Varilla roscada de ¼"			
3	metros lineales	Riel perforado			
8	unidades	Tuercas, roldana y guacha			
8	unidades	Tomillos hilti de ¼" * 4			

Fuente: elaboración propia.

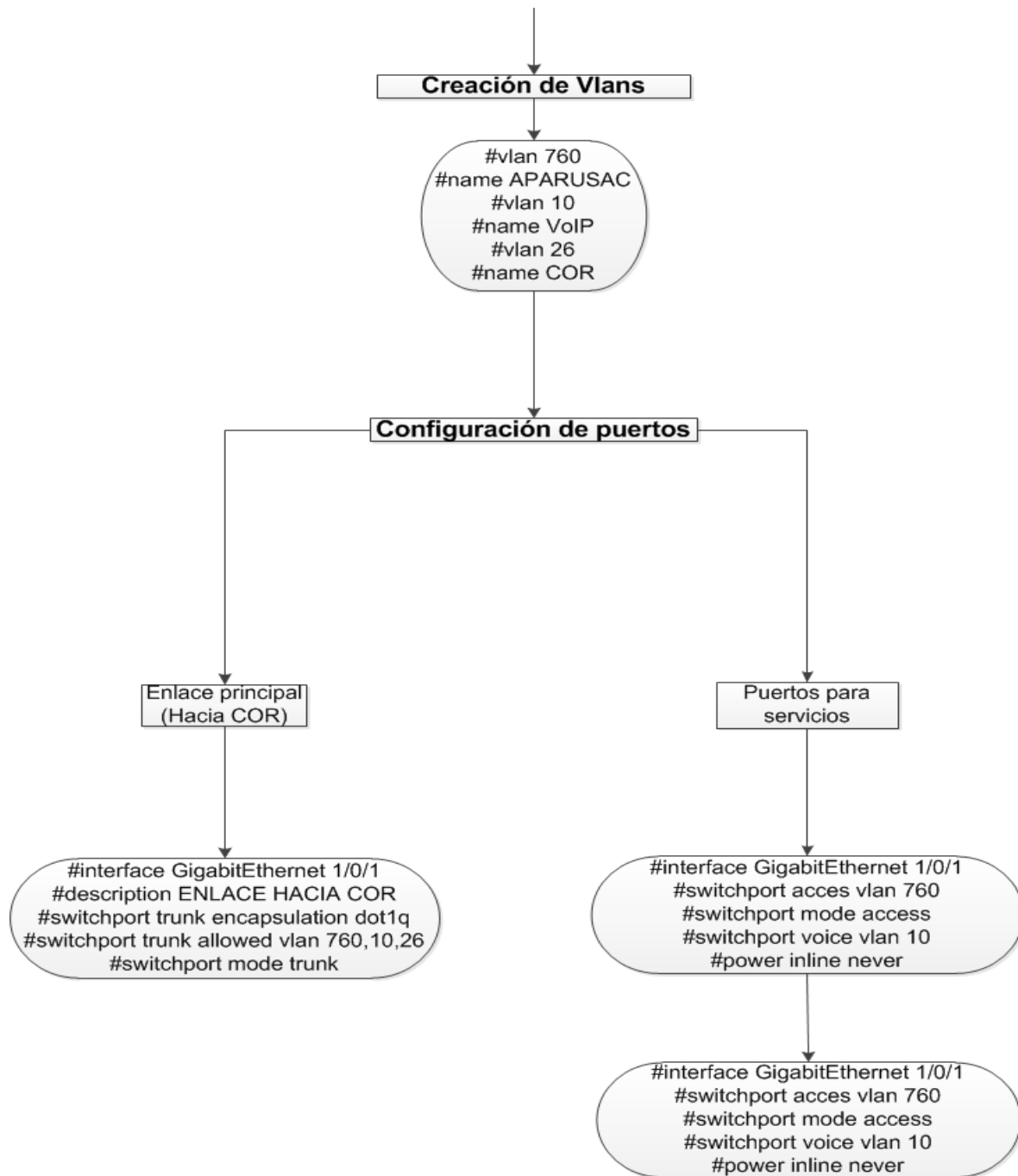
7.4. Configuración de equipo activo de redes

En el esquema siguiente se muestra de manera conceptual la forma en que deberán configurarse los *switchs*.

Figura 77. Configuración global del *switch* Catalyst 2960S



Continuación de la figura 77.



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

7.5. Red de energía eléctrica para el edificio de Aparusac

Previo elaborar una propuesta se realizó un diagnóstico de la red de energía eléctrica actual de Aparusac.

7.5.1. Diagnóstico

Se realizó visita al edificio de Aparusac. Se determinó que no será necesario el diseño de una red nueva, sin embargo, dichas instalaciones eléctricas actuales no cuentan con sistema de puesta a tierra. Por lo tanto será necesario mejorar las instalaciones existentes para garantizar el correcto funcionamiento de la red de datos.

7.5.2. Sistema de puesta a tierra

Se deberá instalar un sistema de puesta tierra para la protección de los equipos que se conecten a la red eléctrica. Dicho sistema debe contar con al menos: un electrodo de puesta a tierra, conductor de puesta a tierra y barra de distribución de conexiones a tierra.

Este es un requerimiento estrictamente necesario para cumplir con la Norma TIA-607.

7.5.2.1. Diseño

Para el electrodo se definió que se va a utilizar una varilla de cobre, la cual deberá estar enterrada una profundidad "L". Para ello, los cálculos son como sigue.

Datos:

- ρ = resistividad del suelo
- R = resistencia del suelo = $1,82 \Omega$
- A = distancia entre electrodos
- B = profundidad de enterramiento del electrodo del megger = $0,15$
m
- R_{varilla} = resistencia de la varilla
- r = radio de la varilla = $0,008$ m
- L = longitud de la varilla = $2,4$ m
- R_{varilla} = Resistencia de la varilla de cobre
- R_{cable} = resistencia del conductor de puesta a tierra
- L_c = longitud del conductor de puesta a tierra = 15 m
- r_c = radio del conductor de puesta a tierra = $0,00259$ m
- p = profundidad de enterramiento del conductor de puesta a tierra.

$$A > 20 B$$

$$A > 20 (0,15)$$

$$A > 3 m$$

La distancia entre electrodos del *megger* deberá ser mayor que 3 m. Con estos parámetros se procedió a medir la resistencia de la tierra, y dio como resultado $1,82 \Omega$, como se muestra en la figura siguiente.

Figura 78. Resistencia del suelo a un costado de Aparusac



Fuente: patio Aparusac.

La resistividad del suelo se va a encontrar con la siguiente fórmula:

$$\rho = 2 \pi A R$$

$$\rho = 2 \pi (4) (1,82)$$

$$\rho = 45,74 \Omega m$$

Ahora que se conoce la resistividad del suelo se calcula la resistencia del sistema de puesta a tierra basado en la instalación de un solo electrodo (varilla de cobre), para verificar su valor.

$$R_{varilla} = \frac{\rho}{2\pi L} * \left[\ln\left(\frac{4L}{r}\right) - 1 \right]$$

$$R_{varilla} = \frac{45,74}{2\pi * 2,4} * \left[\ln\left(\frac{4 * 2,4}{0,008}\right) - 1 \right]$$

$$R_{varilla} = 18,47 \Omega$$

Ahora se calcula la resistencia del conductor de puesta a tierra:

$$R_{cable} = \frac{\rho}{2\pi Lc} * \left[\ln\left(\frac{2 * Lc}{rc}\right) + \ln\left(\frac{Lc}{p}\right) - 2 \right]$$

$$R_{cable} = \frac{45,74}{2\pi * 15} * \left[\ln\left(\frac{2 * 15}{0,00259}\right) + \ln\left(\frac{15}{0,1}\right) - 2 \right]$$

$$R_{cable} = 6 \Omega$$

El valor de la resistencia total del sistema de puesta a tierra se obtiene de la siguiente manera:

$$R_t = \frac{R_{varilla} * R_{cable}}{R_{varilla} + R_{cable}}$$

$$R_t = \frac{18,47 * 6}{18,47 + 6}$$

$$R_t = 4,52 \Omega$$

La Norma EIA/TIA 942 define que la resistencia de tierra física para Centros de Datos debe ser menor que 5 Ω . Sin embargo, para protección electrónica el valor máximo de la resistencia de tierra física debe ser 2 Ω ³¹. El diseño del sistema de puesta a tierra para la Red de Datos del edificio Aparusac se basa en este último dato (2 Ω).

Como se puede observar en los cálculos anteriores el valor de la resistencia de tierra física es mayor que 2 Ω . Para reducir el valor de la resistencia será mejor instalar 3 varillas. Para ello el cálculo es como sigue:

³¹ ROJAS, Gregor. *Manual de Sistemas de Puesta a Tierra*. p. 50.

$$R (\# \text{ varillas}) = \frac{R (1 \text{ varilla})}{\# \text{ de varillas}}$$

$$R (3 \text{ varillas}) = \frac{18,47}{3}$$

$$R (3 \text{ varillas}) = 6,15 \Omega$$

El valor de la resistencia de tierra física será:

$$R_t = \frac{R(3\text{varillas}) * R_{\text{cable}}}{R(3\text{varillas}) + R_{\text{cable}}}$$

$$R_t = \frac{6,15 * 6}{6,15 + 6}$$

$$R_t = 3,04 \Omega$$

Como se puede observar la resistencia del sistema de puesta a tierra no cumple con el requerimiento. Por lo tanto, se deberá tratar el terreno con compuestos químicos para disminuir el valor de dicha resistencia.

El tratamiento podría ser con el compuesto THOR-GEL ya que con este se reduce la resistencia hasta en un 40 %³² en una sola aplicación por m³.

Tomando en consideración lo anterior se utilizan compuestos químicos para tratar el terreno se reduce la resistencia del sistema de puesta a tierra en un 40 % al aplicar una dosis de dicho compuesto, lo que da como resultado:

$$R_t = 3,04 - 3,04 (0,40)$$

³² Sistemas Integradores de Soluciones. *Manual de puestas a tierra THOR-GEL*. p. 50.

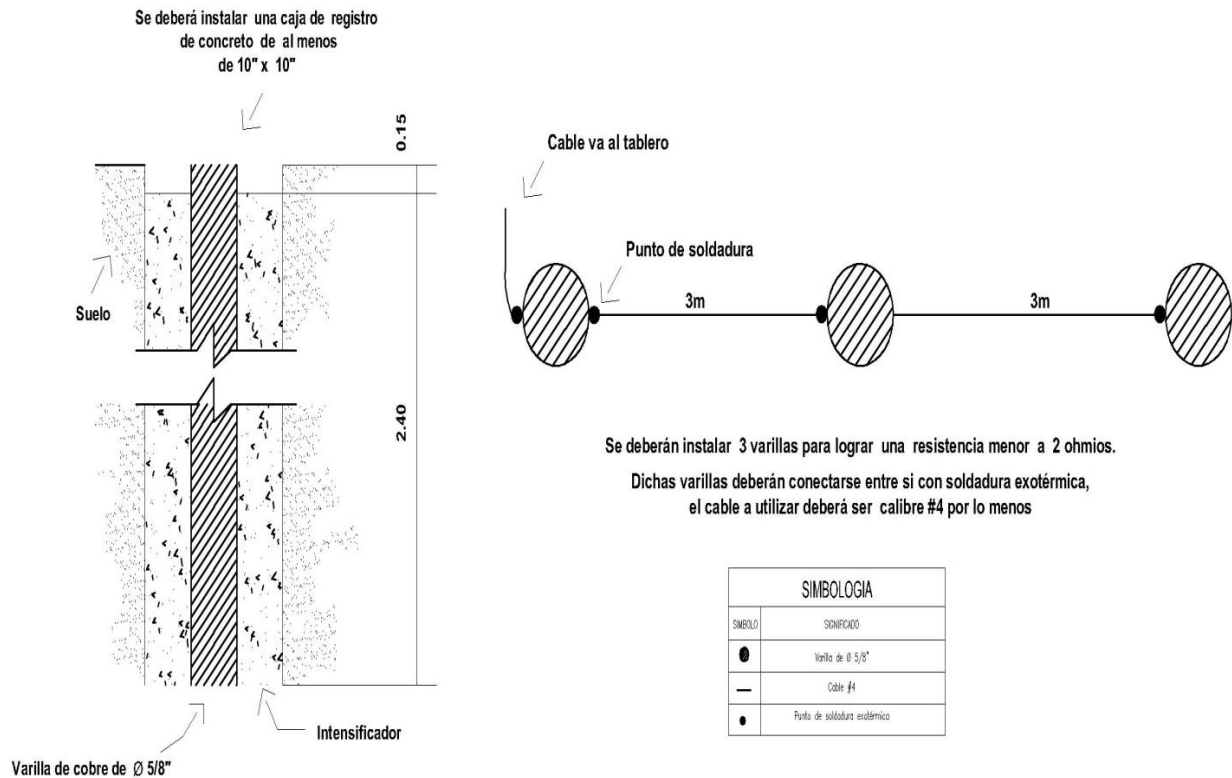
$$R_t = 3,04 - 1,22$$

$$R_t = 1,82 \Omega$$

Con este último resultado se cumple con el requerimiento necesario para la protección del equipo electrónico.

La instalación de las varillas se deberá realizar como se muestra en la figura siguiente.

Figura 79. Detalle instalación de varillas



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

7.5.2.1.1. Selección de componentes

Para la instalación del sistema de puesta a tierra serán necesarios los siguientes materiales:

- Varillas de cobre de $\varnothing \frac{3}{4}$ "
- Compuesto químico para tratamiento de tierra física
- Caja de registro. Se recomienda el modelo S-610 de Total Ground

Figura 80. Registros para tierra física



Fuente: Total Ground. *Catálogo de productos*. p. 49.

- Cable calibre 6 THHN
- Conector de varilla a cable

Figura 81. **Conector de varilla a cable, modelo TGVC**



Fuente: Total Ground. *Catálogo de productos*. p. 49.

7.5.2.1.2. **Cuantificación**

A continuación se muestran los materiales necesarios para la instalación del sistema de puesta a tierra.

Tabla L. **Material necesario para sistema de puesta a tierra**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
3	unidades	varillas de cobre \varnothing 3/4"			de 2.4 metros lineales de largo
3	unidades	Caja de registro	Total Ground	S-610	
1	unidades	Compuesto químico	Thor-Gel		
20	metros lineales	Cable THHN			Calibre 6
3	unidades	Conector varilla a cable			

Fuente: elaboración propia.

7.5.3. Alimentación eléctrica para el gabinete

La alimentación eléctrica para cada uno de los puntos de red es el complemento necesario para proporcionar energía eléctrica de calidad a los equipos que hagan uso de los servicios de la red de datos.

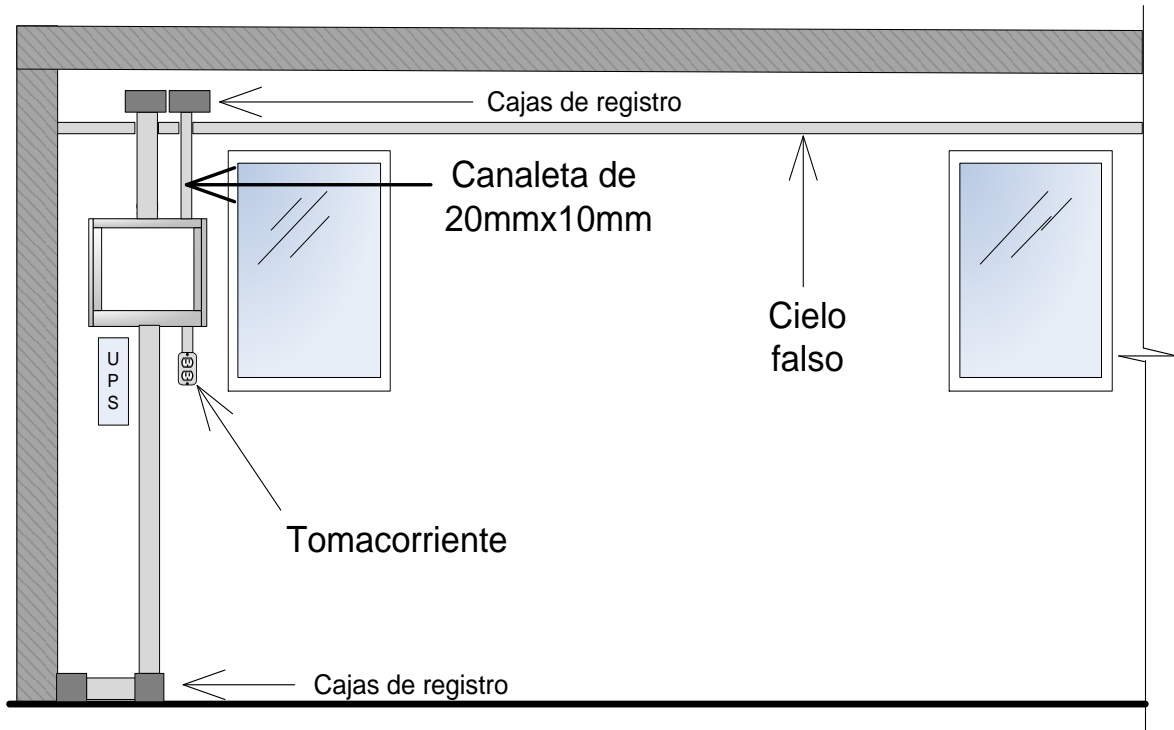
7.5.3.1. Diseño

Para la alimentación del gabinete será necesaria la instalación de un *flip-on* en el tablero de distribución eléctrica, ubicado en el segundo nivel del edificio Aparusac. El diseño se muestra en los planos.

7.5.3.1.1. Canalización

La canalización para la alimentación eléctrica del gabinete consistirá en tubo PVC eléctrico para el tramo sobre cielo falso y canaleta de 20 mm x 10 mm en la pared como se muestra en la figura siguiente.

Figura 82. **Canalización para alimentación eléctrica del gabinete**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

7.5.3.1.2. Selección de componentes

Los componentes necesarios para la alimentación eléctrica del gabinete son:

- *Flip-on* de 30 Amperios
- Cable THHN calibre #10
- Tubo PVC tipo eléctrico de $\text{Ø } \frac{3}{4}$ "
- Canaleta plástica de 20 mm x 10 mm
- Cajas de registro tipo eléctricas de 4" x 4"
- Tomacorriente polarizado de grado hospitalario

7.5.3.1.3. Cuantificación

La siguiente tabla muestra los materiales necesarios para la alimentación eléctrica del gabinete.

Tabla LI. **Material necesario para alimentación del gabinete**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
1	unidades	Flip-on			De 30 Amperios
75	metros lineales	Cable THHN		Calibre # 10, negro, blanco y verde	25 metros por color
3	unidades	Tubo PVC eléctrico			6 metros cada uno
10	metros lineales	Canaleta plástica			
4	unidades	Cajas de registro		Metálicas	De 4" x 4"
1	unidades	Tomacorriente polarizado			de grado hospitalario

Fuente: elaboración propia.

7.5.4. Tomacorrientes para puntos de red de datos

Para la alimentación de cada punto de red se decidió utilizar los tomacorrientes existentes en el edificio Aparusac para aprovechar los recursos existentes. De esta cuenta, los puntos de red se instalarán a la par de los tomacorrientes antes mencionados.

Tomando en consideración que se utilizarán los tomacorrientes existentes se realizó el siguiente diagnóstico:

- El tablero de distribución es de 4 polos, monofásico y ya no tiene espacio.
- Los tomacorrientes son del tipo polarizado.
- El cable de tierra física de cada tomacorriente está conectado a la barra del neutral en el tablero de distribución.

Por lo anterior, será necesario reemplazar el tablero de distribución.

El cableado de tierra física de cada tomacorriente se deberá trasladar a una de las barras del nuevo tablero.

7.5.4.1. Selección de componentes

Para alimentar cada uno de los tomacorrientes será necesario:

- Tablero de distribución de por lo menos 8 polos, monofásico, barras de 100 A y doble barra de tierra.

7.5.5. Sistema de soporte de energía eléctrica

Debido al poco espacio y la falta de una sala de telecomunicaciones se consideró únicamente la instalación de un UPS.

7.5.5.1. Diseño

Se realiza el cálculo de capacidad para el UPS partiendo del hecho que el único equipo activo al que se deberá dar soporte de energía eléctrica es el *switch*, el cual consume 140 watts.

- Datos para el cálculo de capacidad para el UPS

Factor de potencia = F.P. = 0,90

Potencia de consumo del *switch* = 140 watts

Potencia total de consumo = 140 watts = 0,140 KW

$$\text{Capacidad del UPS en KVA} = \frac{\text{Potencia total de consumo (KW)}}{F.P.}$$

Sustituyendo valores

$$\text{Capacidad del UPS en KVA} = \frac{0,140}{0,90}$$

$$\text{Capacidad del UPS en KVA} = 0,155 \text{ KVA}$$

Será necesario un UPS de 155 VA como mínimo.

7.5.5.2. Selección de equipo necesario

Previendo el crecimiento futuro del equipo activo de redes o la instalación de sistemas de ventilación para el gabinete, se recomienda la instalación de un UPS de 1,5 KVA.

7.5.5.3. Cuantificación

- 1 UPS de 1,5 KVA

7.6. Consolidado de materiales necesarios

En la tabla IX se muestran los materiales necesarios para llevar a cabo la implementación de las redes de datos y de energía eléctrica para el edificio de Aparusac.

Tabla LII. **Materiales necesarios**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
220	metros lineales	Fibra óptica ADSS	Draka	Multimodo	6 hilos, sin armar, 50/125 µm
10	unidades	Tensores ADSS	Humbrell		
1	unidad	"L" metálica			10" x 10"
10	unidades	Argollas metálicas			
6	unidades	Tubo PVC			Φ 1 1/2"
3	unidad	Codo de tubo galvanizado			Φ 2" a 90°
1	unidad	Tubo galvanizado			Φ 2"
4	unidades	Cajas de registro			metálicas de 4" x 4"
500	metros lineales	Cable UTP	Siemon	Categoría 6	
40	unidades	Tomas de conexión RJ-45	Siemon		
20	unidades	Cajas de sobreponer			Con tapadera doble
25	metros lineales	Canaleta plástica		para oficina	De 40mm x 22mm
60	metros lineales	Canaleta plástica		para oficina	De 20mm x 10mm
100	unidades	Tornillos para madera			De 1 1/2 "
100	unidades	Tarugos verdes			
10	metros lineales	Tubo PVC			Tipo eléctrico de Φ 2"
6	unidades	Cajas de registro			Metálicas de 4" x 4"
5	unidades	Cajas de registro			Metálicas de 4" x 2"
1	unidad	Switich de 48 puertos	Cisco	2960S - 4LPS-L	
2	unidades	Módulos miniGBIC SX	Cisco		
1	unidad	Punto de acceso	Ruckus	7363	
2	unidades	Cables de interconexión FO	Siemon	XGLO	SC - SC
6	unidades	Cables de interconexión FO	Siemon	XGLO	SC - LC
20	unidades	Conectores FO	Siemon		SC
40	unidades	Cables de interconexión UTP			Categoría 6
30	unidades	Conectores RJ-45 macho	Siemon		Categoría 6
1	unidad	Gabinete de telecomunicaciones			Empotrable de 9RU
1	unidad	Bandeja y ordenador de FO			
2	unidades	Paneles de interconexión UTP			De 24 puertos, 2U
2	unidades	Ordenadores UTP horizontales		Tipo ducto	De 2U
3	metros lineales	Varilla roscada de ¼			
3	metros lineales	Riel perforado			
8	unidades	Tuercas, roldana y guacha			
8	unidades	Tornillos hilti de ¼ * 4			
1	unidades	varillas de cobre Ø 3/4"			de 2.4 metros lineales de largo
3	unidades	Caja de registro	Total Ground	S-610	
1	unidades	Compuesto químico	Thor-Gel		
20	metros lineales	Cable THHN			Calibre 6
3	unidades	Conector varilla a cable			
1	unidades	Flip-on			De 30 Amperios
50	metros lineales	Cable THHN		Calibre # 10, negro, blanco	25 metros por color
25	metros lineales	Cable THHN		Calibre # 12, color verde	
3	unidades	Tubo PVC eléctrico		Φ 3/4"	6 metros cada uno
10	metros lineales	Canaleta plástica		20mm x 10mm	
4	unidades	Cajas de registro		Metálicas	De 4" x 4"
1	unidades	Tomacorriente polarizado			de grado hospitalario
1	unidad	UPS		1.5 KVA	

Fuente: elaboración propia.

7.7. Presupuesto

A continuación se detalla el presupuesto para implementar las redes de datos y de energía eléctrica en Aparusac.

Tabla LIII. Presupuesto mínimo

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	Precio unitario	Total
220	metros lineales	Fibra óptica ADSS	Draka	Multimodo	Q17,98	Q3 955,60
10	unidades	Tensores ADSS	Humbrell		Q275,00	Q2 750,00
1	unidad	"L" metálica			Q25,00	Q25,00
10	unidades	Argollas metálicas			Q10,00	Q100,00
6	unidades	Tubo PVC		Φ 1 1/2"	Q47,10	Q282,60
3	unidad	Codo de tubo galvanizado		Φ 2" a 90°	Q32,00	Q96,00
1	unidad	Tubo galvanizado		Φ 2"	Q334,05	Q334,05
4	unidades	Cajas de registro		4" x 4"	Q9,90	Q39,60
500	metros lineales	Cable UTP	Siemon	Categoría 6	Q4,26	Q2 130,00
40	unidades	Tomas de conexión RJ-45	Siemon		Q88,95	Q3 558,00
20	unidades	Cajas de sobreponer			Q16,95	Q339,00
25	metros lineales	Canaleta plástica		para oficina, 40mm x 22mm	Q10,00	Q250,00
60	metros lineales	Canaleta plástica		para oficina, 20mm x 10mm	Q7,99	Q479,40
100	unidades	Tornillos para madera		1 1/2 "	Q0,47	Q47,00
100	unidades	Tarugos verdes			Q0,16	Q16,00
10	metros lineales	Tubo PVC		tipo eléctrico, Φ 2"	Q3,75	Q37,50
6	unidades	Cajas de registro		4" x 4"	Q9,90	Q59,40
5	unidades	Cajas de registro		4" x 2"	Q9,90	Q49,50
1	unidad	Switch de 48 puertos	Cisco	2960S - 4LPS-L	Q32 577,37	Q32 577,37
2	unidades	Módulos miniGBIC SX	Cisco		Q1 690,00	Q3 380,00
1	unidad	Punto de acceso	Ruckus	7363	Q8 995,00	Q8 995,00
2	unidades	Cables de interconexión FO	Siemon	XGLO, SC-SC, multimodo	Q245,00	Q490,00
6	unidades	Cables de interconexión FO	Siemon	XGLO, SC-LC, multimodo	Q230,00	Q1 380,00
20	unidades	Conectores FO	Siemon	Dobles, multimodo	Q48,95	Q979,00
40	unidades	Cables de interconexión UTP		Categoría 6	Q118,95	Q4 758,00
30	unidades	Conectores RJ-45 macho	Siemon	Categoría 6	Q5,00	Q150,00
1	unidad	Gabinete de telecomunicaciones		De 9RU, abatible	Q1 890,00	Q1 890,00
1	unidad	Bandeja y ordenador de FO			Q1 298,05	Q1 298,05
2	unidades	Paneles de interconexión UTP		24 puertos	Q1 090,00	Q2 180,00
2	unidades	Ordenadores UTP horizontales		Tipo ducto, 2RU	Q245,00	Q490,00
3	metros lineales	Varilla roscada de ¼"			Q32,98	Q98,94
3	metros lineales	Riel perforado			Q125,00	Q375,00
8	unidades	Tuercas, roldana y guacha			Q1,50	Q12,00
8	unidades	Tornillos hilti de ¼" x 4"			Q2,00	Q16,00
1	unidades	Varilla de cobre Ø 5/8"			Q100,00	Q100,00
2	unidades	Barras de unión	Total Ground	TGBUE 11, con gabinete	Q1 168,00	Q2 336,00
2	unidades	Caja de registro	Total Ground	S-610	Q192,00	Q384,00
2	unidades	Compuesto químico			Q400,00	Q800,00
15	metros lineales	Cable THHN		Calibre #4	Q15,00	Q225,00
2	unidades	Conector varilla a cable			Q10,00	Q20,00
1	unidades	Flip-on			Q35,90	Q35,90
50	metros lineales	Cable THHN		Calibre # 10, negro, blanco	Q4,00	Q200,00
550	metros lineales	Cable THHN		Calibre # 10, color verde	Q4,00	Q2 200,00
3	unidades	Tubo PVC eléctrico		Φ 3/4"	Q20,40	Q61,20
10	metros lineales	Canaleta plástica		20mm x 10mm	Q7,99	Q79,90
4	unidades	Cajas de registro		Metálicas, 4" x 4"	Q9,90	Q39,60
1	unidades	Tomacorriente polarizado		De grado hospitalario	Q20,00	Q20,00
1	unidad	UPS		1,5 KVA, con tarjeta SNMP	Q9 800,00	Q9 800,00
TOTAL DE PRESUPUESTO MÍNIMO NECESARIO						Q89 919,61

Fuente: elaboración propia.

8. DISEÑO DE REDES INTERNAS DE DATOS Y DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL EDIFICIO DE UVIGER

8.1. Antecedentes

Debido a algunos inconvenientes en el área donde se encuentra la Editorial Universitaria, las oficinas administrativas y el taller se trasladarán temporalmente a algunos espacios del edificio Uviger. Por esta razón el Departamento de Procesamiento de Datos elaboró el diseño de: el enlace principal para integrar Uviger a la Red de Datos de la Usac, el cableado vertical y una parte de la red interna de datos.

8.2. Necesidades

Se realizó visita al edificio de Uviger para conocer las necesidades de los usuarios de dicho edificio. En general, se determinó que por la naturaleza de las actividades que realizan será necesario instalar puntos de red dobles normales y puntos de red dobles herméticos.

También será necesaria la implementación de puntos de red específicamente para puntos de acceso inalámbrico.

8.3. Red de datos para el edificio de Uviger

Se diseñó el cableado estructurado desde cero para los tres niveles del edificio de Uviger.

8.3.1. Cableado vertical

El diseño y la canalización para el cableado vertical fueron definidos por el Departamento de Procesamiento de Datos. Por lo tanto se procede únicamente seleccionar y cuantificar los componentes necesarios.

8.3.1.1. Selección de componentes

Para el cableado vertical serán necesarios los siguientes componentes:

- Fibra óptica multimodo de 6 hilos, sin armar, 50/125 μm , OM2.
- Cables de interconexión de fibra óptica dobles tipo: SC-LC y SC-SC multimodo de fibra óptica de 1 m. Se recomiendan los modelos XGLO de la marca Siemon.
- Conectores dobles para fibra óptica, tipo SC.

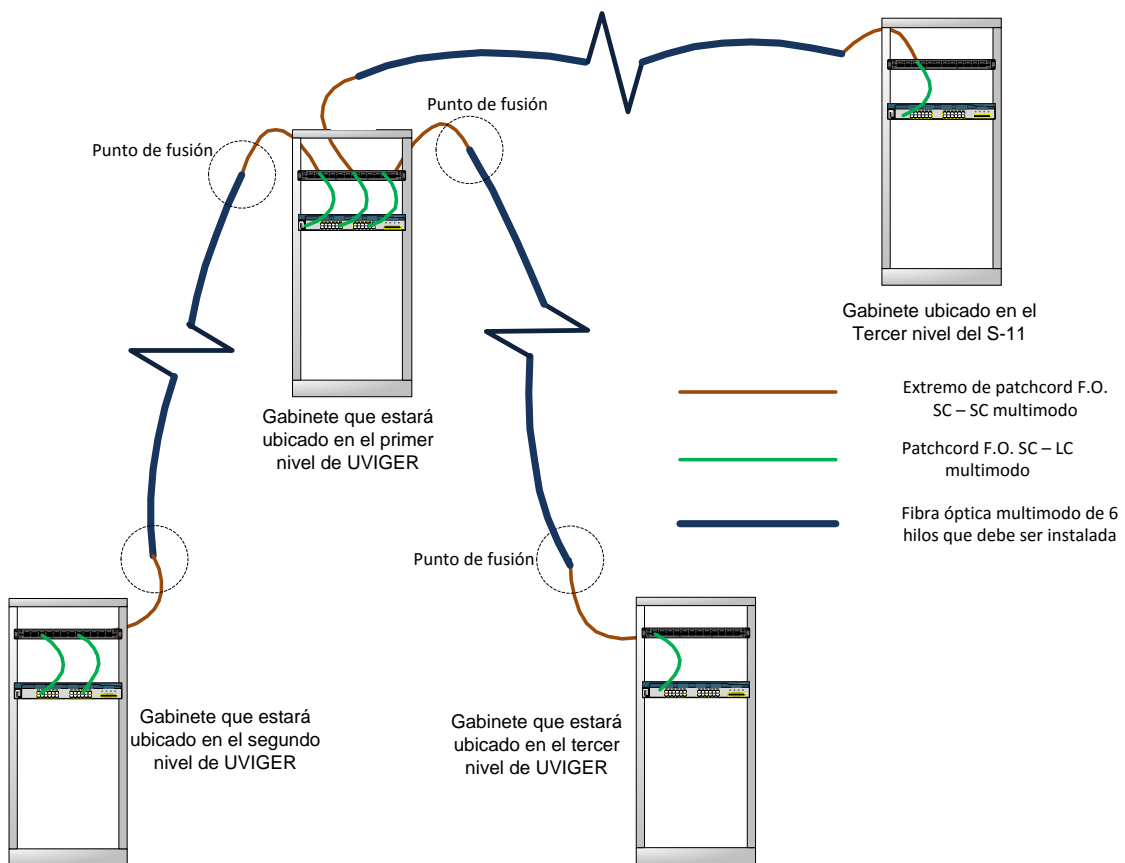
8.3.1.2. Metodología de instalación de fibra óptica para el cableado vertical

Para instalar el cableado vertical se propone la siguiente metodología que ahorra tiempo y el uso de conectores para fibra óptica. Se deberán seguir los pasos siguientes:

- Se deberán cortar los cables de interconexión de fibra óptica SC-SC multimodo por la mitad.
- Limpiar los residuos de vidrio en cada extremo de la fibra óptica cortada, para eliminar impurezas.

- El extremo sin conector de una de las mitades de los cables de interconexión SC-SC se deberá fusionar con uno de los hilos de la fibra óptica a instalar.
- El extremo con conector SC se instalará en la bandeja de fibra óptica.
- Los dos pasos anteriores se deberán repetir en cada uno de los gabinetes de telecomunicaciones de cada nivel, como se muestra en la figura siguiente:

Figura 83. **Esquema de instalación de fibra óptica para el cableado vertical de Uviger**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

8.3.1.3. Cuantificación

Los materiales necesarios para el cableado vertical se detallan en la tabla siguiente:

Tabla LIV. **Materiales para cableado vertical**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
100	metros lineales	Fibra óptica multimodo	Draka		6 hilos, sin amar, 50/125 µm
10	unidades	Conectores SC multimodo	Siemon		
6	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO	SC-LC, dobles, multimodo
4	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO	SC-SC, dobles, multimodo

Fuente: elaboración propia.

8.3.2. Cableado horizontal

A continuación se procede a diseñar el cableado horizontal, que consiste en todo lo concerniente al cableado estructurado y sus componentes.

8.3.2.1. Diseño de la red interna

La red interna de datos para el edificio Uviger es como se detalla en los planos, con base en las necesidades de los usuarios se determinó que se instalarán en el primer nivel: 30 puntos de red, en el segundo nivel: 127 puntos de red y en el tercer nivel: 56 puntos de red.

Debido a que existen áreas como auditorios o laboratorios donde no es factible instalar red de datos cableada, será necesario instalar puntos de acceso (AP, por sus siglas en inglés) inalámbricos. Para ello se define que los puntos:

UVIGER N1 B15, UVIGER N1 B24, UVIGER N2 A03, UVIGER N2 P01, UVIGER N3 A25, UVIGER N3 A28.

8.3.2.2. Canalización

Para la red interna será necesario instalar canaleta plástica de oficina, por cuestiones visuales y de estética.

Tomando en consideración que será necesario instalar mazos de cable de: 4, 8, 20 y hasta 40 cables. A continuación se calcula la sección útil necesaria de la canaleta.

- Para un mazo de 4 cables UTP Cat. 6 realizar el cálculo siguiente:

$$Sc = \text{sección del cable UTP Cat. 6} = 31,17 \text{ mm}^2$$

$$Nc = \text{número de cables a instalar} = 4$$

$$k = \text{factor de llenado de la canaleta} = 1,1$$

$$St = \text{sección teórica de canaleta} = Sc * Nc$$

$$Sp = \text{sección práctica de canaleta} = St * k$$

$$St = Sc * Nc$$

$$St = 31,17 * 4$$

$$St = 124,68 \text{ mm}^2$$

Ahora la sección práctica necesaria para la canaleta es:

$$Sp = St * k$$

$$Sp = 124,68 * 1,1$$

$$Sp = 137,148 \text{ mm}^2$$

Aparentemente será necesaria una canaleta con una sección útil de 140 mm². Sin embargo, la Norma TIA/EIA-569-A, recomienda que la capacidad máxima inicial de una canalización no debe ser mayor al 40 % de su sección útil y la capacidad máxima de instalación no debe sobre pasar el 60 % de dicha sección.

Por lo anterior, se reconsidera la sección útil de la canaleta a instalar. Se define que la sección práctica Sp calculada con anterioridad corresponde al 40 % de la sección mínima de la canaleta necesaria.

Entonces por regla de tres:

$$\begin{aligned}
 &40 \% \text{ ----- } 137,148 \\
 &100 \% \text{ ----- } Su \\
 Su &= \frac{100 * 137,148}{40} \\
 Su &= 342,87 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Donde Su, es la sección útil mínima necesaria para cumplir con la norma TIA/EIA-569-A.

En general,

$$Su = 2,5 * Sp$$

- Ahora, para un mazo de 90 cables UTP Cat. 6 el cálculo es:

$$Sc = \text{sección del cable UTP Cat. 6} = 31,17 \text{ mm}^2$$

$$Nc = \text{número de cables a instalar} = 90$$

$$k = \text{factor de llenado de la canaleta} = 1,1$$

$$St = \text{sección teórica de canaleta} = Sc * Nc$$

$$Sp = \text{sección práctica de canaleta} = St * k$$

$$St = Sc * Nc$$

$$St = 31,17 * 90$$

$$St = 2805,30 \text{ mm}^2$$

Ahora la sección práctica necesaria para la canaleta es:

$$Sp = St * k$$

$$Sp = 2805,30 * 1,1$$

$$Sp = 3085,83 \text{ mm}^2$$

$$Su = 2,5 * Sp$$

$$Su = 2,5 * 3085,83$$

$$Su = 7714,58 \text{ mm}^2$$

Partiendo de los cálculos anteriores se presenta la siguiente tabla con los valores de secciones útiles de canaleta para el cableado horizontal del edificio Uviger.

A pesar de que muchos de los fabricantes en sus catálogos incluyen cantidades máximas de cable, se elaboró esta tabla como una referencia para este caso particular y así poder elegir cualquier marca en base a la sección útil de la canaleta.

Tabla LV. **Sección útil de canaletas para diferentes cantidades de cable UTP Cat. 6**

SECCIÓN DE CANALETA	
# cables (max)	Sección útil (mm²)
4	342,87
8	687,50
20	1 714,35
30	2 570,25
40	3 428,70
50	4 285,57
60	5 143,05
70	6 000,23
80	6 857,40
90	7 714,57
100	8 571,75

Fuente: elaboración propia.

Con base en la tabla anterior se selecciona la canaleta necesaria conociendo su sección útil.

8.3.2.3. Selección de componentes

Para la implementación del cableado estructurado se selecciona la canaleta adecuada. Con base en la tabla anterior y los catálogos de varios fabricantes se determinó que la canaleta que puede cubrir las necesidades es la de marca Legrand, el detalle se muestra en la tabla siguiente.

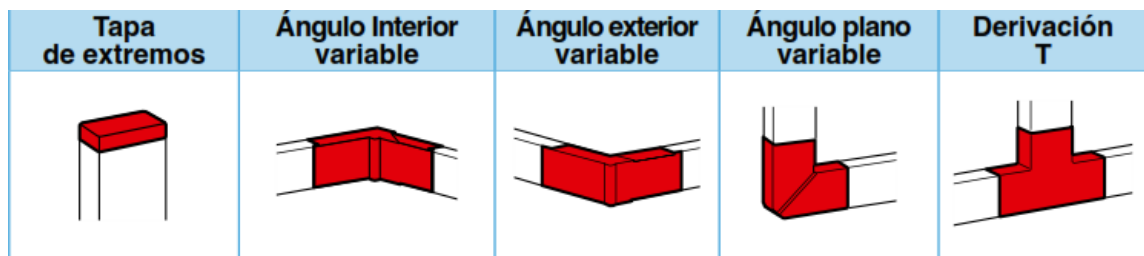
Tabla LVI. **Selección de canaleta Legrand y sus series**

SELECCIÓN DE CANALETA			
# cables (max)	Sección útil (mm ²)	Medida comercial	Marca sugerida / serie
4	342,87	40 mm X 16 mm	LEGRAND/DLP
10	687,5	80 mm X 35 mm	LEGRAND/DLP
10 a 30	2570,25	80 mm X 50 mm	LEGRAND/DLP
30 a 40	3428,7	150 mm X 50mm	LEGRAND/INDUSTRIAL PVC
20 en piso	1714,35	92 mm X 20 mm	LEGRNAD/DLP PISO

Fuente: elaboración propia.

- Ángulos internos, ángulos externos, ángulos planos, uniones y derivaciones en T.

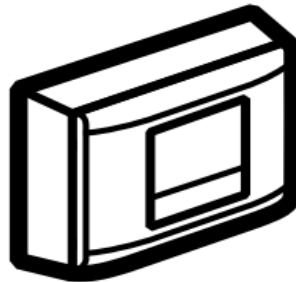
Figura 84. **Accesorios para canaleta Legrand**



Fuente: LEGRAND, *Catálogo general 2014-2015*. p. 439.

- Módulos para montaje vertical o lateral.

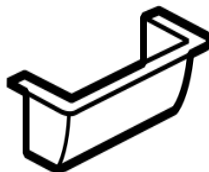
Figura 85. **Módulos de montaje Legrand**



Fuente: LEGRAND, *Catálogo general 2014-2015*. p. 443.

- Adaptadores para montaje de extremo.

Figura 86. **Adaptador para montaje de extremo Legrand**



Fuente: LEGRAND, *Catálogo general 2014-2015*. p. 443.

- Pletinas para montaje lateral.

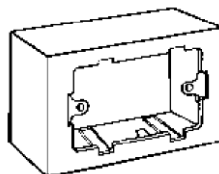
Figura 87. **Pletina para montaje lateral Legrand**



Fuente: LEGRAND, *Catálogo general 2014-2015*. p. 443.

- Cajas universales blancas, se recomienda utilizar de la marca Legrand.

Figura 88. **Caja universal Legrand**



Fuente: LEGRAND, *Catálogo general 2014-2015*. p. 443.

- Cajas para datos, simples, impermeables. Para los puntos de red a instalar sobre el piso. Se recomienda las cajas Idrobox de Bticino.

Figura 89. **Caja de 1 módulo, Idrobox de Bticino**



Fuente: BTICINO, *Catálogo "Matix, solución universal"*. p. 35.

- Tomas de conexión RJ-45 categoría 6. Se recomienda la línea Z-MAX de la marca Siemon.
- Placas frontales simples y dobles. Se recomienda la línea 10GMX de la marca Siemon.
- Cable UTP categoría 6 por lo menos. Se recomienda utilizar cable UTP de la marca Siemon.
- 3 puntos de acceso (AP) inalámbrico de medio rango de cobertura, para ser instalados en los puntos: UVIGER N1 B15, UVIGER N2 A03 y UVIGER N3 A25. Se recomienda el modelo 7363 de la marca Ruckus.
- 3 puntos de acceso (AP) inalámbrico de alto rango de cobertura, para ser instalados en los puntos: UVIGER N1 B24, UVIGER N2 P01 y UVIGER N3 A28. Se recomienda el modelo 7982 de la marca Ruckus.

8.3.2.4. Cuantificación

A continuación se presenta la cuantificación del cableado para el edificio de Uviger.

Tabla LVII. **Cable UTP desde el gabinete hasta cada punto de red, primer nivel**

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma
Gabinete 1	UVIGER N1 B01-B02	toma 1	12,50	2,7	15,20	2	30,4	36,48	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B03-B04	toma 2	14,50	2,7	17,20	2	34,4	41,28	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B05-B06	toma 3	22,26	2,7	24,96	2	49,92	59,904	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B07-B08	toma 4	26,53	2,7	29,23	2	58,46	70,152	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B09-B10	toma 5	20,93	2,7	23,63	2	47,26	56,712	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B11-B12	toma 6	27,25	2,7	29,95	2	59,9	71,88	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B13-B14	toma 7	30,50	2,7	33,20	2	66,4	79,68	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B15	toma 8	37,86	2,7	40,56	1	40,56	48,672	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B16-B17	toma 9	23,1	2,7	25,80	2	51,6	61,92	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B18-B19	toma 10	20,56	2,7	23,26	2	46,52	55,824	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B20-B21	toma 11	27,74	2,7	30,44	2	60,88	73,056	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B22-B23	toma 12	31,27	2,7	33,97	2	67,94	81,528	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B24	toma 13	32,16	0,6	32,76	1	32,76	39,312	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B25-B26	toma 14	40,20	2,7	42,90	2	85,8	102,96	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B27-B28	toma 15	46,76	2,7	49,46	2	98,92	118,704	Normal
Gabinete 1	UVIGER N1 B29-B30	toma 16	22,10	2,7	24,80	2	49,6	59,52	Normal

Total de metros lineales de cable UTP	1 057,58
--	-----------------

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVIII. **Cable UTP desde cada gabinete hasta cada punto de red, segundo nivel. Panel de interconexión A**

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma
Gabinete 1	UVIGER N2 A01-A02	toma 1	9,67	2,7	12,37	2	24,74	29,688	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A03	toma 2	10,52	0,6	11,12	1	11,12	13,344	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A04-B05	toma 3	10,66	2,7	13,36	2	26,72	32,064	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A06-B07	toma 4	11,34	2,7	14,04	2	28,08	33,696	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A08-B09	toma 5	13,35	2,7	16,05	2	32,1	38,52	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A10-B11	toma 6	14,62	2,7	17,32	2	34,64	41,568	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A12-B13	toma 7	17,27	2,7	19,97	2	39,94	47,928	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A14-B15	toma 8	18,12	2,7	20,82	2	41,64	49,968	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A16-A17	toma 9	10,4	2,7	13,10	2	26,2	31,44	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A18-A19	toma 10	14,75	2,7	17,45	2	34,9	41,88	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A20-A21	toma 11	15,40	2,7	18,10	2	36,2	43,44	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A22-A23	toma 12	7,60	2,7	10,30	2	20,6	24,72	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A24-A25	toma 13	10,95	2,7	13,65	2	27,3	32,76	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A26	toma 14	13,05	3	16,05	1	16,05	19,26	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A27	toma 15	13,95	3	16,95	1	16,95	20,34	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A28	toma 16	14,90	3	17,90	1	17,9	21,48	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A29	toma 17	15,81	3	18,81	1	18,81	22,572	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A30	toma 18	16,73	3	19,73	1	19,73	23,676	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A31	toma 19	17,63	3	20,63	1	20,63	24,756	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A32	toma 20	18,53	3	21,53	1	21,53	25,836	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A33	toma 21	19,43	3	22,43	1	22,43	26,916	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A34	toma 22	20,33	3	23,33	1	23,33	27,996	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A35	toma 23	21,65	3	24,65	1	24,65	29,58	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A36	toma 24	22,55	3	25,55	1	25,55	30,66	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A37	toma 25	23,46	3	26,46	1	26,46	31,752	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A38	toma 26	24,38	3	27,38	1	27,38	32,856	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A39	toma 27	25,29	3	28,29	1	28,29	33,948	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A40	toma 28	26,61	3	29,61	1	29,61	35,532	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A41-A42	toma 29	8,60	2,7	11,30	2	22,6	27,12	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A43-A44	toma 30	10,75	2,7	13,45	2	26,9	32,28	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 A45	toma 31	23,02	3	26,02	1	26,02	31,224	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A46	toma 32	23,87	3	26,87	1	26,87	32,244	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A47	toma 33	24,82	3	27,82	1	27,82	33,384	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 A48	toma 34	25,77	3	28,77	1	28,77	34,524	Hermético

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. **Cable UTP desde cada gabinete hasta cada punto de red, segundo nivel. Panel de interconexión B**

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma
Gabinete 1	UVIGER N2 B01	toma 35	26,62	3	29,62	1	29,62	35,544	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B02	toma 36	21,57	3	24,57	1	24,57	29,484	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B03	toma 37	21,05	3	24,05	1	24,05	28,86	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B04	toma 38	21,95	3	24,95	1	24,95	29,94	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B05	toma 39	22,85	3	25,85	1	25,85	31,02	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B06	toma 40	23,81	3	26,81	1	26,81	32,172	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B07	toma 41	24,70	3	27,70	1	27,7	33,24	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B08	toma 42	25,65	3	28,65	1	28,65	34,38	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B09	toma 43	20,05	3	23,05	1	23,05	27,66	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B10	toma 44	20,90	3	23,90	1	23,9	28,68	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B11	toma 45	21,85	3	24,85	1	24,85	29,82	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B12	toma 46	22,80	3	25,80	1	25,8	30,96	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B13	toma 47	23,65	3	26,65	1	26,65	31,98	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B14	toma 48	24,60	3	27,60	1	27,6	33,12	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B15	toma 49	18,05	3	21,05	1	21,05	25,26	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B16	toma 50	18,95	3	21,95	1	21,95	26,34	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B17	toma 51	19,85	3	22,85	1	22,85	27,42	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B18	toma 52	20,81	3	23,81	1	23,81	28,572	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B19	toma 53	21,70	3	24,70	1	24,7	29,64	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B20	toma 54	22,65	3	25,65	1	25,65	30,78	Hermético

Continuación de Tabla LIX.

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma
Gabinete 1	UVIGER N2 B21	toma 55	19,20	3	22,20	1	22,2	26,64	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B22	toma 56	20,75	3	23,75	1	23,75	28,5	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B23	toma 57	21,70	3	24,70	1	24,7	29,64	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B24	toma 58	22,65	3	25,65	1	25,65	30,78	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B25	toma 59	23,50	3	26,50	1	26,5	31,8	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B26	toma 60	24,45	3	27,45	1	27,45	32,94	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B27	toma 61	20,90	3	23,90	1	23,9	28,68	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B28	toma 62	21,80	3	24,80	1	24,8	29,76	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B29	toma 63	22,70	3	25,70	1	25,7	30,84	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B30	toma 64	23,66	3	26,66	1	26,66	31,992	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B31	toma 65	24,55	3	27,55	1	27,55	33,06	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B32	toma 66	25,50	3	28,50	1	28,5	34,2	Hermético
Gabinete 1	UVIGER N2 B33-B34	toma 67	1,25	2,7	3,95	2	7,9	9,48	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 B35-B36	toma 68	4,00	2,7	6,70	2	13,4	16,08	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 B37-B38	toma 69	2,25	2,7	4,95	2	9,9	11,88	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 B39-B40	toma 70	6,80	2,7	9,50	2	19	22,8	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 B41-B42	toma 71	8,35	2,7	11,05	2	22,1	26,52	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 B43-B44	toma 72	11,35	2,7	14,05	2	28,1	33,72	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 B45-B46	toma 73	12,25	2,7	14,95	2	29,9	35,88	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 B47-B48	toma 74	12,80	2,7	15,50	2	31	37,2	Normal

Fuente: elaboración propia.

Tabla LX. **Cable UTP desde cada gabinete hasta cada punto de red, segundo nivel. Panel de interconexión C**

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma
Gabinete 1	UVIGER N2 C01-C02	toma 75	14,56	2,7	17,26	2	34,52	41,424	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 C03-C04	toma 76	17,05	2,7	19,75	2	39,5	47,4	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 C05	No aplica	20,00	1,5	21,50	1	21,5	25,8	No aplica
Gabinete 1	UVIGER N2 C06-C07	toma 77	18,40	2,7	21,10	2	42,2	50,64	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 C08-C09	toma 78	19,10	2,7	21,80	2	43,6	52,32	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 C10-C11	toma 79	24,30	2,7	27,00	2	54	64,8	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 C12-C13	toma 80	25,05	2,7	27,75	2	55,5	66,6	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 C14-C15	toma 81	20,85	2,7	23,55	2	47,1	56,52	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 C16-C17	toma 82	21,56	2,7	24,26	2	48,52	58,224	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 C18-C19	toma 83	18,55	2,7	21,25	2	42,5	51	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 C20-C21	toma 84	19,75	2,7	22,45	2	44,9	53,88	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 C22-C23	toma 85	16,60	2,7	19,30	2	38,6	46,32	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 C24-C25	toma 86	20,35	2,7	23,05	2	46,1	55,32	Normal
Gabinete 1	UVIGER N2 C26-C27	toma 87	21,90	2,7	24,60	2	49,2	59,04	Normal
Gabinete 2	UVIGER N2 P01	toma 88	3,75	0,6	4,35	2	8,7	10,44	Normal
Gabinete 2	UVIGER N2 P02-P03	toma 89	3,50	2,7	6,20	2	12,4	14,88	Normal
Gabinete 2	UVIGER N2 P04-P05	toma 90	3,55	2,7	6,25	2	12,5	15	Normal

Total de metros lineales de cable UTP	5 110,99
--	-----------------

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. Cable UTP desde el gabinete hasta cada punto de red, tercer nivel. Paneles de interconexión A y B

Desde	Hasta	Toma de Red	Longitud horizontal (metros lineales)	Distancia (desde losa)	longitud parcial	Número de puntos	Longitud total	Longitud + 20 % holgura	Tipo de toma
Gabinete 1	UVIGER N3 A01-A02	toma 1	5,40	2,7	8,10	2	16,2	19,44	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A03-A04	toma 2	6,90	2,7	9,60	2	19,2	23,04	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A05-A06	toma 4	9,45	2,7	12,15	2	24,3	29,16	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A07-A08	toma 5	10,25	2,7	12,95	2	25,9	31,08	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A09-A10	toma 6	9,54	2,7	12,24	2	24,48	29,376	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A11-A12	toma 7	8,80	2,7	11,50	2	23	27,6	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A13-A14	toma 8	10,46	2,7	13,16	1	13,16	15,792	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A15-A16	toma 9	9,75	2,7	12,45	2	24,9	29,88	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A17-A18	toma 10	8,70	2,7	11,40	2	22,8	27,36	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A19-A20	toma 11	14,10	2,7	16,80	2	33,6	40,32	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A21-A22	toma 12	14,60	2,7	17,30	2	34,6	41,52	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A23-A24	toma 13	17,85	2,7	20,55	2	41,1	49,32	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A25	toma 14	16,70	0,6	17,30	1	17,3	20,76	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A26-A27	toma 15	28,10	2,7	30,80	2	61,6	73,92	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A28	toma 16	28,65	0,6	29,25	1	29,25	35,1	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A29-A30	toma 17	35,15	2,7	37,85	2	75,7	90,84	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A31-A32	toma 18	36,05	2,7	38,75	2	77,5	93	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A33-A34	toma 19	35,70	2,7	38,40	2	76,8	92,16	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A35-A36	toma 20	36,80	2,7	39,50	2	79	94,8	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A37-38	toma 21	37,50	2,7	40,20	2	80,4	96,48	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A39-A40	toma 22	38,85	2,7	41,55	2	83,1	99,72	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A41-A42	toma 23	25,60	2,7	28,30	2	56,6	67,92	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A43-A44	toma 24	26,25	2,7	28,95	2	57,9	69,48	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A45-A46	toma 25	23,30	2,7	26,00	2	52	62,4	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 A47-A48	toma 26	22,48	2,7	25,18	2	50,36	60,432	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 B01-B02	toma 27	10,90	2,7	13,60	2	27,2	32,64	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 B03-B04	toma 28	10,80	2,7	13,50	2	27	32,4	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 B05-B06	toma 29	28,22	2,7	30,92	2	61,84	74,208	Normal
Gabinete 1	UVIGER N3 B07-B08	toma 30	34,20	2,7	36,90	2	73,8	88,56	Normal

Total de metros lineales de cable UTP	1 548,71
--	-----------------

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXII. Material necesario para el cableado horizontal

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
7 750	metros lineales	Cable UTP	Siemon	Categoría 6	
270	metros lineales	Canaleta 100mmX50mm	LEGRAND	INDUSTRIAL DE PVC	Con tapa
31	metros lineales	Canaleta 80mmX50mm	LEGRAND	DLP	
50	metros lineales	Canaleta 80mmX35mm	LEGRAND	DLP	
250	metros lineales	Canaleta 40mmX16mm	LEGRAND	DLP	
70	metros lineales	Canaleta 92mmX20mm	LEGRAND	DLP piso	
90	unidades	Cajas universales	LEGRAND		
60	unidades	Cajas impermeables	Bticino	IDROBOX	De 1 módulo
80	unidades	Placas frontales dobles	Siemon	10GMX	
10	unidades	Placas frontales simples	Siemon	10GMX	
150	unidades	Tomas RJ-45 Cat. 6	Siemon	ZMAX	
3	unidad	Punto de acceso (AP)	Ruckus	7363	
3	unidad	Punto de acceso (AP)	Ruckus	7982	

Fuente: elaboración propia.

8.3.3. Gabinete de telecomunicaciones

Debido a que en el diseño y la construcción del edificio Uviger no se consideró la instalación de red de datos, no existen áreas definidas para salas de telecomunicaciones. Por lo tanto, únicamente se definieron espacios para las ubicaciones de los gabinetes de telecomunicaciones. Dichas ubicaciones se muestran en los planos.

8.3.3.1. Selección de equipo

Con base en las cantidades de puntos de red determinada en la sección “Diseño de red interna” se procede a seleccionar el equipo activo y pasivo de redes.

8.3.3.1.1. Equipo activo de redes

En el primer nivel será necesario instalar 1 (uno) *switch* tipo 2; en el segundo nivel será necesario instalar 3 (tres) *switch* tipo 2 y para el tercer nivel será necesario instalar 2 (dos) *switch* tipo 2.

Para todos los casos se recomienda utilizar el modelo CATALYST 2960S-48LPS-L de Cisco. Los cuales deberán conectarse en STACK, para una mejor administración lógica.

8.3.3.1.2. Equipo pasivo de redes

En el primer nivel será necesario instalar un nuevo gabinete para reemplazar el especificado en el diseño elaborado por el Departamento de Procesamiento de Datos. Y será necesario trasladar la bandeja de fibra óptica hacia el nuevo gabinete, tomando en consideración que esta será de 18 coplas en total.

Por lo anterior, para el gabinete del primer nivel será necesario:

- 1 gabinete de piso de 28 unidades. Se recomienda el modelo Dynamic 28RU de la marca Quest.
- 1 módulo mini Gbic (SFP, SX). Se recomienda utilizar la marca Cisco por cuestiones de compatibilidad.
- 2 paneles de interconexiones de 24 puertos de 1RU. Se recomienda el modelo Z-MAX de Siemon.
- 2 ordenadores de cable UTP horizontales de 1RU, se recomienda el organizador tipo ducto de 1 unidades de la marca Quest.

- 1 tomacorriente múltiple horizontal. Se recomienda el multitoma horizontal Línea Premium de la marca Quest, tipo hospitalario (código MH-4715).
- Equipo de ventilación dedicada para los gabinetes de telecomunicaciones. Se recomienda instalar en cada gabinete 3 kit de ventilación doble de la marca Quest (código KP4729).
- 35 cables de interconexión (*patchcords*). Se deberá utilizar aquellos que cumplan con las especificaciones de la categoría 6.
En el segundo nivel será necesario instalar:
- 1 Gabinete de piso de 28 unidades. Se recomienda el modelo Dynamic 28RU de la marca Quest.
- 1 Panel de interconexión de fibra óptica. Se recomienda el modelo FCP3-DWR de Siemon, ya que cuenta con, bandeja y ordenador en un solo equipo.
- 2 módulos mini Gbic (SFP, SX). Se recomienda utilizar la marca Cisco por cuestiones de compatibilidad.
- 6 paneles de interconexiones de 24 puertos de 1RU. Se recomienda el modelo Z-MAX de Siemon.
- 6 ordenadores de cable UTP horizontales de 1RU. Se recomienda el organizador tipo ducto de 1 unidades de la marca Quest.
- 1 tomacorriente múltiple horizontal. Se recomienda el multitoma horizontal Línea Premium de la marca Quest, tipo hospitalario (código MH-4715).
- Equipo de ventilación dedicada para los gabinetes de telecomunicaciones. Se recomienda instalar en cada gabinete 3 kit de ventilación doble de la marca Quest (código KP4729).
- 135 Cables de interconexión (*patchcords*). Se deberá utilizar aquellos que cumplan con las especificaciones de la categoría 6.

Y para el tercer nivel será necesario instalar:

- 1 gabinete de piso de 28 unidades. Se recomienda el modelo Dynamic 28RU de la marca Quest.
- 1 Panel de interconexión de fibra óptica. Se recomienda el modelo FCP3-DWR de Siemon, ya que cuenta con, bandeja y ordenador en un solo equipo.
- 1 módulo mini Gbic (SFP, SX). Se recomienda utilizar la marca Cisco por cuestiones de compatibilidad.
- 4 paneles de interconexiones de 24 puertos de 1RU. Se recomienda el modelo Z-MAX de Siemon.
- 4 ordenadores de cable UTP horizontales de 1RU. Se recomienda el organizador tipo ducto de 1 unidades de la marca Quest.
- 1 tomacorriente múltiple horizontal. Se recomienda el multitoma horizontal Línea Premium de la marca Quest, tipo hospitalario (código MH-4715).
- Equipo de ventilación dedicada para los gabinetes de telecomunicaciones. Se recomienda instalar en cada gabinete 3 kit de ventilación doble de la marca Quest (código KP4729).
- 60 Cables de interconexión (*patchcords*). Se deberá utilizar aquellos que cumplan con las especificaciones de la categoría 6.

8.3.3.2. Cuantificación

A continuación se presenta el listado de materiales necesarios para la instalación de los gabinetes de telecomunicaciones.

Tabla LXIII. **Material necesario para instalar gabinetes**

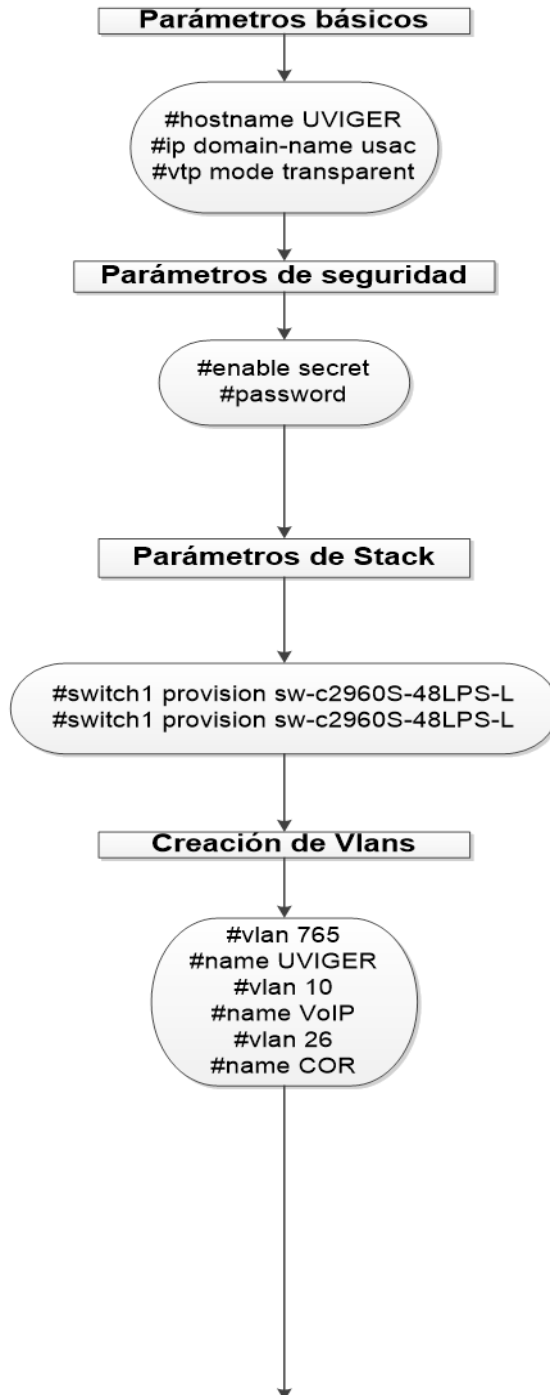
CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
3	unidades	Gabinetes de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 28RU	De piso, 28 unidades
2	unidades	Panel de fibra óptica	Siemon	F3P3-DWR	1RU cada uno
6	unidades	Switch de telecomunicaciones	Cisco	2960S-48LPS-L	48 puertos
4	unidades	Módulos miniGBIC	Cisco		SFP, SX
12	unidades	Panel de interconexión	Siemon	Z-MAX, 24 puertos	1RU cada uno, horizontal
12	unidades	Ordenador de cable UTP	Quest	Tipo ducto	1RU
9	unidades	Kits de ventilación doble	Quest		Código: KP-4729
3	unidades	Tomacorrientes múltiples	Quest	Código: MH-4716	Grado hospitalario
230	unidades	Cables de interconexión UTP	Siemon	Z-MAX	1 metro, color a definir

Fuente: elaboración propia.

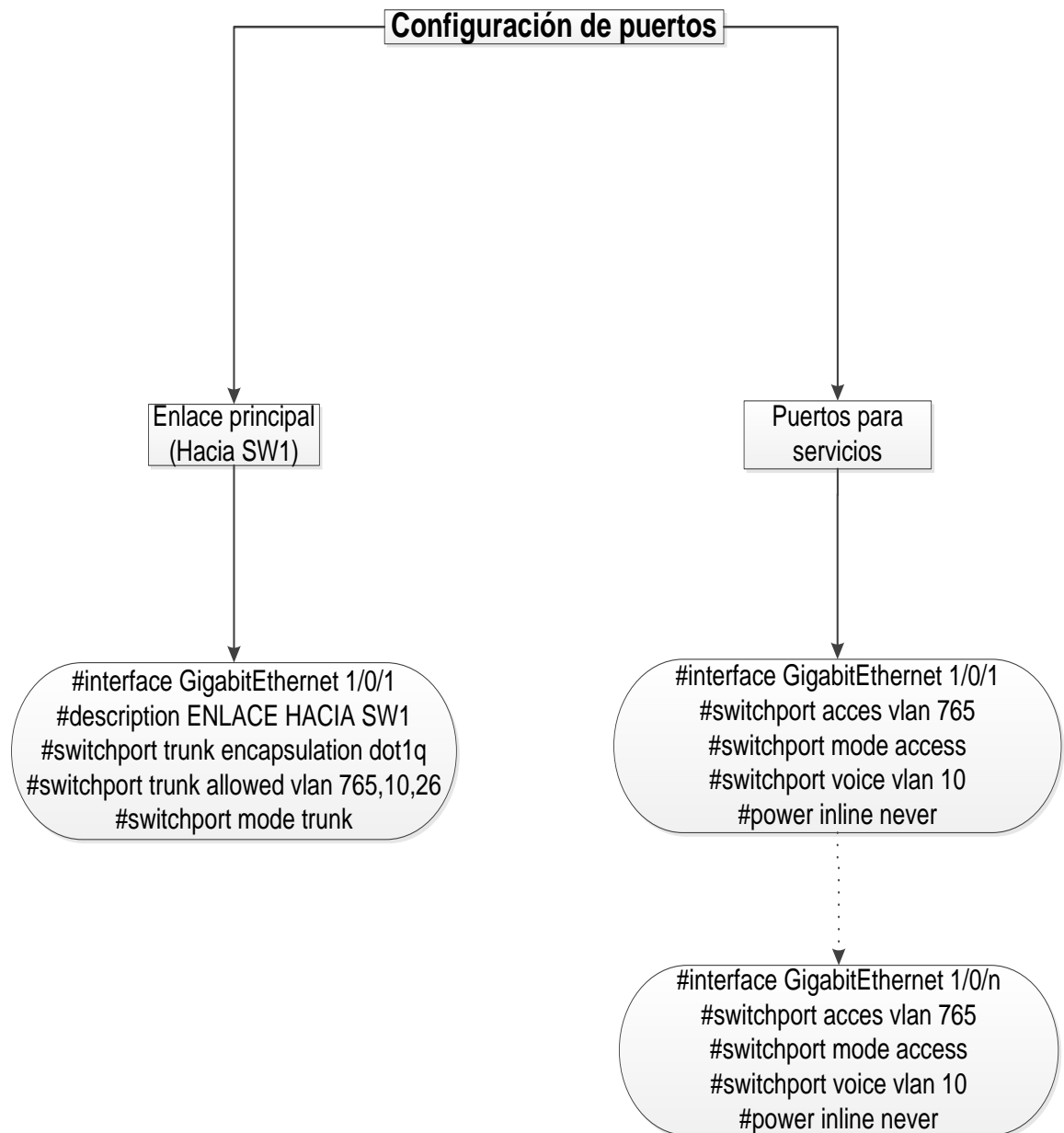
8.3.4. Configuración de equipo activo de redes

En el esquema siguiente se muestra de manera conceptual la forma en que deberán configurarse los *switchs*.

Figura 90. Configuración global del switch Catalyst 2960S



Continuación de la figura 90.



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

8.4. Red de energía eléctrica para el edificio de Uviger

El edificio de Uviger cuenta con instalaciones eléctricas desde su construcción. Por lo tanto, únicamente se realizó un diagnóstico para corroborar que dichas instalaciones cumplen con las condiciones necesarias para alimentar y proteger el equipo pasivo y activo de redes.

8.4.1. Diagnóstico

Se realizó visita al edificio Uviger y se verificó lo siguiente:

- Existe una acometida trifásica 120/208 VAC
- El tablero principal es trifásico con doble barra de tierra
- Todos los tomacorrientes son del tipo polarizados
- El sistema de tierra física cumple con la norma EIA/TIA 942

Por lo anterior, solo se realizará el diseño para la alimentación de los gabinetes de telecomunicaciones y para el sistema de soporte de energía eléctrica.

8.4.2. Alimentación eléctrica para los gabinetes

A pesar de que existen tomacorrientes cercanos a los gabinetes, por cuestiones de calidad de energía, será necesario implementar un circuito nuevo para la alimentación de cada gabinete de telecomunicaciones.

8.4.2.1. Diseño

Será necesario instalar un *flip-on* de 1X50 A en cada uno los siguientes tableros existentes: T-1 (primer nivel), T-2-2 (segundo nivel) y T-M.C. (tercer nivel), el detalle se muestra en el los planos.

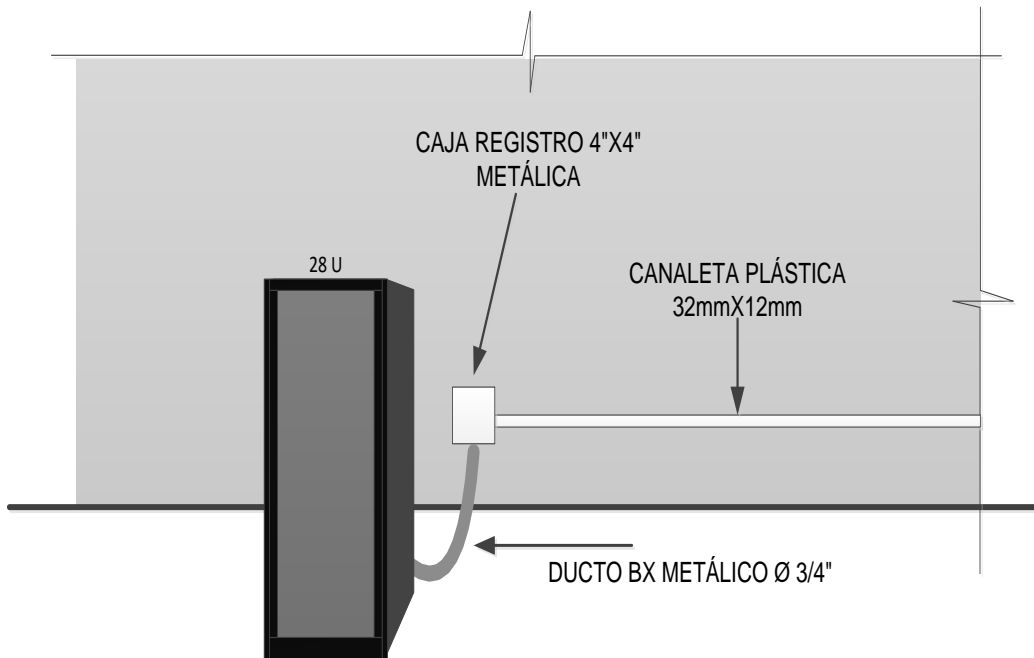
8.4.2.1.1. Canalización

Tomando en consideración que ya existe canalización para los diferentes circuitos eléctricos del edificio Uviger para los gabinetes del segundo y tercer nivel, se utilizará dicha canalización hasta donde sea posible y luego se instalará canaleta plástica para oficina en paredes.

En el caso del gabinete del tercer nivel, debido a que no hay canalización existente cercana será necesario instalar ducto de PVC eléctrico desde el tablero T-C.M. hasta el gabinete de telecomunicaciones.

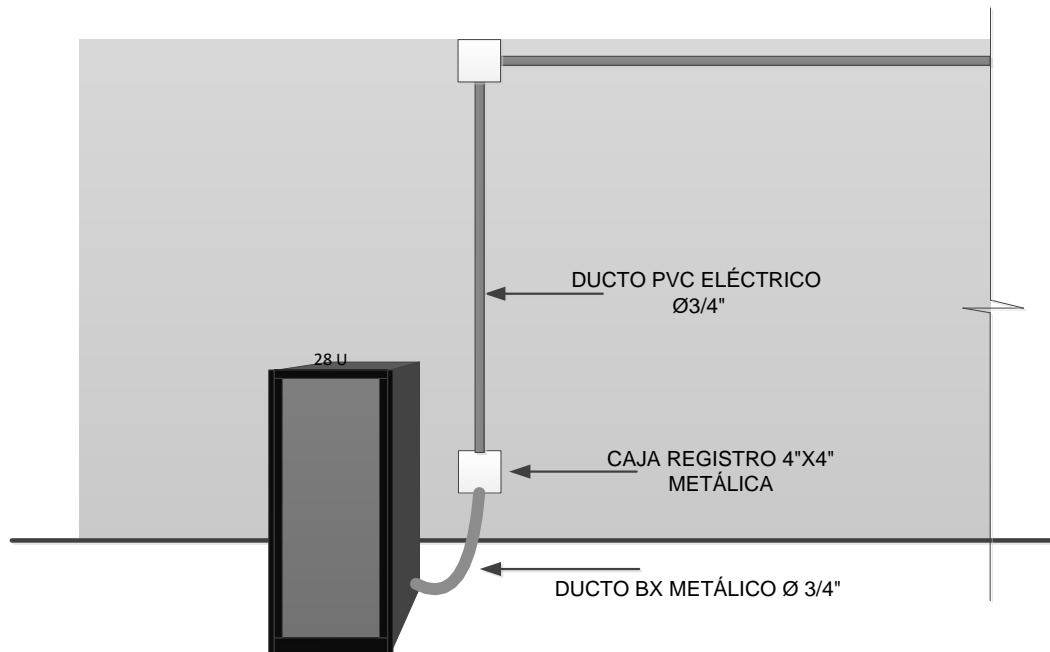
Debido que los gabinetes de telecomunicaciones no pueden estar pegados a la pared será necesario instalar ducto tipo BX metálico desde una caja de registro de 4"x4". Esto para unirse a la canaleta plástica (nivel 1 y 2) o el ducto PVC eléctrico (nivel 3). Todo esto para ingresar al gabinete e instalar un tomacorriente polarizado de grado hospitalario. El detalle se puede observar en las 2 figuras siguientes.

Figura 91. **Detalle de conexión canaleta plástica-ducto BX metálico niveles 1 y 2**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

Figura 92. **Detalle de conexión ducto PVC eléctrico-ducto BX metálico nivel 3**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

8.4.2.1.2. Selección de componentes

Para alimentación eléctrica de los gabinetes de telecomunicaciones serán necesarios los siguientes materiales:

- *Flip-on* de 1X50 A, compatibles con los tableros existentes.
- Cable THHN, calibre #6, color rojo, blanco y verde.
- Canaleta plástica para oficina de 32 mm x 12,5 mm. Se recomienda la serie DLP de LEGRAND.
- Ducto BX metálico de Ø 3/4".
- Ducto PVC eléctrico de Ø 3/4".

- Cajas de registro cuadradas de 4"X4", metálicas.
- Tomacorrientes polarizados de grado hospitalario.

8.4.2.2. Cuantificación

Los materiales necesarios se muestran a continuación.

Tabla LXIV. **Distancia de tableros hasta gabinetes**

Desde	Hasta	longitud parcial (m)	Longitud + 20 % de holgura (m)
T-1	Gabinete N1	20	24
T-2-2	Gabinete N2	28	33,6
T-M.C.	Gabinete N3	12	14,4
Total			72

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXV. **Material necesario para alimentación del gabinete**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
3	unidades	Flip-on de 1X50A			Monofásico
72	metros lineales	Cable		#6, THHN	Color rojo
72	metros lineales	Cable		#6, THHN	Color blanco
72	metros lineales	Cable		#6, THHN	Color verde
3	metros lineales	Caneleta plástica	LEGRAND	DLP	32mmX12.5mm
10	metros lineales	Ducto BX		Metálico	Ø 3/4"
15	metros lineales	Ducto PVC eléctrico			Ø 3/4"
8	unidades	Cajas de registro cuadradas		Metálico	4"X4"
3	unidades	Tomacorrientes		Grado hospitalario	Polarizado
3	unidades	Cajas rectangular		Plástica de sobreponer	4" x 2"

Fuente: elaboración propia.

8.4.3. Sistema de soporte de energía eléctrica

Será necesario instalar para cada uno de los gabinetes de telecomunicaciones un sistema de soporte de energía eléctrica. Constituyéndose de un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), un inversor de corriente y un banco de baterías. Esto con el objetivo de mejorar la calidad de energía eléctrica y proporcionar mayor tiempo de autonomía ante un fallo de la red nacional de energía eléctrica.

8.4.3.1. Diseño

El diseño se basa en el gabinete de telecomunicaciones del segundo nivel, debido a que es el que tiene más equipo activo de redes (tres *switchs*). Para los niveles 1 y 2, se utilizará el mismo diseño, con la diferencia que estos últimos van a tener mayor tiempo de autonomía.

- Datos para el cálculo de capacidad para el UPS:

Factor de Potencia = F.P. = 0,90

Potencia de consumo de cada *switch* = 140 watts

Potencia de consumo de cada kit de ventilación = 22 watts

Potencia total de consumo = $(140 * 3) + (22 * 3) = 486$ watts = 0,486 KW.

$$\text{Capacidad del UPS en KVA} = \frac{\text{Potencia total de consumo (KW)}}{F.P.}$$

Sustituyendo valores

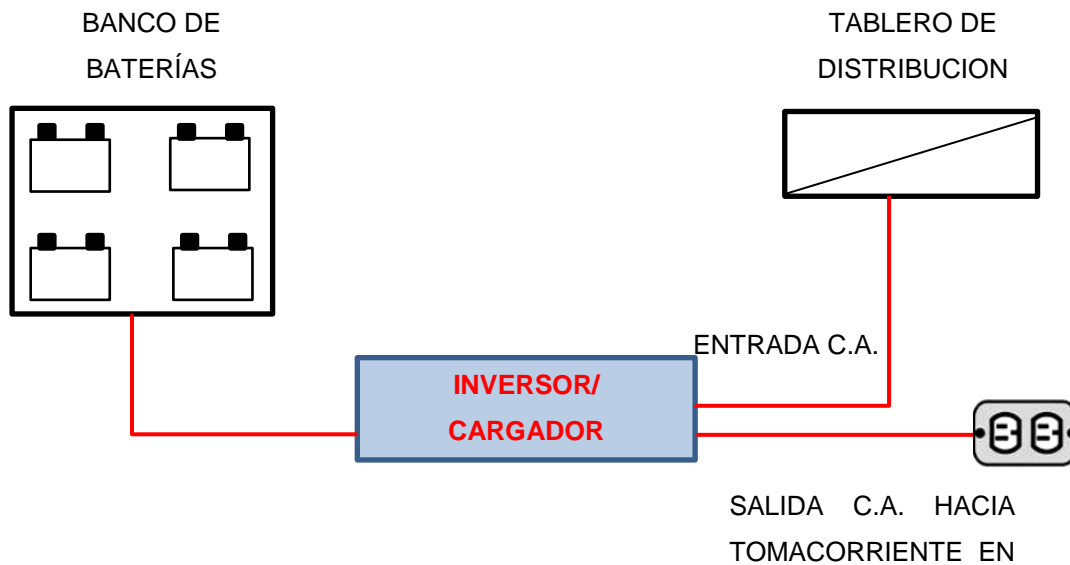
$$\text{Capacidad del UPS en KVA} = \frac{0,486}{0,90}$$

$$\text{Capacidad del UPS en KVA} = 0,540 \text{ KVA}$$

Será necesario un UPS de 540 VA como mínimo. Previendo el crecimiento futuro de la red de datos y la instalación de equipo activo de redes. Se recomienda la instalación de un UPS de 1,5 KVA.

- Inversor/cargador y banco de baterías: para proporcionar el respaldo óptimo de energía eléctrica se deberá instalar un banco de baterías y un inversor como se muestra en la figura siguiente.

Figura 93. **Diagrama de conexión para el sistema de respaldo de energía eléctrica**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

- Cálculo del banco de baterías: el cálculo es para que el equipo tenga 4 horas de autonomía. Para diseñar el banco de baterías se calcula el consumo total de los dispositivos instalados en el gabinete de telecomunicaciones. Esto se muestra en la tabla siguiente.

Tabla LXVI. **Consumo de potencia semanal de los equipos**

Dispositivo	Cantidad	Potencia en watts	Horas de uso por día	Días de uso por semana	Watts-hora semanal
Switch	3,00	140,00	24,00	7,00	70 560,00
UPS	1,00	1 300,00	24,00	7,00	218 400,00
Kit de ventilación	3,00	22,00	24,00	7,00	11 088,00
Inversor	1,00	1 440,00	24,00	7,00	241 920,00
Consumo de potencia total semanal en watt-hora de C.A.					541 968,00

Fuente: elaboración propia.

Conociendo el consumo semanal se calcula el promedio de amperios-hora por día (Ah-d) como sigue:

$$Ah - d = \frac{CS}{(D) * (Vb)}$$

Donde:

CS = carga total semanal

D = días de la semana

Vb = voltaje de las baterías

Se utilizarán baterías de 12 voltios DC por su accesibilidad en el mercado. Sustituyendo valores se obtiene:

$$Ah - d = \frac{541\ 968}{(7) * (12)}$$

$$Ah - d = 6\,452$$

Para saber el tamaño del banco de baterías se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Tamaño Banco Baterías} = \frac{(Ah - d) * (PD)}{(Ei) * (Eb)} * Da$$

Donde:

PD = profundidad de descarga de las baterías = 80 %

Ei = eficiencia del inversor = 75 %

Eb = eficiencia de las baterías = 90 %

Da = días de autonomía = 1/6 (equivalente a 4 horas)

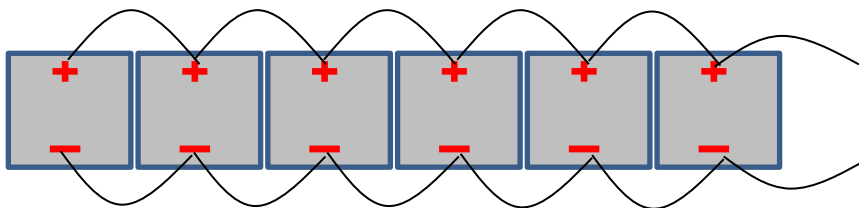
Sustituyendo valores se obtiene:

$$\text{Tamaño Banco Baterías} = \frac{(6\,452) * (0,8)}{(0,75) * (0,9)} * (1/6)$$

$$\text{Tamaño Banco Baterías} = 1\,274,47 \text{ Amperios hora (Ah)}$$

El valor obtenido anteriormente indica que se necesita una batería de 1 274,47 Ah. Se deberá realizar un arreglo de baterías en paralelo, esto se muestra en la figura siguiente.

Figura 94. **Banco de baterías con capacidad de 1 350 Ah**



Fuente: elaboración propia, con programa Visio.

8.4.3.2. Selección de equipo necesario

Para el sistema de soporte de energía eléctrica serán necesarios los siguientes materiales:

- UPS de 1,5 KVA, con tarjeta SNMP para monitoreo vía *Ethernet*. Se recomienda el modelo EATON EX 1500.
- Inversor de 12 voltios para la entrada del banco de baterías y de 1500 VA de capacidad.
- Baterías de gel, capacidad de 225 Ah cada una.
- Cable THHN, calibre #4.

8.4.3.3. Cuantificación

A continuación se detallan los materiales necesarios del equipo de soporte de energía eléctrica para los equipos activos de la red de datos en Uviger.

Tabla LXVII. **Cantidad de materiales necesarios para soporte de energía eléctrica**

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
3	unidades	UPS	EATON	EX1500	Con tarjeta SNMP
3	unidades	Inversor	XANTREX	DR1512	
18	unidades	Baterías 12voltios	Trojan	5SHP-GEL	De gel, 225 A-h cada una
15	metros lineales	Cable THHN		Calibre #4	Color negro

Fuente: elaboración propia.

8.4.4. Consolidado de materiales necesarios

A continuación se muestran los materiales necesarios para la implementación de las redes de datos y de energía eléctrica del edificio Uviger.

Tabla LXVIII. Consolidado de materiales necesarios

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	OBSERVACIONES
100	metros lineales	Fibra óptica multimodo	Draka		6 hilos, sin armar, 50/125 µm
10	unidades	Conectores SC multimodo	Siemon		
6	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO	SC-LC, dobles, multimodo
4	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO	SC-SC, dobles, multimodo
7 750	metros lineales	Cable UTP	Siemon	Categoría 6	
270	metros lineales	Canaleta 100mmX50mm	LEGRAND	INDUSTRIAL DE PVC	Con tapa
31	metros lineales	Canaleta 80mmX50mm	LEGRAND	DLP	
50	metros lineales	Canaleta 80mmX35mm	LEGRAND	DLP	
250	metros lineales	Canaleta 40mmX16mm	LEGRAND	DLP	
90	unidades	Cajas universales	LEGRAND		
60	unidades	Cajas impermeables	Bticino	IDROBOX	De 1 módulo
80	unidades	Placas frontales dobles	Siemon	10GMX	
10	unidades	Placas frontales simples	Siemon	10GMX	
150	unidades	Tomas RJ-45 Cat. 6	Siemon	ZMAX	
3	unidad	Punto de acceso (AP)	Ruckus	7363	
3	unidad	Punto de acceso (AP)	Ruckus	7982	
3	unidades	Gabinetes de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 28RU	De piso, 28 unidades
2	unidades	Panel de fibra óptica	Siemon	FCP3-DWR	1RU cada uno
6	unidades	Switch de telecomunicaciones	Cisco	2960S-48LPS-L	48 puertos
4	unidades	Módulos miniGBIC	Cisco		SFP, SX
12	unidades	Panel de interconexión	Siemon	Z-MAX, 24 puertos	1RU cada uno, horizontal
12	unidades	Ordenador de cable UTP	Quest	Tipo ducto	1RU
9	unidades	Kits de ventilación doble	Quest		Código: KP-4729
3	unidades	Tomacorrientes múltiples	Quest	Código: MH-4716	Grado hospitalario
230	unidades	Cables de interconexión UTP	Siemon	Z-MAX	1 metro, color a definir
3	unidades	Flip-on de 1X50A			Monofásico
72	metros lineales	Cable		#6, THHN	Color rojo
72	metros lineales	Cable		#6, THHN	Color blanco
72	metros lineales	Cable		#6, THHN	Color verde
3	metros lineales	Canaleta plástica	LEGRAND	DLP	32mmX12.5mm
10	metros lineales	Ducto BX		Metálico	Ø 3/4"
15	metros lineales	Ducto PVC eléctrico			Ø 3/4"
8	unidades	Cajas de registro cuadradas		Metálico	4"X4"
3	unidades	Tomacorrientes		Grado hospitalario	Polarizado
3	unidades	Cajas rectangular		Plástica de sobreponer	4" x 2"
3	unidades	UPS	EATON	EX1500	Con tarjeta SNMP
3	unidades	Inversor	XANTREX	DR1512	
18	unidades	Baterías 12voltios	Trojan	5SHP-GEL	De gel, 225 A-h cada una
15	metros lineales	Cable THHN		Calibre #4	Color negro

Fuente: elaboración propia.

8.4.5. Presupuesto

El presupuesto aproximado para la implementación de las redes de datos y de energía eléctrica del edificio Uviger se detalla en la tabla siguiente.

Tabla LXIX. Presupuesto

CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	EQUIPO	MARCA SUGERIDA	MODELO	Precio unitario	Total
100	metros lineales	Fibra óptica multimodo	Draka	6 hilos, sin armar, 50/125 µm	Q 17,98	Q 1 798,00
10	unidades	Conectores SC multimodo	Siemon	XGLO, SC, dobles, multimodo	Q 48,95	Q 489,50
6	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-LC, dobles, multimodo	Q 230,00	Q 1 380,00
4	unidades	Cables de interconexión F.O.	Siemon	XGLO, SC-SC, dobles, multimodo	Q 245,00	Q 980,00
7750	metros lineales	Cable UTP	Siemon	Categoría 6	Q 4,26	Q 33 015,00
270	metros lineales	Canaleta 100mmX50mm	LEGRAND	INDUSTRIAL DE PVC, con tapa	Q 125,00	Q 33 750,00
31	metros lineales	Canaleta 80mmX50mm	LEGRAND	DLP	Q 112,00	Q 3 472,00
50	metros lineales	Canaleta 80mmX35mm	LEGRAND	DLP	Q 103,00	Q 5 150,00
250	metros lineales	Canaleta 40mmX16mm	LEGRAND	DLP	Q 60,00	Q 15 000,00
70	metros lineales	Canaleta 92mmX20mm	LEGRAND	DLP piso	Q 108,00	Q 7 560,00
90	unidades	Cajas universales	LEGRAND		Q 15,77	Q 1 419,30
60	unidades	Cajas impermeables	Bicino	IDROBOX, de 1 módulo	Q 105,00	Q 6 300,00
80	unidades	Placas frontales dobles	Siemon	10GMX	Q 18,95	Q 1 516,00
10	unidades	Placas frontales simples	Siemon	10GMX	Q 18,95	Q 189,50
150	unidades	Tomas RJ-45 Cat. 6	Siemon	ZMAX	Q 88,95	Q 13 342,50
3	unidad	Punto de acceso (AP)	Ruckus	7363	Q 8 995,00	Q 26 985,00
3	unidad	Punto de acceso (AP)	Ruckus	7982	Q 10 000,00	Q 30 000,00
3	unidades	Gabinetes de telecomunicaciones	Quest	Dynamic 28RU, De piso, 28 unidades	Q 6 331,33	Q 18 993,99
2	unidades	Panel de fibra óptica	Siemon	FCP3-DWR, 1RU cada uno	Q 1 298,95	Q 2 597,90
6	unidades	Switch de telecomunicaciones	Cisco	2960S-48LPS-L, 48 puertos	Q 32 577,37	Q 195 464,22
4	unidades	Módulos miniGBIC	Cisco	SFP, SX	Q 1 690,00	Q 6 760,00
12	unidades	Panel de interconexión	Siemon	Z-MAX, 24 puertos, 1RU, horizontal	Q 1 090,00	Q 13 080,00
12	unidades	Ordenador de cable UTP	Quest	Tipo ducto, 1RU	Q 235,00	Q 2 820,00
9	unidades	Kits de ventilación doble	Quest	Código: KP-4729	Q 841,54	Q 7 573,86
3	unidades	Tomacorrientes múltiples	Quest	Código: MH-4716, Grado hospitalario	Q 43,18	Q 129,54
230	unidades	Cables de interconexión UTP	Siemon	Z-MAX, 1 metro, color a definir	Q 118,95	Q 27 358,50
3	unidades	Flip-on de 1X50A		Monofásico	Q 35,90	Q 107,70
72	metros lineales	Cable		#6, THHN, Color rojo	Q 13,00	Q 936,00
72	metros lineales	Cable		#6, THHN, Color blanco	Q 13,00	Q 936,00
72	metros lineales	Cable		#6, THHN, Color verde	Q 13,00	Q 936,00
3	metros lineales	Canaleta plástica	LEGRAND	DLP, 32mmX12.5mm	Q 28,00	Q 84,00
10	metros lineales	Ducto BX		Metálico, Ø 3/4"	Q 14,00	Q 140,00
15	metros lineales	Ducto PVC eléctrico		Ø 3/4"	Q 7,00	Q 105,00
8	unidades	Cajas de registro cuadradas		Metálico, 4"X4"	Q 10,00	Q 80,00
3	unidades	Tomacorrientes		Grado hospitalario, Polarizado	Q 20,00	Q 60,00
3	unidades	Cajas rectangular		Plástica de sobreponer, 4" x 2"	Q 17,00	Q 51,00
3	unidades	UPS	EATON	EX1500, Con tarjeta SNMP	Q 5 500,00	Q 16 500,00
3	unidades	Inversor	XANTREX	DR1512	Q 5 800,00	Q 17 400,00
18	unidades	Baterías 12voltios	Trojan	5SHP-GEL, 225 A-h cada una	Q 2 560,00	Q 46 080,00
15	metros lineales	Cable THHN		Calibre #4, Color negro	Q 15,00	Q 225,00
TOTAL DE PRESUPUESTO MÍNIMO NECESARIO					Q	540 765,51

Fuente: elaboración propia.

9. FASE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

9.1. Manual de usuario final

Las redes internas de datos de edificios, dentro de su infraestructura, incluyen componentes y equipos que están destinados para el usuario final. Tomando en consideración que el usuario final no siempre tiene conocimiento técnico sobre el cuidado de los componentes y equipos de la Red de Datos de la Usac. A continuación se presentan elementos para el uso adecuado de los componentes de dicha red.

Por otro lado, el presente manual tiene como objetivo, promover la construcción de una cultura de prevención y cuidado de los equipos de redes que sirven a la comunidad universitaria.

9.1.1. De las salas y gabinetes de telecomunicaciones

Las salas de telecomunicaciones son espacios diseñados y readecuados para el resguardo del equipo de telecomunicaciones, tales como: gabinetes de telecomunicaciones, equipo de ventilación, banco de baterías, y otros.

Por tanto, debe evitarse utilizar dicho espacio como bodega o cuarto de servicios.

Figura 95. **Uso de la Sala de Telecomunicaciones**



Uso incorrecto



Uso correcto

Fuente: edificios Bienestar Estudiantil y T-3 de la Usac.

9.1.2. **Gabinets de telecomunicaciones**

Los gabinetes de telecomunicaciones son dispositivos que en su interior contienen equipos en permanente funcionamiento, además incluyen equipos de ventilación.

Por tanto, no deben ponerse objetos alrededor o sobre dicho gabinete.

Figura 96. **Cuidado de los gabinetes de telecomunicaciones**



Fuente: edificios M-4 y T-2 de la Usac.

9.1.3. De las áreas de trabajo

Se entiende como área de trabajo, a todo aquel espacio que cuente con un punto de red de datos y un tomacorriente, para que una persona haga uso de dichos componentes.

Figura 97. **Componentes de un área de trabajo**



Fuente: edificio T-2 de la Usac.

9.1.4. Los tomas de red

Los tomas de red son los dispositivos donde se conecta el cable hacia la computadora, dicho tomas deben estar libres de objetos que puedan dañar su caja de protección.

Por tanto, debe evitarse poner muebles enfrente de dichos tomas de red, o cualquier objeto que lo obstruya.

Importante: evite derramar comida o líquidos sobre los tomas de red, puede dañar los equipos de cómputo.

Figura 98. **Toma de red**



Fuente: edificio S-11 de la Usac.

9.1.5. Los tomacorrientes de grado hospitalario

Estos dispositivos son los que proporcionan energía eléctrica a las computadoras o teléfonos que se conecten a los puntos de red. Son de grado hospitalario para poder diferenciarlos de un tomacorriente de uso común.

Debe evitarse que objetos obstruyan su uso y su acceso.

Importante: a los tomacorrientes de grado hospitalario únicamente se podrán conectar: computadoras y teléfono ip.

Peligro: evite derramar líquidos, ya que puede producirse un cortocircuito y provocar incendios.

Evite el contacto directo con los componentes internos del tomacorriente, produce daños al ser humano.

Figura 99. **Tomacorriente de grado hospitalario**



Fuente: edificio T-2 de la Usac.

9.1.6. Los teléfonos IP

Los teléfonos IP son dispositivos que utilizan como medio de comunicación internet. Por tanto se conectan a un punto de red de datos y un tomacorriente.

Dichos teléfonos tienen componentes electrónicos y pueden dañarse si no se tienen los cuidados necesarios.

Trate de proteger el teléfono a través de un ups. Evite que el adaptador de corriente tenga objetos sobre él.

Precaución: evite derramar líquidos sobre el teléfono, puede producir chispas y quemaduras leves en la piel.

9.2. Procedimientos de mantenimiento preventivo para los equipos de los gabinetes de telecomunicaciones de la Red de Datos de la Usac

A continuación se detallan procedimientos mínimos que deberían cumplirse para realizar mantenimiento preventivo a los equipos de los gabinetes de telecomunicaciones de la Red de Datos de la Usac.

9.2.1. De la seguridad del personal

Las personas que realicen el mantenimiento a los equipos deberán contar con el siguiente equipo mínimo:

- Guantes de látex
- Mascarillas tipo careta
- Ropa adecuada
- Botas

9.2.2. Revisión del estado de los equipos

1. Revisar el estado de todos los equipos activos y pasivos, y anotarlos en la hoja de control general. (ver propuesta adjunta).
2. Elaborar un mapeo de los cables de interconexión conectados entre panel de interconexión y los puertos del *switch* (ver propuesta adjunta). De esta manera se podrán sistematizar las conexiones en cada gabinete.
3. Apagar todos los equipos activos del gabinete de telecomunicaciones.

9.2.3. Del gabinete de telecomunicaciones

1. Desmontar los equipos activos del *rack* de los gabinetes y guardar los tornillos en bolsas o cajas debidamente identificadas.
2. Aspirar el exceso de polvo en la superficie del gabinete
3. Extraer el polvo del interior del gabinete, de preferencia con aspiradora de boquillas pequeñas para una limpieza minuciosa.
4. Aplicar jabón a la superficie del gabinete con guaípe.
5. Remover el exceso de jabón con un guaípe seco.

9.2.4. Del equipo activo de redes

A continuación se describe el procedimiento para mantenimiento de los equipos activos de la Red de Datos de la Usac.

9.2.4.1. Switchs

1. Desmontar la cubierta (el case) del *switch* y colocarla en un lugar seguro.
2. Colocarse una pulsera antiestática para realizar los procedimientos siguientes.
3. Desconectar los ventiladores del *switch*.
4. Aplicar aire comprimido a las tarjetas con la sopleteadora con boquilla grande y luego con boquilla pequeña para una limpieza minuciosa en áreas de difícil acceso. De haber no boquilla pequeña para la sopleteadora se deberá aplicar aire comprimido.
5. Aplicar limpia contactos a las tarjetas.
6. Verter aceite WD40 a los ventiladores del *switch* y dejar secar.
7. Aplicar alcohol isopropílico a la cubierta.

8. Montar la cubierta (el case) de los *switch*.

9.2.5. Del equipo pasivo de redes

A continuación se describe el procedimiento para mantenimiento de los equipos pasivos de la Red de Datos de la Usac.

9.2.5.1. Cables de interconexión UTP

1. Aplicar aire comprimido a los conectores de los cables de interconexión UTP.
2. Verter limpia contactos a los conectores de los cables de interconexión UTP.
3. Utilizar alcohol isopropílico en los cables de interconexión.

9.2.5.2. Cables de interconexión de fibra óptica

1. Retirar los cables de interconexión de la bandeja con mucho cuidado.
2. Aplicar aire con la sopleteadora con boquilla pequeña a los conectores.
3. Aplicar alcohol isopropílico con un hisopo al conector en su parte de emisión de luz.

9.2.5.3. Paneles de interconexión

1. Aplicar aire comprimido a los paneles de interconexión con la sopleteadora con boquilla grande y luego con boquilla pequeña para una limpieza

minuciosa en cada uno de los puertos. De haber no boquilla pequeña para la sopleteadora se deberá aplicar aire comprimido.

2. Aplicar limpia contactos en cada uno de los puertos del panel de interconexión.

9.2.5.4. Bandejas de fibra óptica

1. Desconectar la fibra óptica con mucho cuidado
2. Desmontar la bandeja de fibra óptica
3. Aplicar aire con la sopleteadora
4. Aplicar alcohol isopropílico
5. Montar nuevamente la bandeja de fibra óptica

9.2.5.5. Ordenadores de cable

1. Aplicar aire con la sopleteadora
2. Aplicar alcohol isopropílico
3. Aplicar jabón con guaípe
4. Retirar el exceso de jabón con guaípe seco

9.2.6. Del equipo de ventilación del gabinete de telecomunicaciones

A continuación se describe el procedimiento para mantenimiento de los equipos de ventilación de la Red de Datos de la Usac.

9.2.6.1. Ventilador

1. Desconectar el ventilador de la corriente eléctrica.
2. Desmontar el ventilador del gabinete
3. Retirar las rejillas del ventilador.
4. Aplicar aire comprimido al ventilador con la sopleteadora con boquilla grande y luego con boquilla pequeña para una limpieza. De haber no boquilla pequeña para la sopleteadora se deberá aplicar aire comprimido.
5. Verter limpia contactos a la bobina y la placa del ventilador.
6. Utilizar aceite WD 40 al eje del ventilador.
7. Usar alcohol isopropílico en las aspás y el cuerpo del ventilador
8. Emplear jabón con guaípe.
9. Retirar el exceso de jabón con guaípe seco.
10. Colocar nuevamente las rejillas.

9.2.7. Del equipo de soporte de energía eléctrica

A continuación se describe el procedimiento para mantenimiento de los equipos de la red de energía eléctrica en la Red de Datos de la Usac.

9.2.7.1. Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS)

- Retirar la cubierta (el case) y colocarla en un lugar seguro.
- Colocar una pulsera antiestática para realizar los procedimientos siguientes.

- A partir de este paso tener mucha precaución al manipular los componentes electrónicos. Recuerde: este tipo de equipos manejan un elevado valor de corriente y un corto circuito puede ser perjudicial.
 - Desconectar el ventilador de la tarjeta principal del UPS.
 - Aplicar aceite WD40 al eje ventilador y dejar secar.
 - Desconectar el banco de baterías.
 - Aplicar limpia contactos a los conectores de las baterías y dejar secar.
 - Utilizar aire comprimido a las tarjetas con la sopleteadora con boquilla grande y luego con boquilla pequeña para una limpieza minuciosa en áreas de difícil acceso. De haber no boquilla pequeña para la sopleteadora se deberá aplicar aire comprimido.
 - Aplicar limpia contactos a las tarjetas.
 - Verter alcohol isopropílico a la cubierta.
 - Conectar nuevamente el banco de baterías y el ventilador a la tarjeta principal.
 - Montar la cubierta (el case) del UPS.

9.2.7.2. Inversor de corriente

- Desconectar los cables del banco de baterías externo. Precaución: por ningún motivo permita que estos cables se unan.
- Colocarse una pulsera antiestática para realizar los procedimientos siguientes.
- A partir de este paso tener mucha precaución al manipular los componentes electrónicos. Recuerde: este tipo de equipos manejan un elevado valor de corriente y un corto circuito puede ser perjudicial.
 - Retirar la grasa de los bornes.

- Aplicar limpia contactos a los bornes.
- Retirar la cubierta (el case) y colocarla en un lugar seguro.
- Utilizar aire comprimido a las tarjetas con la sopleteadora con boquilla grande y luego con boquilla pequeña para una limpieza minuciosa en áreas de difícil acceso. De haber no boquilla pequeña para la sopleteadora se deberá aplicar aire comprimido.
- Verter limpia contactos a las tarjetas.
- Aplicar alcohol isopropílico a la cubierta.
- Montar la cubierta (el case) del inversor.

9.2.7.3. Banco de baterías externo

- Para baterías de ciclo profundo de electrolito líquido
 - Desconectar los cables en los bornes del inversor. Precaución: por ningún motivo permita que estos cables se unan.
 - Revisar que las baterías estén en posición vertical.
 - Verificar que las conexiones entre baterías estén apretadas, limpias y secas.
 - De ser necesario, apreté las conexiones y reemplace cables dañados.
 - Revisar el nivel de agua de las baterías, esta debe estar ligeramente arriba de las placas. Si el nivel de agua es muy bajo, agregue agua con base a la siguiente metodología.
 - Verifique que las baterías estén completamente cargadas.
 - Desconecte las conexiones entre baterías.

- Retire los tapones de ventilación y colóquelos hacia abajo para evitar que el polvo se adhiera.
 - ✓ Agregue agua destilada hasta que llegue ligeramente arriba de las placas.
 - ✓ Ponga nuevamente los tapones.
 - Limpiar la parte superior de la batería aplicando con un cepillo una solución de bicarbonato de sodio y agua.
 - Aplicar una capa delgada de grasa o aerosol anticorrosivo a los bornes de las baterías.
- Para baterías de ciclo profundo libres de mantenimiento o de gel
 - Desconectar los cables en los bornes del inversor. Precaución: por ningún motivo permita que estos cables se unan.
 - Revisar que las baterías estén en posición vertical.
 - Verificar que las conexiones entre baterías estén apretadas, limpias y secas.
 - De ser necesario, apreté las conexiones y reemplace cables dañados.
 - Limpiar la parte superior de la batería aplicando con un cepillo una solución de bicarbonato de sodio y agua.
 - Aplicar una capa delgada de grasa o aerosol anticorrosivo a los bornes de las baterías.

10. FASE DE INVESTIGACIÓN

10.1. Sistematización de debilidades, vulnerabilidades y amenazas de los equipos eléctricos y electrónicos de la Red de Datos de la Usac

Toda red de datos y de energía eléctrica, por ser implementada, administrada y utilizada por el ser humano, puede tener fallas de funcionamiento. En casos extremos puede ocasionar daños considerables al ser humano (riesgo de electrocución, por ejemplo).

En ese sentido, a continuación se sistematizan las debilidades, amenazas y vulnerabilidades de los equipos de la RSI para que posteriormente se pueda realizar un análisis de riesgo y elaborar el respectivo plan de contingencia como lo indican las normas de seguridad industrial.

10.1.1. Debilidades

- Falta mantenimiento preventivo y correctivo, en los tiempos recomendados.
- Uso inadecuado de los servicios que proporciona la RSI (uso excesivo del teléfono, uso de internet para actividades ajenas a las administrativas).
- Falta de conocimiento de normas de seguridad de los usuarios finales.
- Falta de información actualizada respecto al crecimiento de la RSI.

10.1.2. Vulnerabilidades

- El 98 % del equipo de soporte de energía eléctrica en los gabinetes de telecomunicaciones no funciona.
- El Cor no tiene soporte de energía eléctrica y existen equipos activos de red que están dañados.
- Falta de áreas destinadas específicamente para los equipos de la RSI en los distintos edificios de la Usac.
- Equipo deteriorado y desactualizado (los repuestos son difíciles de conseguir).
- Uso inadecuado de las instalaciones eléctricas de la RSI. Por ejemplo, conectar microondas, cafeteras, y otros, en los tomacorrientes de grado hospitalario.

10.1.3. Amenazas

- Daños irreparables en los equipos activos de red, específicamente, en *switchs* y servidores.
- Dejar de proporcionar servicios adecuadamente a la comunidad universitaria.
- Elevar costos de mantenimiento y reparación.
- Pérdida de información importante de estudiantes, docentes, trabajadores, y otros.
- Riesgo de choque eléctrico.

CONCLUSIONES

1. Se ha podido describir de manera sistémica la estructura de la Red de Datos de la Usac.
2. Se ha planteado un fundamento desde el punto de vista técnico-pedagógico del por qué las redes de datos pueden aportar a la formación integral del ser humano.
3. Se ha sistematizado las Especificaciones Técnicas de los equipos de la Red de Datos de la Usac y podrán ser una referencia en futuros diseños y adquisiciones.
4. Se han sistematizado las normas más utilizadas por el Departamento de Procesamiento de Datos (redes de datos) y la División de Servicios Generales (redes de electricidad) en el diseño de redes.
5. Se ha elaborado un Manual de usuario final de la Red de Datos de la Usac, como referente para el cuidado de dicha red.
6. Se han elaborado procedimientos de mantenimiento como guía para el cuidado de los equipos de red.
7. Se han sistematizado las vulnerabilidades en los equipos de eléctricos y electrónicos de la Red de Datos de la Usac, para que sirva de guía en la identificación de problemas técnicos.

8. El Ejercicio Profesional Supervisado es una fuente de mucho aprendizaje que permite contrastar los conocimientos adquiridos con la realidad que se vive fuera de la academia. Sin embargo, un alto porcentaje de egresistas de ingeniería realizan su ejercicio profesional en entidades privadas, impidiendo ampliar la cobertura social que debe tener la Universidad de San Carlos de Guatemala, según su mandato constitucional (Art. 82 de la Constitución Política de la República de Guatemala).
9. En la carrera de Ingeniería Electrónica (a pesar de estar orientada a las telecomunicaciones), el diseño de redes de datos es un aspecto que no se aborda, por lo que egresado no tiene los suficientes elementos para formarse un criterio al respecto.
10. La División de Servicios Generales y el Departamento de Procesamiento de Datos de la Usac no cuentan con información (cuando existía) actualizada para elaborar proyectos de este tipo. Específicamente, en el 100 % de los casos se tuvo que hacer visitas de campo con el único fin de corroborar que los planos coincidieran con lo construido.
11. La Red de Datos de la Usac tiene un gran riesgo de dejar de operar si no se toman acciones inmediatas para realizar el mantenimiento correctivo necesario. Específicamente, se pudo constatar que el 98 % del equipo de soporte de energía eléctrica en los gabinetes de telecomunicaciones está dañado. Además el Cor no cuenta con equipo de respaldo de energía eléctrica.
12. La administración y la operación de la Red de Datos de la Usac, es compartida entre: el Departamento de Procesamiento de Datos

(administración lógica y física de la red de datos), la División de Servicios Generales (administración de red de energía eléctrica y equipos de soporte de energía eléctrica) y las Secretarías Adjuntas de cada Facultad (resguardo del equipo). Esto provoca una inadecuada administración y operación, debido a la falta de coordinación entre dichas dependencias.

RECOMENDACIONES

1. La Facultad de Ingeniería debería iniciar un proceso de reestructuración en su currículo de estudios orientado a definir que el Ejercicio Profesional Supervisado sea de carácter obligatorio; sin exceder la carga académica al estudiante. Por ejemplo, Seminario de Investigación de EPS puede trabajarse en paralelo con el EPS propiamente dicho, para que se complementen.

Por otro lado, se deben establecer vínculos con entidades estatales que dentro de sus necesidades requieran los conocimientos de un profesional de la ingeniería.

2. Como parte de la Reforma Curricular que está desarrollando la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica se debería incluir la actualización y la profundización de temas como: El diseño de Redes de Datos LAN y WiFi, Diseño de Centros de Datos, Conocimiento y ámbitos de Aplicación de las Normas ANSI/TIA/EIA, ISO e IEC para Telecomunicaciones.
3. La División de Servicios Generales y el Departamento de Procesamiento de Datos de la Usac deberían corroborar que la información contenida en planos concuerde con lo instalado físicamente. Esto será herramienta importante para el crecimiento futuro de la RSI.

4. Las Secretarías Adjuntas, el Departamento de Procesamiento de Datos y la División de Servicios Generales deberían generar las condiciones para reemplazar los equipos de soporte de energía eléctrica en los gabinetes de telecomunicaciones y el Cor de la RSI de manera urgente para evitar daños mayores.

5. La Dirección General Administrativa Diga debería crear el Departamento de Telecomunicaciones de la Usac para administrar adecuadamente la Red de Datos de la Usac y potenciar su operación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cisco Systems Foundation. *Panduit Network Infrastructure Essentials Version 2.0 Spanish*. s.f .523 p.
2. Empresa Eléctrica de Guatemala. *Normas para Acometidas de Servicio Eléctrico*. Guatemala: 1998. 117 p.
3. FLUKE NETWORKS. *Cableado de Fibra Óptica para Comunicaciones de Datos – Manual de Comprobación y Solución de Problemas*. USA: Fluke Corporation. 2009. 55 p.
4. HUETE SERRANO, Manuel Enrique. *Sistema de Puesta a Tierra y Protección para Sistemas de Telecomunicaciones*. Trabajo de graduación de Ingeniería Electrónica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 115 p.
5. JOSKOWICZ, José. *Cableado Estructurado*. Versión 11. Uruguay: 2013. 71 p.
6. MEGGER. *Guía para Prueba de baterías*. USA: 2003. 31 p.
7. MORALES BATZ, Marvin Rodrigo. *El Cableado Estructurado una más de las Instalaciones Especiales Dentro del Desarrollo Sistemático de la Arquitectura Moderna*. Trabajo de graduación de Arquitectura. Facultad de Arquitectura. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 130 p.

8. QUEST. *Catálogo: Infraestructura para data, industria y energía*. Colombia: 2013. 128 p.
9. SIEMON. *Manual de Capacitación del Sistema de Cableado SIEMON*. 2011. 253 p.
10. SIEMON. *Network Cabling Solutions Catalog*. 2010. 17.4 p.
11. TROJAN. *Guía para el Usuario de Baterías TROJAN*. USA: 2008. 21 p.
12. Universidad de San Carlos de Guatemala. *Proyecto: "Construcción de la Red de Servicios Integrados"*. Guatemala: 2003. 266 p.

APÉNDICES

- Red de Datos de Aparusac, un caso de éxito.
- Propuesta de ficha de control de actividades para el mantenimiento de los gabinetes de la Red de Datos de la Usac.
- Propuesta de mapeo en gabinetes de la Red de Datos de la Usac.

Apéndice 1. Red de Datos de Aparusac, un caso de éxito.

Al término de la elaboración de este trabajo se pudo constatar que la Factibilidad del Diseño de Redes de Datos y de Energía Eléctrica para el edificio de Aparusac, fue exitosa.

Durante el mes de julio del 2014, se implementó el diseño antes mencionado en base a las especificaciones y consideraciones que se hicieran durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado que tuve a mi cargo.

A continuación se muestran fotografías de la instalación del cableado estructurado, del gabinete de telecomunicaciones, de los puntos de red y de los electrodos para el sistema de puesta a tierra.

Instalación de varillas de cobre y fibra óptica exterior



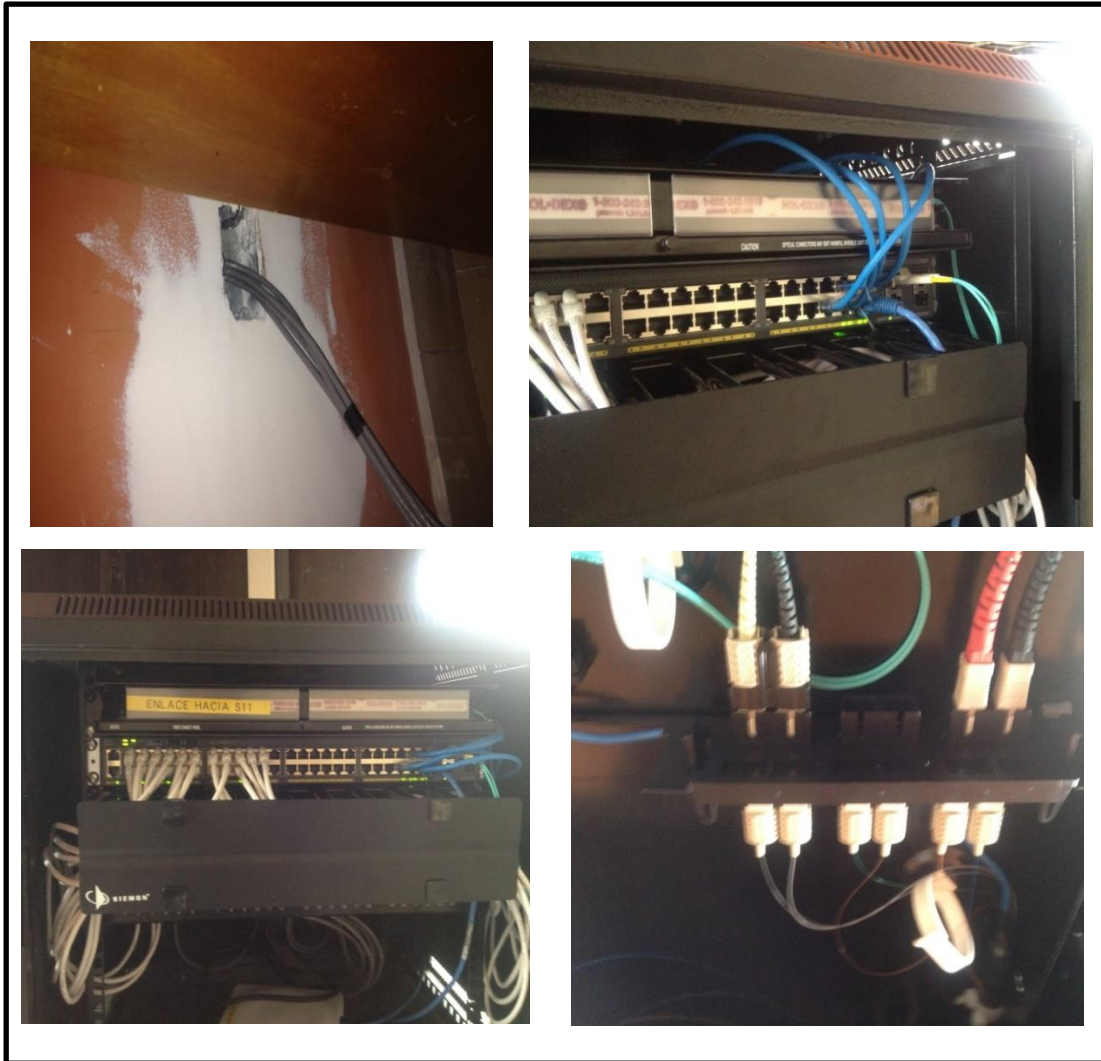
Fuente: área exterior de Aparusac.

Instalación de gabinete en Aparusac



Fuente: interior de Aparusac.

Instalación de gabinete en Aparusac

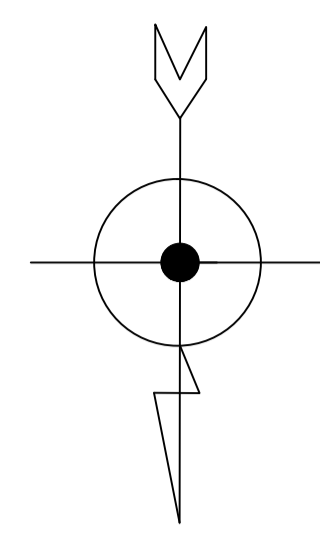
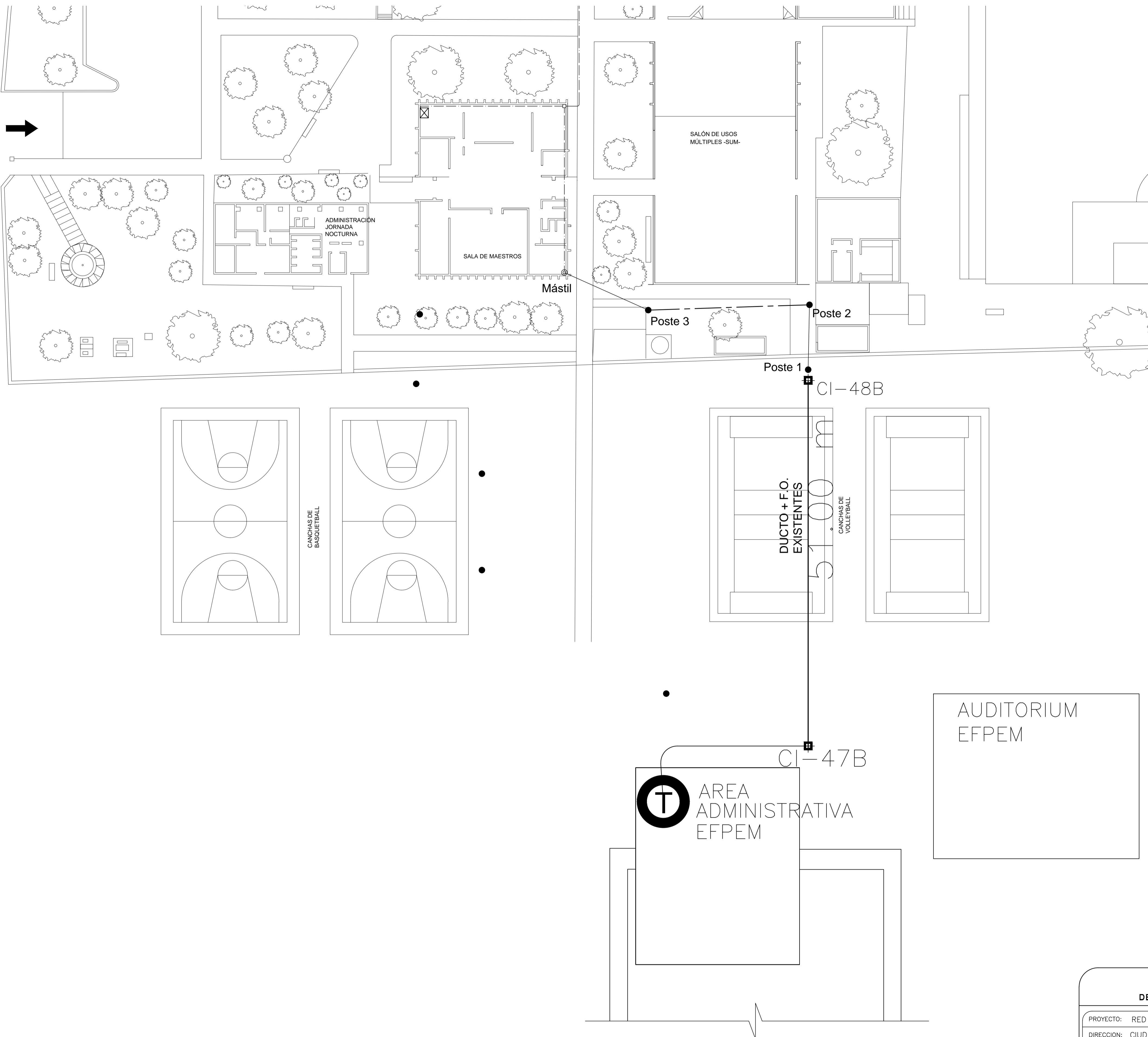


Fuente: interior de Aparusac.

ANEXOS

- Planos realizados en orden:
 - Escuela de Aplicación Dr. Carlos Martínez Durán.
 - Edificios de Larrsa
 - Edificio de Aparusac
 - Edificio de Uviger.

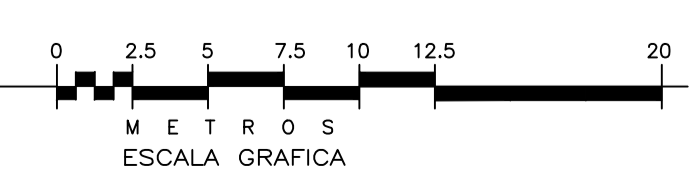
INGRESO
A ESC. DE APLIC.
DR. CMD



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
●	POSTES EXISTENTES
⊙	MÁSTIL A INSTALAR
⊞	CAJAS INTERNAS EXISTENTES
◻	CAJA DE 5"x5" A INSTALAR
⊞	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES A INSTALAR
⊞	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES EXISTENTE
---	TUBO Ø 1"
---	F.O. ADSS A INSTALAR
F.O.	FIBRA ÓPTICA

ENLACE - ESC. DE APLICACIÓN CMD
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Esc. 1:250



DPD
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.

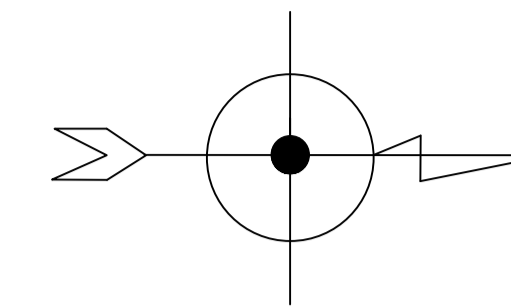
PROYECTO: RED DE DATOS ESC. DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN
 DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12
 PROPIETARIO: USAC INGENIERO:

DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ
 CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ
 DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ

RED DE DATOS:
ENLACE

PROPIETARIO INGENIERO

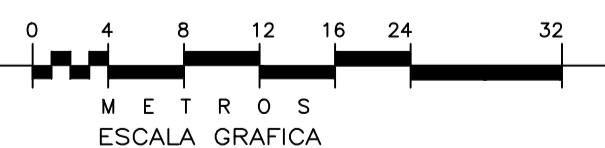
ESCALA: 1:250 No. 1
 FECHA: SEPT. 2014 DE: 10



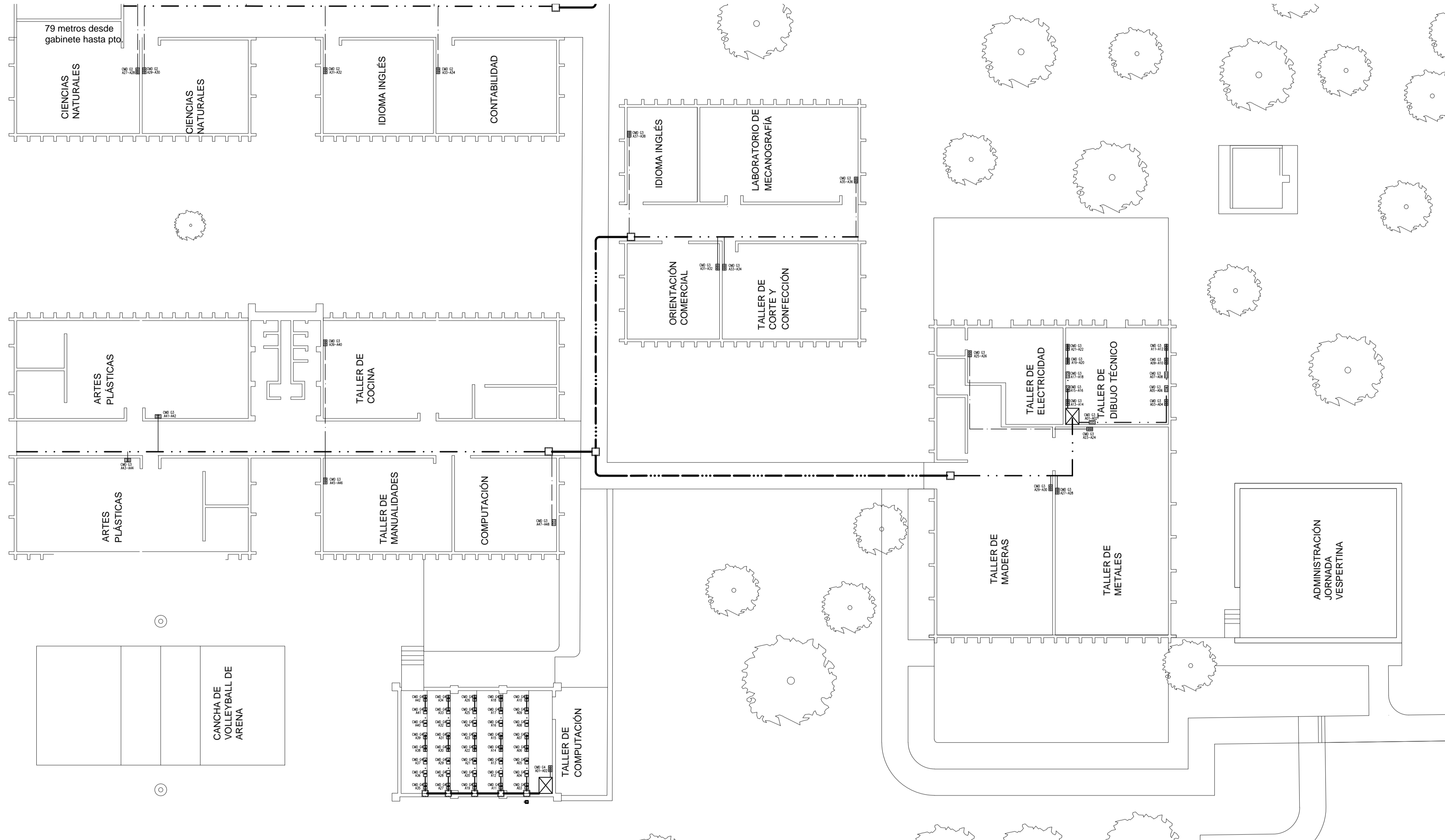
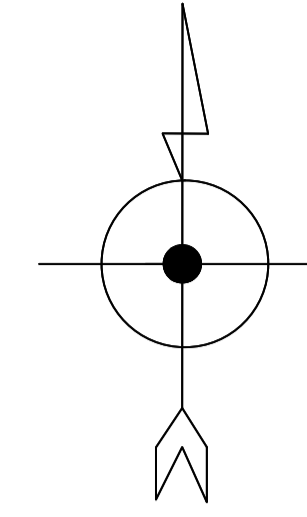
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
— · — · — · —	TUBO DE 1 1/2"
— — — — —	TUBO DE 1"
- - - - -	F.O. ADSS A INSTALAR
☒	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES A INSTALAR
◻	CAJA DE 5"x5" METÁLICA A INSTALAR

CABLEADO INTEREDIFICIOS - ESC. DE APLICACIÓN CMD
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Esc. 1:250



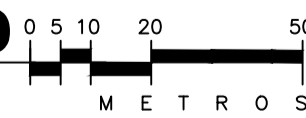
D P D	
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.	
PROYECTO: RED DE DATOS ESC. DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN	
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12	
PROPIETARIO: USAC	INGENIERO:
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ	RED DE DATOS: CABLEADO INTER-EDIFICIOS
CÁLCULO: GABRIEL GONZÁLEZ	
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ	
PROPIETARIO	INGENIERO
ESCALA: 1:400	No. 2
FECHA: SEPT. 2014	DE: 10



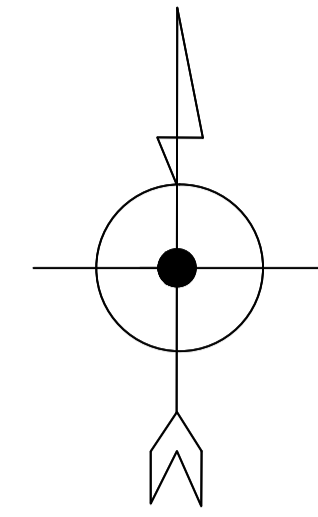
SIMBOLOGIA	
	PUNTO DE RED DOBLE
	PUNTO DE RED SIMPLE
	TUBO DE 3"
	CANALETA METÁLICA 3X2"
	TUBO DE 1 1/2"
	TUBO DE 1"
	CANALETA PLÁSTICA 40mmX16mm
	CANALETA PLÁSTICA DE PISO
	CAJA METÁLICA DE 6"x6"
	CAJA METÁLICA DE 4"x4"
	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES

ESQUEMA DE RED DE DATOS
 ESCUELA CARLOS MARTINEZ DURAN
 NO. GABINETE
 CMO G1
 A01-A02
 NO. PUNTO DE RED
 PATCH PANEL

CABL. HORIZONTAL - ESC. DE APLICACIÓN CMD
 DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS Esc. 1:150



D P D			
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.			
PROYECTO: RED DE DATOS ESC. DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTINEZ DURÁN			
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12			
PROPIETARIO: USAC		INGENIERO:	
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ		RED DE DATOS:	
CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ		CABLEADO HORIZONTAL	
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ			
PROPIETARIO		INGENIERO	
ESCALA: 1:150	No. 3	FECHA: SEPT. 2014	DE: 10



SIMBOLOGIA	
	PUNTO DE RED DOBLE
	PUNTO DE RED SIMPLE HERMÉTICO
	TUBO DE 3"
	CANALETA METÁLICA 3X2"
	TUBO DE 1 1/2"
	TUBO DE 1"
	CANALETA PLÁSTICA 40mmX16mm
	CANALETA PLÁSTICA DE PISO
	CAJA METÁLICA DE 6"x6"
	CAJA METÁLICA DE 4"x4"
	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES
<small>ESQUEMA CARLOS MARTÍNEZ DURÁN</small> <small>NO. GABINETE</small> <small>NO. PUNTO DE RED</small> <small>PATCH PANEL</small>	

CABL. HORIZONTAL - ESC. DE APLICACIÓN CMD
 DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS
 Esc. 1:150
 0 5 10 20 50 METROS

DPD
 DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.

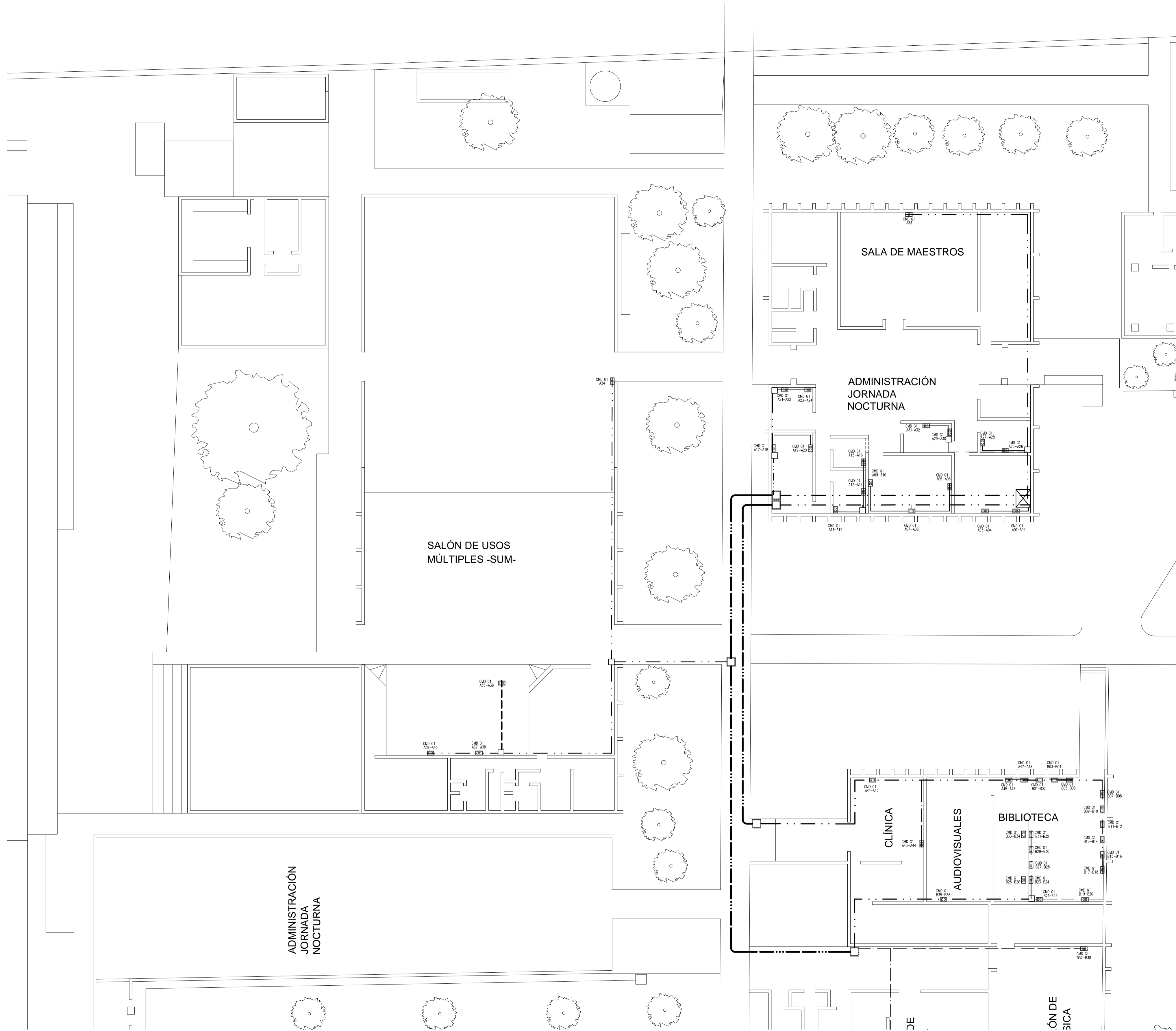
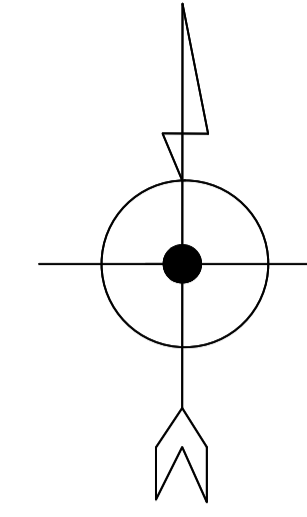
PROYECTO: RED DE DATOS ESC. DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN
 DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12
 PROPIETARIO: USAC INGENIERO:

DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ
 CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ
 DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ

RED DE DATOS:
 CABLEADO HORIZONTAL

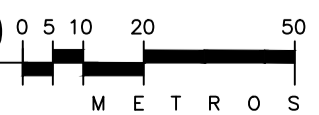
ESCALA: 1:150 No. 4
 FECHA: SEPT. 2014 DE: 10

PROPIETARIO INGENIERO

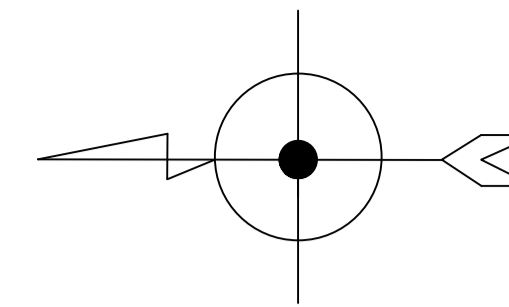


SIMBOLOGIA	
	PUNTO DE RED DOBLE
	PUNTO DE RED SIMPLE HERMÉTICO
	TUBO DE 3"
	CANALETA METÁLICA 3X2"
	TUBO DE 1/2"
	TUBO DE 1"
	CANALETA PLÁSTICA 40mmX16mm
	CANALETA PLÁSTICA DE PISO
	CAJA METÁLICA DE 6"x6"
	CAJA METÁLICA DE 4"x4"
	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES
 ESCUELA CARLOS MARTINEZ DURAN NO. GABINETE	
 NO. PUNTO DE RED PATCH PANEL	

CABL. HORIZONTAL - ESC. DE APLICACIÓN CMD
 DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS Esc. 1:150



D P D	
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.	
PROYECTO: RED DE DATOS ESC. DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTINEZ DURÁN	INGENIERO:
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12	
PROPIETARIO: USAC	
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ	RED DE DATOS:
CÁLCULO: GABRIEL GONZÁLEZ	CABLEADO HORIZONTAL
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ	
PROPIETARIO	INGENIERO
ESCALA: 1:150	No. 5
FECHA: SEPT. 2014	DE: 10



Se deberá instalar un breaker de 3x300 Amperios en TP

DIAGRAMA UNIFILAR

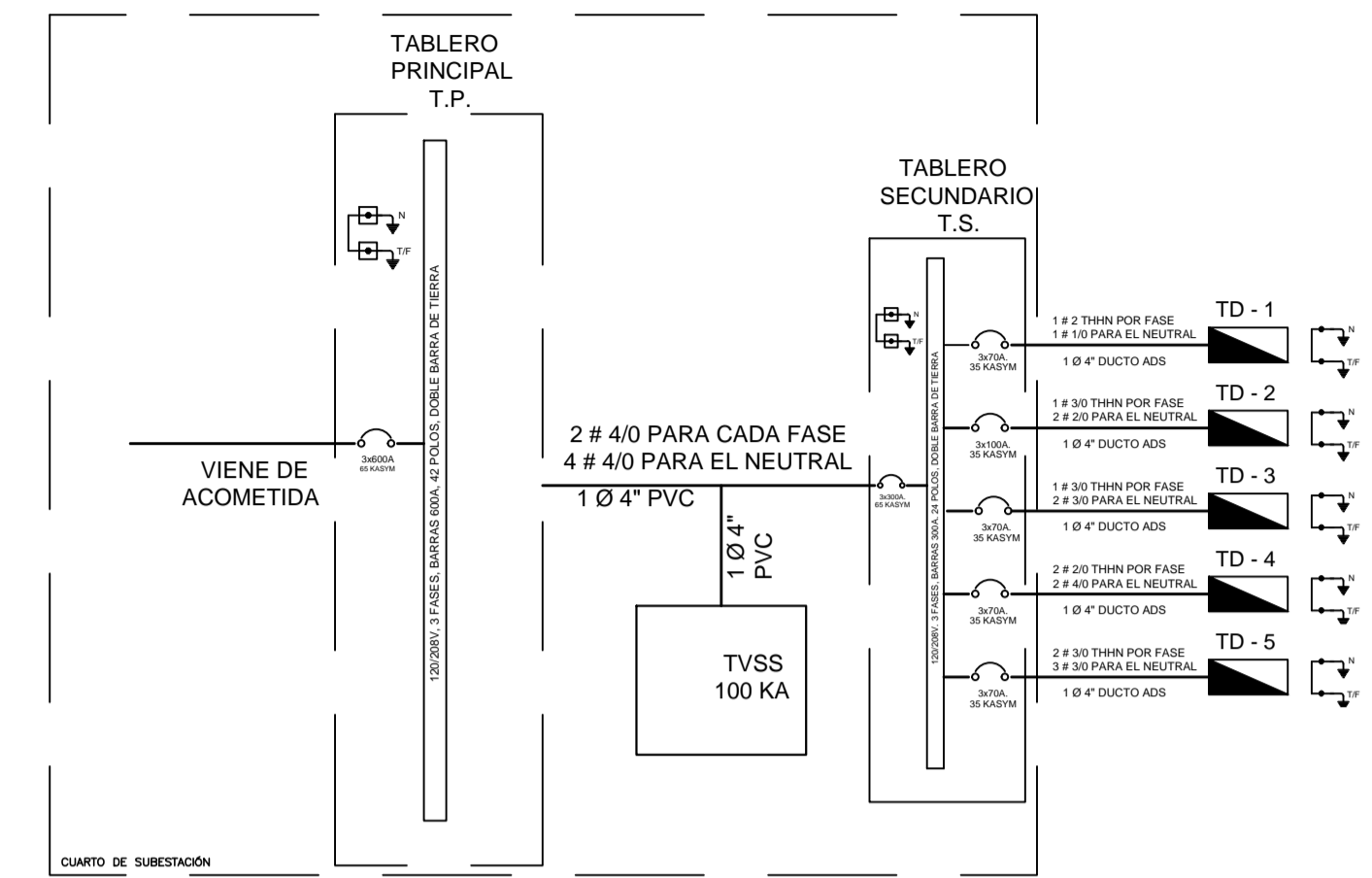
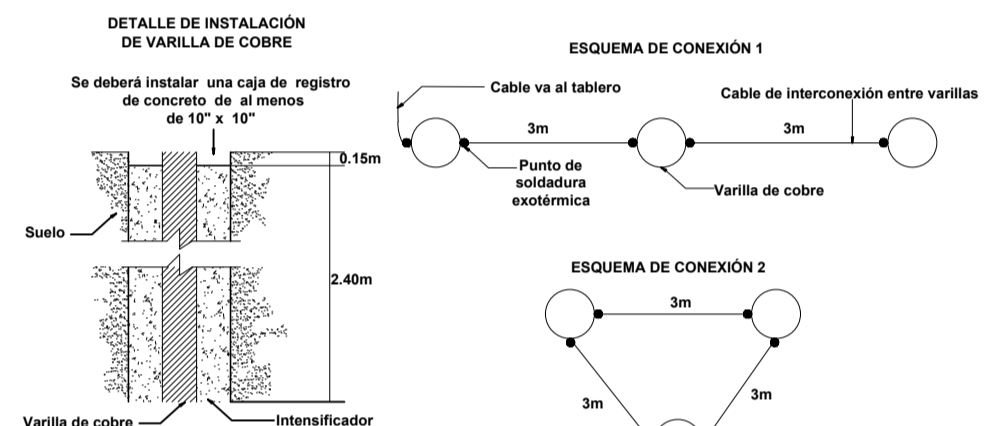


DIAGRAMA UNIFILAR

SIN ESCALA



Se deberán instalar 3 varillas con intensificador para tierra en cada varilla, para lograr una resistencia menor a 2 ohmios.
Dichas varillas deberán conectarse entre sí, en forma lineal como se muestra el esquema de conexión 1, con cable calibre #6 por lo menos. Se deberá utilizar soldadura exotérmica.
De no ser posible la instalación en forma lineal, se podrá instalar como se muestra en el esquema de conexión 2.

CONEXIÓN DE TIERRA FÍSICA PARA TABLERO PRINCIPAL

SIN ESCALA

SIMBOLOGIA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TABLERO PRINCIPAL (A REEMPLAZAR POR EL INDICADO DE LA ESCUELA DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN)
	TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCIÓN PARA RED DE DATOS, A INSTALAR
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO (# INDICA EL NÚMERO DE TABLERO)
	CONDUCTOR DE FASE, CALIBRE INDICADO EN TABLA. (# INDICA NÚMERO DE FASE)
	CONDUCTOR NEUTRO, CALIBRE INDICADO EN TABLA.
	CONDUCTOR TIERRA FÍSICA, CALIBRE 1 #1/0 AWG
	SISTEMA DE TIERRA FÍSICA DEDICADA
	NEUTRO SÓLIDAMENTE ATERRIZADO
	CAJA DE REGISTRO SUBTERRÁNEA DE 0.6m x 0.6m
	DUCTO SUBTERRÁNEO Ø 3" ADS

RED DISTRIBUCIÓN E.E. - ESC. DE APLICACIÓN CMD

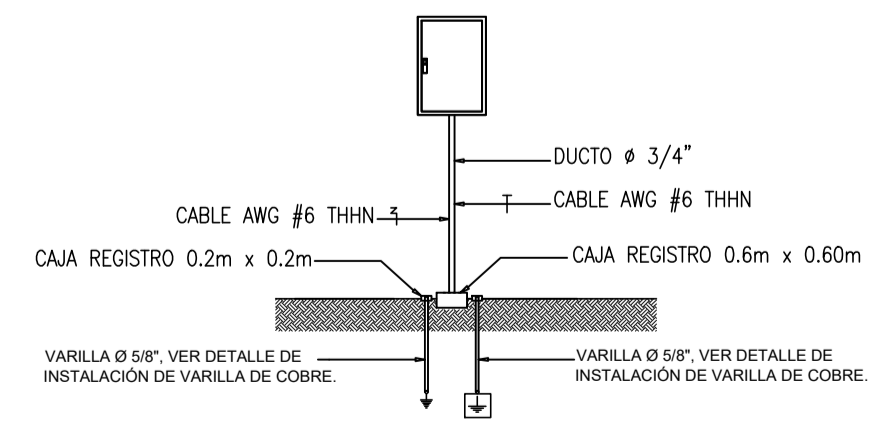
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS Esc. 1:250



"DESCRIPCIÓN DE TABLEROS"

CAL.	CIRC.	USO	VOLT.	PROT.	L1	L2	L3
3 #2	1 #10	Alimentar tablero de distribución.	120/208V	3X70 A			
3 #30	1 #20	Alimentar tablero de distribución.	120/208V	3X100 A			
3 #30	1 #20	Alimentar tablero de distribución.	120/208V	3X70 A			
6 #20	2 #40	Alimentar tablero de distribución.	120/208V	3X70 A			
6 #30	3 #30	Alimentar tablero de distribución.	120/208V	3X70 A			

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN



EN CADA TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TD - # SE DEBERÁN INSTALAR DOS VARILLAS DE COBRE, UNA PARA ATERRIZAR EL NEUTRAL Y OTRA COMO COMPLEMENTO AL SISTEMA DE TIERRA FÍSICA.

DETALLE DE INSTALACIÓN DE VARILLAS EN TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

DPD

DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.

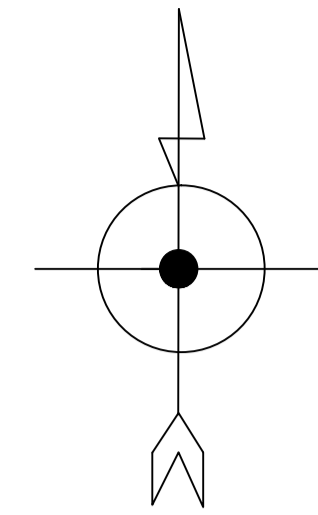
PROYECTO: RED DE DATOS ESC. DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN
 DIRECCIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12
 PROPIETARIO: USAC INGENIERO:

DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ
 CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ
 DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ

RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA
RED INTERNA

ESCALA: 1:250 No. 6
 FECHA: SEPT. 2014 DE: 10

PROPIETARIO INGENIERO



TALLER DE
MANUALIDADES

COMPUTACIÓN

TD-1

TALLER DE
ELECTRICIDAD

G3

TALLER DE
DIBUJO TÉCNICO

SE DEBERÁ INSTALAR
UN BREAKER DE 1X50 A

TALLER DE
COMPUTACIÓN

SE DEBERÁ INSTALAR
UN BREAKER DE 1X50 A

TD-2

G4

CIENCIAS
NATURALES

LABORATORIO 2
CCNN

SALA DE MAESTROS

SE DEBERÁ INSTALAR
UN BREAKER DE 1X50 A

TD-3

LABORATORIO 1
CCNN

G2

SE DEBERÁ INSTALAR
UN BREAKER DE 1X50 A

TD-5

ADMINISTRACIÓN
JORNADA
NOCTURNA

G1

SIMBOLOGIA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO (# INDICA EL NÚMERO DE TABLERO)
	CONDUCTOR DE FASE, AWG, THHN (# INDICA CALIBRE DEL CONDUCTOR)
	CONDUCTOR NEUTRO, AWG, THHN (# INDICA CALIBRE DEL CONDUCTOR)
	CONDUCTOR DE TIERRA FÍSICA, AWG, THHN (# INDICA CALIBRE DEL CONDUCTOR)
	DUCTO HG ϕ 1"
	TOMACORRIENTE POLARIZADO, GRADO HOSPITALARIO
	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES

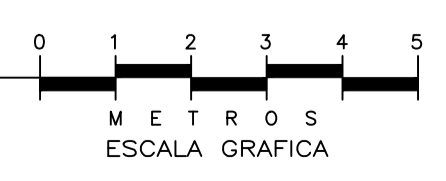
DPD

DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.

PROYECTO: RED DE DATOS ESC. DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTÍNEZ DURÁN
DIRECCIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12
PROPIETARIO: USAC
INGENIERO:
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ
CÁLCULO: GABRIEL GONZÁLEZ
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ
RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA ALIMENTACIÓN DE GABINETES

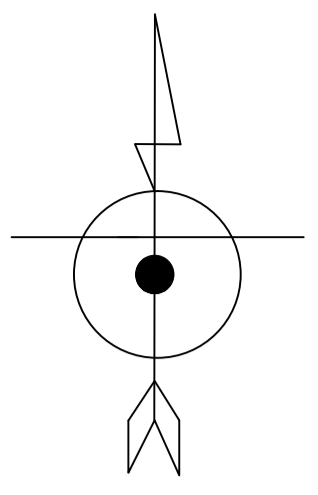
ESCALA: 1:100	No. 7
FECHA: SEPT. 2014	DE: 10

E.E. PARA GABINETES - ESC. DE APLICACIÓN CMD
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS Esc. 1:100

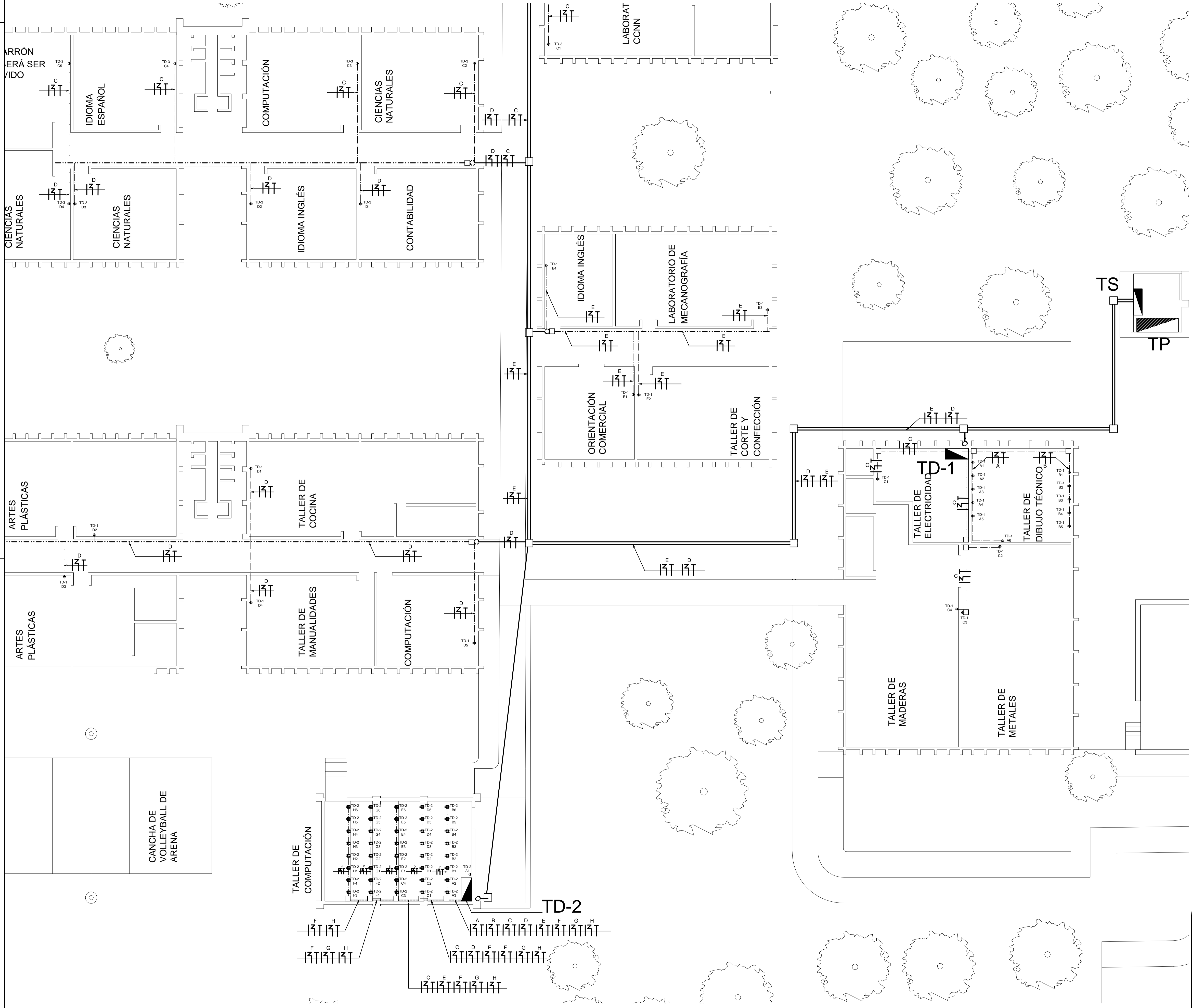


S

J



SIMBOLOGIA	
TP	TABLERO PRINCIPAL (A REEMPLAZAR POR EL INCHIDO DE LA ESCUELA DR. CARLOS MARTINEZ DURAN)
TD	TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCION PARA RED DE DATOS A INSTALAR
TD-#	TABLERO DE DISTRIBUCION SECUNDARIO (# INDICA EL NUMERO DE TABLERO)
—	CONDUCTOR DE FASE, AWG, #10 THHN
—	CONDUCTOR NEUTRO, AWG, #10 THHN
—	CONDUCTOR DE TIERRA FISICA, AWG, #12 THHN
⊥	TOMACORRIENTE POLARIZADO, GRADO HOSPITALARIO PARA INSTALAR A 0.30MT SWFT
⊥	TOMACORRIENTE POLARIZADO, GRADO HOSPITALARIO PARA INSTALAR EN PISO CON CALA HEMITICA
⊥	TOMACORRIENTE POLARIZADO, GRADO HOSPITALARIO PARA INSTALAR A 2.00MT SWFT
⊥	INDICA TABLERO DE CONEXION CIRCULO - NUMERO DE TOMACORRIENTE
---	CANALETA METALICA 3" x 2"
---	CANALETA PLASTICA 40mm x 16mm
---	CANALETA PLASTICA DE PISO 50mm x 12mm
---	DUCTO HG # 3/4"
---	DUCTO SUBTERRANEO # 3"
□	CAJA DE REGISTRO METALICA DE 4" x 4"
□	CAJA DE REGISTRO SUBTERRANEA DE 0.6m X 0.6m
⊥	SISTEMA DE TIERRA FISICA DEDICADA, 1#1/0 AWG
⊥	NEUTRO SOLIDAMENTE ATERRIZADA
○	INDICA QUE SUBE DUCTO METALICO DE # 1 1/2"



"BALANCE DE DEMANDA TD-1"

CAL.	CIRC.	UNID.	USO	VOLT.	DEMANDA			PROT.	L1	L2	L3
					L1	L2	L3				
2410	1412	A	6	F	120V.	1.8 Kva		1x30 A			
2410	1412	B	5	F	120V.		1.5 Kva	1x30 A			
2410	1412	C	4	F	120V.			1.2 Kva	1x30 A		
2410	1412	D	5	F	120V.		1.5 Kva	1x30 A			
2410	1412	E	4	F	120V.		1.2 Kva	1x30 A			
3#	G3				120V.			3.0 Kva	1x50 A		
DEMANDA TOTAL POR LINEA						3.0 Kva	3.0 Kva	4.2 Kva			

"BALANCE DE DEMANDA TD-2"

CAL.	CIRC.	UNID.	USO	VOLT.	DEMANDA			PROT.	L1	L2	L3
					L1	L2	L3				
2410	1412	A	3	F	120V.	0.9 Kva		1x30 A			
2410	1412	B	6	F	120V.		1.8 Kva	1x30 A			
2410	1412	C	4	F	120V.			1.2 Kva	1x30 A		
2410	1412	D	6	F	120V.		1.8 Kva	1x30 A			
2410	1412	E	6	F	120V.		1.8 Kva	1x30 A			
2410	1412	F	4	F	120V.			1.2 Kva	1x30 A		
2410	1412	G	6	F	120V.		1.8 Kva	1x30 A			
2410	1412	H	6	F	120V.		1.8 Kva	1x30 A			
3#	G4				120V.			3.0 Kva	1x50 A		
DEMANDA TOTAL POR LINEA						4.5 Kva	5.4 Kva	5.4 Kva			

"BALANCE DE DEMANDA TD-3"

CAL.	CIRC.	UNID.	USO	VOLT.	DEMANDA			PROT.	L1	L2	L3
					L1	L2	L3				
2410	1412	A	5	F	120V.	1.5 Kva		1x30 A			
2410	1412	B	4	F	120V.		1.2 Kva	1x30 A			
2410	1412	C	5	F	120V.		1.5 Kva	1x30 A			
2410	1412	D	4	F	120V.		1.2 Kva	1x30 A			
3#	G2				120V.			3.0 Kva	1x50 A		
DEMANDA TOTAL POR LINEA						2.7 Kva	2.7 Kva	3.0 Kva			

NOTA

LA POTENCIA NOMINAL ES DE 300W POR TOMACORRIENTE DOBLE.

LA POTENCIA DE DISEÑO FUE 400W POR TOMACORRIENTE DOBLE, LO QUE GARANTIZA UN 33% DE FACTOR DE SEGURIDAD.

D P D
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.

PROYECTO: RED DE DATOS ESC. DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTINEZ DURÁN
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12
PROPIETARIO: USAC
INGENIERO:

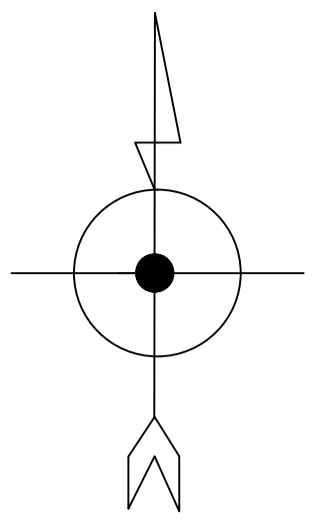
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ
CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ

RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA
ALIMENTACIÓN PUNTOS DE RED

ESCALA: 1:150
FECHA: SEPT. 2014

No. 8
DE: 10

PROPIETARIO _____ INGENIERO _____



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
TP	TABLERO PRINCIPAL (A REEMPLAZAR POR EL INDICADO DE LA ESCUELA DR. CARLOS MARTINEZ DURAN)
TS	TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCION PARA RED DE DATOS A INSTALAR
TD-#	TABLERO DE DISTRIBUCION SECUNDARIO (# INDICA EL NUMERO DE TABLERO)
	CONDUCTOR DE FASE, AWG, #10 THHN
~	CONDUCTOR NEUTRO, AWG, #10 THHN
⊥	CONDUCTOR DE TIERRA FISICA, AWG, #12 THHN
⊕	TOMACORRIENTE POLARIZADO, GRADO HOSPITALARIO PARA INSTALAR A 0.30MT SNPT
⊕	TOMACORRIENTE POLARIZADO, GRADO HOSPITALARIO PARA INSTALAR EN PISO CON CUBA HEMITICA
⊕	TOMACORRIENTE POLARIZADO, GRADO HOSPITALARIO PARA INSTALAR A 2.00MT SNPT
⊕	TOMACORRIENTE POLARIZADO, GRADO HOSPITALARIO PARA INSTALAR A 2.00MT SNPT
TD-# A-#	INDICA TABLERO DE CONEXION CIRCULO - NUMERO DE TOMACORRIENTE
---	CANALETAS METALICAS 3" x 2"
---	CANALETAS PLASTICAS 40mm x 16mm
---	CANALETAS PLASTICAS DE PISO 50mm x 12mm
---	DUCTO HG # 3/4"
---	DUCTO SUBTERRANEO # 3" ADS
□	CAJA DE REGISTRO METALICA DE 4" x 4"
□	CAJA DE REGISTRO SUBTERRANEA DE 0.6m x 0.6m
⊕	SISTEMA DE TIERRA FISICA DEDICADA, 1#1/0 AWG
⊕	NEUTRO SOLIDAMENTE ATERRIZADO
○	INDICA QUE SUBE DUCTO METALICO DE # 1 1/2"

"BALANCE DE DEMANDA TD-3"

CAL.	CIRCUNID.	USO	VOLT.	DEMANDA			PROT.	L1	L2	L3
				L1	L2	L3				
2#10	A	5	F	120V.	1.5 Kva		1x30 A			
1#12	B	4	F	120V.	1.2 Kva		1x30 A			
2#10	C	5	F	120V.	1.5 Kva		1x30 A			
1#12	D	4	F	120V.	1.2 Kva		1x30 A			
3#6	G2	1	TIERRA	120V.	3.0 Kva		1x50 A			
DEMANDA TOTAL POR LINEA					2.7 Kva	2.7 Kva	3.0 Kva			

"BALANCE DE DEMANDA TD-4"

CAL.	CIRCUNID.	USO	VOLT.	DEMANDA			PROT.	L1	L2	L3
				L1	L2	L3				
2#10	A	6	F	120V.	1.8 Kva		1x30 A			
1#12	B	6	F	120V.	1.8 Kva		1x30 A			
2#10	C	6	F	120V.	1.8 Kva		1x30 A			
1#12	D	6	F	120V.	1.8 Kva		1x30 A			
DEMANDA TOTAL POR LINEA					3.6 Kva	1.8 Kva	1.8 Kva			

"BALANCE DE DEMANDA TD-5"

CAL.	CIRCUNID.	USO	VOLT.	DEMANDA			PROT.	L1	L2	L3
				L1	L2	L3				
2#10	A	5	F	120V.	1.5 Kva		1x30 A			
1#12	B	6	F	120V.	1.8 Kva		1x30 A			
2#10	C	6	F	120V.	1.8 Kva		1x30 A			
1#12	D	4	F	120V.	1.2 Kva		1x30 A			
3#6	G1	1	TIERRA	120V.	3.0 Kva		1x50 A			
DEMANDA TOTAL POR LINEA					3.3 Kva	3.0 Kva	3.0 Kva			

NOTA
 LA POTENCIA NOMINAL ES DE 300W POR TOMACORRIENTE DOBLE.
 LA POTENCIA DE DISEÑO FUE 400W POR TOMACORRIENTE DOBLE, LO QUE GARANTIZA UN 33% DE FACTOR DE SEGURIDAD.

DPD
 DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.

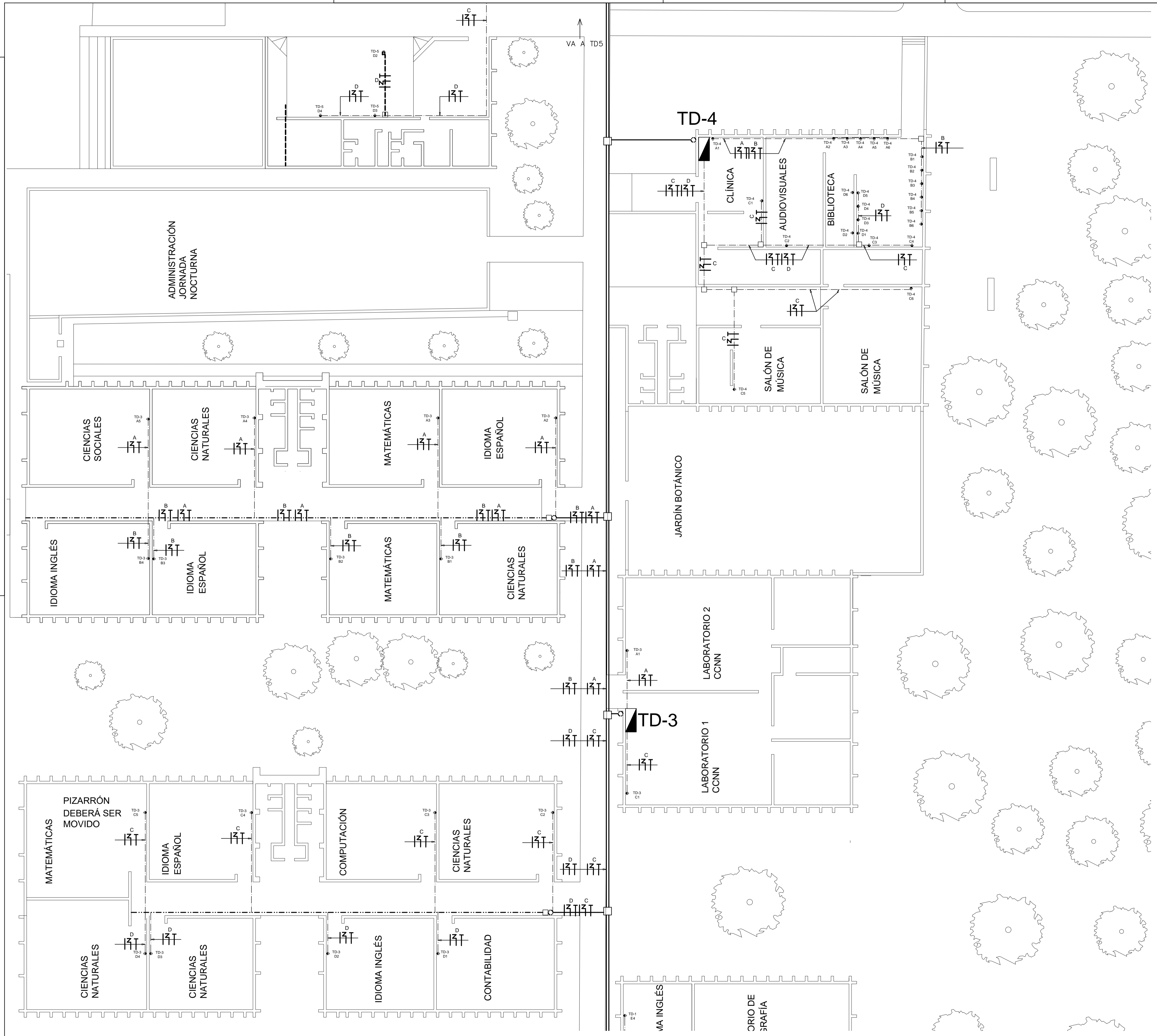
PROYECTO: RED DE DATOS ESC. DE APLICACIÓN DR. CARLOS MARTINEZ DURÁN
 DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12
 PROPIETARIO: USAC
 INGENIERO:

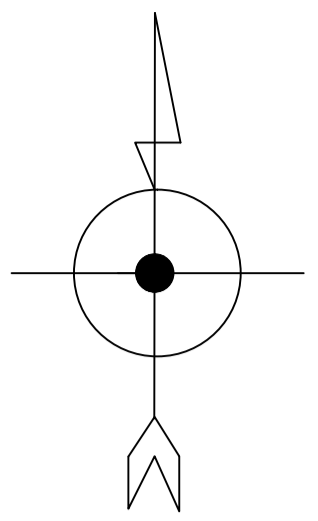
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ
 CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ
 DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ

RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA
 ALIMENTACIÓN PUNTOS DE RED

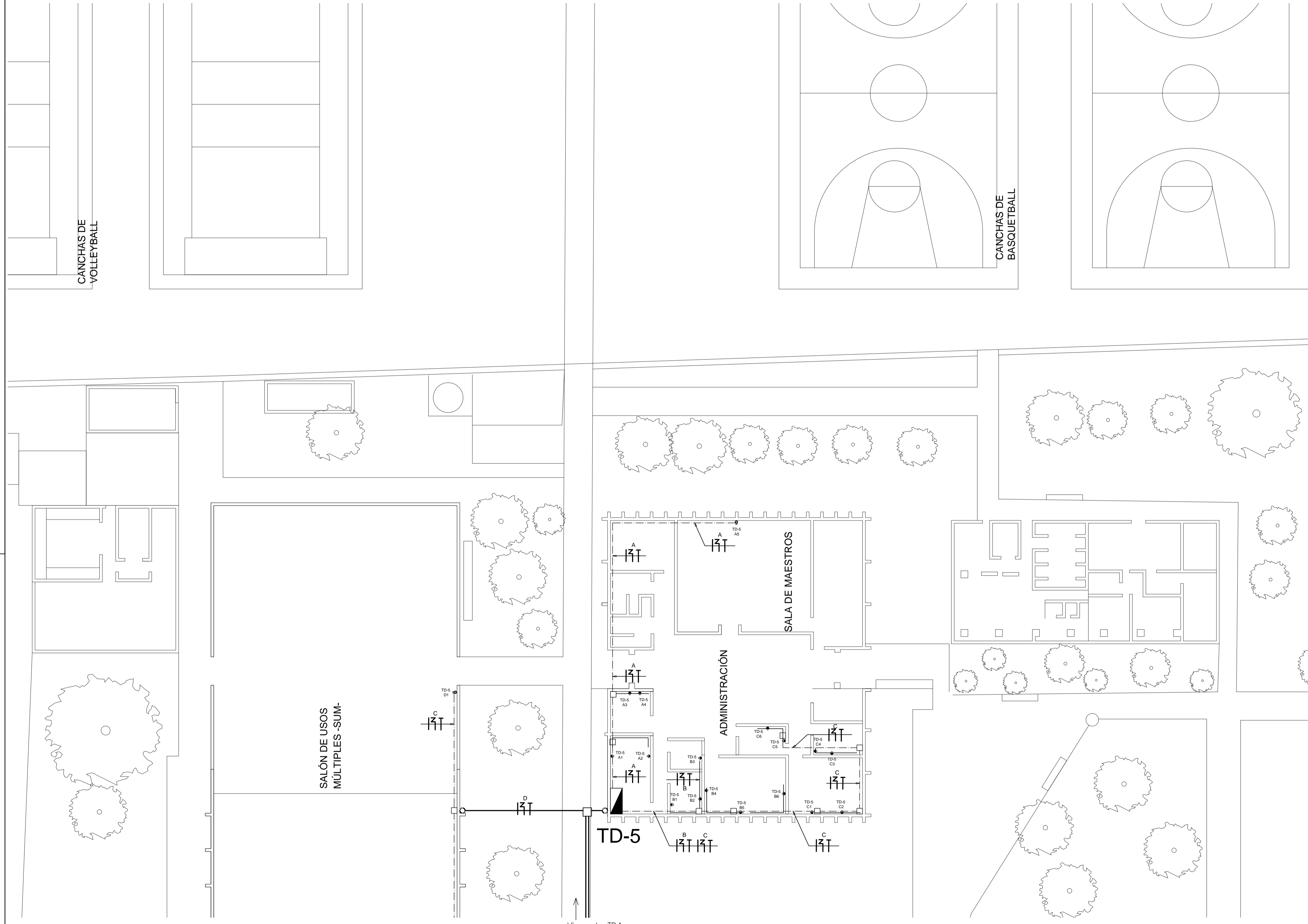
ESCALA: 1:150 No. 9
 FECHA: SEPT. 2014 DE: 10

PROPIETARIO _____ INGENIERO _____





SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TABLERO PRINCIPAL (A REEMPLAZAR POR EL INDICADO DE LA ESCUELA DR. CARLOS MARTINEZ DURAN)
	TABLERO SECUNDARIO DE DISTRIBUCION PARA RED DE DATOS, A INSTALAR
	TABLERO DE DISTRIBUCION SECUNDARIO (# INDICA EL NUMERO DE TABLERO)
	CONDUCTOR DE FASE, AWG, #10 THHN
	CONDUCTOR NEUTRO, AWG, #10 THHN
	CONDUCTOR DE TIERRA FISICA, AWG, #12 THHN
	TOMACORRIENTE POLARIZADO, GRADO HOSPITALARIO PARA INSTALAR A 0.30MT SNPT
	TOMACORRIENTE POLARIZADO, GRADO HOSPITALARIO PARA INSTALAR EN PISO CON CAJA HERMETICA
	TOMACORRIENTE POLARIZADO, GRADO HOSPITALARIO PARA INSTALAR A 2.00MT SNPT
TD-# A-#	INDICA TABLERO DE CONEXION CIRCUITO - NUMERO DE TOMACORRIENTE
	CANAleta METALICA 3" x 2"
	CANAleta PLASTICA 40mm x 16mm
	CANAleta PLASTICA DE PISO 50mm x 12mm
	DUCTO HG # 3/4"
	DUCTO SUBTERRANEO # 3" ADS
	CAJA DE REGISTRO METALICA DE 4" x 4"
	CAJA DE REGISTRO SUBTERRANEA DE 0.6m X 0.6m
	SISTEMA DE TIERRA FISICA DEDICADA, 1#1/0 AWG
	NEUTRO SOLIDAMENTE ATERRIZADO
	INDICA QUE SUBE DUCTO METALICO DE # 1 1/2"



"BALANCE DE DEMANDA TD-4"

CAL.	CIRCUITO	USO	VOLT.	DEMANDA			PROT.	L1 L2 L3		
				L1	L2	L3				
2 #10	A	6	F	120V.						
1 #12	B	6	F	120V.	1.8 Kva			1x30 A		
2 #10	C	6	F	120V.		1.8 Kva		1x30 A		
1 #12	D	6	F	120V.	1.8 Kva			1x30 A		
DEMANDA TOTAL POR LINEA				3.6 Kva	1.8 Kva	1.8 Kva				

"BALANCE DE DEMANDA TD-5"

CAL.	CIRCUITO	USO	VOLT.	DEMANDA			PROT.	L1 L2 L3		
				L1	L2	L3				
2 #10	A	5	F	120V.	1.5 Kva			1x30 A		
1 #12	B	6	F	120V.	1.8 Kva			1x30 A		
2 #10	C	6	F	120V.		1.8 Kva		1x30 A		
1 #12	D	4	F	120V.		1.2 Kva		1x30 A		
0.46	G1		UPS	120V.			3.0 Kva	1x50 A		
DEMANDA TOTAL POR LINEA				3.3 Kva	3.0 Kva	3.0 Kva				

NOTA

LA POTENCIA NOMINAL ES DE 300W POR TOMACORRIENTE DOBLE.

LA POTENCIA DE DISEÑO FUE 400W POR TOMACORRIENTE DOBLE, LO QUE GARANTIZA UN 33% DE FACTOR DE SEGURIDAD.

ENLACE - ESC. DE APLICACION CMD
 DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS
 Esc. 1:150
 0 5 10 20 50 METROS
 ESCALA GRAFICA

D P D
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.

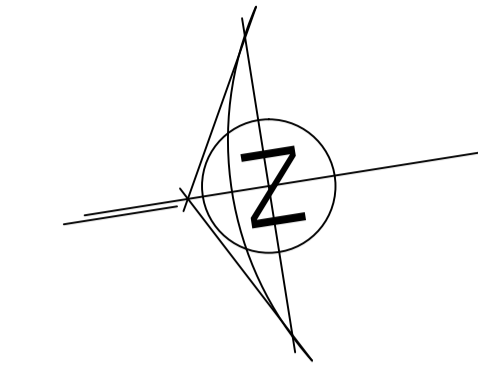
PROYECTO: RED DE DATOS ESC. DE APLICACION DR. CARLOS MARTINEZ DURAN
 DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12
 PROPIETARIO: USAC
 INGENIERO:

DISEÑO: GABRIEL GONZALEZ
 CALCULO: GABRIEL GONZALEZ
 DIBUJO: GABRIEL GONZALEZ

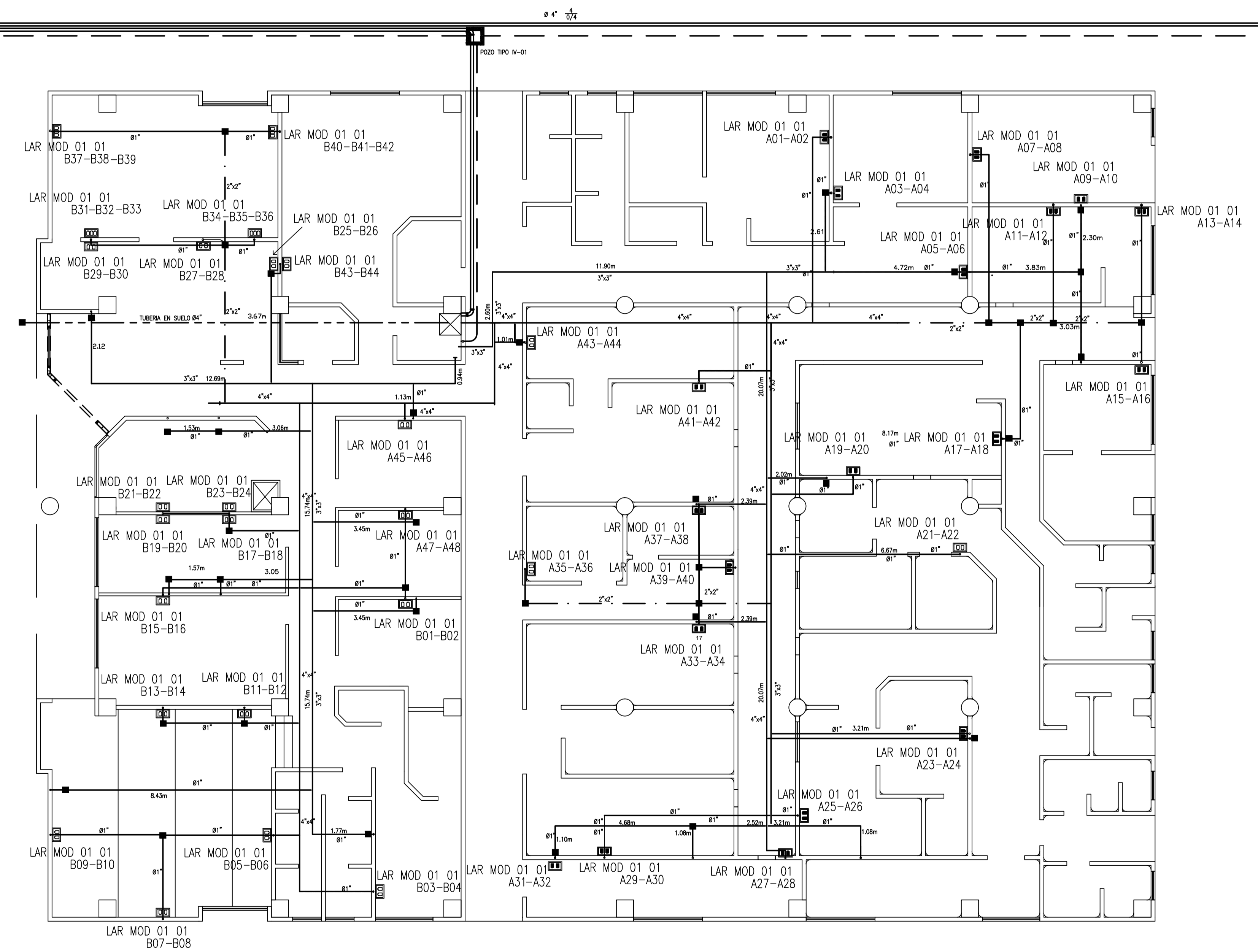
RED DE ENERGIA ELECTRICA
 ALIMENTACION PUNTOS DE RED

ESCALA: 1:150 No. 10
 FECHA: SEPT. 2014 DE: 10

PROPIETARIO INGENIERO

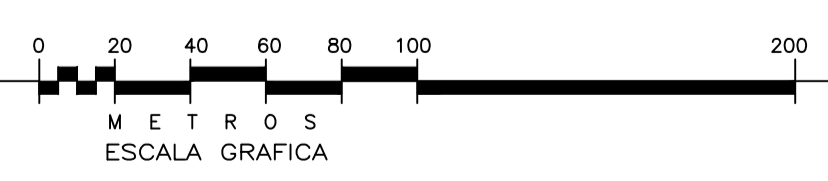


← A SISTEMA DE REDES
CANALIZACION GENERAL
PROYECTO RED DE DATOS
INTEGRADOS USAC



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TABLERO SECUNDARIO TDS DE LA RED DE FUERZA (VER UNIFILAR)
	PUNTO DE RED TRIPLE EDIFICIO - NIVEL PATCHPANEL - PUERTO
	PUNTO DE RED DOBLE EDIFICIO - NIVEL PATCHPANEL - PUERTO
	PUNTO DE RED DOBLE HERMETICO EDIFICIO - NIVEL PATCHPANEL - PUERTO
	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES (GABINETE)
	CANALETA METALICA HORIZONTAL 4" X 4" GRIS SUSPENDIDA EN LOZA
	TUBERIA DE 1" O LA INDICADA
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 75 X 20 mm BTICINO
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 50 X 20 mm BTICINO
	CANALETA METALICA DE 2" X 2" SOBREPUESTA EN LOSA
	DUCTO SUBTERRANEO 100 PSI
	CANALETA METALICA DE 3" X 3" SOBREPUESTA EN LOSA
	CAJA DE 5" X 5" GALVANIZADA

EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN - LARRSA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS



DPD
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.

PROYECTO: RED DE DATOS LARRSA
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12
PROPIETARIO: FAC. MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA INGENIERO:

DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ
CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ

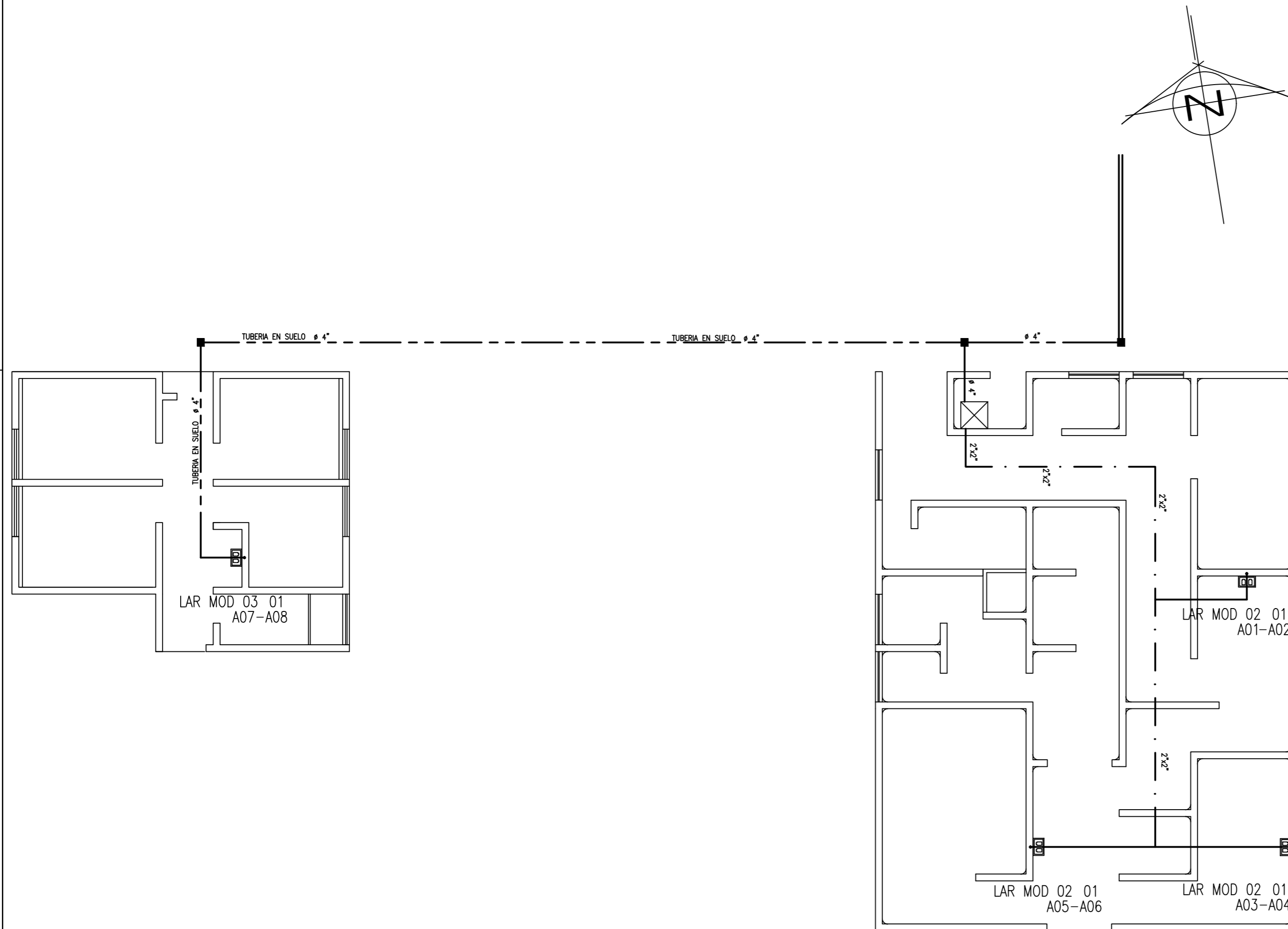
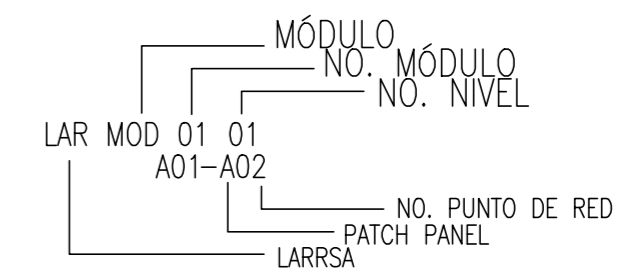
RED DE DATOS:
CABLEADO ESTRUCTURADO Y
UBICACION DE PUNTOS DE RED

ESCALA: INDICADA No. 2
FECHA: ENERO 2014 DE: 3

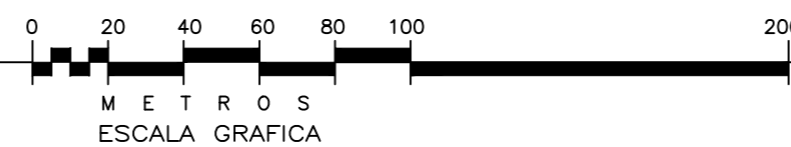
PROPIETARIO _____ INGENIERO _____

SIMBOLOGIA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TABLERO SECUNDARIO TDS DE LA RED DE FUERZA (VER UNIFILAR)
	PUNTO DE RED TRIPLE EDIFICIO - NIVEL PATCHPANEL - PUERTO
	PUNTO DE RED DOBLE EDIFICIO - NIVEL PATCHPANEL - PUERTO
	PUNTO DE RED DOBLE HERMÉTICO EDIFICIO - NIVEL PATCHPANEL - PUERTO
	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES (GABINETE)
	CANALETA METALICA HORIZONTAL 4" X 4" GRIS SUSPENDIDA EN LOZA
	TUBERÍA DE 1" O LA INDICADA
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 75 X 20 mm BTICINO
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 50 X 20 mm BTICINO
	CANALETA METÁLICA DE 2" X 2" SOBREPUESTA EN LOSA
	DUCTO SUBTERRÁNEO 100 PSI
	CANALETA METÁLICA DE 3" X 3" SOBREPUESTA EN LOSA
	CAJA DE 5" x 5" GALVANIZADA



DONADORES Y ANTÍGENOS - LARRSA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS



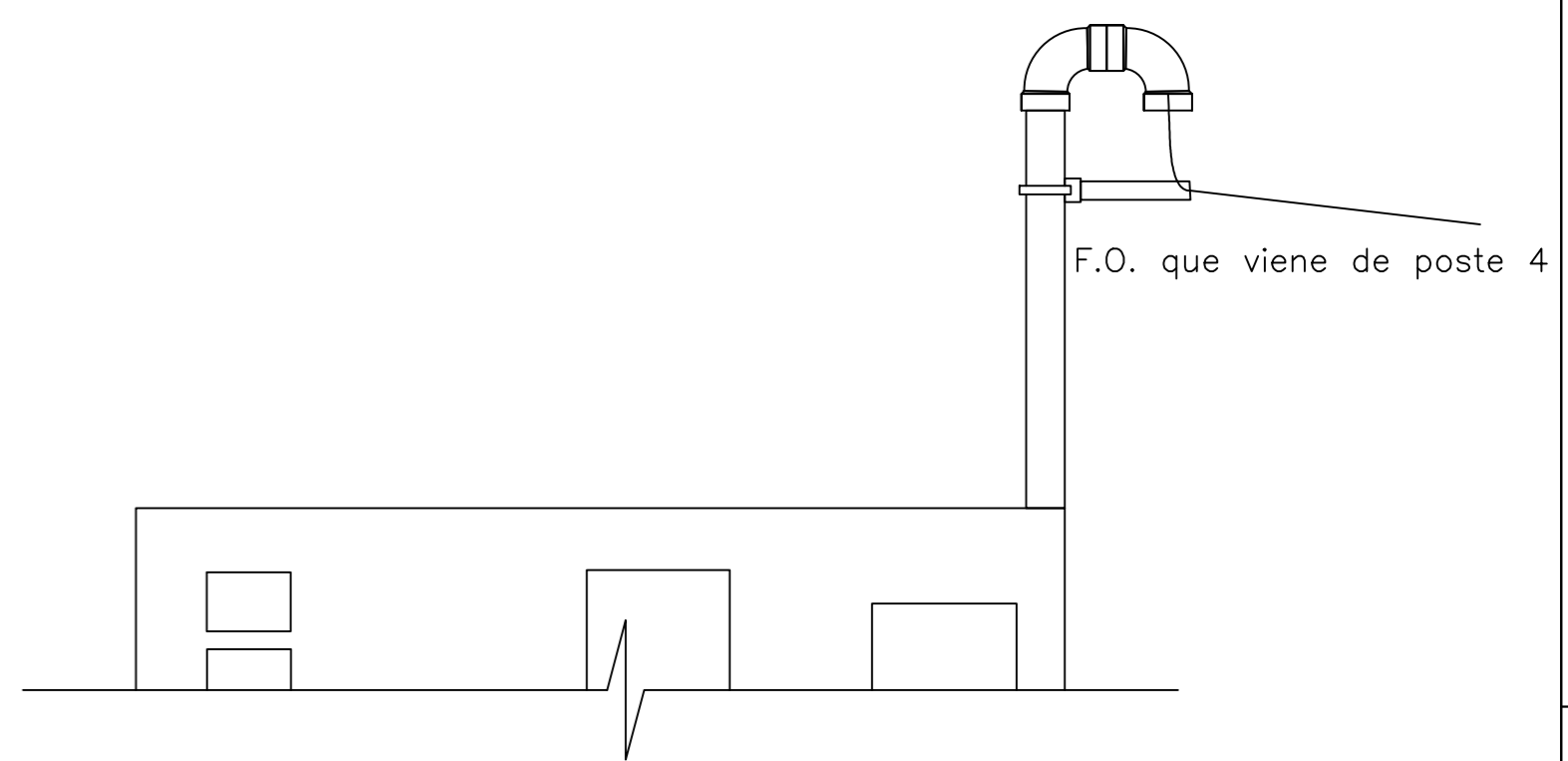
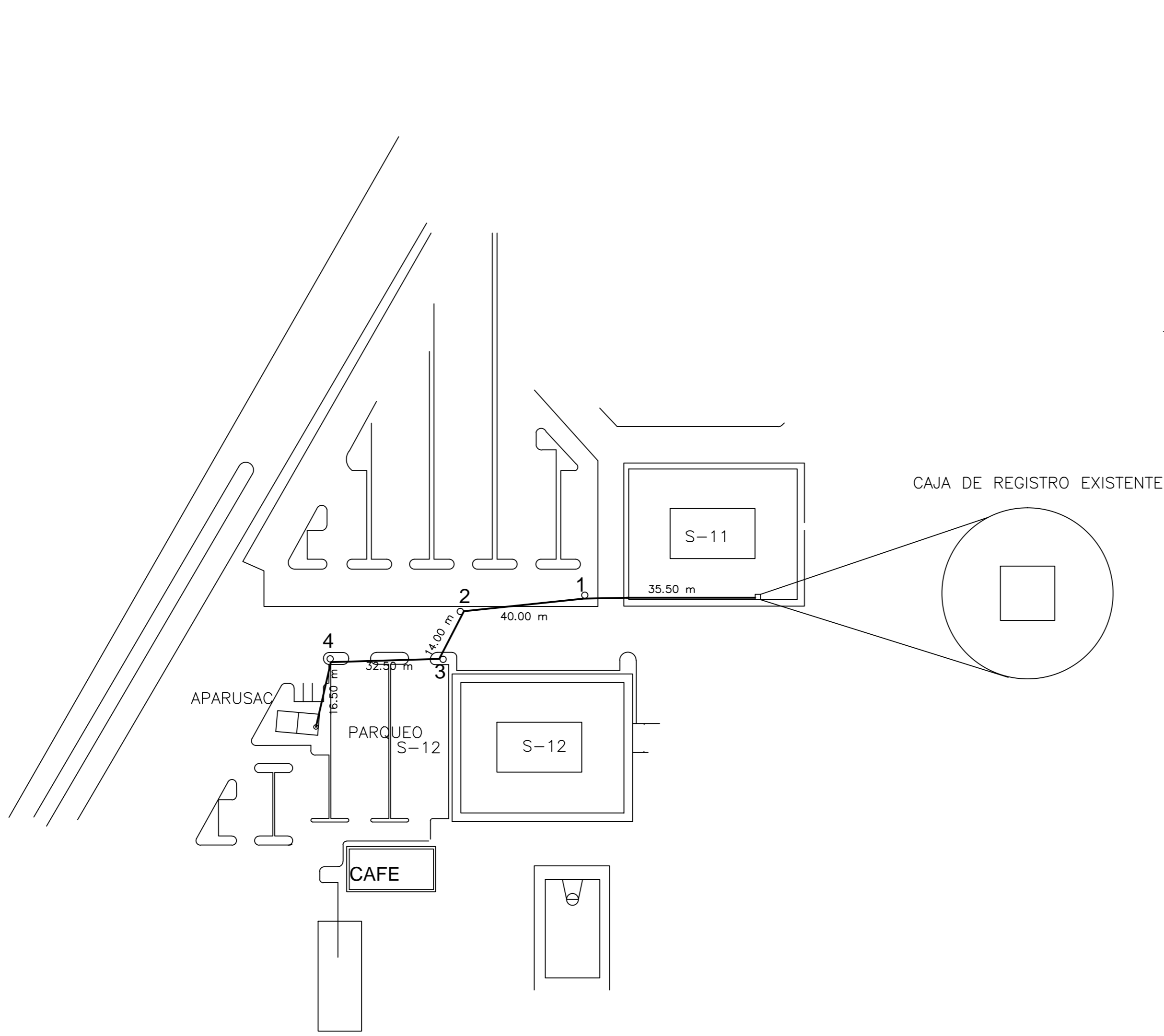
DPD DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.

PROYECTO: RED DE DATOS LARRSA
 DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12
 PROPIETARIO: FAC. MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA INGENIERO:

DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ
 CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ
 DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ

RED DE DATOS:
 CABLEADO ESTRUCTURADO Y
 UBICACIÓN DE PUNTOS DE RED

PROPIETARIO _____ INGENIERO _____
 ESCALA: INDICADA No. 3
 FECHA: ENERO 2014 DE: 3



Vista de mástil sobre edificio APARUSAC

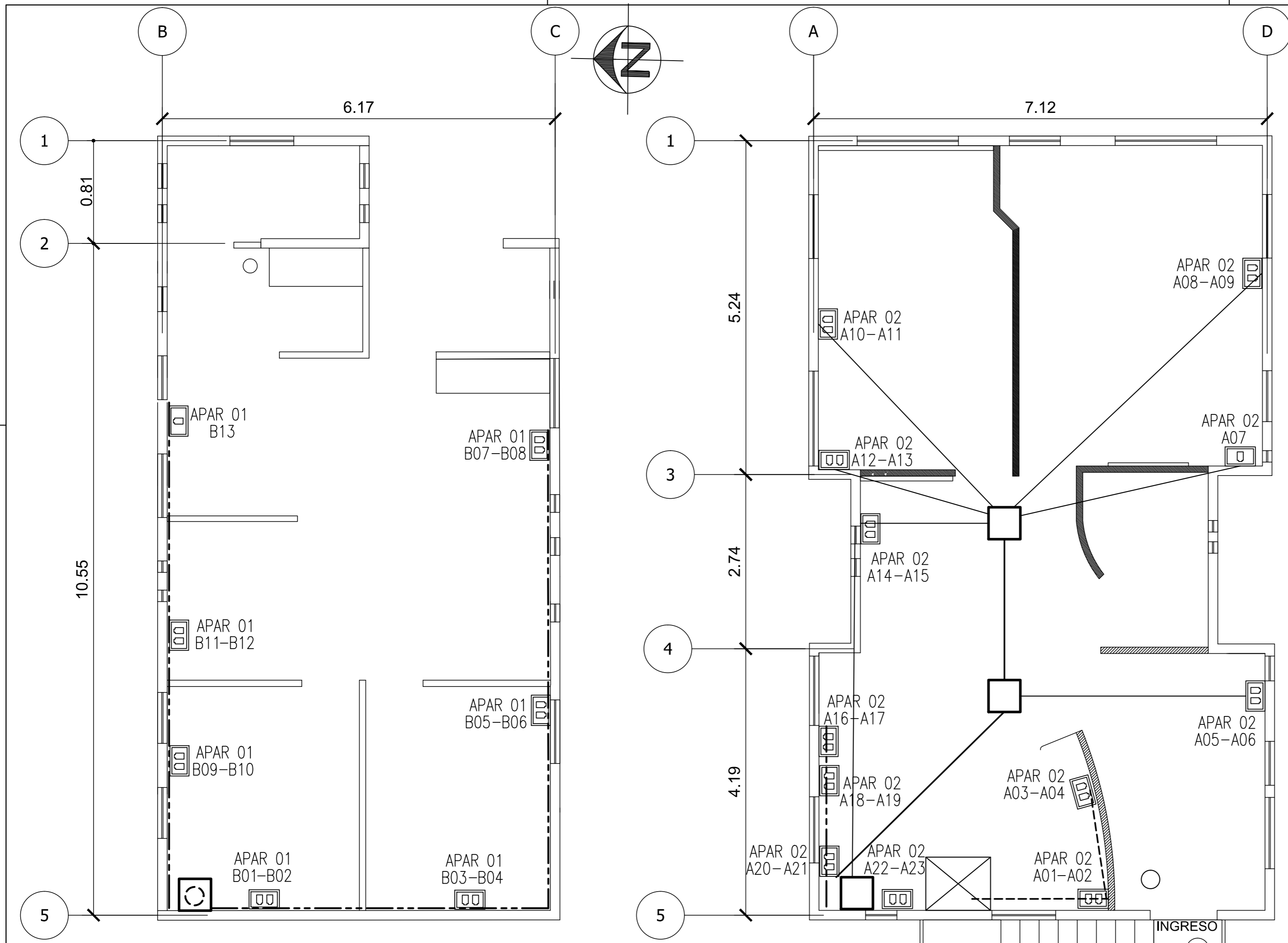
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
—	RUTA DE FIBRA ÓPTICA
○	POSTE
○	TUBO DE 2" (MÁSTIL)

PLANTA DE ENLACE: S-11 - APARUSAC
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS



DPD
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.

PROYECTO: RED DE DATOS APARUSAC			
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12			
PROPIETARIO: PLAN GENERAL REMO. Y URBA., USAC	INGENIERO:		
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ	RED DE DATOS: CABLEADO BACKBONE, ENLACE PRINCIPAL DE F.O.		
CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ			
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ			
PROPIETARIO	INGENIERO	ESCALA: INDICADA	No. 1
		FECHA: ENERO 2014	DE: 3



SIMBOLOGIA	
	PUNTO DE RED DOBLE
	PUNTO DE RED SIMPLE
	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES
	TUBO PVC
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 40 X 22 mm
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 20 X 10 mm
	CABLE UTP SOBRE CIELO FALSO
	CAJA DE 4" x 4" GALVANIZADA
	VIENE DEL MÁSTIL
	VA HACIA EL SEGUNDO NIVEL

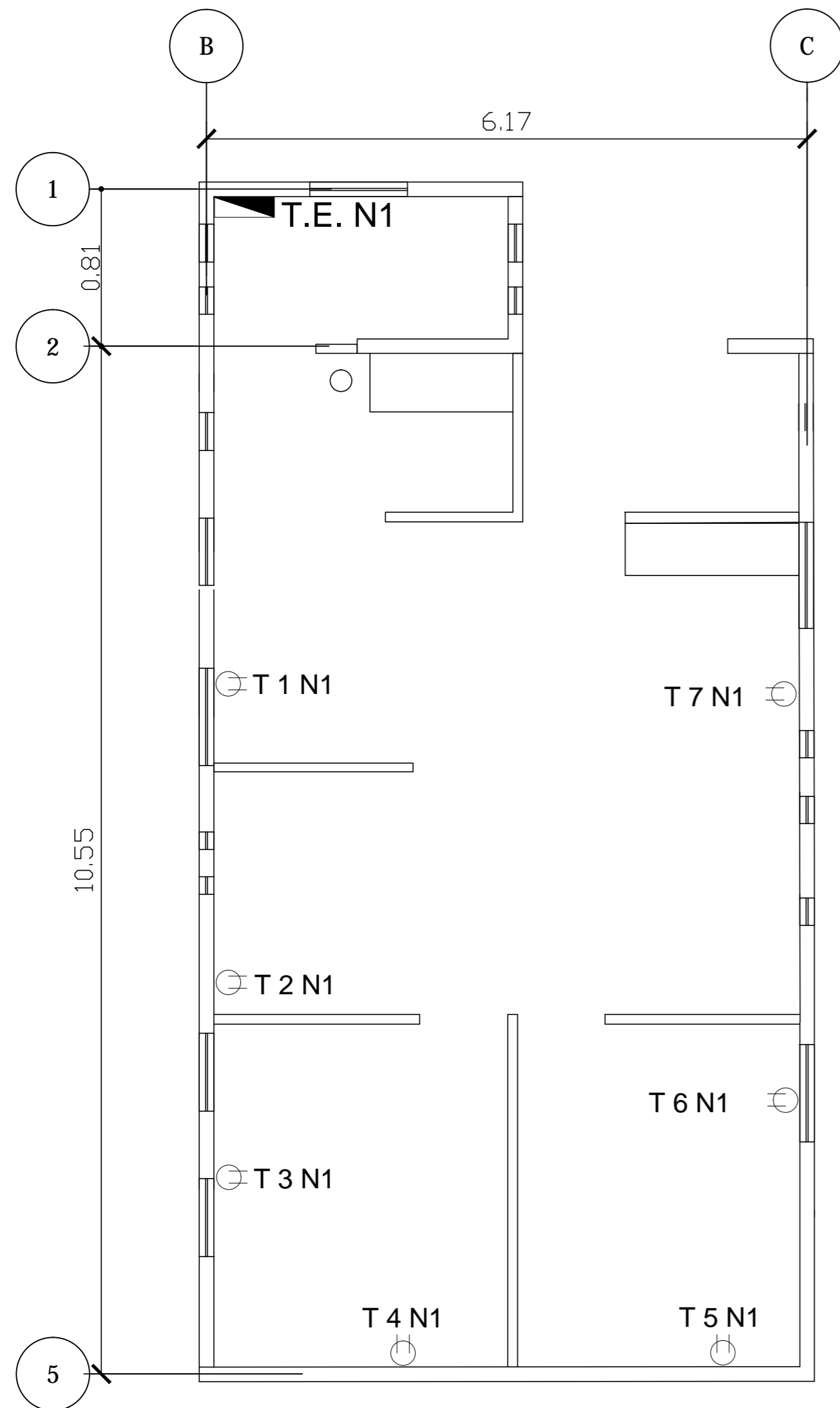
MÓDULO ANEXO S-12
OFICINA DE PARQUEOS ESCALA 1:50

MÓDULO ANEXO S-12
OFICINA URBA&REMO ESCALA 1:50

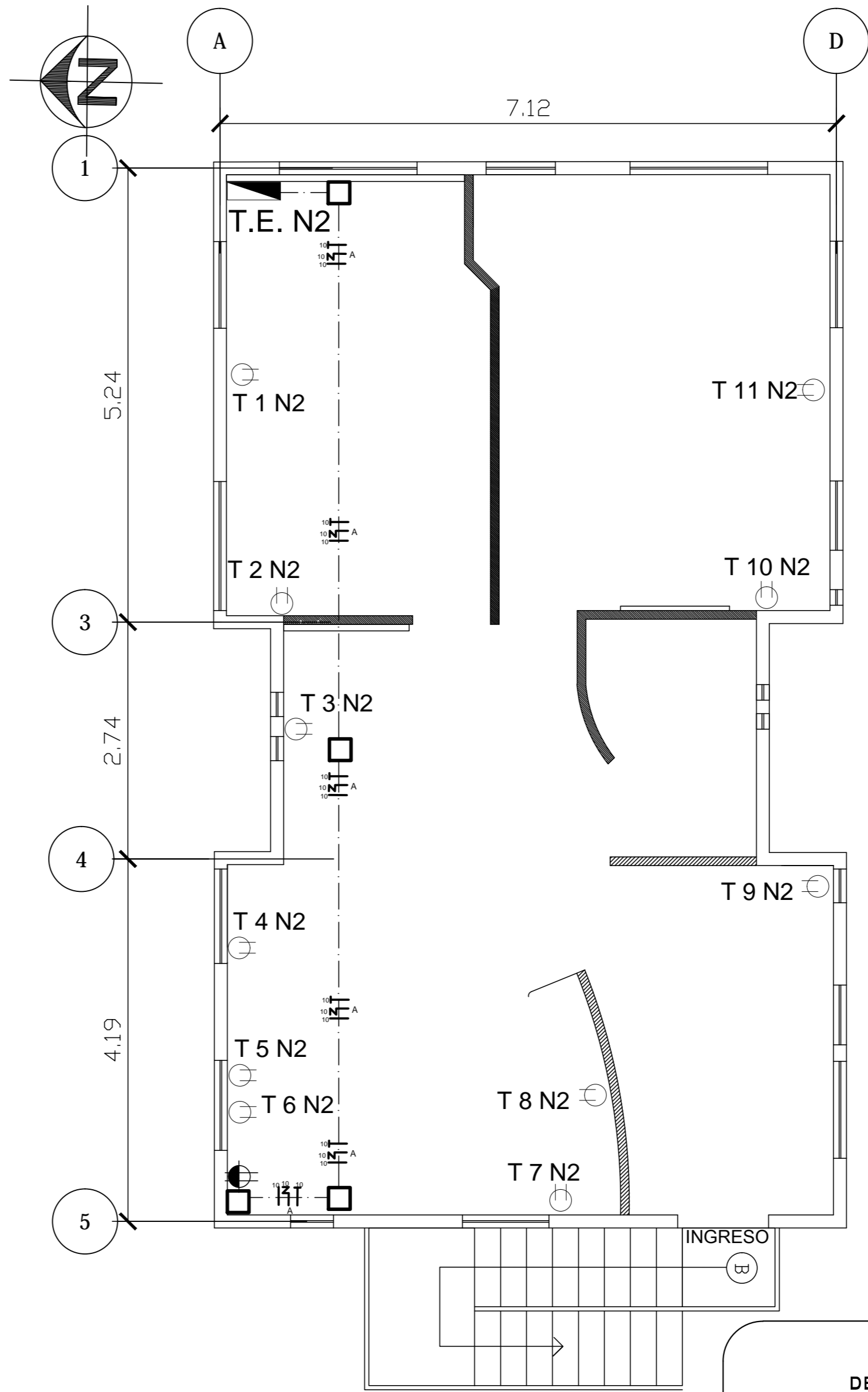
RED DE DATOS EDIFICIO DE APARUSAC
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS

DPD
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.

PROYECTO: RED DE DATOS APARUSAC
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12
PROPIETARIO: PLAN GENERAL REMO. Y URBA., USAC INGENIERO:
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ
CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ
RED DE DATOS: CABLEADO ESTRUCTURADO Y UBICACIÓN DE PUNTOS DE RED
PROPIETARIO _____ INGENIERO _____
ESCALA: INDICADA No. 2
FECHA: ENERO 2014 DE: 3



MÓDULO ANEXO S-12
OFICINA DE PARQUES
ESCALA 1:50



MÓDULO ANEXO S-12
OFICINA URBA&REMO
ESCALA 1:50

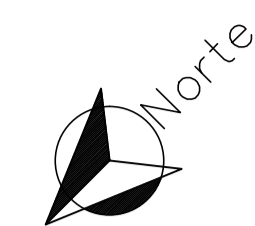
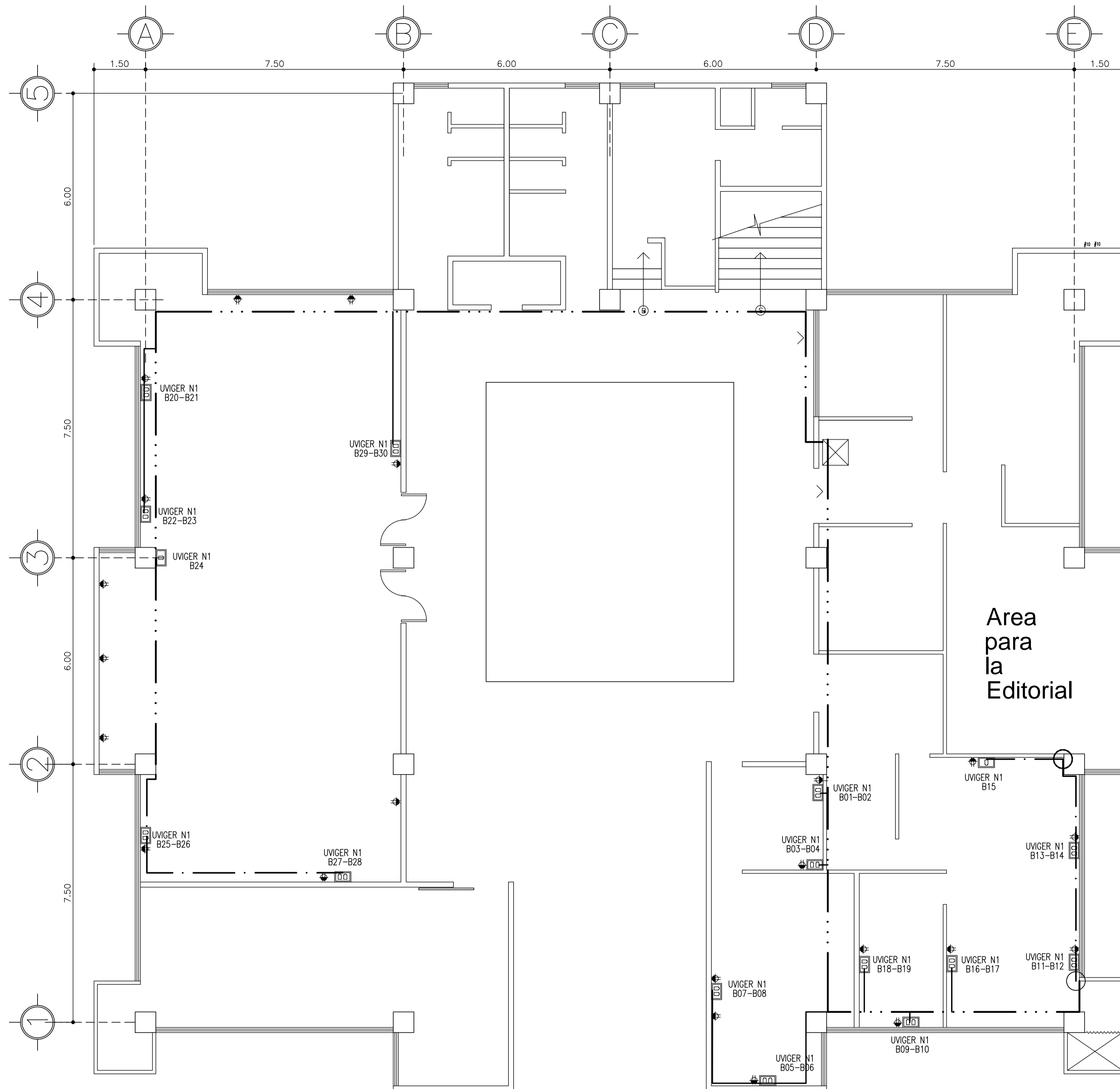
SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION, EXISTENTE
	LINEA DE FASE, # INDICA CALIBRE
	LINEA NEUTRAL, # INDICA CALIBRE
	LINEA DE TIERRRA FISICA, # INDICA CALIBRE
	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES
	TOMACORRIENTE POLARIZADO EXISTENTE
	TOMACORRIENTE POLARIZADO GRADO HOSPITALARIO A INSTALAR
	DUCTO PVC ELÉCTRICO ø 3/4 "
	CAJA DE 4" x 4" A INSTALAR

RED DE DATOS EDIFICIO DE APARUSAC
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS



DPD
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.

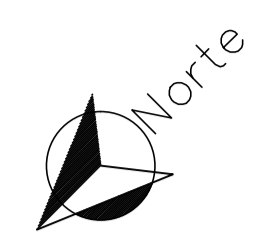
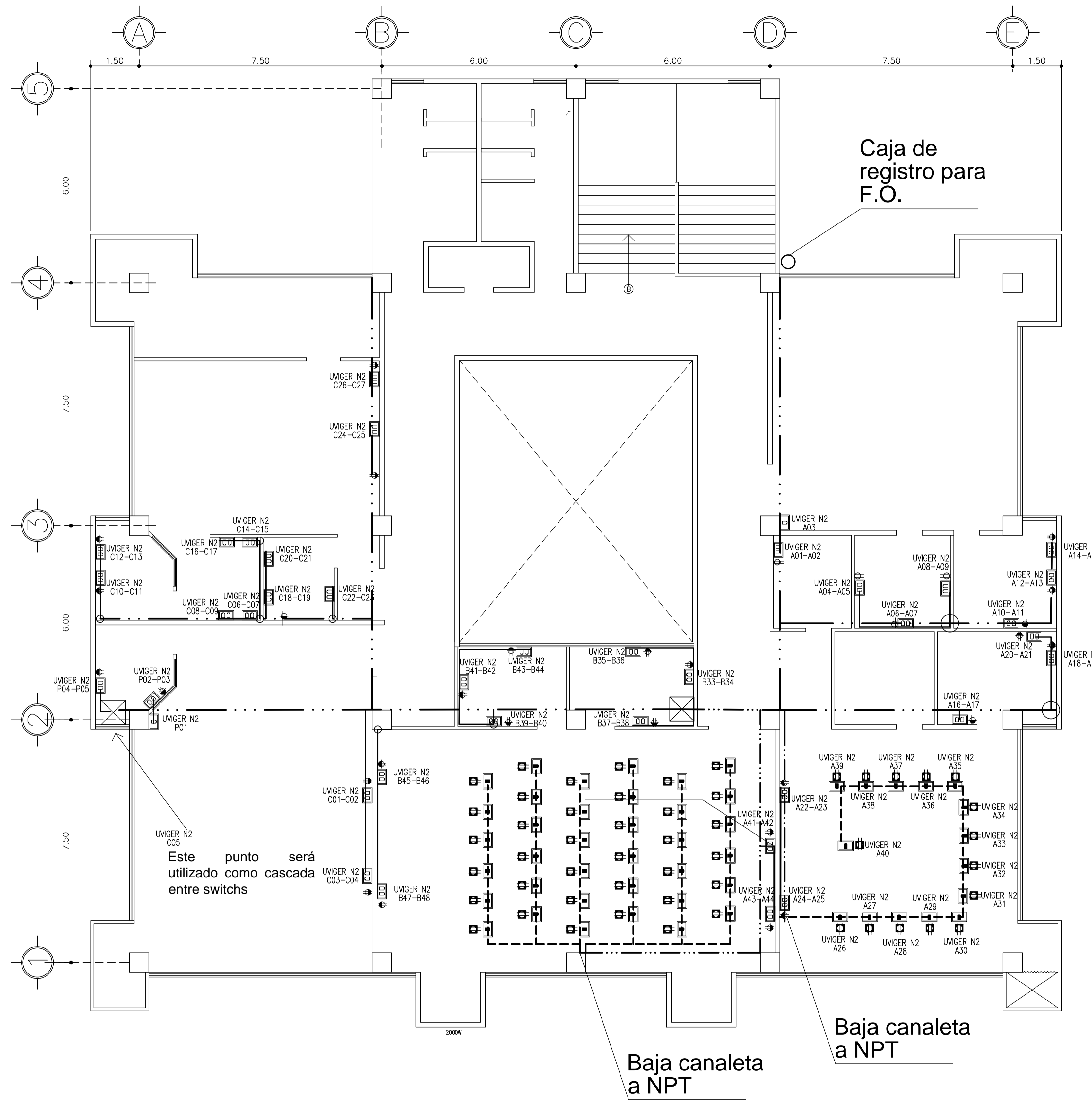
PROYECTO: RED DE DATOS APARUSAC			
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12			
PROPIETARIO: PLAN GENERAL REMO. Y URBA., USAC	INGENIERO:		
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ	RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA: ALIMENTACIÓN DE GABINETES Y TOMACORRIENTES EXISTENTES		
CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ			
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ			
PROPIETARIO	INGENIERO	ESCALA: INDICADA	No. 3
		FECHA: ENERO 2014	DE: 3



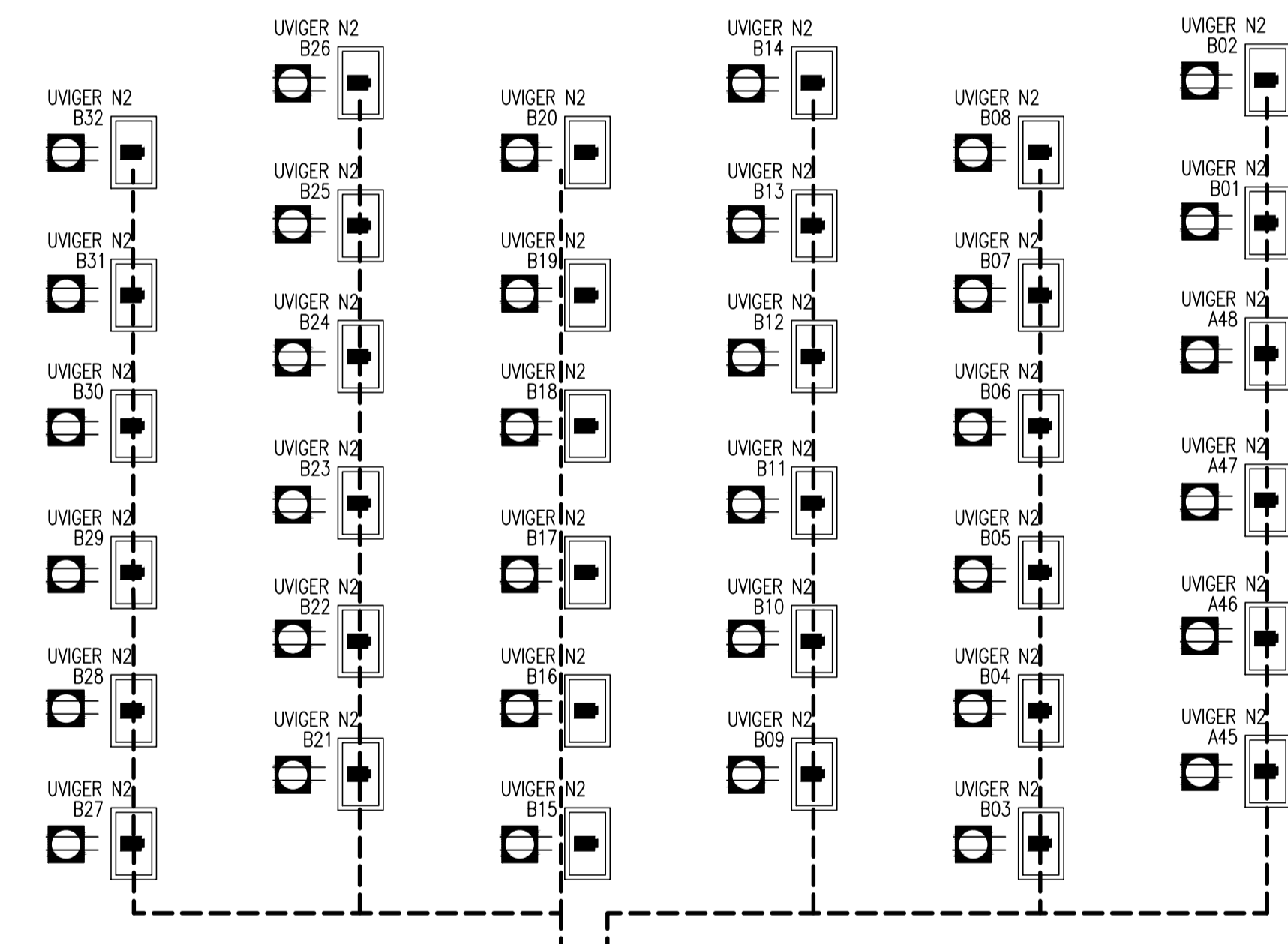
SIMBOLOGIA	
	PUNTO DE RED DOBLE
	PUNTO DE RED SIMPLE
	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 40 X 16 mm, LEGRAND, DLP
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 80 X 35 mm, LEGRAND, DLP
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 80 X 50 mm, LEGRAND, DLP
	CANALETA INDUSTRIAL PVC DE 100 X 50 mm, LEGRAND
	TOMACORRIENTE POLARIZADO A 0.30m. S.N.P.T. EXISTENTE
	BAJA CANALETA A NIVEL DE TOMACORRIENTES
	SUBE CANALETA A NIVEL DEL TECHO

CABLEADO HORIZONTAL, UVIGER, PRIMER NIVEL
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS Escala 1:75

D P D			
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.			
PROYECTO: RED DE DATOS UVIGER, FACULTAD DE AGRONOMIA			
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12			
PROPIETARIO: USAC		INGENIERO:	
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ		RED DE DATOS: CABLEADO HORIZONTAL	
CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ			
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ			
PROPIETARIO		INGENIERO	
ESCALA: 1:75		No. 1	
FECHA: SEPT. 2014		DE: 4	



SIMBOLOGIA	
	PUNTO DE RED DOBLE
	PUNTO DE RED SIMPLE
	PUNTO DE RED SIMPLE HERMÉTICO, SNPT
	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 40 X 16 mm, LEGRAND, DLP
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 80 X 50 mm, LEGRAND, DLP
	CANALETA INDUSTRIAL PVC DE 100 X 50 mm, LEGRAND
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA EN PISO DE 92 X 20 mm, LEGRAND, PISO DLP
	TOMACORRIENTE POLARIZADO A 0.30m. S.N.P.T. EXISTENTE
	TOMACORRIENTE POLARIZADO A 0.90m. S.N.P.T. EXISTENTE
	TOMACORRIENTE POLARIZADO S.N.P.T. EXISTENTE
	BAJA CANALETA A NIVEL DE TOMACORRIENTES

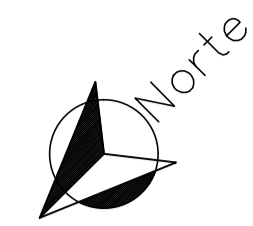
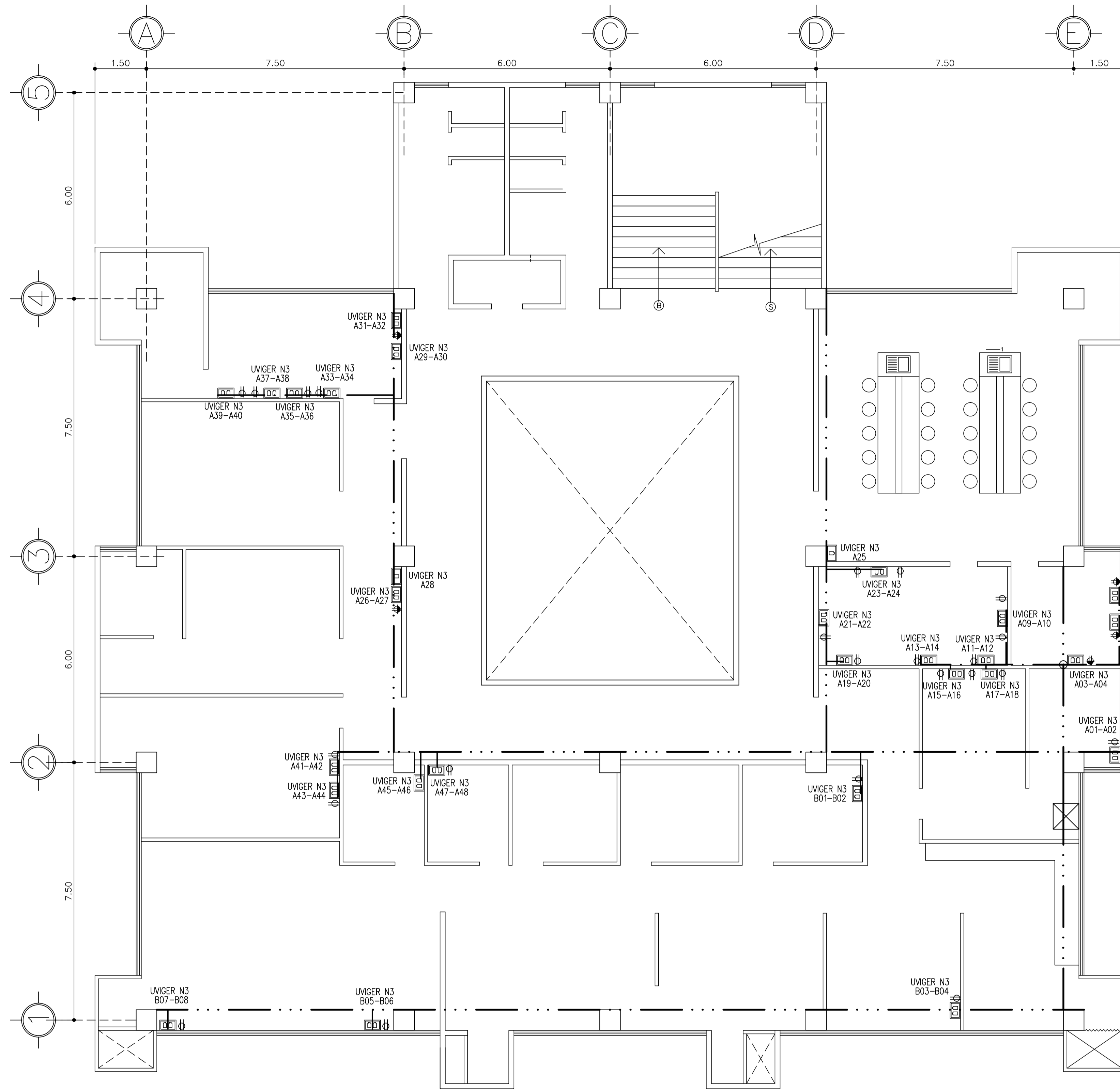


DETALLE DE LABORATORIO
INSTALACION RED DE DATOS

SIN ESCALA

CABLEADO HORIZONTAL, UVIGER, SEGUNDO NIVEL
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS Escala 1:75

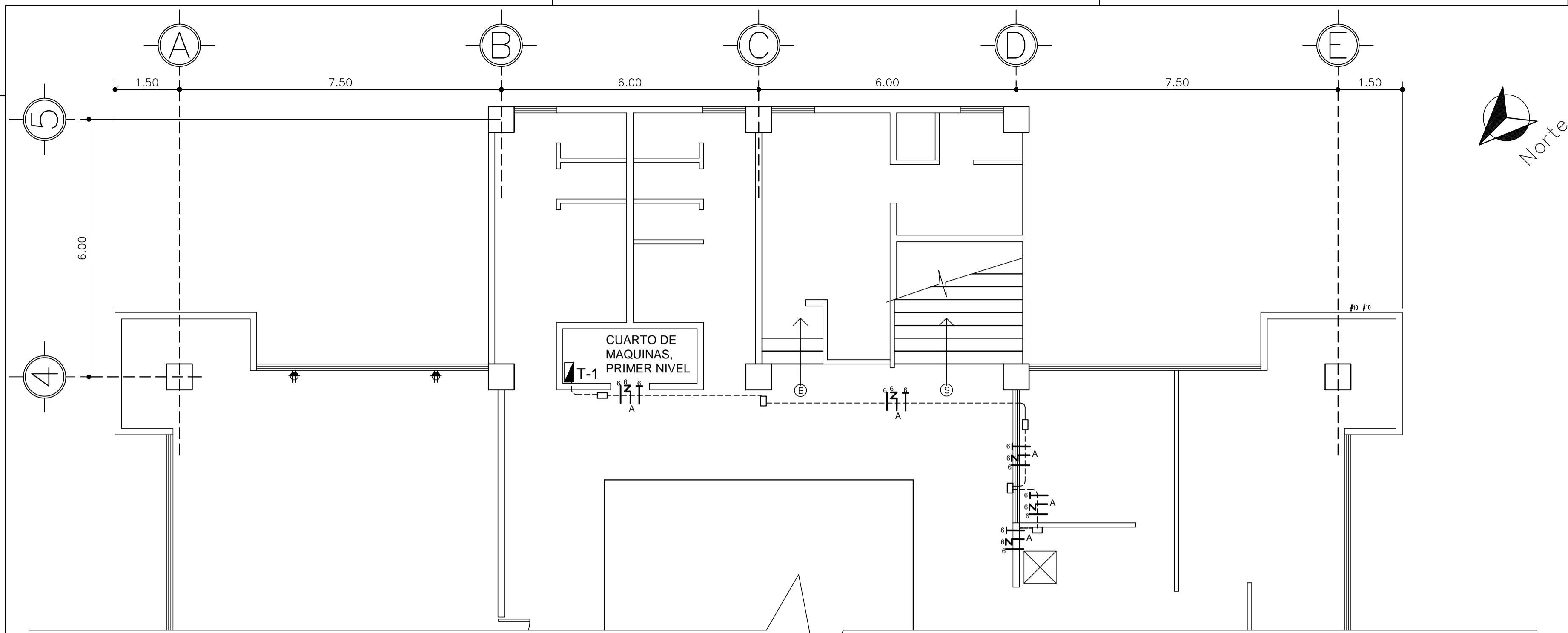
D P D	
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.	
PROYECTO: RED DE DATOS UVIGER, FACULTAD DE AGRONOMIA	INGENIERO:
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12	
PROPIETARIO: USAC	
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ	RED DE DATOS: CABLEADO HORIZONTAL
CÁLCULO: GABRIEL GONZÁLEZ	
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ	
PROPIETARIO	INGENIERO
ESCALA: 1:75	No. 2
FECHA: SEPT. 2014	DE: 4



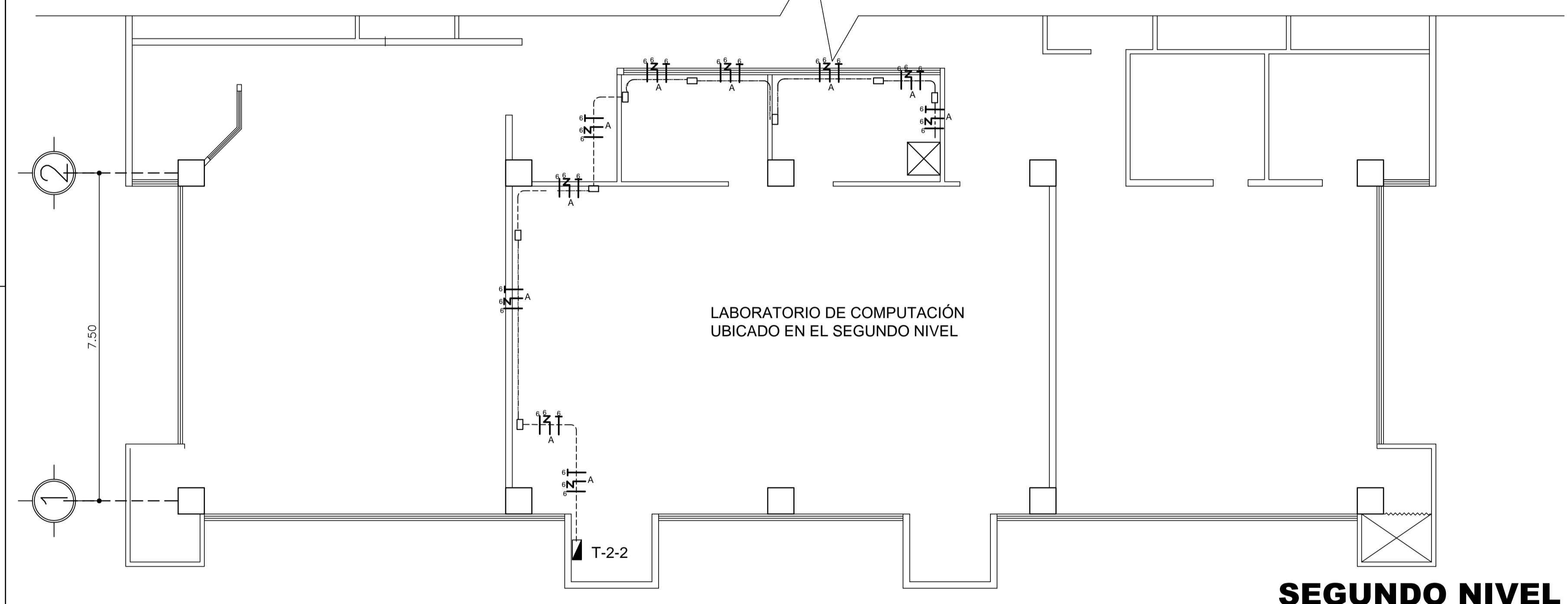
SIMBOLOGIA	
	PUNTO DE RED DOBLE
	PUNTO DE RED SIMPLE
	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 40 X 16 mm, LEGRAND, DLP
	CANALETA PLASTICA PARA OFICINA DE 80 X 35 mm, LEGRAND, DLP
	CANALETA INDUSTRIAL PVC DE 100 X 50 mm, LEGRAND
	TOMACORRIENTE POLARIZADO A 0.30m. S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE POLARIZADO A 0.90m. S.N.P.T. EXISTENTE
	BAJA CANALETA A NIVEL DE TOMACORRIENTES

CABLEADO HORIZONTAL, UVIGER, TERCER NIVEL
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS **Escala 1:75**

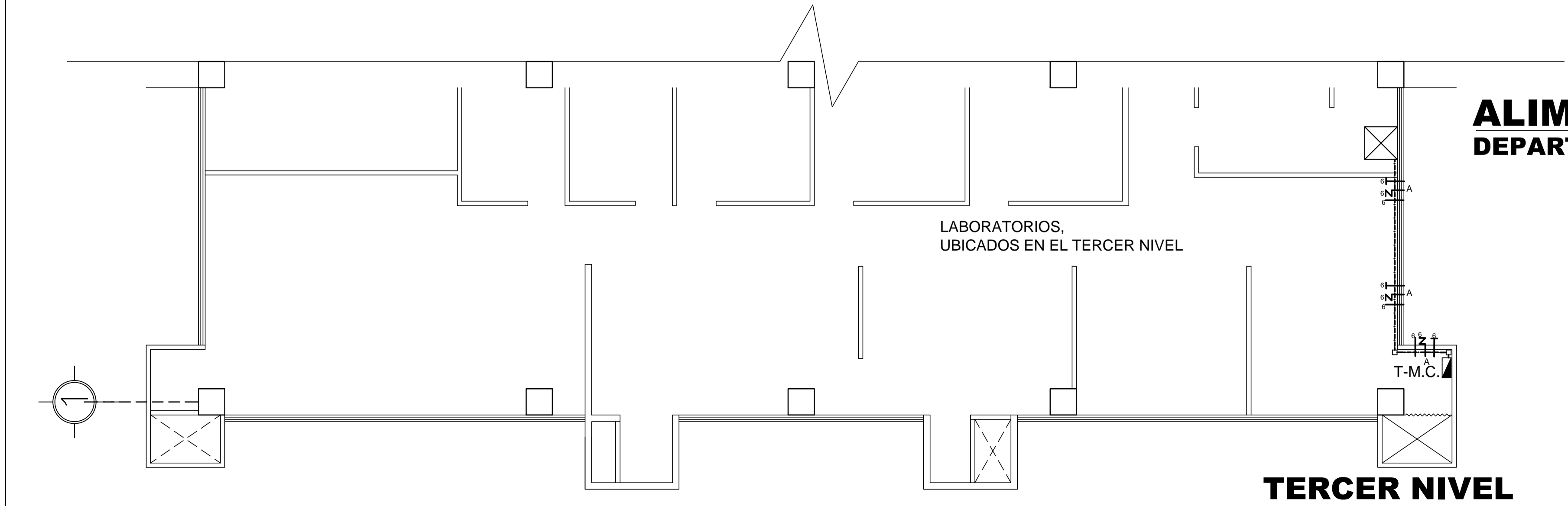
D P D			
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.			
PROYECTO: RED DE DATOS UVIGER, FACULTAD DE AGRONOMIA			
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12			
PROPIETARIO: USAC		INGENIERO:	
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ		RED DE DATOS:	
CALCULO: GABRIEL GONZÁLEZ		CABLEADO HORIZONTAL	
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ			
PROPIETARIO		INGENIERO	
ESCALA: 1:75	No. 3	FECHA: SEPT. 2014	DE: 4



PRIMER NIVEL



SEGUNDO NIVEL



TERCER NIVEL

ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA GABINETES, UVIGER
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS
 Escala 1:75

SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION, EXISTENTE
	LINEA DE FASE, # INDICA CALIBRE
	LINEA NEUTRAL, # INDICA CALIBRE
	LINEA DE TIERRA FISICA, # INDICA CALIBRE
	GABINETE DE TELECOMUNICACIONES
	TUBERIA DE PVC EN PARED, EXISTENTE
	TUBERIA DE PVC EN PISO, EXISTENTE
	CANAleta PLASTICA PARA OFICINA, A INSTALAR DE 32 X 12.5 mm, LEGRAND, DLP
	CAJA DE 4" x 2" EMPOTRADA, EXISTENTE

D P D DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS, USAC.			
PROYECTO: RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA UVIGER, FACULTAD DE AGRONOMÍA			
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12			
PROPIETARIO: USAC	INGENIERO:		
DISEÑO: GABRIEL GONZÁLEZ	RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA: ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PARA GABINETES DE TELECOMUNICACIONES		
CÁLCULO: GABRIEL GONZÁLEZ			
DIBUJO: GABRIEL GONZÁLEZ			
PROPIETARIO	INGENIERO	ESCALA: 1:75	No. 4
		FECHA: SEPT. 2014	DE: 4