



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PRÁCTICA PROFESIONAL

GRUPO AIE

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERÍA CIVIL

PRESENTADO POR:

21441074 ALEJANDRA MARÍA MAYES CÁCERES

ASESOR: ING. LOURDES PATRICIA MEJÍA RAMOS

CAMPUS SAN PEDRO SULA

OCTUBRE 2018

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA
UNITEC**

FACULTAD DE PREGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

VICERECTORA DE OPERACIONES

ROSALPINA RODRÍGUEZ

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERECTORA CAMPUS SAN PEDRO SULA

CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA

COORDINADOR CARRERA INGENIERÍA CIVIL

HÉCTOR WILFREDO PADILLA

GRUPO AIE

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS

EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO

“ING. LOURDES PATRICIA MEJÍA RAMOS”

DERECHOS DE AUTOR

©COPYRIGHT 2018

ALEJANDRA MARÍA MAYES CÁCERES

TODOS LOS DERECHOS SON RESERVADOS

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Alejandra María Mayes Cáceres de San Pedro Sula, autor del trabajo de grado titulado: Informe de Práctica Profesional en constructora GRUPO AIE, presentado y aprobado en el año 2018, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniería Civil, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los 10 días del mes de octubre de dos mil dieciocho.

Alejandra María Mayes Cáceres

2441074

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembros de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

ING. LOURDES PATRICIA MEJÍA RAMOS

ASESOR METODOLÓGICO | UNITEC

ING. HÉCTOR WILFREDO PADILLA

**COORDINADOR ACADÉMICO DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA CIVIL | UNITEC**

ING. CESAR ORELLANA

JEFE ACADÉMICO DE INGENIERÍAS | UNITEC

DEDICATORIA

Este triunfo va dedicado primeramente a Dios por darme la vida, fortaleza, sabiduría y paciencia para poder iniciar y seguir mi camino hacia la vida profesional, ya que sin Él nada de lo logrado al día de hoy sería posible. A mis padres, Melvin Mayes Raudales y Dilcia Yolanda Cáceres Ferraro, quienes siempre me brindaron el apoyo necesario para salir adelante, no solo en mi carrera profesional, sino también en todas las etapas de mi vida. A mi tío, Juan Cáceres, por darme la oportunidad de tener una experiencia única en mi práctica profesional y siempre brindarme su confianza a lo largo de esta etapa. A mi primo, Jesús Mejía, con quien comparto este logro hasta el cielo. A mis mejores amigas por apoyarme y siempre recordarme que todo esfuerzo tiene su recompensa. Posteriormente a mi hermana, demás familiares, amigos y docentes quienes siempre han estado presentes brindándome apoyo.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por ser mi guía incondicional, dador de vida y fortaleza para poder afrontar y superar todos los obstáculos que la vida me ponga por delante.

A mis padres por ser la luz de mi vida y mi apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, por siempre mostrarme que todo lo propuesto puede ser alcanzado con esfuerzo y tolerancia, y por siempre inculcarme a dar lo mejor de mi donde sea que este.

A mi tío por ser guía y dador de consejos en el inicio de mi etapa como profesional de la ingeniería civil.

A mis amigos y compañeros quienes siempre me brindaron su apoyo y ayuda a lo largo de mi formación como profesional.

A mis docentes quienes compartieron su conocimiento en cada una de las clases impartidas y, de tal manera, fueron formándome como un buen profesional.

Finalmente, agradezco a la empresa Grupo AIE por permitirme realizar mi práctica profesional en sus oficinas, y abrirme las puertas en empresas amigas para poder enriquecer mi conocimiento en todas las áreas de la ingeniería civil.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe de práctica profesional se hablara sobre el trabajo realizado en la empresa constructora Grupo AIE, que tuvo una duración total de 10 semanas. Durante este tiempo se pusieron a prueba los conocimientos adquiridos durante el curso de la carrera de ingeniería civil en la Universidad Tecnológica Centroamérica (UNITEC).

Durante la práctica, se mantuvo un contacto constante con los ingenieros y arquitectos de dicha empresa brindándoles apoyo en múltiples actividades y basando el trabajo realizado en sus conocimientos sobre los proyectos en los que se trabajó. Se realizó trabajo en las oficinas técnicas de dicha empresa, específicamente en el área de presupuestos. Así como también en las oficinas técnicas de BA Ingeniería y Termo Aire, empresas encargadas del diseño estructural y electromecánico de los proyectos de Grupo AIE.

En Grupo AIE se apoyó principalmente en la elaboración de presupuestos, así como también, en comparativos entre dos proyectos de plaza comerciales en El Salvador que quieren ser ejecutados en Costa Rica; se requería un costo generalizado de varios ítems para concluir si era óptimo llevar el proyecto o no a CR. Estos comparativos fueron realizados a actividades como supermercado, locales y pasillos, estructuras de techos, parqueos, pavimentos, entre otros.

En BA Ingeniería se apoyó en la revisión de vigas y columnas de proyectos de edificios, diseño de pérgolas y cimentaciones de Costa Rica. Así mismo, se mejoró el conocimiento en diseño estructural al recibir apoyo de los ingenieros estructurales presentes en la empresa. En Termo Aire se apoyó en diseño de bombas de agua potable, tanques de almacenamiento, diagramas unifilares eléctricos, canalización, y sistemas de rociadores automáticos de proyectos en Costa Rica y Panamá. Así como en BA Ingeniería, se enriqueció el conocimiento sobre el área electromecánica dentro de la ingeniería civil.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	2
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
2.1.1. MISIÓN	3
2.1.2. VISIÓN.....	3
2.1.3. VALORES DE LA EMPRESA.....	3
2.1.4. PROYECTOS REALIZADOS	4
2.2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD.....	5
2.3. OBJETIVOS	6
2.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
2.4.2. OBJETIVOS GENERALES	6
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO	7
3.1. CONSTRUCCIÓN.....	7
3.2. PRESUPUESTOS.....	8
3.3. CONCRETO	10
3.4. DISEÑO ESTRUCTURAL	11
3.4.1. ZAPATAS Y CIMENTACIONES.....	11
3.4.2. ELEMENTOS HORIZONTALES	13
3.4.3. ELEMENTOS VERTICALES.....	15
3.5. INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	15

3.5.1.	SISTEMAS HIDRÁULICOS-MECÁNICOS	15
3.5.2.	SISTEMAS ELÉCTRICOS	16
CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO		17
SEMANA 1: DEL 16 DE JULIO AL 21 DE JULIO DEL 2018		17
SEMANA 2: DEL 23 DE JULIO AL 28 DE JULIO DEL 2018		19
SEMANA 3: DEL 30 DE JULIO AL 4 DE AGOSTO DE 2018		20
SEMANA 4: DEL 6 DE AGOSTO AL 11 DE AGOSTO DEL 2018.....		23
SEMANA 5: DEL 13 DE AGOSTO AL 18 DE AGOSTO DEL 2018		27
SEMANA 6: DEL 20 DE AGOSTO AL 25 DE AGOSTO DEL 2018		29
SEMANA 7: DEL 27 DE AGOSTO AL 1 DE SEPTIEMBRE DEL 2018		30
SEMANA 8: DEL 3 DE SEPTIEMBRE AL 8 DE SEPTIEMBRE DE 2018.....		35
SEMANA 9: DEL 10 DE SEPTIEMBRE AL 15 DE SEPTIEMBRE DE 2018.....		39
SEMANA 10: DEL 17 DE SEPTIEMBRE AL 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2018.....		42
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.....		45
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES		46
CAPÍTULO VII. APLICABILIDAD.....		47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. TIPOS DE ZAPATAS PARA COLUMNAS INDIVIDUALES	12
ILUSTRACIÓN 2. TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN	13
ILUSTRACIÓN 3. TIPOS DE LOSAS ESTRUCTURALES	14
ILUSTRACIÓN 4. COMPARATIVO GENERAL EL ENCUENTRO SAN MARCOS-LOURDES.....	49
ILUSTRACIÓN 5. COLOCACIÓN DE LUMINARIA LED EN OFICINAS AIE.....	50
ILUSTRACIÓN 6. PRECIO POR UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN "EL ENCUENTRO"	50
ILUSTRACIÓN 7. PRECIO POR M ² DE CONSTRUCCIÓN "EL ENCUENTRO"	51
ILUSTRACIÓN 8. PLANO ARQUITECTÓNICO "LABORABLE"	51
ILUSTRACIÓN 9. FUNDICIÓN DE LOSA CON BOMBA TELESCÓPICA.....	52
ILUSTRACIÓN 10. ÁREA DE ESTACIONAMIENTO EL ENCUENTRO SAN MARCOS	52
ILUSTRACIÓN 11. ÁREA DE ESTACIONAMIENTO EL ENCUENTRO LOURDES.....	53
ILUSTRACIÓN 12. ÁREA DE SUPERMERCADO DE EL ENCUENTRO SAN MARCOS.....	53
ILUSTRACIÓN 13. ARMADO Y ENCOFRADO DE PAREDES DE CONCRETO.....	54
ILUSTRACIÓN 14. ESTRUCTURA PARA DIVISIONES DE TABLAYESO EN EBC	54
ILUSTRACIÓN 15. LOCALES L20, L21 Y L22 DE EL ENCUENTRO SAN MARCOS	55
ILUSTRACIÓN 16. LOCALES L2, L3 Y L4 DE EL ENCUENTRO LOURDES	55
ILUSTRACIÓN 17. FACHADA LOCAL Y PASILLO DE EL ENCUENTRO SAN MARCOS	56
ILUSTRACIÓN 18. MODELO DE SAP PARA PÉRGOLA COSEVI.....	56
ILUSTRACIÓN 19. RENDER DE EDIFICIO URBN ESCALANTE	57
ILUSTRACIÓN 20. VARILLAS DE LOSA POSTENSADA DE URBN ESCALANTE.....	57
ILUSTRACIÓN 21. ACERO DIAGONAL EN MUROS	58
ILUSTRACIÓN 22. LLAVES DE CORTANTE	58
ILUSTRACIÓN 23. MODELO DE SAP PARA PÉRGOLA ALTA VISTA	59
ILUSTRACIÓN 24. RENDER DE PLAZA AMARA ESCAZÚ.....	59
ILUSTRACIÓN 25. PLAZA AMARÁ ESCAZÚ.....	60
ILUSTRACIÓN 26. MUROS DE CONTENCIÓN AMARÁ ESCAZÚ	60

ILUSTRACIÓN 27. ENTREPISO DE VIGUETA-BOVEDILLA AMARÁ ESCAZÚ	61
ILUSTRACIÓN 28. MÁQUINA DE PERFORACIÓN CPT-233	61
ILUSTRACIÓN 29. FIXTURE UNITS SEGÚN ARTEFACTO SANITARIO	62
ILUSTRACIÓN 30. LICEO FRANCÉS EN PANAMÁ.....	62
ILUSTRACIÓN 31. GRADO DE CONSUMO PARA LOCALES EDUCATIVOS.....	63
ILUSTRACIÓN 32. CASA DE MÁQUINAS DE URBAN PLAZA	63
ILUSTRACIÓN 33. DIAGRAMA UNIFILAR ELÉCTRICO.....	64
ILUSTRACIÓN 34. PLANTA ARQUITECTÓNICA EL ENCUENTRO ALAJUELITA.....	64
ILUSTRACIÓN 35. AMPACIDADES PERMISIBLES EN CONDUCTORES AISLADOS	65
ILUSTRACIÓN 36. DISTRIBUCIÓN DE CANASTAS EXPERIAN 2 ^{DO} NIVEL.....	65
ILUSTRACIÓN 37. SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE URBAN PLAZA.....	66
ILUSTRACIÓN 38. SISTEMA DE ROCIADORES DE EDIFICIO DE OFICINAS.....	66
ILUSTRACIÓN 39. RENDER VISTA FRONTAL EL ENCUENTRO SAN MARCOS.....	67
ILUSTRACIÓN 40. RENDER VISTA LATERAL SUPERMERCADO Y PASILLOS EL ENCUENTRO SAN MARCOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PROYECTOS GRUPO AIE.....	4
TABLA 2. COSTO TOTAL SUPERMERCADO SAN MARCOS	24
TABLA 3. COSTO TOTAL LOCALES Y PASILLOS	26
TABLA 4. ESPECIFICACIONES COLUMNAS ESCAZÚ VILLAGE ETAPA 2	28
TABLA 5. COSTO TOTAL SUPERMERCADO LOURDES.....	32
TABLA 6. COSTO TOTAL SUPERMERCADO	33
TABLA 7. RESUMEN ANÁLISIS DE COSTOS.....	35

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. MOMENTO ÚLTIMO	29
----------------------------------	----

GLOSARIO

- Sandblasting: Es un proceso por el cual el vidrio es expuesto y consiste en el grabado o esmerilado de su superficie con pistola de arena; es usado en el vidrio para hacer acabados y estampados de siluetas.
- Lastre: Suelo firme o sobre rellenos con una compactación mínima del 95% del proctor estándar, de manera que se eviten asentamientos diferenciales excesivos para la estructura. (Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, 2002, p. 17/3)
- Baffles acústicos: Son elementos fonoabsorbentes que reducen los niveles de reverberación de los recintos a tratar consiguiendo así reducir el nivel sonoro.
- Membrana TPO: Es una de las soluciones de impermeabilización ideal para cubiertas (existentes o nuevas) en zonas con inclemencias climáticas extremas y/o altos índices de corrosión; hecha en base del polímero definido como: elastómero, olefínico y termoplástico.
- Louvers mecánicos: "Los louvers son utilizados en un sinnúmero de aplicaciones de movimiento de aire, sobre todo como toma y extracción de aire en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) o para ventilación general" (Revista Mundo HVACR, s/f).
- Llaves de cortante: Durante la fundición de la unión de una zapata con un muro, se deja un espacio para resistir el cortante de la unión; este espacio es luego llenado con mortero de alta resistencia.
- Certificación UL: La marca UL es uno de los símbolos con mayor reconocimiento de que un producto cumple con garantía los estándares de seguridad y calidad de los productos, lo que le hace altamente competitivo para su libre circulación en los mercados internacionales; por su prestigio se han considerado necesarias para muchos productos eléctricos y electrónicos.
- Bomba hidroneumática: Son bombas de alta presión hidráulica de pistones accionadas por aire a presión a $\pm 7 \text{ kg/cm}^2$ de doble efecto, se pueden diseñar a petición de nuestros clientes en cuanto a caudal, presión final, características de funcionamiento y condiciones.
- Registro sifónico: Su principal función es impedir que el mal olor y los gases que se producen en el sistema de tratamiento se devuelvan por los desagües, pero sin llegar a afectar el flujo normal de salida.

- Dampers: Compuertas para control de flujo de aire controladas a través de paneles de control de zona para aplicaciones de aire acondicionado y calefacción; pueden ser usados para controlar el flujo de inyección en cada zona o bien para el desfogue del flujo de aire excedente hacia el ducto de retorno.
- Desconector de aislamiento: "Desconectador destinado para separar un circuito eléctrico de la fuente de alimentación" (NFPA, 2014, p. 13).
- Sistema fotovoltaico: "Todos los componentes y subsistemas que, combinados, convierten la energía solar en energía eléctrica adecuada para la conexión de una carga de utilización" (NFPA, 2014, p. 21).
- POE: Permite que los cables Ethernet suministren energía a los dispositivos de red a través de la conexión de datos existente.
- Riser: "Tubería vertical que alimenta únicamente rociadores automáticos; debe ubicarse en un área protegida, generalmente dentro de las escaleras de emergencia o dentro de ductos con acceso para mantenimiento y supervisión" (Termo Aire, 2018, p. 36,37).
- Cabezal de prueba: "Se utiliza para validar el buen funcionamiento del sistema de bombeo ya que, se mide la presión y el caudal que entrega el equipo para tres puntos de operación dentro de la curva de la bomba" (Termo Aire, 2018, p. 41).
- Siamesa: "Se utiliza para inyectar agua a presión al sistema contra incendio en caso de que el sistema de bombeo no funcione" (Termo Aire, 2018, p. 44).
- Hidrante público: "Se requieren para toda edificación que supere los 2500m², se conectan a la red pública de potable, ubicados en todos los accesos al edificio que se encuentren separados a más de 180m entre ellos, fuera de los límites de propiedad" (Termo Aire, 2018, p. 46)
- Hidrante privado: "Son los que se conectan a la red del sistema contra incendio o a la red de potable privado de cada edificio, ubicado dentro de los límites de propiedad" (Termo Aire, 2018, p. 46).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Un presupuesto es un plan de operaciones y recursos de una empresa, que se formula para lograr en un cierto periodo los objetivos propuestos y se expresa en términos monetarios, en otras palabras, la realización de un presupuesto es sentarse a planear lo que se estipula llevar a cabo en el futuro y plantearlo cronológicamente, mostrando en que etapas del proceso se pueden optimizar los recursos.

La ingeniería estructural es una especialidad de la ingeniería civil que se ocupa de la investigación, planificación, análisis, diseño, construcción, inspección, evaluación, monitoreo, mantenimiento, rehabilitación y demolición de estructuras permanentes y temporales. Adicionalmente, considera los aspectos técnicos, económicos, ambientales, estéticos y sociales de las estructuras. Para la realización de un diseño estructural en Costa Rica se utiliza el Código Sísmico de Costa Rica, ya que es un país con mucha actividad sísmica.

La ingeniería electromecánica es una especialidad que se ocupa del diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones electromecánicas a nivel industrial, tanto en la empresa privada como en las instituciones públicas; así como del diseño y funcionamiento de los sistemas contra incendios. A su vez, es una ingeniería que puede desempeñarse en el campo de la mecánica, metalmecánica y de los sistemas de enfriamiento; posee las destrezas y habilidades en el área de la electrónica, circuitos eléctricos, dispositivos electrónicos, diseño de sistemas, entre otros. Las normativas utilizadas en Costa Rica para el diseño electromecánico son el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, Código Nacional Eléctrico y normativas de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego.

El presente informe de tesis presenta de forma ordenada y clara, con una cronología, el trabajo realizado como práctica profesional en Grupo AIE, BA Ingeniería y Termo Aire. Dicha práctica tuvo una duración de 10 semanas, en la cual se roto en diferentes áreas de la ingeniería civil, con el objetivo de lograr un completo desarrollo profesional, como también, adquirir mejor conocimiento de algunas de las ramas de la ingeniería civil.

CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

El siguiente capítulo muestra una breve descripción de la empresa constructora Grupo AIE (Arquitectura e Ingeniería), ubicada en la provincia de San José, Costa Rica, así como también, los distintos proyectos que esta ha ejecutado.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

AIE Construcción, es una compañía constructora con más de 16 años de presencia en el mercado nacional. Su plataforma profesional está formada por ingenieros, especialistas en presupuestos y gerencia de proyectos del más alto nivel. Prueba de ello los más de 100 proyectos finalizados con éxito sumando más de cien mil metros cuadrados de construcción.

Grupo AIE (2016) indica:

“Tras más de 14 años de fuerte presencia en el mercado Aie Construcción se consolida y expande, formando una alianza con la Constructora Gonzalo Delgado dando forma a Grupo Aie, con un bagaje de 100,000 m² construidos de experiencia. Siempre con la mira puesta en proveer al mercado de oficinas, institucional, comercial, residencial y de hospitalidad de la más alta calidad.”

La gerencia de proyectos, el énfasis sobre el cual se funda el trabajo de AIE, así como la clara visión de constituirse, en cada contrato, en socio comercial de su cliente, han permitido posicionar a la empresa en un lugar preponderante en el mercado. Diferenciándose en el mercado desde el inicio de sus operaciones por el cuidado de los detalles constructivos, AIE ha fungido de aliado para empresas internacionales llevando a cabo proyectos de excelencia en campos tan exigentes como las oficinas y el retail.

Desde la gestión de la construcción para la contratación en general, AIE se ocupa de todos los aspectos de las necesidades de la construcción. Excelente gestión de proyectos y una visión clara con cada contrato y cada cliente, combinada con la atención a los detalles más pequeños, son las bases que diferencian a AIE en mercado de la construcción en Costa Rica.

Grupo AIE está dedicado a los más altos estándares de calidad y servicio, comprometidos para su completa satisfacción. En cada proyecto que desarrolla, el equipo técnico es liderado por un ingeniero civil que es designado como Gerente de Proyecto y responsable de la realización del trabajo. El Gerente de Proyecto recibe la colaboración de un asistente, quien se encarga de todas

las tareas administrativas, incluido el control de los materiales, planilla y seguro, logrando de tal manera el proceso de trabajo más eficiente y efectivo.

AIE sigue un extenso manual de reglas y procedimientos administrativos, así como un control interno de proyectos basado en los principios ISO 9001. La compañía cuenta con ingenieros y técnicos entrenados en salud ocupacional, siendo ellos responsables por el monitoreo de todos los proyectos para minimizar la posibilidad de accidentes laborales y permitiendo crear un ambiente seguro para nuestros colaboradores en su trabajo diario.

2.1.1. MISIÓN

“Nos comprometemos a asumir la responsabilidad de construir obras de alta calidad en armonía con el ambiente, generando fuentes de ingreso a muchas personas y mejorando el desarrollo económico de nuestro país”.

2.1.2. VISIÓN

“La calidad de nuestras obras será la ocupación diaria de cada uno de los empleados de la empresa”.

2.1.3. VALORES DE LA EMPRESA

Como toda empresa de excelencia, AIE cumple con distintos valores de calidad y realización, los cuales la han convertido en la gran empresa que hoy es.

- ✓ Eficiencia: La verdadera eficacia no precede del esfuerzo, procede de la exactitud. De una visión clara del objetivo y del trayecto hasta él. Empleamos los recursos apropiados para llevar a cabo con éxito la acción.
- ✓ Espíritu Emprendedor-Creatividad: La verdadera creatividad no es solo inspiración. Tiene que ver con el espíritu emprendedor, con el coraje. Asumimos con fuerza la ruta para descubrir nuevas vías hacia la meta.
- ✓ Honestidad-Legalidad-Ética: La verdadera honestidad no es mero respeto a la ley. Aplicamos un razonamiento ético y obramos en consecuencia.

- ✓ Liderazgo: El verdadero liderazgo no consiste en mandar, consiste en servir. Describimos claramente un punto de partida y uno de llegada en medio de los cuales aportamos toda nuestra experiencia como equipo.

2.1.4. PROYECTOS REALIZADOS

Como una empresa consolidada en lo que es la construcción, AIE ha ejercido varios proyectos en Costa Rica, cabe mencionar que todos los proyectos han sido realizados con éxito dentro de un marco de armonía y cooperación entre el propietario, contratista, y la supervisión. A continuación, la Tabla 1 detalla los principales proyectos que la empresa ha diseñado, construido y remodelado:

Tabla 1. Proyectos Grupo I

Proyectos Grupo AIE			
Nombre del Proyecto	Rubro	Firma Consultora	Área (m ²)
Hospital Metropolitano - Torre de consultorios médicos	Oficinas	PIASA	4250
Convergys - Edificio Caycur	Oficinas	Zurcher Arquitectos	4000
Telefónica El Cedral	Oficinas	Gensler	5000
TIGO - Forum II	Oficinas	Zurcher Arquitectos	1000
Centro Corporativo EBC - Escazú	Oficinas	Bambú Development Inc.	8500
Centro Comercial 7 Bancas - Escazú	Retail	Zurcher Arquitectos	2270
Remodelación Cinemark - Multiplaza del Este	Retail	Cinemark	600
Almacenes Siman - Multiplaza del Este	Retail	FRCH	11000
Remodelación Multiplaza Escazú - Etapas I, II, III, IV	Retail	RTKL	10000
Tienda Universal - Plaza Lincoln	Retail	PDT - Arq. Avy Aviram	3500
ZARA - Multiplaza Escazú	Retail	Zara	1700
Tienda Adolfo Domínguez - Avenida Escazú	Retail	Adolfo Domínguez, España	270
Techos de Parques Pricemart Escazú	Retail	Pricemart	1080
Multitenant IV - Zona Franca Coyol	Industrial	Piasa-Garnier	700
New Summit Academy Atenas	Educativo	Carazo Arquitectos	1500
Residencias 527 Los Laureles - Escazú, 20 residencias	Residencial	Dalab	7000
Condominio El Mirador - Escazú	Residencial	Arquitectura y Diseño SCGMT	2000
Condominio La Segoviana - Curridabat	Residencial	Zurcher Arquitectos	1050
Hotel El Mangroove - Guanacaste, 85 habitaciones	Hospitalidad	Zurcher Arquitectos	11000
Piscinas Hotel Real Intercontinental - Santa Ana	Hospitalidad	Grupo Roble	3000
Food Court y ampliación Tienda Universal - Avenida Central	Restaurantes	PDT - Arq. Avy Aviram	3710

Continuación Tabla #1

Proyectos Grupo AIE			
Nombre del Proyecto	Rubro	Firma Consultora	Área (m ²)
Food Court Multiplaza - Multiplaza Escazú	Restaurantes	RTKL	7000
Restaurante Hooters - Paseo Metrópoli	Restaurantes	In Diseño	600
Sucursal Banco Nacional - Nicoya	Institucionales	BNCR	5370
Mercado Municipal de Miramar	Institucionales	IFAM-BID	1761
Plaza de la Democracia - San José	Institucionales	Museo Nacional	9600
Banco Nacional de Costa Rica - Sucursal Laurel	Institucionales	Banco Nacional de Costa Rica	1615
Planta de Tratamiento - Hospital de Quepos	Institucionales	CSSS	17500
Sede Regional Atlántica	Institucionales	Universidad de Costa Rica	4300
Edificio Condominios Vacacionales	Institucionales	APANECA S.A	25500
Urbanización Residencial	Institucionales	Superv.Int.Nac de Const. S.A	74000
Hospital San Rafael de Alajuela - Estructura Principal y Cuerpos	Institucionales	OHL S.A	36000
Planta Subestación Eléctrica de Coronado	Institucionales	ICE	6750

Fuente: (Propia, 2018)

2.2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

Las oficinas de Grupo AIE actualmente están ubicadas en uno de los locales de Urban Plaza, 150 metros oeste de Momentum Lindora, San José, Costa Rica, el cual es uno de los últimos proyectos de la empresa; siendo un proyecto de más de 6000m². La empresa cuenta con muchos departamentos como contabilidad, ventas, y el más importante, el departamento de arquitectura e ingeniería; todos estos siendo supervisados por el fundador, el Ing. Héctor Anchía.

El departamento actualmente asignado es el de arquitectura e ingeniería en el cual se desarrollan actividades administrativas, como realización de presupuestos y órdenes de cambio; de diseño como diseño y dibujo de planos, esquemas 3D con el uso de Revit de los proyectos a realizar, diseño estructural; y de supervisión, entre otros. A lo largo de la práctica profesional, se rotará entre los distintos sub-departamentos del área de arquitectura e ingeniería con la intención de obtener el mayor conocimiento posible de cada área, así como también, lograr aportar en todo, lo que esté al alcance, a la empresa.

2.3. OBJETIVOS

Los objetivos definidos precedentes a realizar la práctica profesional previa a la obtención del título de ingeniero civil son:

2.4.1. OBJETIVO GENERAL

"Aplicar el conocimiento obtenido en la formación educativa a situaciones y problemáticas reales de la empresa Grupo AIE formando criterios propios para ejercer de la mejor manera la profesión de Ingeniero Civil."

2.4.2. OBJETIVOS GENERALES

- 1) Desarrollar cada actividad asignada de la manera más eficiente posible.
- 2) Adquirir experiencia en el desarrollo, ejecución y supervisión de proyectos.
- 3) Trabajar siempre con dedicación implementando todos los conocimientos obtenidos en el proceso educativo.
- 4) Adquirir nuevos conocimientos de distintas ramas de la ingeniería civil.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

3.1. CONSTRUCCIÓN

La construcción es el acto o proceso de construir o la manera en que una cosa esta construida. También es conocida como una estructura, es decir un edificio, marco o modelo. Los proyectos de construcción de llevan adelante con un planeamiento previo que involucra ingenieros y arquitectos, empezando desde el diseño de la obra hasta la entrega de esta. Todos los proyectos requieren de un esfuerzo temporal del cual será ganancia la generación de productos, servicios y resultados únicos.

Un proyecto puede generar:

- Una mejora de un producto o un servicio
- La capacidad de generar un nuevo servicio o producto
- Una mejora de líneas de productos o servicios existentes
- Un resultado tal como un proyecto de investigación

Todo proyecto de construcción debe ser manejado por una empresa constructora, USON (2016) da la siguiente definición de empresa constructora: "Es una organización que fundamentalmente posee capacidad administrativa para desarrollar y controlar la realización de obras; capacidad técnica para aplicar procesos y procedimientos de construcción y capital o crédito para financiar sus operaciones" (p. 2).

USON (2016) indica:

Un constructor es la persona física o moral que asume la responsabilidad por la calidad y manejo de los materiales, así como de la correcta ejecución de los trabajos, coordinándolos de la forma adecuada y siguiendo los lineamientos que señala el proyecto, responsabilizándose también por la terminación de la obra en el tiempo y costo especificado, así como de los aspectos legales y requisitos de seguridad durante la construcción. (p. 2)

Una empresa constructora está compuesta por tres grandes elementos: el capital, recursos humanos y los clientes. El capital es el dinero que se ocupa para implementar la tecnología, el control de la maquinaria y el pago de la planilla de los empleados. Los recursos humanos son la mano de obra presente en la empresa, desde ingenieros hasta albañiles. Los clientes son quienes

hacen posibles el desarrollo y crecimiento de una empresas constructora, es decir, de cualquier empresa en crecimiento.

3.2. PRESUPUESTOS

“El presupuesto que se elabora en la primera etapa, no es otra cosa que la cuantificación del plan y puede ser confeccionado en unidades monetarias, físicas o de tiempo” (Navas, 2015). Un presupuesto es la estimación futura de las operaciones de un proyecto y de los recursos, a utilizar en el proyecto, de la empresa encargada de su ejecución; este es elaborado para planificar un proyecto y cumplir los objetivos plasmados en un periodo determinado.

Project Management Institute (2013) explica:

Determinar el presupuesto es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo de cara a establecer una línea base de costos autorizada. El beneficio clave de este proceso es que determina la línea base de costos con respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto. (p. 208)

Un presupuesto tiene cuatro características fundamentales:

- Es aproximado ya que sus datos se acercaran más o menos al costo real de la obra
- Es singular porque cada proyecto es distinto al otro como distintas ubicaciones, calidad de mano de obra, entre otras
- Es temporal ya que los costos varían de acuerdo al tiempo en que se ejecute el proyecto; las ofertas tienen vigencia
- Permite controlar el proceso de ejecución del proyecto

El éxito o fracaso de un proyecto se establece a través del grado de consecución de las metas fijadas, en periodos de control razonables, en términos de costo, tiempo y calidad, detectando eventuales desvíos producidos, sus causas y lugares de ocurrencia, y a través de informes permitir a la empresa oportunas tomas de decisiones. La elaboración de un presupuesto demanda tiempo, esfuerzo, dinero debido a sus altos objetivos como ayudar en la previsión y permitir el posterior control de lo realizado en relación con lo programado.

“El realizar un buen presupuesto, así como la selección de cada uno de los recursos humanos, materiales y financieros, no dan al proyecto una certeza de éxito. Dentro del proceso constructivo,

pueden existir múltiples circunstancias que afectan las variables” (Navas, 2015). Entre las circunstancias que pueden cambiar un presupuesto están:

- Cambios en los planos que afecten las cantidades de obra estipuladas en el presupuesto
- Cambios en procesos constructivos
- Disminución del rendimiento de mano de obra
- Cambios en las condiciones asumidas para realizar la obra como organización, formas y tiempo de pagos, desperdicios, entre otros
- El cambio de precio de los materiales de construcción
- Fallas durante la ejecución del proyecto

Al momento de realizar un presupuesto se deben tomar en cuenta los costos directos, los cuales son la mano de obras, materiales, y herramientas y equipo menor; también se deben tomar en cuenta los costos indirectos como gastos administrativos, imprevistos e impuestos.

La elaboración de un presupuesto conlleva varios pasos, Burbano (2005) dice: “Si se busca que el empresario recurra al presupuesto como herramienta de planeamiento y control deben considerarse las etapas siguientes en su preparación, cuando se tenga implantando el sistema o cuando se trate de implementarlo” (p. 48). Las etapas son:

- 1) Pre iniciación → Los resultados obtenidos en proyectos anteriores son analizados para ver las tendencias de los principales indicadores empleados para calificar la gestión gerencial como ventas, costos, precios de las acciones en el mercado, entre otros. La gerencia y comité asesor deben conocer su personal administrativo y operativo. (Burbano, 2005)
- 2) Elaboración del presupuesto → Los planes aprobados adquieren dimensión monetaria en términos presupuestales; se programan las cantidades a producir, así como también, los inventarios de materia prima que conlleva cada actividad. (Burbano, 2005)
- 3) Ejecución → “En esta etapa el director de presupuestos tiene la responsabilidad de prestar colaboración a las jefaturas con el fin de asegurar el logro de los objetivos consagrados al planear” (Burbano, 2005, p. 51).

4) Control → Burbano (2005) dice:

Si el presupuesto es una especie de termómetro para medir la ejecución de todas y cada una de las actividades empresariales, puede afirmarse que su concurso sería parcial al no incorporar esta etapa en la cual es viable determinar hasta qué punto puede marchar la empresa con el presupuesto como patrón de medida. (p. 52)

5) Evaluación → Al culminar el proyecto, debe prepararse un informe crítico que presente todos los resultados obtenidos a lo largo de la ejecución del proyecto, el cual llevara no solo los cambios sino los comportamientos de todas y cada una de las actividades del proyecto; deben analizarse las fallas en cada una de las etapas. (Burbano, 2005)

3.3. CONCRETO

Nilson (1999) fue un gran investigador sobre el concreto estructural e indica lo siguiente:

El concreto es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena y grava u otro agregado, y agua; después, esta mezcla se endurece en formaletas con la forma y dimensiones deseadas. El cuerpo del material consiste en agregado fino y grueso. El cemento y el agua interactúan químicamente para unir las partículas de agregado y conformar una masa sólida... Se pueden obtener concretos en un amplio rango de propiedades ajustando apropiadamente las proporciones de los materiales constitutivos. (p. 1)

Actualmente el concreto es la forma de construcción más común en los países de América, Asia y Europa. El sector de la construcción presenta hoy grandes retos que obligan a que los fabricantes de equipos y productores de concretos desarrollen nuevas tecnologías en la producción de concretos de alta calidad, durabilidad y resistencia permitiendo sólidos y modernos diseños arquitectónicos. A parte de aportar grandemente a lo arquitectónico de un proyecto, asegura que, con un buen diseño, la estructura soportara cualquier carga se le sobreponga, incluso cargas de sismo y viento. Beltrán (2008) dice: "Las tendencias de construcción actuales se orientan hacia la utilización del concreto arquitectónico, término que se refiere a las unidades prefabricadas que contribuyen al diseño, acabado, color, textura y calidad de ejecución". Muchas empresas constructoras están iniciando hoy en día con la extensa fabricación de productos prefabricados como ser losetas, tubería, postes, topes de parqueo, cajas de registro, entre otros elementos.

3.4. DISEÑO ESTRUCTURAL

“El diseño estructural se encarga de investigar qué puede ofrecer un material y cuáles características lo convierten en único, así como los costos que tendrá y sus propiedades, tales como aislamiento térmico y acústico, impermeabilidad, entre otras” (Navarro, 2016). Los encargados de llevar a cabo el diseño estructural son el ingeniero diseñador/estructural y la arquitecta; el ingeniero debe diseñar de acuerdo a lo que el edificio requiere y de acuerdo a detalles arquitectónicos exigidos por el dueño del proyecto.

El diseño estructural se compone de los siguientes cinco elementos:

- Estructuración: se proponen ubicaciones y dimensiones que permitan afinar un proyecto.
- Análisis: se utilizan programas computacionales que brindan los desplazamientos y elementos mecánicos de los componentes de la estructura.
- Diseño: cuando ya se poseen los elementos mecánicos, se proporcionan las dimensiones y armados de los miembros de la estructura.
- Dibujo: se arman los planos.
- Memoria de cálculo: se mencionan las cargas vivas y muertas, así como ejemplos de diseño. (Navarro, 2016)

El diseño estructural conlleva la creación de todos los elementos estructurales que deben haber en una obra para que esta funcione como un conjunto y logre la estabilidad, resistencia y durabilidad del proyecto.

3.4.1. ZAPATAS Y CIMENTACIONES

La subestructura o cimentación es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno y que trasmite las cargas al suelo o roca subyacentes. Todos los suelos se comprimen al someterlos a cargas y causan asentamientos en la estructura soportada. Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentaciones son: que el asentamiento total de la estructura este limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que, en lo posible, el asentamiento diferencial de las distintas parte se elimine. (Nilson, 1999, p. 499)

Usualmente para la cimentación de los edificios, se utilizan ya sean muros de contención o zapatas aisladas, así como también vigas o soleras de fundación.

La cimentación más común es la zapata aislada, se utilizan los muros de contención a menos que el suelo sea muy malo y necesite una mejor fundación; también se utilizan los pilotes. Nilson (1999) dice: “Las zapatas para columnas individuales son en general cuadradas. Se utilizan zapatas rectangulares cuando las restricción de espacio obligan a esta selección o si la columna apoyada

tiene una sección transversal rectangular bastante alargada" (p. 505). En otras palabras, las zapatas son losas simples, y se pueden encontrar distintos tipos de estas (v. Ilustración 1).

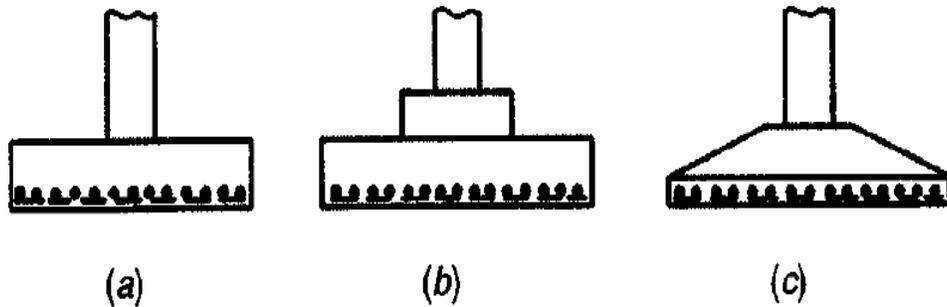


Ilustración 1. Tipos de zapatas para columnas individuales

Fuente: (Nilson, 2009)

La Ilustración 1 muestra una zapata como losa sencilla, una zapata donde se interpone un pedestal y otra donde se muestra una zapata acartelada.

En caso de ser necesario, se utilizan los muros de contención como fundaciones; estos pueden ser de mampostería o concreto. Nilson (1999) dice:

Los muros de contención se utilizan para detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permiten que estas masas asuman sus pendientes naturales. Estas condiciones se presentan cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, utilización de la estructura o economía. (p. 527)

Existen distintos muros de contención (v. Ilustración 2), los cuales son utilizados dependiendo de la condición del terreno, disponibilidad local, precio de los materiales de construcción y los derechos de propiedad.

El diseño estructural de un muro es de suma importancia ya que estos deben aguantar no solo el peso de la estructura, sino también las presiones ocasionadas por el suelo. Deben utilizarse factores de seguridad, no solo para cumplir con normativas, sino para proteger el edificio de cualquier catástrofe. Nilson (1999) indica:

Las presiones de contacto en el suelo, calculada para condiciones de cargas de servicio, se comparan con las presiones admisibles de contacto, cuyos valores se establecieron por debajo de los valores de capacidad última de carga, para mantener una adecuada seguridad. Los factores de seguridad contra volcamiento y deslizamiento se establecen con base en las condiciones para

cargas de servicios. Por otra parte, el diseño estructural de un muro de contención (...) debe basarse, por tanto, en cargas mayoradas que reconozcan la posibilidad de un incremento con respecto a las cargas de servicio. (p. 534,535)

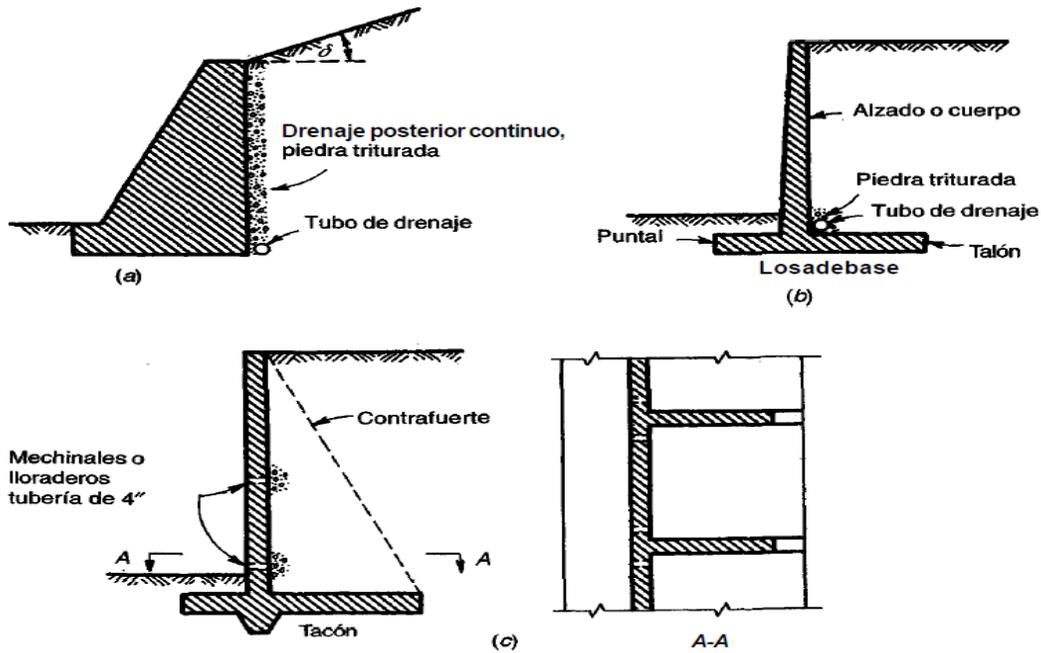


Ilustración 2. Tipos de muros de contención

Fuente: (Nilson, 1999)

La Ilustración 2 muestra los distintos tipos de muros de contención siendo (a) un muro por gravedad, (b) un muro en voladizo y (c) un muro con contrafuertes.

3.4.2. ELEMENTOS HORIZONTALES

3.4.2.1. Vigas

Las vigas son piezas o barras horizontales que tienen una forma en función del esfuerzo que soportan; estas están sometidas a esfuerzos de flexión. El diseño estructural de estas debe realizarse con cautela por las distintas fuerzas que estas soportan.

Esta parte trata el análisis y el diseño a flexión, e incluye la medición de las secciones transversales de concreto, y la selección y ubicación del acero de refuerzo. Otros aspectos importantes en el diseño de vigas, que comprenden el refuerzo a cortante, la adherencia, el anclaje de las barras de refuerzo y los asuntos concernientes al funcionamiento (es decir, los límites en las deflexiones y el control del agrietamiento del concreto). (Nilson, 1999, p. 62)

Las vigas de concreto simple son ineficientes como elementos sometidos a flexión debido a que la resistencia a la tensión en flexión es una pequeña fracción de la resistencia a la compresión. En

consecuencia, estas vigas fallan en el lado sometido a tensión a cargas bajas mucho antes de que se desarrolle la resistencia completa del concreto en el lado de compresión. Por esta razón se colocan barras de refuerzo en el lado sometido a tensión tan cerca como sea posible del extremo de la fibra sometida a tensión, conservando en todo caso una protección adecuada del acero contra el fuego y la corrosión. (Nilson, 1999, p. 64,65)

3.4.2.2. Losas

En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal, cuyas superficies superior e inferior son paralelas o casi paralelas entre sí. Puede estar apoyada en vigas de concreto reforzado, en muros de mampostería o de concreto reforzado, en elementos de acero estructural, en forma directa en columnas o en el terreno en forma continua. (Nilson, 1999, p. 365)

Las losas se pueden apoyar solo en dos lados opuesto en caso que la acción estructural de la losa sea en una dirección; también es posible que haya vigas en los cuatro lados, de modo que se obtiene una losa en dos direcciones (v. Ilustración 3). Las losas pueden estar apoyadas directamente sobre columnas cuando son losas de entrepiso.

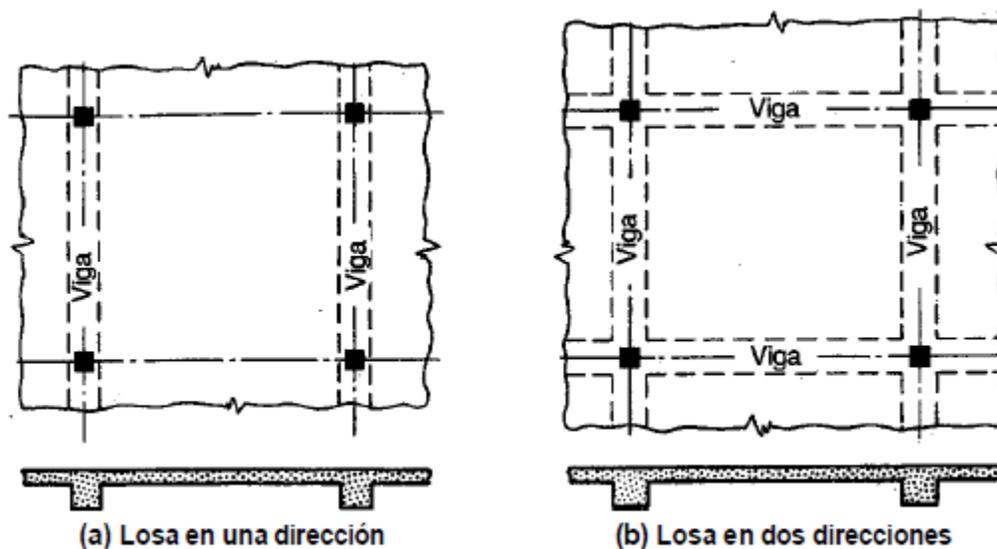


Ilustración 3. Tipos de losas estructurales

Fuente: (Nilson, 1999)

Las losas pueden ser de concreto reforzado, pretensado y postensado. El concreto reforzado es cuando solamente se utiliza acero de refuerzo como ser camas de acero con mallas, el cual es colocado antes de la colada del concreto; el concreto pretensado es aquel en que el refuerzo de acero es tensado antes de que ocurra el colado; y el concreto postensado es aquel que luego ser

colado y fraguado se somete a compresión con refuerzo como cables o barras de acero en su interior.

3.4.3. ELEMENTOS VERTICALES

3.4.3.1. Columnas

Las columnas se definen como elementos que sostienen principalmente cargas a compresión. En general, las columnas también soportan momentos flectores con respecto a uno o a los dos ejes de la sección transversal y esta acción de flexión puede producir fuerzas de tensión sobre una parte de la sección trasversal... El refuerzo principal en columnas es longitudinal, paralelo a la dirección a la carga y consta de barras dispuestas en forma de cuadrado, rectángulo o círculo. (Nilson, 1999, p. 241)

3.5. INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

La ingeniería electromecánica es una rama de la ingeniería que combina conocimientos en electrónica, mecánica, termodinámica, hidráulica, entre otros, para la aplicación en todo tipo de sistemas mecánicos; se encarga de preparar profesionales capacitados para realizar labores técnicas como diseño, instalación, supervisión y mantenimiento de sistemas que combinan partes eléctricas con mecánicas.

3.5.1. SISTEMAS HIDRÁULICOS-MECÁNICOS

Los sistemas hidráulicos son aquellos que son utilizados para controlar el flujo del fluido (como una red de tuberías para agua potable, residuales, entre otros) o para controlar la presión del mismo fluido; los sistemas hidráulicos trabajan mano a mano con los sistemas mecánicos ya que estos se encargan de transformar o transmitir el movimiento de los fluidos. Los sistemas hidráulicos se dividen en distintos sistemas.

3.5.1.1. Sistema de Agua Potable

El sistema de agua potable consta de los sistemas de tuberías para distribución de agua potable para los servicios de la residencia, incluyendo accesorios de fontanería, fregaderos y llaves para mangueras, así como de los equipos necesarios para mantener la presión de suministro del sistema (i.e. bombas, tanques hidroneumáticos, etc.). (Termo Aire, 2015, p. 1)

3.5.1.2. Sistema de Agua Potable Caliente

El sistema de agua potable caliente consta de los sistemas de tuberías para distribución de agua potable caliente recirculada (o no recirculada) para los servicios de la residencia que lo requieren, incluyendo duchas, lavatorios, fregaderos y cuartos de lavandería; así como de los equipos necesarios para mantener la recirculación y calentamiento del agua (i.e. bombas de recirculación, tanques de agua caliente, etc.). (Termo Aire, 2015, p. 3)

3.5.1.3. Sistema de Drenaje de Agua Pluvial

“El sistema de drenaje de agua pluvial consiste en el sistema de tuberías y conductos utilizados para drenar el agua de lluvia del techo de la residencia y, cuando sea necesario, de otras áreas de la edificación” (Termo Aire, 2015, p. 5).

3.5.1.4. Sistema de Aguas Negras

“El sistema de aguas negras consiste en un sistema de tubería para la recolección de las aguas negras desde los accesorios de fontanería, pilas y drenajes de piso. Incluye tubería de ventilación y conexiones a los accesorios de fontanería” (Termo Aire, 2015, p. 7).

3.5.2. SISTEMAS ELÉCTRICOS

Hoy en día la electricidad es la forma de energía más utilizada en la industria y en los hogares; esta puede ser producida en grandes cantidades, transportada a largas distancias y transformada en otros tipos de energía. Para que la electricidad pueda ser utilizada es necesario, como en cualquier otra actividad industrial, un sistema físico que permita y sustente todo el proceso desde su generación hasta su utilización y consumo final; este sistema es el sistema eléctrico.

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

SEMANA 1: DEL 16 DE JULIO AL 21 DE JULIO DEL 2018

La tercera semana de julio fue la definida para el inicio de la práctica profesional. Debido a que la práctica profesional sería realizada fuera de Honduras, se tuvieron que realizar trámites de permisos con la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), así como también firmas de convenios internacionales entre UNITEC y Grupo AIE. El día martes 17 de julio se partió hacia el país vecino Costa Rica donde al día siguiente tocaba presentarse a la práctica profesional. Llegando al sitio de encuentro previo a la visita a las oficinas principales, se conoció al Ing. Héctor Anchía, quien fue el encargado de presentar a los ingenieros y arquitectos de la empresa. Previo a la llegada a las oficinas, se visitó uno de los proyectos en ejecución de la empresa, el cual es una casa para una familia de 7 personas; dicho proyecto lleva en ejecución alrededor de 15 meses, ya que es una vivienda con un diseño arquitectónico muy detallado y con un dueño estrictamente exigente. Al llegar a Urban Plaza, lugar donde están siendo trasladadas las nuevas oficinas, se conoció al personal presente en el departamento de arquitectura e ingeniería: Ing. Claudia Magaña, Ing. Francisco Noyola, Ing. Juan Carlos López, Arq. Mauricio Vargas e Arq. Marco Delgado. Cabe mencionar que los ingenieros presentes en la empresa fueron traídos de El Salvador debido a su alto rendimiento en una empresa amiga.

El mismo día miércoles fue asignada la primera tarea dentro de la empresa la cual se trata de la realización del comparativo entre dos presupuestos. Actualmente la empresa amiga, Bambú Development Inc., ha ejecutado dos proyectos de plazas comerciales llamadas "El Encuentro" en El Salvador, específicamente en San Marcos y Lourdes. Dicho proyecto quiere ser traído a Costa Rica, e incluso, ya está en proceso la realización de los planos completos para llevar a cabo el proyecto "El Encuentro Alajuelita" y "El Encuentro Guácima". La tarea asignada se trata en realizar un presupuesto general de "El Encuentro San Marcos" y "El Encuentro Lourdes" realizando un resumen general de todas las actividades realizadas en dichos proyectos para obtener un presupuesto aproximado para el proyecto en CR. A partir de la cantidad de obra e unidad de obra de cada actividad, se quiso obtener un promedio del costo de cada una a partir de ambos

proyectos. Primero se inició con el precio total por actividad a partir de los presupuestos de ambos proyectos (v. Ilustración 4). Por ejemplo, cada actividad tiene sus propios ítems:

- ✓ Obras preliminares: Dentro de las obras preliminares se encuentran las oficinas de campo de supervisión, bodegas, laboratorios de control de calidad, servicios sanitarios provisionales, sistemas provisionales de agua potable y electricidad, señalización provisional, desmontaje y demolición de infraestructura existente, entre otros.
- ✓ Obras exteriores: Incluye topografía, terracería, muros de contención, aceras, rampas peatonales, pavimentos adoquinados, pavimentos asfálticos, conformación de taludes, construcción de cisterna, instalaciones eléctricas exteriores, instalaciones hidráulicas exteriores, entre otros.
- ✓ Edificaciones: Incluye terracería para fundaciones, concreto estructural, paredes, estructura metálica, estructura de techos, divisiones, acabados en paredes, cielos y pisos, puertas y ventanas, señalética, instalaciones hidráulicas, instalaciones eléctricas, entre otros.

La actividad continuó el día jueves 19 de julio y viernes 20 de julio. Luego de obtener el precio total de los proyectos uniendo todas las actividades con sus respectivos ítems se realizó un promedio entre ambos proyectos, para así obtener un precio promedio de una plaza comercial "El Encuentro". Ya que la finalidad es de obtener un precio para dicha plaza comercial con ubicación en Costa Rica, se le aplicó un factor de 1.25 debido a que la construcción y la situación económica en Costa Rica son más altas que en El Salvador. Se obtuvo que el precio promedio de costos indirectos para un proyecto como "El Encuentro" en CR es de aproximadamente **\$4,301,637.57** (cuatro millones trescientos un mil seiscientos treinta y siete dólares con cincuenta y siete centavos).

Debido a que las oficinas de Grupo AIE están en plena remodelación, el día sábado 21 de julio no se pudo realizar trabajo de oficina, nada más se llevó a cabo una pequeña inspección de los trabajos que se estaban realizando en la obra (Ilustración 5). Se inspeccionaron y supervisaron procesos como afinado y pintado de paredes de tabla yeso, montaje y colocación de los muebles de oficina, colocación de las luminarias con sus respectivas elevaciones, así como también, la respectiva colocación de las puertas de vidrios y las mamparas.

SEMANA 2: DEL 23 DE JULIO AL 28 DE JULIO DEL 2018

La actividad de la semana anterior fue reanudada el lunes 23 de julio con la continuación del comparativo de los proyectos de "El Encuentro". En adición al costo aproximado de un proyecto como este en Costa Rica, el Ing. Héctor Anchía solicitó el costo por unidad de construcción para cada ítem, así como también, el costo por m² de construcción. Para proceder a obtener estos costos, se obtuvieron los costos por unidad de construcción de San Marcos, así como también, los de Lourdes. Al obtener estos costos se realizó un promedio de ambos para obtener un costo aproximado de cada ítem por su respectiva unidad de construcción. Por ejemplo, se obtuvo el precio de pavimento adoquinado/m², fascias/ml, entre otros. Luego de obtener estos costos, se les aplicó el factor de Costa Rica de 1.25 y así se obtuvo un aproximado por unidad de construcción para "El Encuentro" en Costa Rica (v. Ilustración 6).

El día martes 24 de julio se concluyó la tarea del comparativo obteniendo los costos aproximados de cada ítem por m² de construcción (v. Ilustración 7). Estos costos se obtuvieron a partir de los costos totales de cada actividad y/o ítem entre el m² de construcción de cada proyecto. Por ejemplo, "El Encuentro San Marcos" tiene un área total de construcción de 15,696.29 m² y el ítem de paredes tiene un costo total de **\$320,781.39** (trescientos veinte mil setecientos ochenta y un dólares con treinta y nueve centavos); al realizar la división del costo total de paredes entre el costo total de construcción, se obtuvo que las paredes en el proyecto cuestan \$20.44/m² de construcción.

El día miércoles 25 de julio no se trabajó ya que es feriado nacional en Costa Rica por la anexión del partido de Nicoya a Costa Rica.

Los días jueves 26 de julio y viernes 27 de julio se comenzó con el presupuesto de las oficinas de Laborable en Urban Plaza. Se asignó la tarea de cálculo de cantidad de obra cada una de las actividades presentes en el proyecto como divisiones de pared, rodapiés, cielos falsos, acabados en paredes, sandblasting, entre otros. Las cantidades de obra fueron calculadas a partir de los planos AS BUILT del proyecto (v. Ilustración 8), para luego ser enviadas al Ing. Anchía para su respectiva revisión y corrección de datos. Así mismo para la revisión de precios para poder optimizar el costo del proyecto ya que el presupuesto de los dueños de Laborable no es tan alto.

El día sábado 28 de julio se realizó una visita de campo al proyecto de construcción de la vivienda del Ing. Anchía para la supervisión de la fundición de la losa con sistema mat foundation de una vivienda, así como un pequeño muro de contención en la misma propiedad de la vivienda. La losa tenía un espesor de 0.15 metros fundida con concreto de 210 kg/cm². Debido a que el nivel de piso de la vivienda se encuentra muy por debajo del nivel de calle, se necesitó una bomba telescópica para la colocación del concreto en el área de fundición (v. Ilustración 9). A lo largo de cuatro horas, incluyendo el proceso de colado, vibrado y pulido del concreto, se fundieron 49.00 m³ de concreto, siendo 43.00 m³ para la losa y 6.00 m³ para el muro de contención. Los mixers que transportaban el concreto tenían una capacidad de 7.00 m³, es decir, se necesitaron 7 mixers para la fundición de ese día. Se realizó la respectiva revisión del acero, incluyendo acero de distribución, traslapes, amarres, entre otros.

SEMANA 3: DEL 30 DE JULIO AL 4 DE AGOSTO DE 2018

El día lunes 30 de julio se continuó con la revisión del presupuesto de las oficinas de Laborable Lindora debido a que el costo del proyecto estaba muy elevado con respecto al presupuesto establecido. Luego de una reunión de discusión con respecto a ciertos elementos especificados en planos se decidieron realizar los siguientes cambios:

- Cambiar calibre de paredes de Calibre 25 a Calibre 22
- Quitar baffles acústicos
- Eliminar porcelanato en los estudios de reunión, considerando piso pulido para todo el área
- Colocar rodapié vinílico en vez de rodapié de aluminio anodizado
- Puerta metálica de emergencia NO cortafuego
- Buscar otro proveedor de ventanearía que disminuya en costo

Horas más tarde, se continuó con el proceso de comparativos entre “El Encuentro San Marcos” y “El Encuentro Lourdes”. Para esta etapa de la tarea asignada, se prosiguió a calcular el costo total del área de estacionamiento del primer nivel, para luego ser dividido entre la cantidad de parqueos en el proyecto para así obtener el costo total por parqueo. Las áreas de estacionamiento incluyen los siguientes ítems:

- Terracería incluyendo corte masivo, excavación estructural y mejoramiento de sub-rasante
- Pavimento adoquinado
- Verja metálica
- Tope para vehículos
- Pintura para topes de vehículos y líneas de delimitación de parqueos
- Rampas peatonales
- Suministro e instalación de luminaria
- Jardinería y áreas verdes
- Cordón de concreto
- Señalización y rotulación

El área de estacionamiento de El Encuentro San Marcos (v. Ilustración 39) cuenta con un área de 3539.67 m² formado por 151 parqueos, zonas de circulación y áreas verdes, mientras El Encuentro Lourdes cuenta con un área de 6611.54 m² formado por 189 parqueos (v. Ilustración 10 y 11).

El día martes 31 de julio se continuó con el cálculo del costo de estacionamiento para ambos proyectos tomando en cuenta todos los ítems mencionados anteriormente. Para la excavación se tomó 30 cms de profundidad, tomando en cuenta 20 cms de mejoramiento de sub-rasante y 10 cms de cama de arena para la colocación del adoquín. Luego de la realización de todos los cálculos respectivos y aplicando los precios de Costa Rica, se definió lo siguiente:

- Costo total de área de estacionamiento de El Encuentro San Marcos, incluyendo 37% de costos indirectos y 13% de impuestos: **\$501,976.98** (quinientos un mil novecientos setenta y seis dólares con noventa y ocho centavos)
- Costo por parqueo de El Encuentro San Marcos: **\$3,324.35** (tres mil trescientos veinticuatro dólares con treinta y cinco centavos)
- Costo total de área de estacionamiento de El Encuentro Lourdes, incluyendo 37% de costos indirectos y 13% de impuestos: **\$819,842.21** (ochocientos diecinueve mil ochocientos cuarenta y dos dólares con veinte y un centavos)
- Costo por parqueo de El Encuentro Lourdes: **\$4,337.79** (cuatro mil trescientos treinta y siete dólares con setenta y nueve centavos)

El día miércoles 1 de agosto se comenzó con el cálculo del costo total del supermercado de El Encuentro San Marcos (v. Ilustración 40), sin tomar en cuenta la zona de carga y área de apoyo (v. Ilustración 12). Para el cálculo del costo total del supermercado se tomaron en cuenta los siguientes ítems:

- Terracería estructural → excavación en fundaciones y compactación en fundaciones con material del lugar y con suelo cemento
- Concreto estructural en fundaciones → zapata, zapata corrida, solera de fundación y tensores
- Concreto estructural en elementos verticales → pedestal, nervio y contrafuerte
- Concreto estructural en elementos horizontales → solera de corona
- Paredes de bloque de 20x40x20 cms y 15x40x20 cms
- Estructura de techos y terraza → columnas metálicas, polines y elementos metálicos
- Rigizadores de culata
- Uniones y anclajes
- Cubiertas de techo → cubierta de lámina termoacústica insulada Calibre 24, canal para aguas lluvias y capote cumbre en lamina
- Divisiones de DUROCK y DURALUM
- Piso de concreto
- Acabados en paredes → repello en superficies verticales, bloque sisado y acabado de material al natural, y pintura industrial para elementos metálicos

El área total del supermercado es de 1648 m². La dimensión de la zapata presente en la fundación del supermercado es de 2.0x2.30x0.40 mts, y las dimensiones de los pedestales varían entre 0.60 y 0.40 metros con alturas de alrededor de 1.35-6.0 mts. Los nervios son colocados normalmente en las esquinas, así como los contrafuertes son colocados en el perímetro del área de supermercado. Los elementos horizontales de la estructura del supermercado son todos metálicos, incluyendo el techo cuya estructura está formada por vigas y polines.

El día jueves 2 de agosto no se trabajó ya que es feriado nacional en Costa Rica porque se celebra el día de la patrona de CR, la Virgen de los Ángeles. Cabe mencionar que se hizo una visita rápida a la construcción de la vivienda del Ing. Anchía en la cual se estaba trabajando en el armado de las paredes (v. Ilustración 13), el cual constaba de refuerzo vertical a cada 15cms. Las paredes

serán de concreto, fundidas con encofrados prefabricados metálicos con una altura de tres metros desde el nivel de piso. Las paredes iban a ser fundidas el día siguiente.

El día viernes 3 de agosto se acompañó a la Ing. Magaña a la inspección de la remodelación de unos pisos del Centro Corporativo EBC, cabe destacar que este proyecto cuenta con membrana TPO en losa. Durante la visita se estaba trabajando en los pisos 5 y 7; en el piso 7 se estaba trabajando principalmente en la colocación de las estructuras de tabla yeso, ya sea para cielo falso o para divisiones (v. Ilustración 14). Al regresar a las oficinas, se realizó una reunión para la revisión de los costos obtenidos de estacionamiento de El Encuentro San Marcos y Lourdes, y del supermercado de El Encuentro San Marcos. Al finalizar la reunión, se aceptó el trabajo presentado, pero se acordó agregar al costo de estacionamiento el sistema de aguas pluviales presente en el parqueo, como ser tragantes, pozos de aguas lluvias, entre otros.

SEMANA 4: DEL 6 DE AGOSTO AL 11 DE AGOSTO DEL 2018

Continuando con lo acordado en la reunión del viernes 3 de agosto, se obtuvieron las cantidades de obra de los elementos presente en el sistema de aguas lluvia del estacionamiento. Agregando estos costos, los totales por parqueo fueron los siguientes:

- Costo total de área de estacionamiento de El Encuentro San Marcos, incluyendo 37% de costos indirectos y 13% de impuestos: **\$579,476.75** (quinientos setenta y nueve mil cuatrocientos setenta y seis dólares con setenta y cinco centavos)
- Costo por parqueo de El Encuentro San Marcos: **\$3,837.59** (tres mil ochocientos treinta y siete dólares con cincuenta y nueve centavos)
- Costo total de área de estacionamiento de El Encuentro Lourdes, incluyendo 37% de costos indirectos y 13% de impuestos: **\$911,099.49** (novecientos once mil noventa y nueve dólares con cuarenta y nueve centavos)
- Costo por parqueo de El Encuentro Lourdes: **\$4,820.63** (cuatro mil ochocientos veinte dólares con sesenta y tres centavos)

Luego de finalizada la actividad de cálculo de parqueo, se continuo con el cálculo de costo del supermercado de San Marcos los días lunes 6 y martes 7. Se obtuvieron cantidades de obra como:

- 340.56 m³ de excavación en fundaciones

- 196.36 m³ de compactación en fundaciones con material del lugar
- 59.15 m³ de compactación en fundaciones con suelo cemento
- 12.88 m³ de zapata Z-4 (2.0x2.30x0.4m)
- 188.16 m² de pared de bloque de 20x40x20cms
- 323.24 m² de pared de bloque de 15x40x20cms
- 78.60 ml de columna metálica CM1
- 1355.35 ml de polín P-1 (polines "C" de 6"x2" chapa 14)
- 1635.05 m² de cubierta de lámina
- 552.37 m² de cerramiento de DUROCK
- 1648.00 m² de piso de concreto

Cabe mencionar que la estructura del supermercado cuenta con cerramiento de DUROCK y DURAM para aumentar la altura de este; cuenta con entre 4-6 metros de pared de bloque y 5.90-7.90 metros de DUROCK o DURAM. Este sistema fue realizado para optimizar el costo del proyecto. El techo está cubierto completamente con lámina termo acústica insulada de aluminiozinc Cal 24 con pendiente de 15%, contando con un canal de lámina galvanizada en las orillas y cumbrera. Los acabados en paredes serán con mortero cemento-arena, bloque sisado con acabado de material al natural y pintura corrosiva en elementos metálicos presentes en la estructura. La tabla 2 muestra el costo total del supermercado:

Tabla 2. Costo Total Supermercado San Marcos

Costo Total Supermercado San Marcos	
Rubro	Costo Total
Terracería Menor	\$3,459.02
Concreto Estructural en Fundaciones	\$11,615.07
Concreto Estructural en Elementos Verticales	\$35,229.36
Concreto Estructural en Elementos Horizontales	\$4,297.36
Paredes	\$19,944.84
Estructura de Techos y Terraza	\$61,483.48
Elementos Metálicos Secundarios	\$9,246.00
Uniones y Anclajes	\$18,739.20
Cubiertas de Techo	\$25,363.78
Divisiones	\$27,161.71
Acabados en Pisos	\$54,697.12
Acabados en Paredes	\$7,475.08

Continuación Tabla #2

Rubro	Costo Total
Costo Directo Supermercado	\$278,712.02
Costo Indirecto (37%)	\$103,123.45
IVA (13%)	\$49,638.61
Total Costo Supermercado	\$431,474.08
Área Total	1648
Costo/m ²	\$261.82

Fuente: (Propia, 2018)

El costo total del supermercado es de **\$431,474.08** (cuatrocientos treinta y un mil cuatrocientos setenta y cuatro dólares con ocho centavos) creando un costo por m² de **\$261.82** (doscientos sesenta y un dólares con ochenta y dos centavos).

Los días jueves 9 y viernes 10 se realizó la actividad del comparativo de costo de tres locales comerciales con sus respectivos pasillos. Los locales para El Encuentro San Marcos fueron los locales L20, L21 y L22 (v. Ilustración 15), ubicados entre los ejes O-R y ejes 3-7; el local L20 es de 80.12 m², y los locales L21 y L22 son de 80.14 m². Los locales para El Encuentro Lourdes fueron los locales L2, L3 y L4 (v. Ilustración 16), ubicados entre los ejes BB-BE y ejes B1-B2; el local L2 es de 75.02 m², el L3 es de 75.67 m² y el L4 es de 76.28 m². Para el cálculo del costo total de locales y pasillos se tomaron en cuenta los siguientes ítems:

- Terracería estructural → excavación en fundaciones y compactación en fundaciones con material del lugar y con suelo cemento
- Concreto estructural en fundaciones → zapata, solera de fundación y tensores
- Concreto estructural en elementos verticales → columna, pedestal y nervio
- Concreto estructural en elementos horizontales → viga, solera de corona, canal de concreto y losa densa
- Paredes de bloque de 20x40x20 cms y 15x40x20 cms
- Estructura metálica → armadura metálica, viga, polines, cable tensor de varilla, elemento metálico y fascia de Durock
- Cubiertas de techo → cubierta de lámina insulada tipo ecopanel con aislamiento de poliuretano y botaguas para aguas lluvias

- Impermeabilización de losa densa
- Divisiones en sanitario de doble forro de tablayeso o panel de Densglass
- Lamina de tabla yeso verde en cielos de pasillos
- Instalaciones hidráulicas

Las dimensiones de las zapatas presentes en los proyectos eran de 2.00x1.75x0.50 metros y 2.10x1.8x0.50 metros. Las dimensiones de las columnas varían entre 0.30x0.40 metros y 0.40x0.70 metros, teniendo una altura entre 3.55-4.00m. La losa densa LD-15 cuenta con un espesor de 15cm. La estructura metálica del local está formada por una armadura metálica que cuenta con polines y vigas metálicas.

Cabe mencionar algunas diferencias entre ambos proyectos para el presente cálculo:

- Lourdes cuenta con columnas de bloque, mientras las de San Marcos son solo de concreto
- El canal para aguas lluvias en San Marcos esta antes de la cubierta de techo de los pasillos, es decir, por debajo de la fascia, mientras que el de Lourdes se encuentra al final de la cubierta de techos del pasillo, en otras palabras, en el contorno de esta
- San Marcos cuenta con cables tensores (v. Ilustración 17)
- Lourdes cuenta con perfiles metálicos como columnas y vigas en el área de pasillos

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos a partir de la realización del comparativo:

Tabla 3. Costo Total Locales y Pasillos

Costo Total Locales y Pasillos		
Costo	San Marcos	Lourdes
Costo Directo Locales y Pasillos	\$74,131.29	\$104,421.25
Costo Indirecto (37%)	\$27,428.58	\$38,635.86
IVA (13%)	\$13,202.78	\$18,597.43
Total Costos Locales y Pasillos	\$114,762.65	\$161,654.54
Total Locales	3	3
Costo por m ²	\$477.38	\$712.23
Costo por Local	\$38,254.22	\$53,884.85

Fuente: (Propia, 2018)

La diferencia entre ambos proyectos con respecto a locales y pasillos es de **\$46,891.99** (cuarenta y seis mil ochocientos noventa y un mil dólares con noventa y nueve centavos).

SEMANA 5: DEL 13 DE AGOSTO AL 18 DE AGOSTO DEL 2018

Con intenciones de mejorar el conocimiento en todas las áreas de la ingeniería civil, Grupo AIE decidió que se realizara una práctica intensiva en las oficinas de BA Ingeniería en Zapote, San José. B.A. Ingeniería es una firma consultora en ingeniería estructural y sismo resistente, fundada por el Ing. Bernardo Sauter Cardona, presidente de la firma, el 9 de octubre del 2009. La empresa brinda los servicios de análisis, diseño e inspección de edificios residenciales, comerciales y de oficinas, así como hoteles, residencias, hospitales, centros comerciales, entre otros. Además, B.A. Ingeniería realiza reestructuraciones y adecuaciones sísmicas, estudios de vulnerabilidad sísmica, y consultorías generales en ingeniería estructural y sismo resistente; y cuenta con un equipo de profesionales de amplia experiencia y calidad humana que han diseñado más de 1,400,000 m² de construcción.

El ingeniero a cargo de la asignación de las tareas durante las dos presentes semanas es el Ing. Manuel Ugarte, quien lleva muchos años de experiencia ya trabajando en el diseño estructural. Actualmente se está trabajando en el diseño de la "Ampliación Obra Gris de Locales Comerciales, Oficinas y Residencias Escazu Village Etapa 2"; este edificio cuenta con 60.70 metros de altura, siendo dividido en 16 niveles, los cuales cuatro son sótanos, uno de lobby y 11 de oficinas.

Para la realización del diseño estructural de un edificio, primero se debe realizar un pre dimensionamiento de todos los elementos estructurales que se cree serán eficientes en la obra; este se realiza de acuerdo a la experiencia a través de los años de los ingenieros de BA quienes ya manejan un debido criterio de acuerdo al proyecto que se esté ejecutando. La asignación para los días lunes 13 y martes 14 fue realizar la revisión de cada una de las columnas presentes en el proyecto, siendo más de 4 columnas por nivel. La asignación se basó en revisar que cada una de las columnas, con el pre dimensionamiento debido, cumpliera y no sobrepasara el cortante último del elemento. La Tabla 4 muestra las especificaciones técnicas de las columnas presentes en el proyecto en Escazú Village.

Tabla 4. Especificaciones Columnas Escazú Village Etapa 2

Columnas Escazú Village Etapa 2				
Elemento	Largo (cm)	Ancho (cm)	F'c (kg/cm ²)	Acero
C1	140	65	420	12#9
C2	140	65	420	12#9
C3	105	60	350	9#9
C4	130	85	420	18#9
C5	120	65	350	10#9
C6	100	65	420	10#9
C7	105	60	350	9#9

Fuente: (Propia, 2018)

Se puede observar que el largo de las columnas varía entre 100-140 cms, el ancho entre 60-85 cms y la resistencia del concreto entre 350-420 kg/cm². Todas las columnas presentes en el proyecto cumplían con el cortante último, es decir, que el pre dimensionamiento quedo establecido como las dimensiones a ejecutar en el proyecto.

El día miércoles 15 de agosto no se trabajó ya que es feriado nacional en Costa Rica porque se celebra el día de la madre.

Los días jueves 16 y viernes 17 se continuó con la revisión de los elementos estructurales presentes en el proyecto de Escazú Village, siendo en este caso las vigas presentes en el proyecto; estas cuentan con longitudes variables entre 6-9 mts de luz, peraltes entre 50-80 cms y anchos entre 30-50 cms. Cabe mencionar que las columnas con mayor refuerzo de acero y mayores dimensiones se encuentran en los sótanos y el nivel cinco, ya que a partir de este nivel las cargas sobre cada piso comienzan a disminuir, dejando como resultado la apertura a disminuir las dimensiones de las vigas. Mientras se realizaba la revisión, se encontró que algunas vigas tenían más acero del necesario pero ya que cada sección de viga debe ser general para el proyecto se mantenían como estaban; a algunas vigas si fue necesario aumentar la cantidad de bastón en la parte inferior ya que no aguantaba el momento máximo presente en la viga.

También cabe mencionar que a partir del nivel ocho (ST08-N500) se cambió la resistencia del concreto de 280 kg/cm² a 350kg/cm², ya que se necesitaba más refuerzo a cortante y momento, entonces en vez de agregar más bastones o aumentar el acero en canastas, se decidió aumentar la resistencia (f'c); a las vigas también se les realizó revisión de cortante por capacidad.

SEMANA 6: DEL 20 DE AGOSTO AL 25 DE AGOSTO DEL 2018

El lunes 20 y martes 21 se concluyó con la revisión de las vigas de Escazú Village, y se le mostro los planos modificados de vigas y columnas al Ing. Manuel Ugarte, quien luego de ver la revisión, pasaría las correcciones al departamento de dibujo para así preparar los planos para la próxima entrega de avance del proyecto; se le explico detalladamente al dibujante encargado del proyecto de Escazú Village los cambios realizados en los planos.

El miércoles 22 se trabajó junto al Ing. Fabio en el diseño de los muros de retención de Torre Alma, proyecto ubicado en Bello Horizonte, Escazú que contara con siete pisos de altura incluyendo casa club, rooftop en el 7mo piso, yoga estudio, área de spa, área de juegos para niños, gimnasio y piscina semi olímpica; cabe mencionar que estos muros serán colocados entre el edificio de apartamentos y la casa club.

El suelo que empuja al muro es una arcilla expansiva, el muro tiene una longitud de 80 mts., y la altura de la pared es de 10.6 mts. A partir de macros de cálculo de Excel de la empresa, se definió 3.94 T/m (esta carga ya lleva carga viva, muerta y sísmica) como reacción neta en el muro, generando un momento de 55.33 T-m, equivalente a 4356.69 k-pulg. A partir de macro, se definió que el acero en la zapata del muro será doble malla #3@.250 mts a lo largo de los 80 mts de longitud. Para definir el acero de refuerzo, se utilizó la Ecuación 1:

$$\phi M_n = \rho * f_y * b * d^2 (1 - 0.59 \frac{\rho * f_y}{f'_c})$$

Ecuación 1. Momento último

Fuente: (Nilson, 1999)

A partir de la ecuación de momento último, se encontró la cuantía de acero, ρ , para determinar el área de acero necesaria para un tramo de diseño de 1 mts. de altura y 0.50 mts de ancho. Los valores reemplazas en la formula fueron 4356.69 k-pulg, 0.9 de ϕ , 60 ksi de f_y , 19.69 pulg de ancho (50 cms), 39.37 pulg de altura (1 mts), 5 pulg de recubrimiento inferior, 37.37 pulg de altura efectiva (0.95 m), y 4 ksi de f'_c . Se obtuvo una cuantía de acero de 0.003, y una área de acero de 2.207 pulg²; se utilizó barra #8 para refuerzo, obteniendo 3#8 por cada metro de altura.

El jueves 23 se trabajó en el diseño de un techo sobre puente peatonal del proyecto de Oficinas de Proyectos y Planificación Industrial de COSEVI; el techo cuenta con un ancho de 2.5 mts, largo de 6 mts y una pendiente del 2%. Se utilizó carga muerta de 380 kg/m y carga viva de 200 kg/m para poder ingresar las cargas al modelo de SAP 2000 (v. Ilustración 18); cabe mencionar que una viga de soporte de la pérgola está apoyada en una columna de concreto del edificio y un extremo de la pérgola termina apoyada en una viga de concreto. Luego de realizar el análisis y colocar distintos perfiles metálicos se pudo definir lo siguiente: largueros 50x50x2.4 MM @1000mm, 50x100x3.2 MM para vigas principales, y 50x150x2.4 MM para viga de soporte; todos los perfiles son de acero A33.

Así mismo se diseñó la placa de la columna donde está apoyada la viga de concreto en la cual se apoya la pérgola. Por medio de macros de Excel se pudo definir el uso de lastre compactado al 95% proctor de 1400x1400 mm con espesor de 300mm, y una placa de 1100x1100 con espesor de 150 mm. El elemento será reforzado con una doble malla de #3@250mm con un desplante de 5000 mm.

El viernes 24 se realizó una visita de inspección con el Ing. Alejandro al edificio de condominios URBN Escalante (v. Ilustración 19); el edificio contara con dos pisos de sótanos y con 29 pisos sobre el nivel 0+000, siendo del 1-6 parqueos, del 7-28 apartamentos y el 29 será un restaurante con área social. La altura de piso a piso es de 3.00 mts y los sótanos son de 2.80 mts de altura. La inspección consto de la revisión del acero de muros, columnas y vigas de nivel 0+67.0 mts (nivel 23) y de las varillas del postensado para la losa (v. Ilustración 20); cabe mencionar que la losa se postensa al alcanzar 280 kg/cm^2 ya que así se asegura que no halla falla local en los anclajes. También se revisó la correcta colocación del acero diagonal para disminuir grietas en muros (v. Ilustración 21) y que se hayan dejado las llaves de cortante (v. Ilustración 22).

SEMANA 7: DEL 27 DE AGOSTO AL 1 DE SEPTIEMBRE DEL 2018

El lunes 27 se trabajó en la remodelación de uno de los apartamentos de la torre de condominios AltaVista en Heredia. Los dueños del edificio querían colocar pérgolas en el último piso de la torre, a una aproximadamente de 22 mts. La pérgola sería de 6.8 mts de largo, con 4.85 mts en voladizo y 1.95 mts que caían dentro de la losa, y un ancho de 8.20 mts. Se comenzó con el modelaje de

la pérgola en SAP 2000, colocando las coordenadas y la ubicación de los apoyos, largueros, vigas y vigas de soporte con su respectiva pendiente de 10% (v. Ilustración 23). Luego de tener el modelo hecho, se comenzó con la colocación de cargas utilizando 15 kg/m de muerta, 40 kg/m de viva y 127.2 kg/m de viento. A través de la página web de METALCO, empresa productora de aceros en Costa Rica, se fueron revisando los pesos de distintos perfiles de acero. Primeramente se fue probando el modelo con tubos estructurales de 100x100x3.2 MM, los cuales no cumplían luego de correr el análisis del SAP, es decir, se necesitaban tubos de mayor altura o mayor espesor. EL cliente no quería tubos muy altos, y por ello, se comenzó a modelar con perfiles W10x19 los cuales si cumplían. Para la viga de soporte y las columnas de anclaje a losa se utilizaron perfiles de 150x150x6.4 MM acero A33.

El martes 28 se realizó una visita de inspección con el Ing. Keylor Sandí a la plaza comercial Amará Escazú ubicada contiguo a Distrito 4 en San Rafael, Escazú. El proyecto contara con 10,000 m² de construcción distribuido en locales comerciales desde 65 m² (v. Ilustración 24). Actualmente, el proyecto se encuentra en la construcción de muros de contención, sótanos y planta de tratamiento (v. Ilustración 25). Durante el recorrido de inspección, se verifico las dimensiones de los muros (v. Ilustración 26), así como también los espaciamientos entre refuerzos de acero. El sistema de entrepiso a utilizar en Amará es el de vigueta-bovedilla (v. Ilustración 27); a este se le reviso las dimensiones y los recubrimientos que habían entre viguetas y vigas principales. Hubo una de las vigas principales que no cumplía con el recubrimiento mínimo de 5.00 cms, así que se solicitó el arreglo de este y se dio la recomendación de disminuir un poco el largo del prefabricado de entrepiso para lograr cumplir con el recubrimiento. Cabe mencionar que el suelo del terreno tiene una capacidad portante de alrededor de 50 T/m², cuando usualmente el suelo en San José, Costa Rica tiene una capacidad portante de 12 T/m².

El miércoles 29 se regresó a las oficinas de AIE para finalizar los análisis de costos planteados al inicio de la práctica profesional. Ya que ya se había realizado el cálculo del supermercado de San Marcos, se continuó con el de Lourdes; se consideraron los mismos ítems que San Marcos, a excepción de uniones y anclajes. Se obtuvieron cantidades de obra como:

- 234.08 m³ de excavación en fundaciones
- 157.72 m³ de compactación en fundaciones con material del lugar

- 666.06 ml de pilote P, Ø=30 cms
- 31.50 m³ de zapata Z-1 (2.0x2.50x0.5m)
- 15.75 m³ de viga de fundación VF-1 (0.30x0.45m)
- 1105.97 m² de pared de bloque de 20x40x20cms
- 213.00 ml de viga metálica AM-2
- 1513.00 ml de polín P-1 (2 polines "C" de 8"x2" chapa 14)
- 1662.68 m² de cubierta de lámina
- 1644.59 m² de piso de concreto

Cabe mencionar que la estructura del supermercado de Lourdes, a diferencia de San Marcos que utiliza DURALUM para aumentar altura, es completamente de bloque de 20x40x20 cms generando alturas de 6.00-6.80 mts; solo se utiliza DUROCK para la fascia. El techo está cubierto completamente con lámina multiestrato con aislamiento integral COVERRIB 850 con pendiente de 15%, contando con un canal de lámina galvanizada en las orillas, cumbrera y botaguas. Los acabados en paredes serán con mortero cemento-arena, bloque sisado con acabado de material al natural y pintura corrosiva en elementos metálicos presentes en la estructura. La Tabla 5 muestra el costo total del supermercado:

Tabla 5. Costo Total Supermercado Lourdes

Costo Total Supermercado Lourdes	
Rubro	Costo Total
Terracería Menor	\$2,894.18
Concreto Estructural en Fundaciones	\$72,200.72
Concreto Estructural en Elementos Verticales	\$53,528.39
Concreto Estructural en Elementos Horizontales	\$50,931.92
Paredes	\$81,700.22
Estructura de Techos y Terraza	\$207,660.05
Elementos Metálicos Secundarios	\$46,813.72
Cubiertas de Techo	\$59,534.08
Acabados en Pisos	\$69,862.18
Acabados en Paredes	\$12,183.37
Costo Directo Supermercado	\$657,308.82
Costo Indirecto (37%)	\$243,204.26
IVA (13%)	\$117,066.70

Continuación Tabla #5

Rubro	Costo Total
Total Costo Supermercado	\$1,017,579.79
Área Total	1717.6
Costo/m ²	\$592.44

Fuente: (Propia, 2018)

El costo total del supermercado es de **\$1,017,579.79** (un millón diecisiete mil quinientos setenta y nueve dólares con setenta y nueve centavos) creando un costo por m² de **\$592.44** (quinientos noventa y dos dólares con cuarenta y cuatro centavos).

La Tabla 6 muestra los resultados obtenidos a partir de la realización del comparativo de obra gris de ambas plazas comerciales:

Tabla 6. Costo Total Supermercado

Costo Total Supermercado		
Rubro	San Marcos	Lourdes
Terracería Menor	\$3,663.36	\$2,894.18
Concreto Estructural en Fundaciones	\$87,291.53	\$72,200.72
Concreto Estructural en Elementos Verticales	\$35,229.36	\$53,528.39
Concreto Estructural en Elementos Horizontales	\$4,297.36	\$50,931.92
Paredes	\$46,615.98	\$81,700.22
Estructura de Techos y Terraza	\$122,968.69	\$207,660.05
Elementos Metálicos Secundarios	\$9,246.00	\$46,813.72
Cubiertas de Techo	\$25,749.20	\$59,534.08
Divisiones	\$27,161.71	-
Acabados en Pisos	\$54,697.12	\$69,862.18
Acabados en Paredes	\$7,808.21	\$12,183.37
Total Costo Directo Supermercado	\$424,728.51	\$657,308.82
Área Total	1648	1717.6
Costo/m ²	\$257.72	\$382.69

Fuente: (Propia, 2018)

La diferencia entre ambos proyectos con respecto a locales y pasillos es de **\$232,580.31** (doscientos treinta y dos mil quinientos ochenta dólares con treinta y un centavos). Cabe mencionar que en este comparativo, se agregó a El Encuentro San Marcos los muros de contención presentes en sus fundaciones, así como también los pilotes, por ello el costo aumento.

El jueves 30 se realizó una vista al terreno de El Encuentro Alajuelita junto con la Ing. Claudia Magaña para inspeccionar las pruebas de suelo que se estaban realizando en el sitio. Durante la inspección, el equipo técnico realizó una prueba SPT con una máquina perforadora CPT-233 (v. Ilustración 28) y se llegó a una profundidad de 9.80 mts. La tecnología de la máquina CPT-233 es tan avanzada que durante se está realizando el proceso de penetración, datos reales se va generando en un programa a través de un computadora conectada a la máquina.

El viernes 31 se realizó la actividad del comparativo de costo de divisiones de locales. Los locales para El Encuentro San Marcos fueron los locales L14, L15 y L16, ubicados entre los ejes J-M y ejes 3-7; los locales tienen un área de 70.58 m². Los locales para El Encuentro Lourdes fueron los locales L6, L7 y L8, ubicados entre los ejes C1-B2 y ejes BF-BI; el local L6 es de 75.27 m², el L7 es de 75.14 m² y el L8 es de 75.60 m². Para el cálculo del costo total de divisiones se tomaron en cuenta los siguientes ítems:

- Terracería estructural → excavación en fundaciones y compactación en fundaciones con material del lugar y con suelo cemento
- Concreto estructural en fundaciones → zapata, solera de fundación y tensores
- Concreto estructural en elementos verticales → columna y nervio
- Divisiones de paredes de bloque de 15x40x20 cms
- Divisiones de tabla roca reforzada con plywood
- Losa de concreto para recibir piso
- Divisiones en sanitario de doble forro de tablayeso o panel de Densglass

La diferencia más importante, y por la cual se realizó este análisis, es el material de división de los locales. El Encuentro San Marcos tiene divisiones de locales de paredes de tabla roca reforzadas con plywood, mientras que El Encuentro Lourdes tiene divisiones de locales de bloques de concreto de 15x20x40 cms.

El costo total de obra gris para divisiones de San Marcos fue de **\$27,629.33** (veintisiete mil seiscientos veintinueve dólares con treinta y tres centavos), y para Lourdes fue **\$40,150.85** (cuarenta mil ciento cincuenta dólares con ochenta y cinco centavos). La diferencia entre ambas

es **\$12,521.52** (doce mil quinientos veintiún dólares con cincuenta y dos centavos), es decir que, para optimizar costos, las divisiones de pared liviana son las recomendadas.

Como entrega final para el análisis de costo, la Tabla 7 muestra un resumen de los análisis realizados junto con cada uno de los costos calculados y la diferencia monetaria entre ambas plazas comerciales:

Tabla 7. Resumen Análisis de Costos

Resumen Análisis				
Análisis	San Marcos	Lourdes	% Diferencia	Diferencia (\$)
Costo OG proyecto (sin IVA)	\$3,921,108.10	\$2,961,512.00	13.94%	\$959,596.10
m ² de construcción	\$15,696.29	\$16,487.46	-	-
Costo por m ² de construcción	\$249.81	\$179.62	16.34%	\$70.19
Costo OG divisiones (3 locales)	\$27,629.33	\$40,150.85	18.47%	\$12,521.52
Costo OG supermercado	\$424,728.53	\$657,308.83	21.49%	\$232,580.30
Costo OG estacionamiento primer nivel	\$374,314.81	\$588,527.55	22.25%	\$214,212.74
Costo OG locales y pasillos (3 locales)	\$74,131.29	\$104,421.25	16.96%	\$30,289.96

Fuente: (Propia, 2018)

SEMANA 8: DEL 3 DE SEPTIEMBRE AL 8 DE SEPTIEMBRE DE 2018

Con intenciones de continuar con la mejora de conocimiento en todas las áreas de la ingeniería civil, Grupo AIE decidió que se realizara también una práctica intensiva en las oficinas de Termo Aire en San José, San José. La empresa Termo Aire, constituida en 1990, ofrece una combinación única de experiencia técnica y práctica en diversos campos de la ingeniería con un vasto conocimiento de los estándares nacionales e internacionales en América Latina y El Caribe.

Actualmente ofrece una amplia gama de servicios de consultorías en áreas de la ingeniería entre las que figuran la ingeniería electromecánica, aire acondicionado (HVAC), LEED commissioning e incendio (Fire Protection) y los servicios de diseño de infraestructura para aguas negras, pluviales y potables. A lo largo de 25 años se han entregado miles de proyectos, diseñado millones de metros cuadrados y adquirido una sólida experiencia en una gran cantidad de sectores entre los que figuran hospitalidad, comercial, industrial y dispositivos médicos, y de diagnóstico así como data centers.

La primera semana en Termo Aire consto en adquirir más conocimiento en el área de servicios de diseño de infraestructura para aguas negras, pluviales, potables y sistema de extracción; el ingeniero a cargo fue el Ing. Francisco Gamboa.

Los días lunes 3 y martes 4 se enfocaron en la rama de agua potable. La normativa de diseño utilizada en Costa Rica es el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones escrito por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA). El código brinda ciertos criterios sobre algunos temas para el diseño del sistema de agua potable como:

- Dotaciones de agua potable
- Piezas sanitarias
- Numero requerido de piezas sanitarias
- Especificaciones de las piezas sanitarias
- Especificaciones de los cuartos de baño
- Requisitos constructivos en instalaciones de agua potable
- Tanques de almacenamiento
- Equipos de bombeo
- Equipos hidroneumáticos

El Ing. Gamboa explico varios puntos importantes sobre el diseño de agua potable como:

- La velocidad mínima requerida es 0.6 m/s, mientras que la máxima es 2.0 m/s.
- Las bombas hidroneumáticas son muy utilizadas en la actualidad ya que estas generan una presión adecuada en las salidas de agua para las actividades que se realizan en cocina, servicio de baño, en el ámbito industrial y comercial, entre otros; también su operación es silenciosa. Una de las mejores marcas de bombas en el mercado internacional son las bombas Grundfos. Cabe mencionar que estas bombas se regulan después de su uso.
- Las bombas colocadas en paralelo aumentan el caudal, mientras que las colocadas en serie aumentan la presión.
- Deben colocarse reguladores de presión en las tuberías cuando la presión excede 80 psi.
- La Net Positive Suction Head (NPSH) es un parámetro importante en el diseño de un circuito de bombeo que ayuda a conocer la cercanía de la instalación a la cavitación. Si la presión en

algún punto del circuito es menor que la presión de vapor del líquido, este entrará en cavitación. La cavitación puede impedir la circulación del flujo en una tubería y causar daños en el sistema de agua potable.

Para entender bien el funcionamiento del sistema de bombeo de agua potable, se comenzó con el diseño del sistema de bombeo para la remodelación del Liceo Francés, ubicado en Panamá. El caudal a utilizar para la bomba es obtenido por medio de la suma de cada una de las salidas de agua potable y multiplicando el resultado de esta suma por las fixture units (FU) correspondientes al artefacto sanitario (v. Ilustración 29); las FU son obtenidas a partir del Código Internacional de Plomería (IPC).

La contabilidad de los artefactos se realizó a partir de las plantas típicas del Liceo Francés (v. Ilustración 30), el cual cuenta con tres pisos y una altura total de nueve metros, y 10.42 metros hasta excavaciones. El proyecto cuenta en total con 95 servicios sanitarios con válvula de fluxómetro (10 FU), 93 lavamanos (2 FU), ocho piletas (3 FU) y 20 duchas con válvula mixta (4 FU); la demanda total fue de 1240 FU, general un caudal para fluxómetro de 15.19 l/s, equivalente a 240.80 gpm. A partir de la demanda de agua total, se pudo definir la cantidad de bombas a utilizar. Se definieron tres bombas que soportarían cada una 80 gpm del caudal que requiere el proyecto en total, soportando cada una 78 psi; a partir de las fichas técnicas de las bombas Grundfos se definió el uso de la bomba CR15-4, la cual cuenta con 7.5HP.

Para el Liceo Francés, también se diseñó el tanque de captación de agua potable para el proyecto; este se diseñó a partir del documento de Diseño del Sistema de Suministro de Agua Potable de Panamá, el cual indica el grado de consumo para locales educativos en gal/día (v. Ilustración 31). El volumen/día para la cisterna de agua potable es obtenido a partir de la cantidad de personas que se espera habiten diariamente el edificio. Para alumnos se utiliza una dotación de 10 l/día, siendo un total de 900 alumnos, y para los maestros una dotación de 15 l/día, con un total de 43 maestros; a partir de estos datos numéricos, se obtuvo que el tanque de captación debe ser de **13,807 m³**. Debido a que el objetivo de una cisterna es el de almacenar agua para el proyecto por alguna emergencia, se utiliza un tiempo de reserva de dos días para este proyecto, generando un tanque de captación de **27,613 m³**.

El miércoles 5 se realizó una visita a la casa de máquinas de Urban Plaza (v. Ilustración 32), ubicado en Santa Ana, San José, la cual fue completamente diseñada por el equipo técnico de Termo Aire. La casa de máquinas cuenta con 3 bombas Grundfos, cada una de 80 psi, las cuales se mantienen en operación constante para los artefactos sanitarios de la plaza. Cabe mencionar que solo se mantiene encendida una de las bombas debido a la demanda del proyecto, pero en el momento la demanda aumente, las demás bombas se activarán. Cada bomba está conectada a través de tubería de hierro dúctil de 4" a la cisterna del edificio.

A parte del agua potable, existe el área de aguas pluviales; las aguas de lluvia provenientes de techos, azoteas y áreas pavimentadas o impermeables de las edificaciones deberán conducirse a los sistemas públicos de recolección de aguas de lluvia utilizando un sistema de recolección independiente. Deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- Los bajantes son definidos a partir de la intensidad de la lluvia, coeficiente de escorrentía y el área de techo
- El código del CFIA indica utilizar 265mm/hr como intensidad mínima de lluvia para criterio de diseño.
- Usualmente, los canales de aguas lluvias son hechos con lámina galvanizada y colocados en el perímetro del área, pero cuando el cliente pide que estos sean más escondidos, los canales pueden ser de concreto y colocados sobre la pared.
- Los colectores de agua lluvia no deben estar conectados con tubería menor a 3".
- Debe obtenerse la autorización de parte de la municipalidad para encausar las aguas pluviales de una propiedad hacia un cuerpo receptor, es decir, el desfogue pluvial.

Cabe mencionar que en la actualidad se está utilizando el sistema de drenaje pluvial Akasison para evacuación de aguas lluvias en techo; dicho sistema es utilizado en edificios de grandes alturas. Este sistema funciona con presión negativa, la tubería se llena en un 100% y disminuye considerablemente los bajantes.

El jueves 6 y viernes 7 el Ing. Gamboa se enfocó en los sistemas de aguas negras y extracción. Para el diseño del sistema de aguas negras se utiliza el método de Hunter, el cual utiliza las

unidades de accesorio para el cálculo del gasto probable que tendrá el sistema. El ingeniero menciona algunos criterios de suma importancia para este diseño:

- Debe tomarse en cuenta la presión residual; usualmente se utiliza 50 psi para casas lujosas y entre 30-40 psi para centros comerciales
- La pendiente mínima para la tubería de aguas negras es 1%
- Debe colocarse un registro sinfónico antes de un sistema de tratamiento o previo a una conexión directa hacia un alcantarillado sanitario
- Para sistemas de aguas residuales, usualmente se utiliza tubería de 4" o 6"
- La longitud máxima entre drenajes es 50 mts

Para el sistema de extracción brindo los siguientes puntos:

- Deben colocarse extractores en cada baño dentro del proyecto por la mezcla de olores producidos en estos, así como también, deben haber baterías de baño en cada uno
- Deben colocarse extractores y jet fans en parqueos
- Utilizar temporizadores en los extractores, ya que estos le darán un tiempo mayor de funcionamiento al extractor, y así permitir la extracción completa de los olores
- Colocación de dampers de ventilación para balancear el flujo del aire
- La presión de extracción depende de la distancia, accesorios y presión del viento
- Es recomendable la utilización de los extractores Greenheck y rejillas Airguide
- Para tener una buena ventilación, el sistema debe cumplir con mínimo 12 cfm (cubic feet per minute)
- Correcto diseño, aplicación y uso de louvers mecánicos

SEMANA 9: DEL 10 DE SEPTIEMBRE AL 15 DE SEPTIEMBRE DE 2018

La segunda semana en Termo Aire se enfocó en el área eléctrica; el ingeniero encargado fue el Ing. David Pérez. Antes de comenzar el diseño eléctrico de un proyecto, todo ingeniero debe solicitar al dueño del proyecto los siguientes requerimientos:

- 1) Tipo de transformador a utilizar ya sea en poste o pedestal

- 2) La medición requerida en el proyecto; la tensión a utilizar puede ser baja (de 13.5kW o menor), media (13.5 - 34.5kW) o alta (34.5 – 100 kW). Se debe definir la ubicación del panel de medidores.
- 3) Si se requiere un seccionador de media tensión
- 4) Ubicación de tableros y equipo eléctricos
- 5) Utilización de ductos verticales
- 6) Utilización de generador eléctrico
- 7) Utilización de UPS, tiempo de respaldo requerido y si se necesitan bancos de baterías
- 8) Cables de potencia a utilizar para proceder con el diseño del diagrama unifilar
- 9) Iluminación interior requerida; esta debe cumplir con las Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) y puede ser ilustrada en el software DIALux EVO
- 10) Panel de control de iluminación
- 11) Colocación de iluminación de emergencia (balastos de emergencia)
- 12) Iluminación exterior requerida
- 13) Colocación de tomacorrientes generales en cocina, estaciones de trabajo, entre otras áreas
- 14) Definición de sistemas mecánicos y HVAC
- 15) Colocación de sistema pararrayos
- 16) Utilización de sistema fotovoltaico (paneles solares)
- 17) Punto de conexión de telecomunicaciones
- 18) Utilización de racks o gabinetes para equipos de telecomunicación
- 19) Utilización de canastas para canalizaciones de telecomunicación
- 20) Cableado a utilizar para telecomunicaciones; usualmente se utiliza conduit de 19mm
- 21) Sistema de audio y CCTV
- 22) Utilización de sistemas de control de acceso
- 23) Utilización de sistema de alarma de incendio y de robo

También se debe corroborar durante el diseño, que todo lo utilizado como equipos, cableado, tuberías, accesorios, entre otros, debe cumplir con la certificación UL.

Los días martes 11 y miércoles 12 se trabajó específicamente en el diseño de los diagramas unifilares; un diagrama unifilar es la representación gráfica de la instalación eléctrica de un

proyecto. Los elementos con los que usualmente cuentan esos diagramas son transformador, medidor, tableros, generador, tablero de distribución y ATS de cada local. Cuando el amperaje requerido es mayor a 250A, debe colocarse un medidor indirecto; esto suele suceder cuando el área a cubrir es muy grande. Para poner en práctica lo explicado por el Ing. Pérez, se solicitó el diseño de un diagrama unifilar que cumpliera con lo siguiente:

- Se cuenta en el exterior con un transformador de pedestal a 34.5kV que convierte a 480V, con una carga de 750000VA; este se cablea hasta un cuarto eléctrico dentro del edificio. Y llega a un panel de medidores, que salen a diversos pisos, siendo en total 20 medidores de 150A.
- Además hay un medidor de área común de 225A que va al tablero 2DBAC1, del tablero 4DBAC1, sale un tablero en 480V denominado 4PBAC1. Además sale un transformador seco de 150000VA que llega a un tablero 2DBAC1, que cuenta con dos tableros de 100A y 90A denominados 2PBAC1 y 2PBAC2.
- Se cuenta con un generador, que respalda la carga solo de áreas comunes. Se conecta a una ATS y esta al tablero 4DBAC1.

Cabe mencionar que un transformador seco es aquel que sirve para transformar energía de 277/480V a 120/208V; estos tienen cargas variadas de 50, 75, 112.5, 150, 225 kVA. Luego de analizados los requerimientos, se diseñó el diagrama unifilar eléctrico (v. Ilustración 33).

Luego de realizada la práctica de diseño, se procedió con el diseño preliminar del diagrama unifilar eléctrico de El Encuentro Alajuelita (v. Ilustración 34). Este proyecto cuenta con 39 locales comerciales de entre 67-121 m², pads entre 138-864 m², y locales de comida de 33m²; se utilizarán transformadores de pedestal trifásicos de 208V y de generadores solo para las áreas donde se encuentran los pads de mayores áreas.

El cableado de fase y tierra es diseñado de acuerdo al amperaje total necesario del proyecto; la carga puede ser trifásica o monofásica. Cuando es trifásica, es decir 480V, se necesitan 3 cables de fase; cuando es monofásica (120V) se necesita un cable de fase, pero cuando es monofásica de 208V, se necesitan dos cables de fase. Para definir el cableado y breaker de un proyecto, se deben conocer los voltamperios (VA) totales del proyecto. En Costa Rica, se diseña a partir del Código Eléctrico Nacional (NEC), el cual está basado en la normativa 70 del National Fire

Protection Association (NFPA-70); estos códigos brindan tablas de las cuales a partir de ellas se define el cableado a utilizar y la capacidad del breaker necesaria (v. Ilustración 35).

Todo cableado debe ir colocado correctamente en el proyecto; hoy en día se están utilizando las canastas. El jueves 13 se procedió al diseño de distribución de canastas del proyecto Experian, ubicado en Heredia, San José. Experian cuenta con tres niveles de oficinas de atención al cliente. Para poder definir la canasta a utilizar se deben contabilizar el total de salidas presentes en el proyecto; Experian cuenta con un total de 1474 salidas distribuidas en sus tres pisos. Las canastas de mejor calidad son las Cablofil; de acuerdo al requerimiento del proyecto, se utilizaron canastas Cablofil CF105 de 100, 200 y 300 mm de ancho con acabado de electro zinc (v. Ilustración 36).

El viernes 14 se definieron los siguientes puntos:

- Los tipos de desconectores a utilizar son NEMA 1 para interiores, NEMA 3R para exteriores, y NEMA 4X para exteriores y/o ambientes como playas y montañas.
- El cableado UTP para telecomunicaciones es CAT6, CAT6a y CAT5e; la energía puede ser suministrada por POE o potencia.
- Cuando en el cableado de telecomunicaciones se utiliza fibra óptica OM4, debe colocarse un convertidor para hacer la transición de OM4 a CAT6a.
- Los puntos de acceso deberían ser AC, suministrados por POE o potencia, y no deben llevar fibra óptica; usualmente tienen un radio de cobertura de 10-12 mts.

SEMANA 10: DEL 17 DE SEPTIEMBRE AL 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2018

La tercera y última semana en Termo Aire se enfocó en el área de sistemas contra incendios; el ingeniero encargado fue la Ing. Jessica Mora. Ya que el tema de protección contra incendios es tan amplio, se intentó abarcar lo más relacionado con la ingeniería civil.

Los sistemas contra incendios pueden ser pasivos o activos. Los sistemas pasivos son aquellos que facilitan la evacuación de los usuarios en caso de incendio como sistemas de detección, escaleras y rutas de evacuación. Mientras el sistema activo es aquel que acciona para disminuir o parar el incendio como rociadores y sistemas de espuma. El tipo de sistema contra incendio depende de la clasificación de la ocupación, altura y área del edificio, y el acceso de la unidad de bomberos. Los sistemas a utilizar pueden ser:

- **Extintores portátiles** cuando el edificio no tiene más de tres niveles y un área menor a 1500 m²
- **Sistema fijo de gabinetes con mangueras clase II** cuando tiene un área mayor a 2500 m² y no requiere más de 60 mts de manguera
- **Sistema fijo de gabinetes con mangueras clase III** cuando tiene un área mayor a 250 m² y requiere más de 60 mts de manguera
- **Rociadores automáticos** cuando tiene más de 22 mts de altura, un área mayor a 2500 m² y requiere más de 60 mts de manguera

Los componentes principales de los sistemas contra incendio son:

- **Tanque de reserva de agua** → Pueden ser enterrados, a nivel de terreno o elevados y pueden ser compartidos con los tanques de agua potable.
- **Equipo de bombeo** → La selección de la bomba depende principalmente del tipo de tanque que se tenga, pero estas pueden ser de turbina vertical o carcasa partida; las bombas pueden funcionar con energía eléctrica o diésel. Se debe ubicar en el exterior del edificio con acceso directo desde el exterior o en el interior del edificio con acceso protegido por 2h fuego, ya sea a través de una escalera de emergencia o por medio de un pasillo que se utilice como ruta de evacuación y como tal cumpla con la resistencia al fuego de 2h, esto para facilitar el acceso del cuerpo de bomberos en caso de que el sistema de bombeo tenga que ser activado manualmente.
- **Red de tuberías** → Puede ser tubería enterrada C900 PVC y al salir, de hierro dúctil; también puede ser expuesta de acero al carbón, y al salir, de hierro negro.
- **Sistemas de gabinetes de mangueras** → El sistema fijo manual clase I es para uso de bomberos y son fijos cuando se requieren rociadores automáticos en el proyecto; el clase II es para uso de las brigadas internas de cada edificio; y el clase III es para uso de ocupantes del edificio y bomberos, y debe instalarse cerca de las escaleras de emergencia cuando se utilicen como método principal de supresión.
- **Sistemas de rociadores automáticos** → Los rociadores pueden ser colgante, montante o de pared; deben trabajar a una presión de operación mínima de 7psi. Existen rociadores de cobertura extendida (cubren 12.1 m² en parqueos, 9.00 m² en casa de máquinas y 29.2 m² en

oficinas) y para almacenamiento que indican la presión de operación que se debe utilizar. Deben estar instalados entre 1"-12" desde el nivel de losa y el deflector del rociador, y a mínimo 4" de la pared. Los rociadores deben tener una separación máxima que depende del tipo de riesgo del proyecto. Los rociadores se activan automáticamente cuando la burbuja de presión comienza a percibir un aumento en la temperatura del área.

- **Sistemas de boquillas, espumas y otros** → Los sistemas de agente limpio se instalan cuando se quiere proteger equipos de alto valor, como cuartos de datos y eléctricos. Los sistemas de espuma de alta expansión se utilizan en hangares para inundar el área y dentro de tanques de combustible para aislar el combustible del aire evitando la continuidad del fuego.
- **Extintores portátiles** → Los extintores más comunes son los ABC, CO₂ y agua. Los extintores ABC y CO₂, cubren 15 mts de recorrido máximo, o sea, 30 mts de separación entre ellos. Los extintores ABC pueden sustituirse por una batería de dos extintores, uno de agua y otro de CO₂, en este caso dichas baterías, cubren un recorrido de 23 mts, por tanto, se pueden separar 46 mts entre ellos.

Los sistemas contra incendios siempre deben contar con una bomba jockey (v. Ilustración 37) la cual es una bomba auxiliar de pequeño caudal diseñada para mantener la presión en la red contra incendios y evitar la puesta en marcha de las bombas principales en caso de pequeñas demandas generadas en la red. También debe contar con risers, los cuales deben estar colocados en áreas protegidas como las escaleras de emergencia; cabezales de prueba, los cuales son utilizados para probar hasta un 150% del caudal del proyecto; siamesas; e hidrantes públicos y privados con presión mínima de 20psi. Todos los equipos del sistema deben tener certificación UL.

Para culminar con la conceptualización de los elementos de un sistema contra incendio, se diseñó el sistema de rociadores automáticos de uno de los pisos de un edificio de oficinas (v. Ilustración 8).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

- 1) Para la aplicación de todos los conocimientos adquiridos durante se cursó la carrera de ingeniería civil, se realizó la práctica profesional en la empresa constructora Grupo AIE, proceso en el cual se logró poner en práctica dichos conocimientos en los proyectos de la empresa.
- 2) Se logró adquirir conocimientos adicionales al momento de trabajar en el área de presupuestos de dicha empresa; conocimientos como mejorar la lectura de planos para poder tomar en cuenta todos los elementos presentes en una obra, encontrar que elementos pueden ser cambiados o eliminados para poder optimizar el costo del proyecto, entre otros.
- 3) Se logró implementar los conocimientos adquiridos en el proceso educativo en todas las tareas asignadas a lo largo de la práctica profesional.
- 4) Se mejoraron conocimientos de la ingeniería estructural e ingeniería electromecánica al realizar parte de la práctica profesional en las empresas BA Ingeniería y Termo Aire.
- 5) Al momento de realizar presupuestos, diseños estructurales y diseños electromecánicos, se revisó que todo lo tomado en cuenta para la realización de las tareas asignadas cumplieran con las normativas que se utilizan en Costa Rica.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

- 1) Realizar cotizaciones con proveedores distintos en Costa Rica para la ejecución de los proyectos de plazas comerciales El Encuentro para así encontrar los costos más óptimos, y así el costo del proyecto, en comparación a El Salvador, no sea tan elevado.
- 2) Asegurarse que los ingenieros residentes de proyectos estén más presentes durante el proceso constructivo del proyecto para así evitar malas prácticas constructivas y evitar el costo que arreglar estas requiere.

CAPÍTULO VII. APLICABILIDAD

BIBLIOGRAFÍA

- Beltrán, G. (2008). El concreto en la vida moderna. Recuperado de <https://www.construccion-pa.com/productos-y-tecnologia/el-concreto-en-la-vida-moderna/>
- Burbano, J. (2005). *Presupuestos, enfoque moderno de planeación y control de recursos* (3a ed.). Colombia: McGraw-Hill.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. (2002). Código Sísmico de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Navarro, K. (2016). La Importancia del Diseño Estructural. Recuperado de <https://www.cyecsa.com/uncategorized/la-importancia-del-diseno-estructural/>
- Navas, R. (2015). El presupuesto de proyecto, herramienta de previsión y control de avance. Recuperado de <http://www.circot.unsj.edu.ar/circot/web/verPublicacion/16>
- NFPA. (2014). Código Eléctrico Nacional (NEC).
- Nilson, A. (1999). *Diseño de Estructuras de Concreto* (12a ed.). McGrawHill.
- Project Management Institute. (2013). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos* (5a ed.). Project Management Institute.
- Revista Mundo HVACR. (2006). Diseño, Aplicación y Uso en Louvers de Instalación. Recuperado de <https://www.mundohvacr.com.mx/2006/04/disenio-aplicacion-y-uso-en-louvers-de-instalacion/>
- Termo Aire. (2015). Estándar de Diseño para Residencias de Termo Aire LTDA.
- Termo Aire. (2018). *Conceptos Básicos - Sistema de Protección contra Incendio*. Costa Rica.

USON. (2016). La Empresa Constructora. Universidad de Sonora, México. Recuperado de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/6465/Capitulo2.pdf>

ANEXOS

COMPARATIVO "EL ENCUENTRO" - SAN MARCOS VS. LOURDES				
PROPIETARIO: Bambu Development Inc. PRESENTA: FECHA: Julio 20, 2018				
			PRECIO TOTAL POR PROYECTO	
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	EL ENCUENTRO "SAN MARCOS"	EL ENCUENTRO "LOURDES"
			PRECIO TOTAL	PRECIO TOTAL
EDIF-1.00 TERRACERIA MENOR			\$3,225,127.21	\$1,919,608.12
EDIF-1.01	Excavacion en fundaciones	M3	\$13,446.18	\$10,422.72
EDIF-1.02	Compactacion en fundaciones	M3	\$30,133.17	\$15,568.30
EDIF-1.03	Desalojo de material sobrante de las excavaciones	M3	\$8,205.80	\$19,035.39
EDIF-1.04	Mejoramiento de sub-rasante	M3	-	\$4,443.28
EDIF-1.05	Base de suelo cemento	M3	-	\$31,769.42
EDIF-1.06	Corte para conformacion de pisos	M3	-	\$4,644.80
TOTAL INSTALACIONES HIDRAULICAS EXTERIORES			\$51,785.15	\$85,883.91
EDIF-2.00 CONCRETO ESTRUCTURAL			\$1,198,426.92	\$432,249.29
EDIF-2.01 CONCRETO ESTRUCTURAL EN FUNDACIONES				
EDIF-2.01.01	Pilote	S.G.	\$87,538.35	\$46,283.25
EDIF-2.01.02	Cabezal de concreto	M3	\$3,789.90	-
EDIF-2.01.03	Zapatas	M3	\$62,259.23	\$46,438.37
EDIF-2.01.04	Zapata corrida	M3	\$50,850.67	-
EDIF-2.01.05	Solera de fundación	M3	\$17,289.50	\$34,572.61
EDIF-2.01.06	Fundaciones en escaleras	M3	\$309.56	-
EDIF-2.01.07	Tensor	M3	\$43,075.17	\$18,433.40
EDIF-2.01.08	Fundacion para muro	M3	\$38,686.32	-
EDIF-2.01.09	Fundacion para muro de bloque en rampa	M3	\$14,076.17	-
EDIF-2.01.10	Fundacion para muro en cisternas	M3	\$6,032.36	-
EDIF-2.01.11	Viga de fundacion	M3	-	\$14,654.86
EDIF-2.01.12	Losa de fundacion	M3	\$7,120.91	-
EDIF-2.01.13	Piso de concreto en supermercado	M2	\$57,816.98	-
EDIF-2.01.14	Relleno de concreto en pasillo por quiebre de losa	MI	\$5,026.42	-
TOTAL CONCRETO ESTRUCTURAL EN FUNDACIONES			\$393,871.54	\$160,382.49
EDIF-2.02 CONCRETO ESTRUCTURAL EN ELEMENTOS VERTICALES				
EDIF-2.02.01	Pedestal	M3	\$40,370.26	\$1,756.45
EDIF-2.02.02	Columna	M3	\$141,706.58	\$83,015.26
EDIF-2.02.03	Mensulas en columnas	Unidad	-	\$6,907.80
EDIF-2.02.04	Nervio	M3	\$13,350.59	-
EDIF-2.02.05	Nervio en cisterna	M3	\$5,413.01	-
EDIF-2.02.06	Alacrán	M3	\$659.13	-
EDIF-2.02.07	Contrafuerte	M3	\$39,527.71	-
EDIF-2.02.08	Muro de concreto	M3	\$49,059.89	-
TOTAL CONCRETO ESTRUCTURAL EN ELEMENTOS VERTICALES			\$290,087.17	\$91,679.51

Ilustración 4. Comparativo General El Encuentro San Marcos-Lourdes

Fuente: (Propia, 2018)

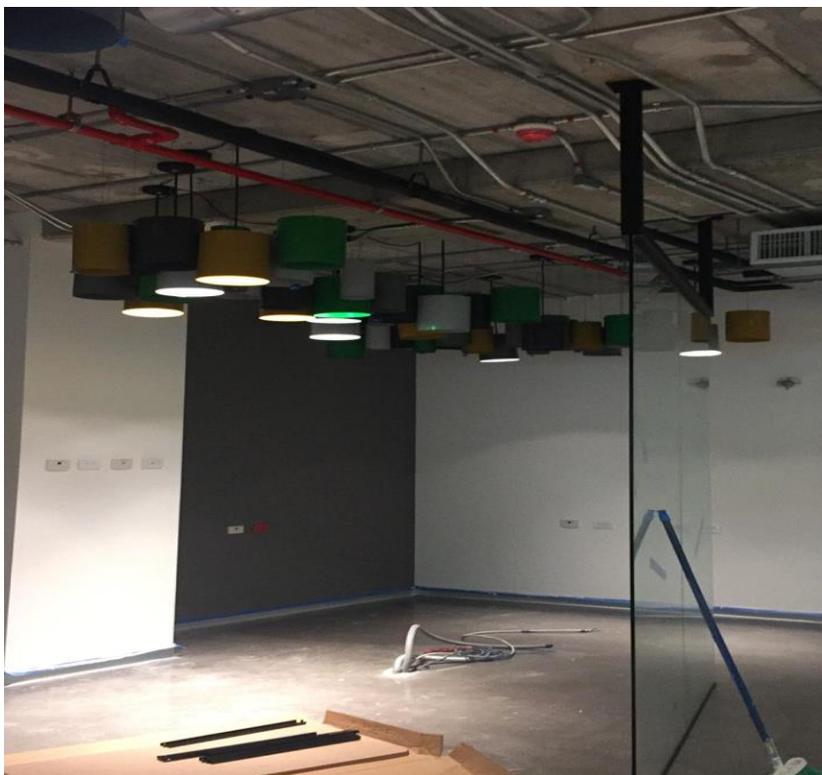


Ilustración 5. Colocación de luminaria LED en oficinas AIE

Fuente: (Propia, 2018)

Proyecto: EL ENCUENTRO - COSTA RICA PRECIO POR UNIDAD						
FACTOR COSTA RICA				1.25		
OBRAS CONSTRUCTIVAS						
INSTALACIONES PROVISIONALES						
ITEM	DESCRIPCION	CONSTRUCCION			PROMEDIO	CON FACTOR CR
		SAN MARCOS	LOURDES	UNIDAD		
PRE-1.01	Instalaciones Provisionales	\$3.44	\$2.76	PRECIO/M2	\$3.10	\$3.87
PRE-1.02	Señalización provisional durante la obra	\$0.66	\$0.22	PRECIO/M2	\$0.44	\$0.55
PRE-1.03	Demolición y desmontaje	\$0.13	\$0.54	PRECIO/M2	\$0.34	\$0.42
OBRAS EXTERIORES						
ITEM	DESCRIPCION	CONSTRUCCION			PROMEDIO	CON FACTOR CR
		SAN MARCOS	LOURDES	UNIDAD		
OEX-1.01	Topografía y limpieza	\$1.49	\$1.18	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$1.33	\$1.67
OEX-1.02	Terracería de obra exterior	\$2.20	\$7.42	PRECIO/M3	\$4.81	\$6.01
OEX-1.03	Conformación de taludes	\$1.60	\$1.15	PRECIO/M2	\$1.37	\$1.72
OEX-1.04	Tapiales y verjas	\$74.28	\$121.45	PRECIO/ML	\$97.86	\$122.33
OEX-1.05	Excavación, compactación y desalojo de material en fundaciones		\$6.56	PRECIO/M3	\$3.28	\$4.10
OEX-1.06	Muro de contención perimetral		\$70.00	PRECIO/M3	\$35.00	\$43.75
OEX-1.07	Acera	\$19.18	\$21.53	PRECIO/M2	\$20.35	\$25.44
OEX-1.08	Gradas forjadas con bloque de concreto	\$15.92	\$19.00	PRECIO/ML	\$17.46	\$21.83
OEX-1.09	Pavimento adoquinado	\$19.16	\$29.25	PRECIO/M2	\$24.21	\$30.26
OEX-1.10	Rampas vehiculares con acabado tipo estriado	\$18.98	\$27.62	PRECIO/M2	\$23.30	\$29.12
OEX-1.11	Juntas de control para pavimento hidráulico	\$3.45		PRECIO/ML	\$1.73	\$2.16
OEX-1.12	Pavimento de concreto hidráulico (zonas de carga)	\$37.06	\$31.75	PRECIO/M2	\$34.41	\$43.01
OEX-1.13	Cordones y cunetas de concreto	\$20.65	\$24.83	PRECIO/ML	\$22.74	\$28.43
OEX-1.14	Topes para estacionamientos	\$7.87	\$18.20	PRECIO/UNIDAD	\$13.04	\$16.29

Ilustración 6. Precio por unidad de construcción “El Encuentro”

Fuente: (Propia, 2018)

Proyecto: EL ENCUENTRO - COSTA RICA PRECIO POR M2 DE CONSTRUCCION						
FACTOR COSTA RICA					1.25	
OBRAS CONSTRUCTIVAS						
EDIFICACIONES						
ITEM	DESCRIPCION	CONSTRUCCION			PROMEDIO	CON FACTOR CR
		SAN MARCOS	LOURDES	UNIDAD		
EDIF-3.01	Terracería estructural	\$3.30	\$5.21	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$4.25	\$5.32
EDIF-3.02	Concreto estructural en fundaciones	\$15.51	\$6.92	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$11.22	\$14.02
EDIF-3.03	Pilotes de concreto	\$3.23	\$2.81	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$3.02	\$3.77
EDIF-3.04	Pilotes de base suelo-cemento	\$2.35		PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$1.18	\$1.47
EDIF-3.05	Concreto estructural en elementos verticales	\$18.48	\$5.14	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$11.81	\$14.76
EDIF-3.06	Mensulas en columnas		\$0.42	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$0.21	\$0.26
EDIF-3.07	Concreto estructural en elementos horizontales	\$20.05	\$6.23	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$13.14	\$16.43
EDIF-3.08	Losa de concreto estructural	\$12.48	\$2.55	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$7.52	\$9.39
EDIF-3.09	Solera intermedia y mojinetes		\$10.44	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$5.22	\$6.52
EDIF-3.10	Peldaños	\$0.24		PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$0.12	\$0.15
EDIF-3.11	Paredes	\$20.44	\$10.44	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$15.44	\$19.30
EDIF-3.12	Paredes de tabla roca reforzadas con plywood	\$2.18		PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$1.09	\$1.36
EDIF-3.13	Estructura metálica de techos	\$22.60	\$26.08	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$24.34	\$30.42
EDIF-3.14	Electromalla de seguridad soldada a estructura de techo	\$0.08		PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$0.04	\$0.05
EDIF-3.15	Estructura metálica para pared Durock de supermercado	\$0.79	\$3.46	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$2.12	\$2.66
EDIF-3.16	Fascia de Durock para rotulación	\$1.76		PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$0.88	\$1.10
EDIF-3.17	Cornisa de Densglass	\$0.02		PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$0.01	\$0.01
EDIF-3.18	Fascia y cornisa		\$0.34	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$0.17	\$0.21
EDIF-3.19	Escalera tipo marineru	\$0.10		PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$0.05	\$0.06
EDIF-3.20	Suministro y colocación de cisas en parapetos	\$0.13		PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$0.06	\$0.08
EDIF-3.21	Pasamanos de caño	\$1.01		PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$0.51	\$0.63
EDIF-3.22	Uniones y anclajes	\$3.21		PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$1.61	\$2.01
EDIF-3.23	Cubierta de techo	\$9.02	\$6.75	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$7.89	\$9.86
EDIF-3.24	Adicionales para cubierta de techo	\$1.31	\$1.70	PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$1.50	\$1.88
EDIF-3.25	Cielo falso de aluminio para techo	\$0.74		PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$0.37	\$0.46
EDIF-3.26	Forro y cañuela con lámina Galvalume	\$0.20		PRECIO/M2 DE CONSTRUCCION	\$0.10	\$0.13

Ilustración 7. Precio por m² de construcción “El Encuentro”

Fuente: (Propia, 2018)

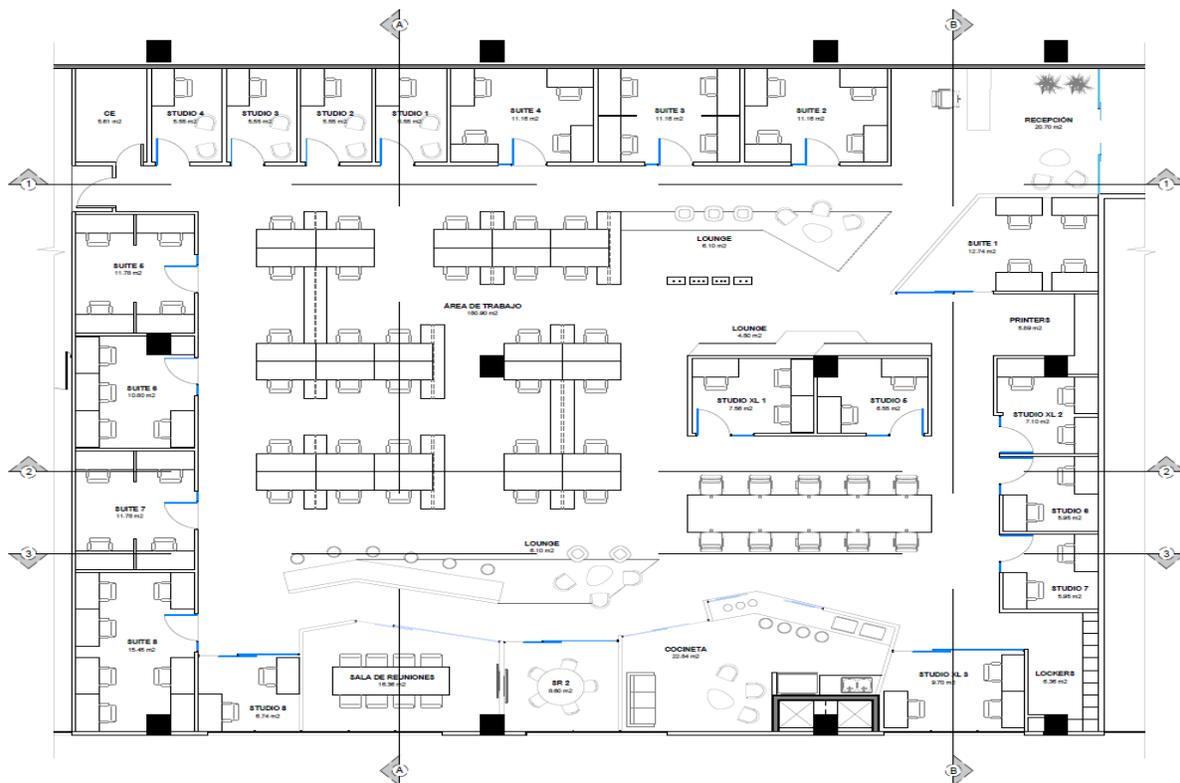


Ilustración 8. Plano arquitectónico “Laborable”

Fuente: (Grupo AIE, 2018)



Ilustración 9. Fundición de losa con bomba telescópica

Fuente: (Propia, 2018)

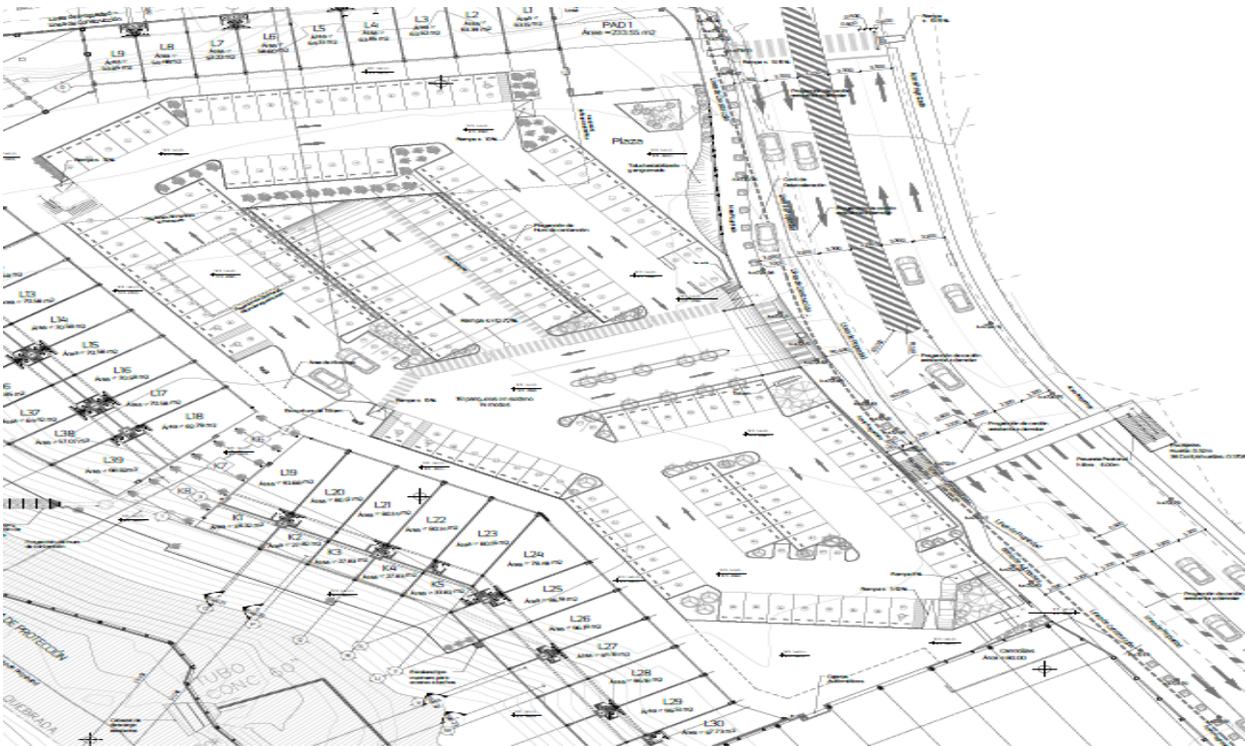


Ilustración 10. Área de estacionamiento El Encuentro San Marcos

Fuente: (Bambú Development Inc., 2018)

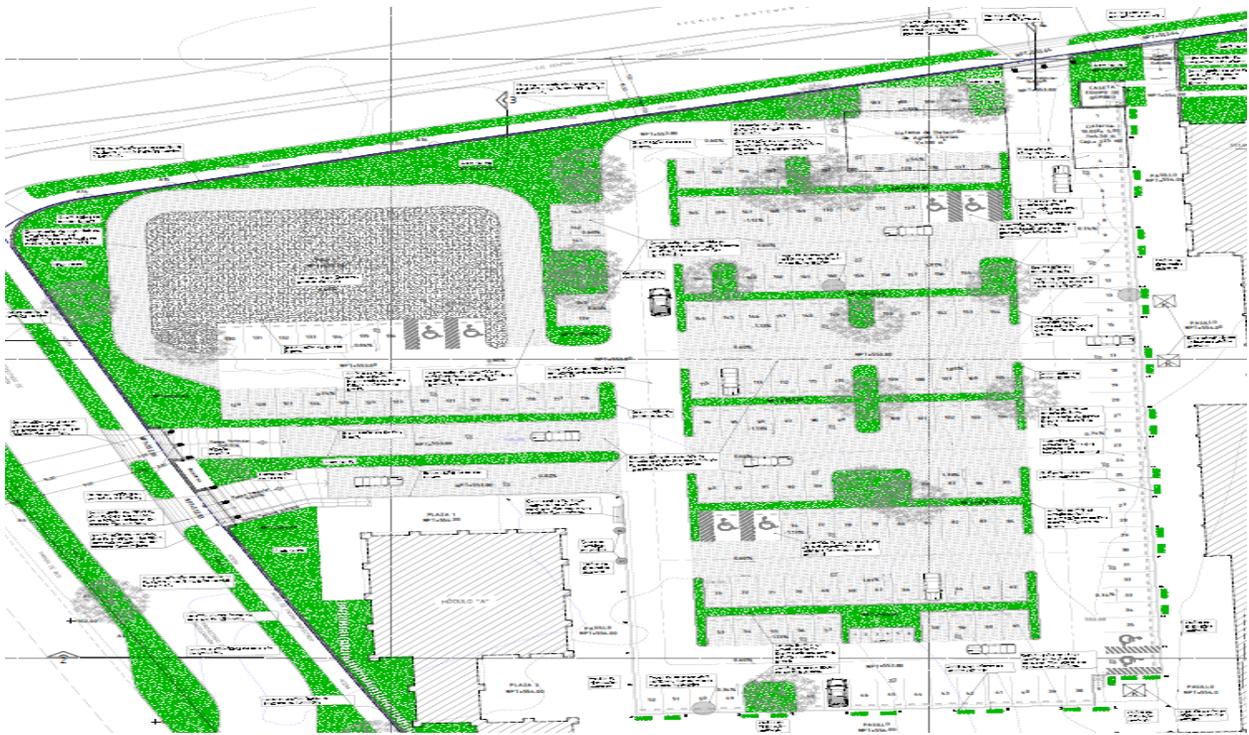


Ilustración 11. Área de estacionamiento El Encuentro Lourdes

Fuente: (Bambú Development Inc., 2018)

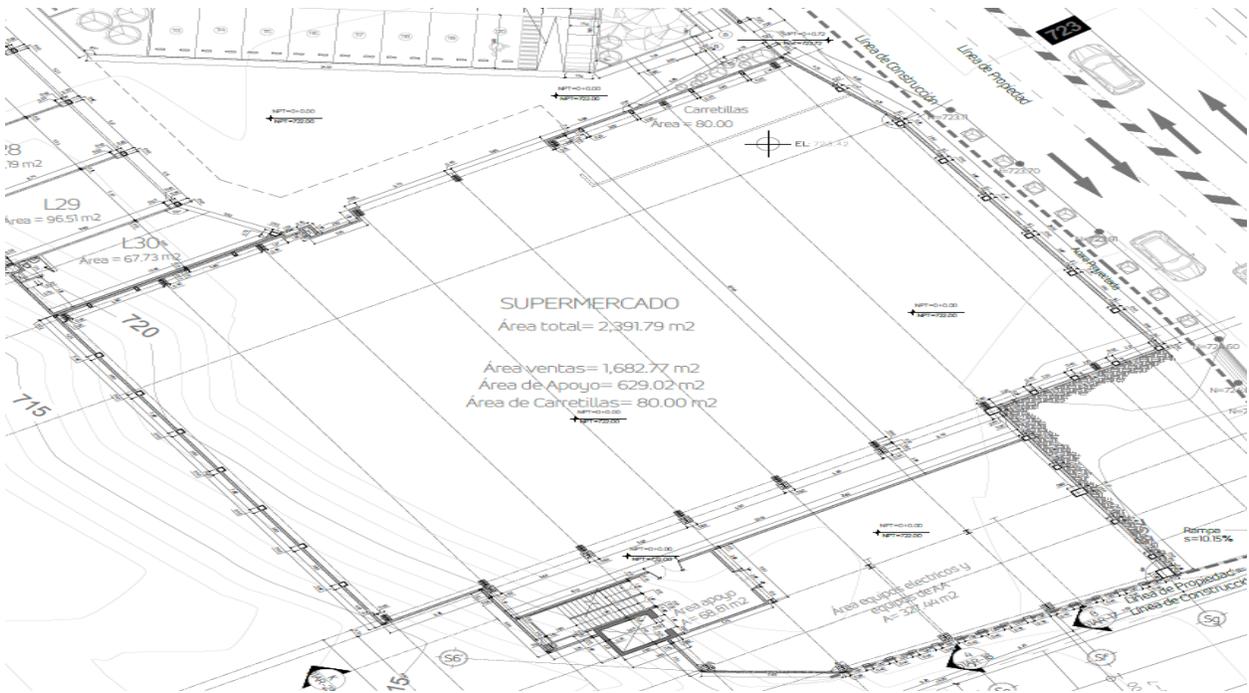


Ilustración 12. Área de supermercado de El Encuentro San Marcos

Fuente: (Bambú Development Inc., 2018)



Ilustración 13. Armado y encofrado de paredes de concreto

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 14. Estructura para divisiones de tablayeso en EBC

Fuente: (Propia, 2018)

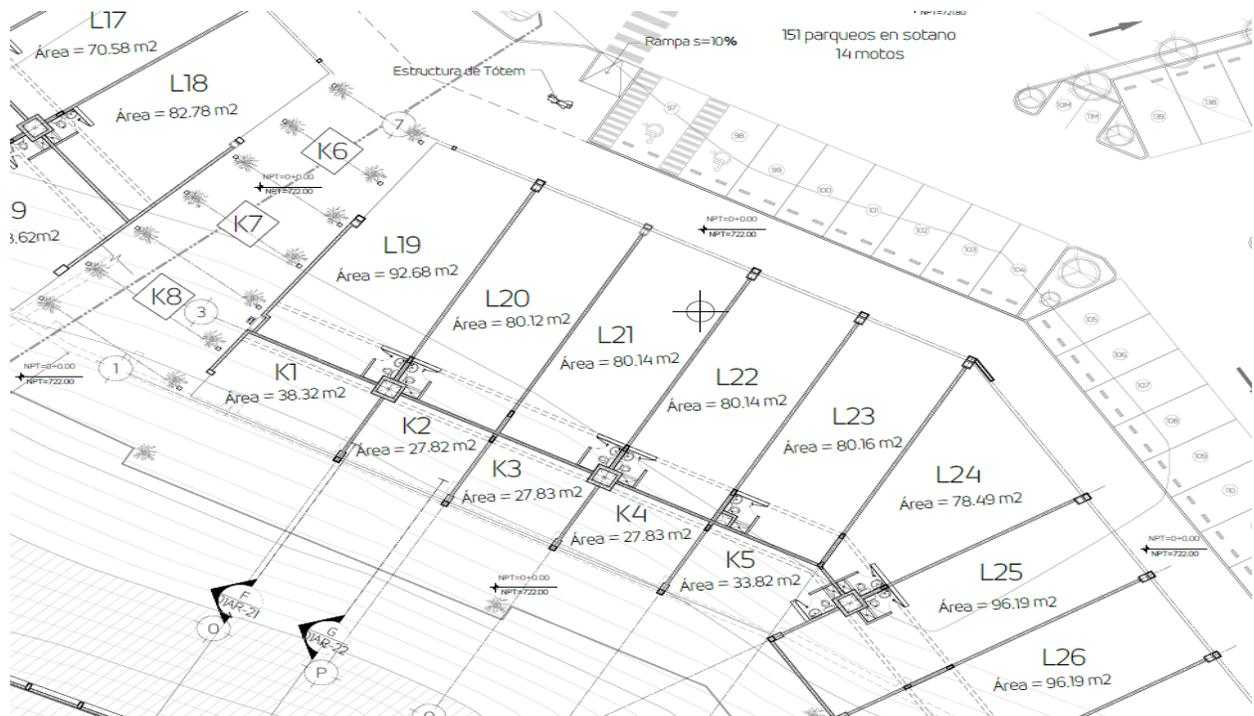


Ilustración 15. Locales L20, L21 y L22 de El Encuentro San Marcos

Fuente: (Bambú Development Inc., 2018)

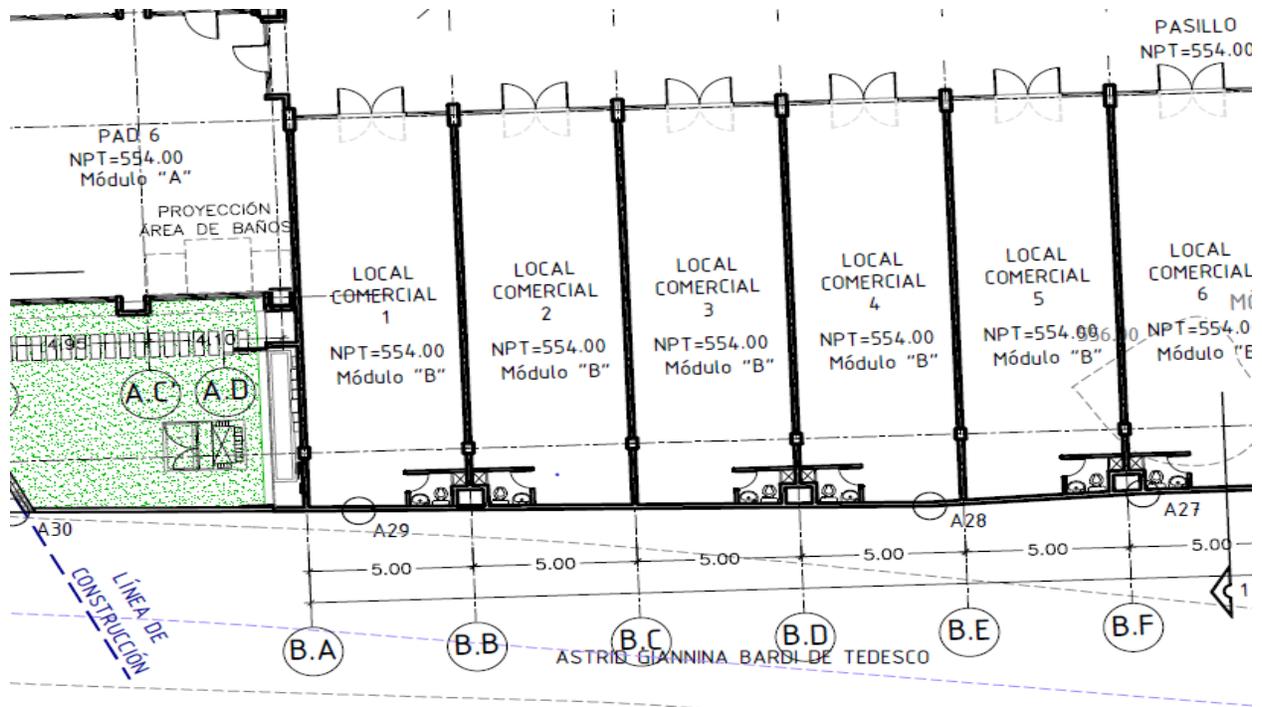


Ilustración 16. Locales L2, L3 y L4 de El Encuentro Lourdes

Fuente: (Bambú Development Inc., 2018)

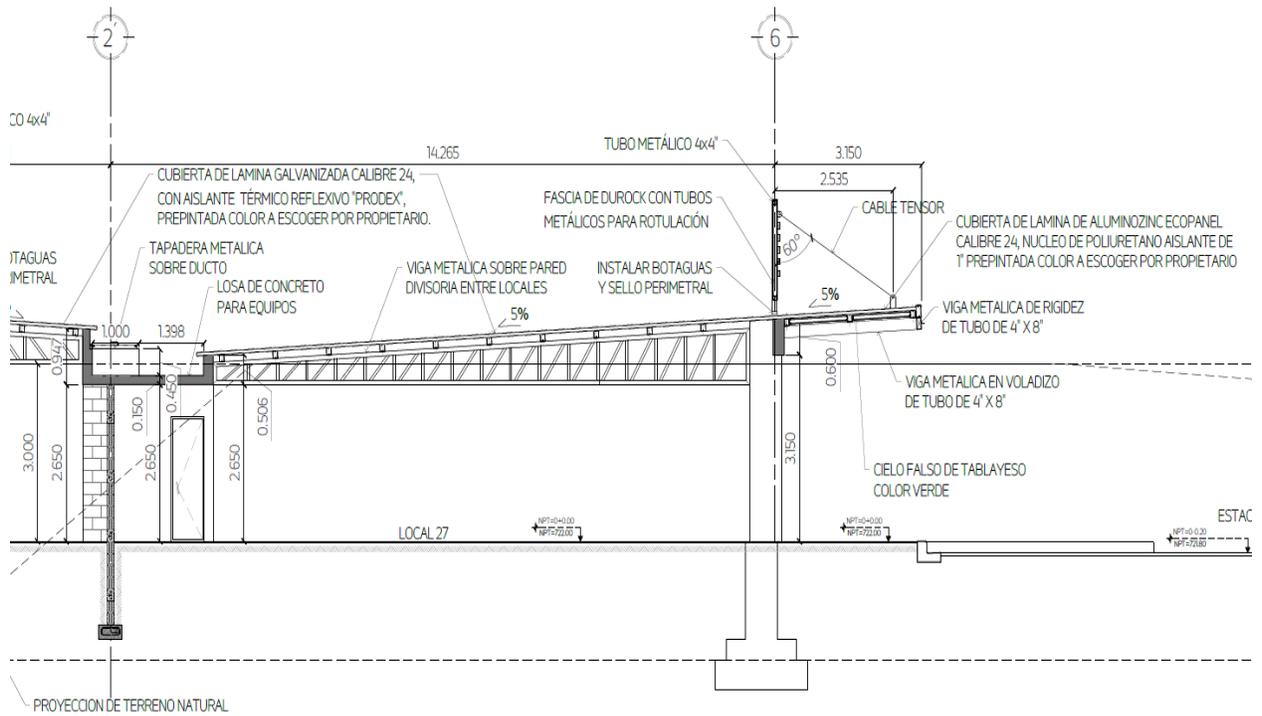


Ilustración 17. Fachada local y pasillo de El Encuentro San Marcos

Fuente: (Bambú Development Inc., 2018)

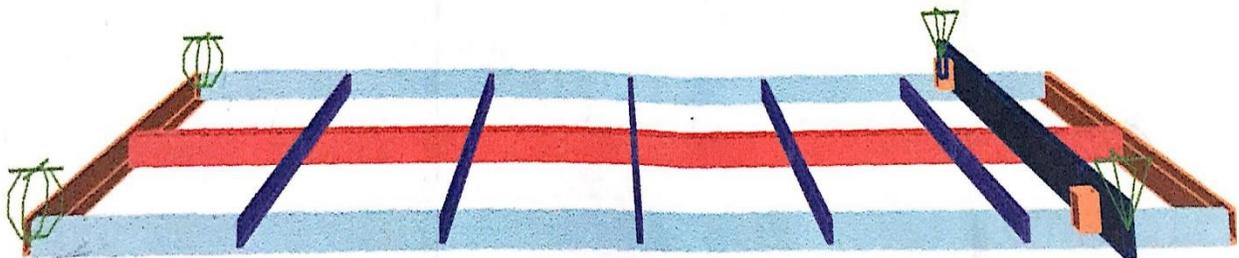


Ilustración 18. Modelo de SAP para pérgola COSEVI

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 19. Render de edificio URBN Escalante

Fuente: (Core Developments, 2017)



Ilustración 20. Varillas de losa postensada de URBN Escalante

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 21. Acero diagonal en muros

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 22. Llaves de cortante

Fuente: (Propia, 2018)

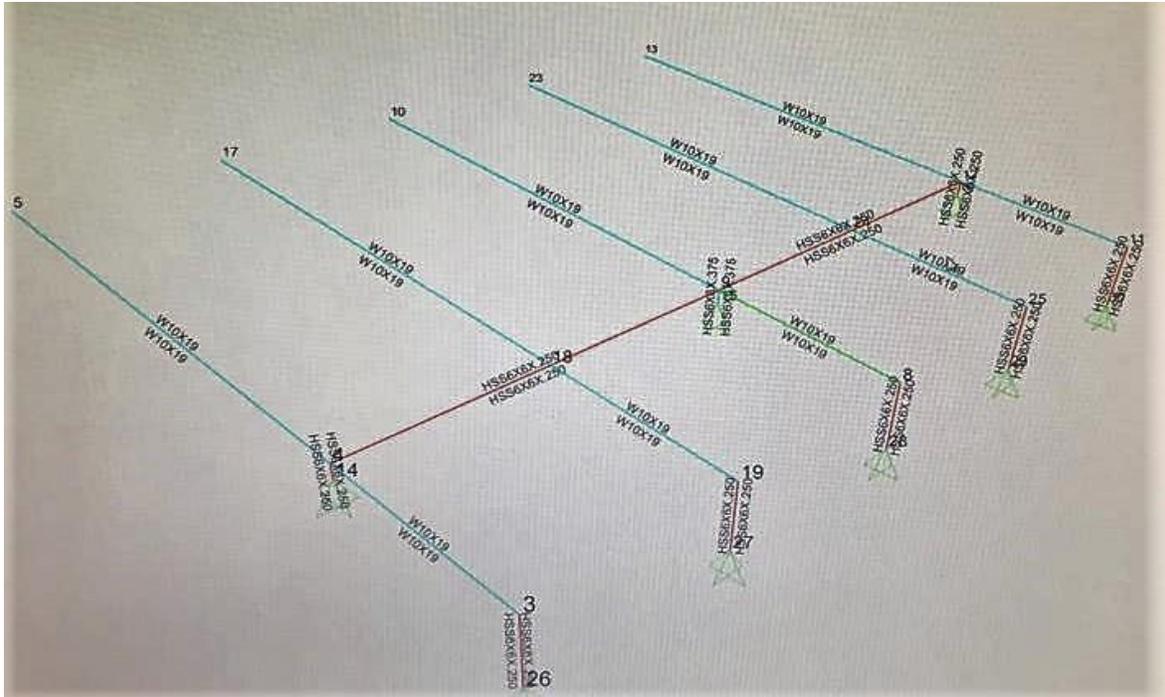


Ilustración 23. Modelo de SAP para pérgola Alta Vista

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 24. Render de plaza Amara Escazú

Fuente: (Servi Global, 2018)



Ilustración 25. Plaza Amará Escazú

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 26. Muros de contención Amará Escazú

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 27. Entrepiso de vigueta-bovedilla Amará Escazú

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 28. Máquina de perforación CPT-233

Fuente: (Propia, 2018)

FIXTURE	OCCUPANCY	TYPE OF SUPPLY CONTROL	LOAD VALUES, IN WATER SUPPLY FIXTURE UNITS (wsfu)		
			Cold	Hot	Total
Bathroom group/ Private/ flush tank	Private	Flush tank	2.7	1.5	3.6
Bathroom group/ Private/ Flushometer valve	Private	Flushometer valve	6	3	8
Bathtub/ Private/ Faucet	Private	Faucet	1	1	1.4
Bathtub/ Public/ Faucet	Public	Faucet	3	3	4
Bidet/ Private/ Faucet	Private	Faucet	1.5	1.5	2
Combination fixture/ Private/ Faucet	Private	Faucet	2.25	2.25	3
Dishwashing machine/ Private/ Automatic	Private	Automatic	—	1.4	1.4
Drinking fountain/ Offices, etc./ 3/8" valve	Offices, etc.	3/8" valve	0.25	—	0.25
Kitchen sink/ Private/ Faucet	Private	Faucet	1	1	1.4
Kitchen sink/ Hotel, restaurant/ Faucet	Hotel, restaurant	Faucet	3	3	4
Laundry trays (1 to 3)/ Private/ Faucet	Private	Faucet	1	1	1.4
Lavatory/ Private/ Faucet	Private	Faucet	0.5	0.5	0.7
Lavatory/ Public/ Faucet	Public	Faucet	1.5	1.5	2
Service sink/ Offices, etc./ Faucet	Offices, etc.	Faucet	2.25	2.25	3
Shower head/ Public/ Mixing valve	Public	Mixing valve	3	3	4
Shower head/ Private/ Mixing valve	Private	Mixing valve	1	1	1.4
Urinal/ Public/ 1 flushometer valve	Public	1 flushometer valve	10	—	10
Urinal/ Public/ 3/4" flushometer valve	Public	3/4" flushometer valve	5	—	5
Urinal/ Public/ Flush Tank	Public	Flush tank	3	—	3
Washing machine (8 lb)/ Private/ Automatic	Private	Automatic	1	1	1.4
Washing machine (8 lb)/ Public/ Automatic	Public	Automatic	2.25	2.25	3
Washing machine (15 lb)/ Public/ Automatic	Public	Automatic	3	3	4
Water closet/ Private/ Flushometer valve	Private	Flushometer valve	6	—	6
Water closet/ Private/ Flush tank	Private	Flush tank	2.2	—	2.2
Water closet/ Public/ Flushometer valve	Public	Flushometer valve	10	—	10
Water closet/ Public/ Flush tank	Public	Flush tank	5	—	5
Water closet/ Public or private/ Flushmeter tank	Public or private	Flushometer tank	2	—	2

Ilustración 29. Fixture units según artefacto sanitario

Fuente: (IPC, 2015)

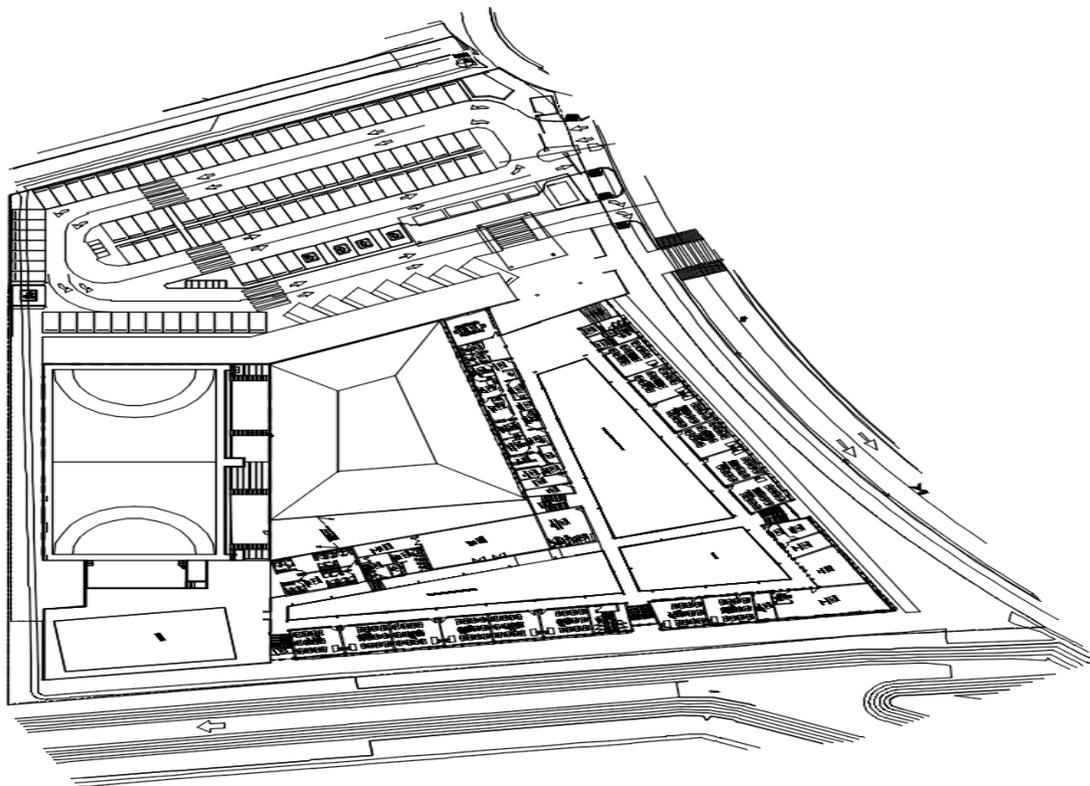


Ilustración 30. Liceo Francés en Panamá

Fuente: (Termo Aire, 2018)

Tipo de personal	Grado de consumo; gal./día
Alumno externo	10 por persona
Alumno interno	50 por persona
Personal no residente	15 por persona
Personal residente	50 por persona

Ilustración 31. Grado de consumo para locales educativos

Fuente: (Dotaciones Panamá, s.f.)



Ilustración 32. Casa de máquinas de Urban Plaza

Fuente: (Propia, 2018)

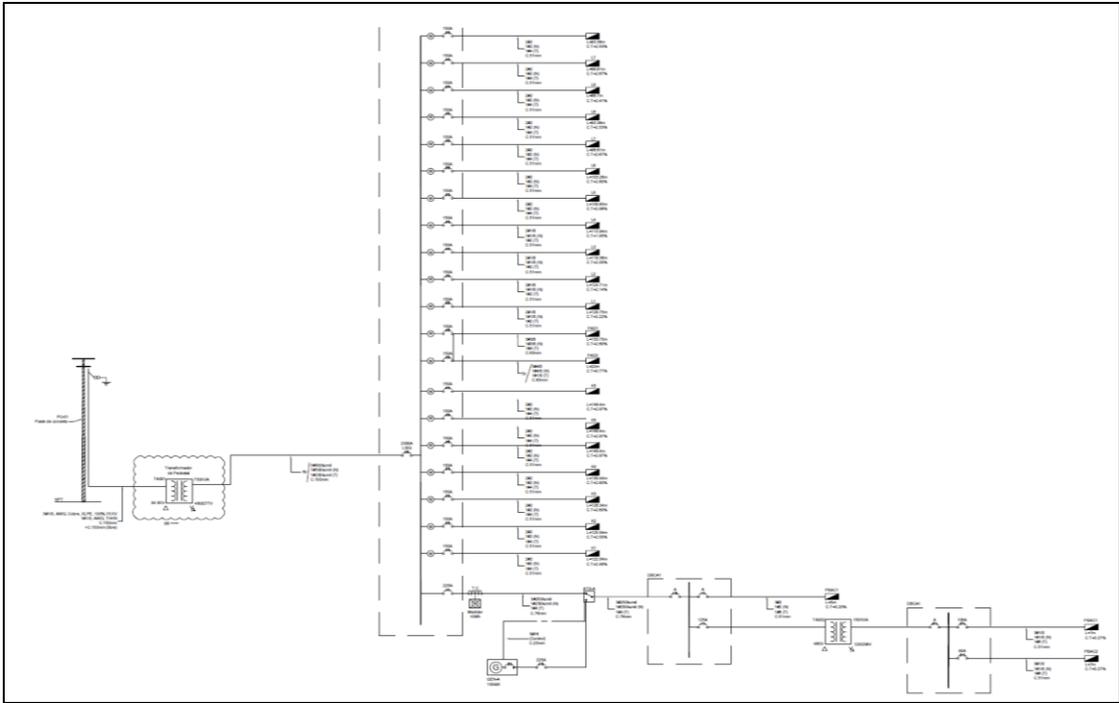


Ilustración 33. Diagrama unifilar eléctrico

Fuente: (Propia, 2018)

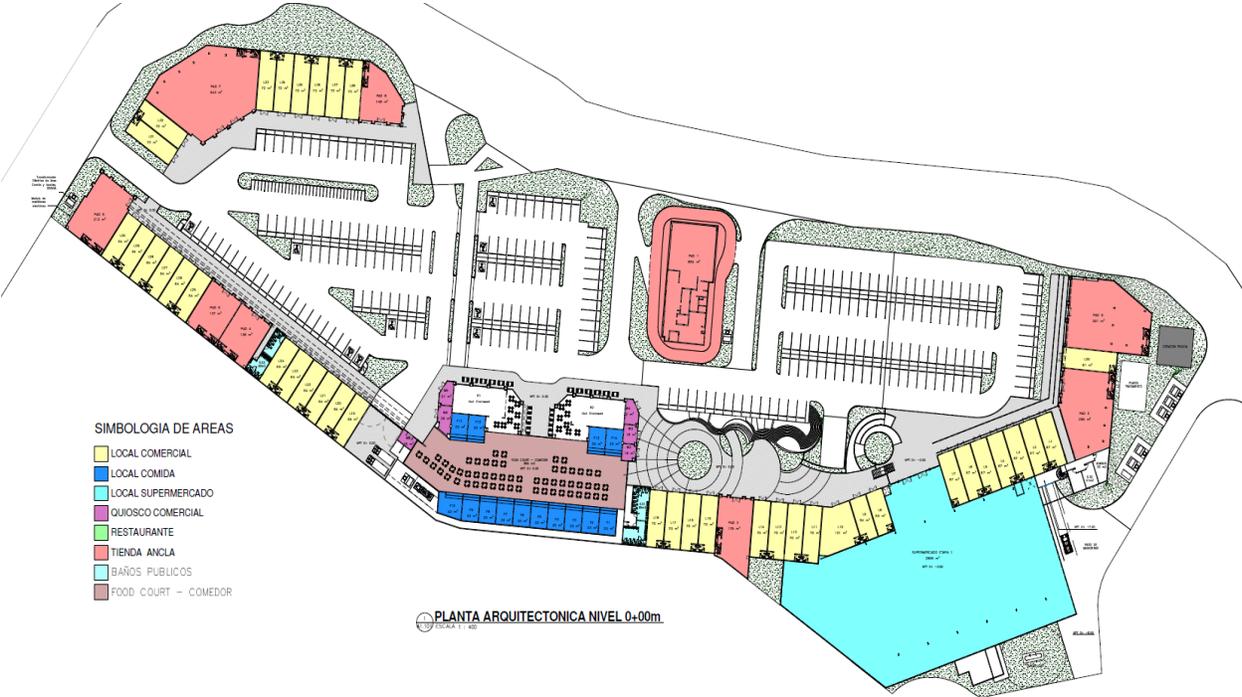


Ilustración 34. Planta arquitectónica El Encuentro Alajuelita

Fuente: (Urbanistas Asociados, 2018)

Calibre Cable COBRE por Fase	Capacida d de Corriente Cable (s) COBRE	Calibre Cable ALUMINIO por Fase	Capacidad de Corriente Cable (s) ALUMINIO	Tubería Conduit para THHN/THWN 2 y XHHW-2	Tubería Conduit para RHH / USE-2 COBRE	Tubería Conduit para RHH / USE-2 ALUMINIO
#12 AWG	25A	N/A	N/A	13mm	19mm	-
#12 AWG	25A	N/A	N/A	13mm	25mm	-
#10 AWG	30A	N/A	N/A	19mm	32mm	25mm
#8 AWG	40A	#6 AWG	40A	25mm	32mm	25mm
#6 AWG	55A	#4 AWG	55A	32mm	32mm	32mm
#6 AWG	55A	#4 AWG	55A	32mm	32mm	32mm
#4 AWG	70A	#2 AWG	75A	38mm	38mm	38mm
#2 AWG	95A	#1/0 AWG	100A	51mm	51mm	51mm
#2 AWG	95A	#1/0 AWG	100A	51mm	51mm	51mm
#2 AWG	95A	#1/0 AWG	100A	51mm	51mm	51mm
#2 AWG	110A	#1/0 AWG	120A	51mm	51mm	51mm
#1/0 AWG	150A	#2/0 AWG	135A	51mm	51mm	51mm
#1/0 AWG	150A	#3/0 AWG	155A	51mm	51mm	51mm
#2/0 AWG	175A	#4/0 AWG	180A	63mm	63mm	63mm
#3/0 AWG	200A	#250 kcmil	205A	63mm	63mm	63mm
#4/0 AWG	230A	#300 kcmil	230A	63mm	63mm	76mm
#250 kcmil	255A	#400 kcmil	270A	76mm	76mm	76mm
#350 kcmil	310A	#500 kcmil	310A	100mm	100mm	100mm
#500 kcmil	380A	#750 kcmil	385A	100mm	100mm	100mm
2x #3/0 AWG	400A	2x #250 kcmil	410A	2x 63mm	2x 63mm	2x63mm
2x #250 kcmil	510A	2x #400 kcmil	540A	2x 76mm	2x 76mm	2x76mm
3x #3/0 AWG	600A	3x #250 kcmil	615A	3x 63mm	3x 63mm	3x63mm
3x #4/0 AWG	690A	3x #300 kcmil	690A	3x 63mm	3x 76mm	3x76mm
4x #3/0 AWG	800A	4x #250 kcmil	820A	4x 63mm	4x 63mm	4x63mm
4x #250 kcmil	1020A	4x #400 kcmil	1080A	4x 76mm	4x 76mm	4x76mm
4x #350 kcmil	1240A	4x #500 kcmil	1240A	4x 100mm	4x 100mm	4x100mm
6x #350 kcmil	1860A	6x #500 kcmil	1860A	6x 100mm	6x 100mm	6x100mm
6x #500 kcmil	2280A	6x #750 kcmil	2310A	6x 100mm	6x 100mm	6x100mm

Ilustración 35. Ampacidades permisibles en conductores aislados

Fuente: (NEC, 2014)

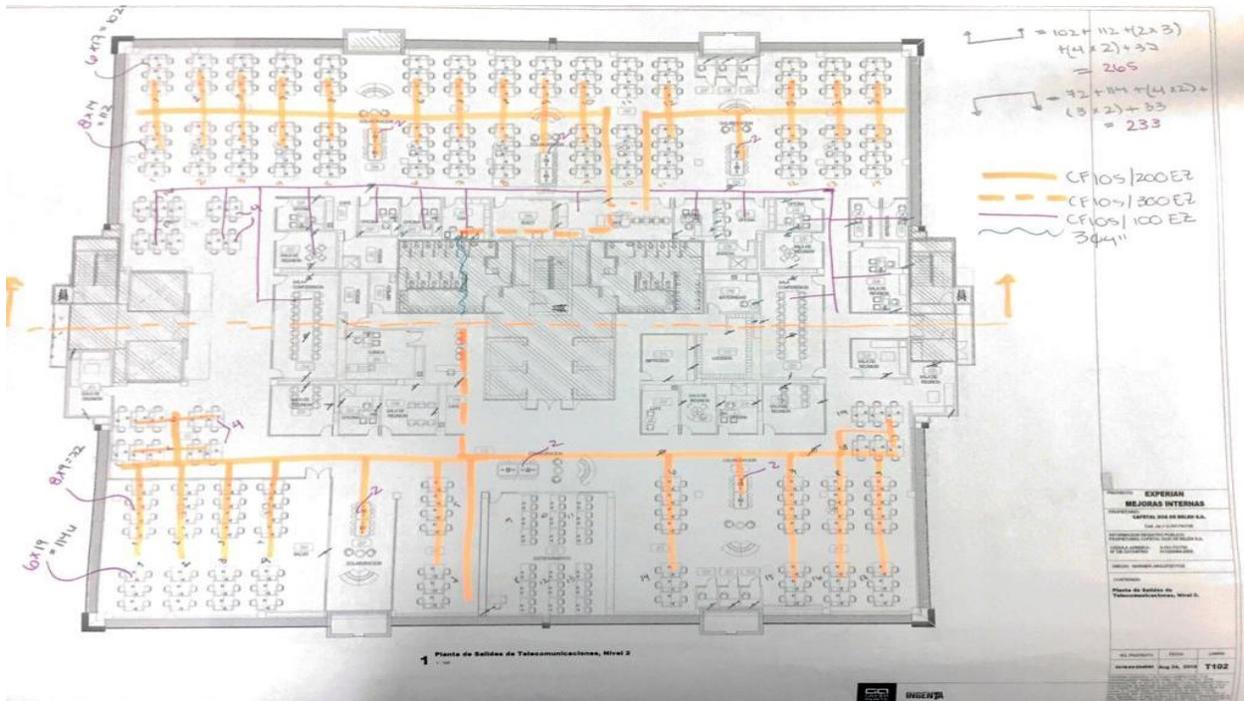


Ilustración 36. Distribución de canastas Experian 2^{do} nivel

Fuente: (Termo Aire, 2018)



Ilustración 37. Sistema contra incendios de Urban Plaza

Fuente: (Propia, 2018)

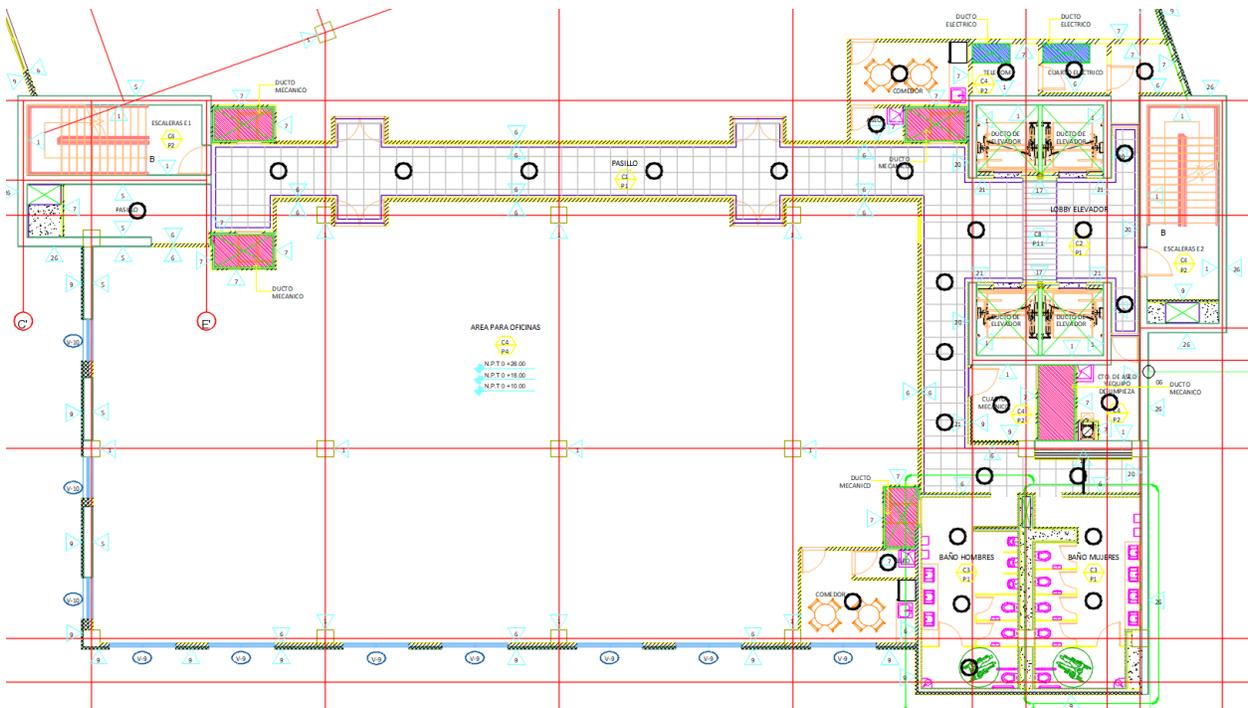


Ilustración 38. Sistema de rociadores de edificio de oficinas

Fuente: (Termo Aire, 2018)



Ilustración 39. Render vista frontal El Encuentro San Marcos

Fuente: (Bambú Development Inc., 2018)



Ilustración 40. Render vista lateral supermercado y pasillos El Encuentro San Marcos

Fuente: (Bambú Development Inc., 2018)