



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA



Curso Académico:

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

ÍNDICE GENERAL

I. MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL DEL PROYECTO

II. ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO A: Diseño y cálculo estructural

ANEXO B: Proyecto de instalación de fontanería y agua caliente sanitaria (ACS)

ANEXO C: Proyecto de instalación de saneamiento

ANEXO D: Proyecto de instalación de sistema contra incendios (SCI)



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES INDUSTRIALES

I. MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL DEL PROYECTO

AUTOR: LUIS ALEJANDRO NARANJO TONATO

TUTOR: HÉCTOR SAURA ARNAU

COTUTOR: GONZALO LÓPEZ PATIÑO

Curso Académico: 2017-18

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL DEL PROYECTO

1. Objeto del proyecto	1
2. Descripción del proyecto.....	1
3. Información previa	1
3.1. Titular	1
3.2. Proyectista.....	2
3.3. Emplazamiento.....	2
3.4. Tipo de edificación	3
4. Descripción del edificio	3
5. Legislación aplicada.....	5
6. Resumen del presupuesto.....	7

MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL DEL PROYECTO

1. OBJETO DEL PROYECTO

Diseñar, calcular, dimensionar, seleccionar y presupuestar los elementos estructurales e instalaciones hidráulicas de fontanería, agua caliente sanitaria (ACS), saneamiento (aguas pluviales y residuales) y sistemas contra incendios de una nave industrial emplazada en la ciudad de Quito-Ecuador y destinada a la elaboración de muebles de madera, de acuerdo a la normativa vigente.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto se compone de 4 anexos que corresponden a:

ANEXO A: Diseño y cálculo estructural

ANEXO B: Proyecto de instalación de fontanería y agua caliente sanitaria (ACS)

ANEXO C: Proyecto de instalación de saneamiento

ANEXO D: Proyecto de instalación de sistema contra incendios (SCI)

Dentro de cada uno de ellos se encontrará una memoria descriptiva, cálculos justificativos, presupuesto y planos.

El cálculo y dimensionamiento de la estructura metálica se realizará utilizando el programa CYPE 3D. Los pórticos serán exportados desde el módulo de generador de pórticos de CYPE.

Para el dimensionado de las instalaciones hidráulicas se utilizan hojas electrónicas de cálculo. En el caso de la instalación de sistemas contra incendios, además, se hará uso del programa EPANET.

En primera instancia, se seguirá lo establecido en la normativa ecuatoriana. Sin embargo, ante la ausencia de normativa local, se cumplirá con normativa internacional.

3. INFORMACIÓN PREVIA

3.1. Titular

Muebles de los Andes S.A.

Parque Industrial Sur

Quito - Ecuador

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

3.2. Proyectista

Luis Naranjo

Ingeniero Mecánico

Y-4845786-E

3.3. Emplazamiento

El establecimiento industrial destinado a la empresa Muebles de los Andes S.A., se emplazará en el Parque Industrial Sur de la ciudad de Quito – Ecuador, calle S60 y E3. El solar está ubicado en la zona andina a una altura que oscila entre 3012 y 3023 m.s.n.m. Las Figuras 1, 2, 3 y 4 muestran el emplazamiento.



Figura 1. Ubicación de la ciudad de Quito

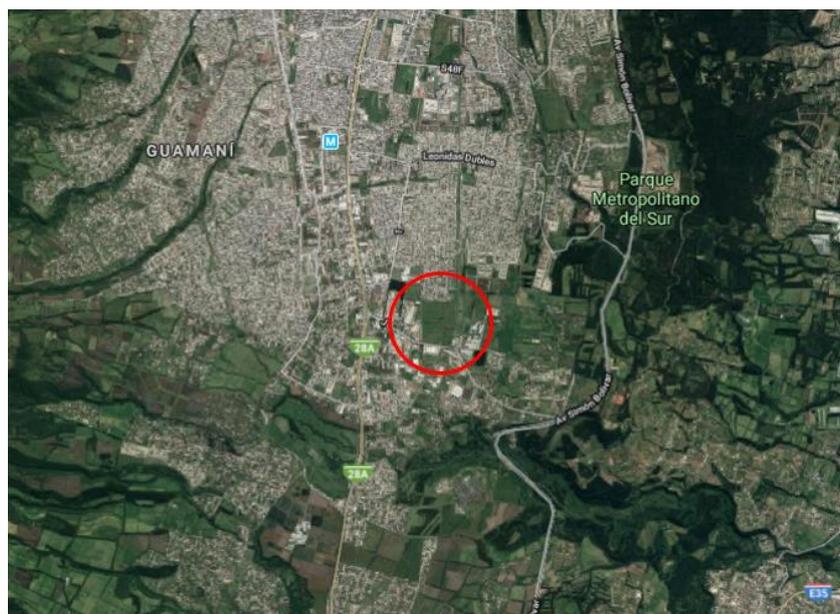


Figura 2. Ubicación del solar

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

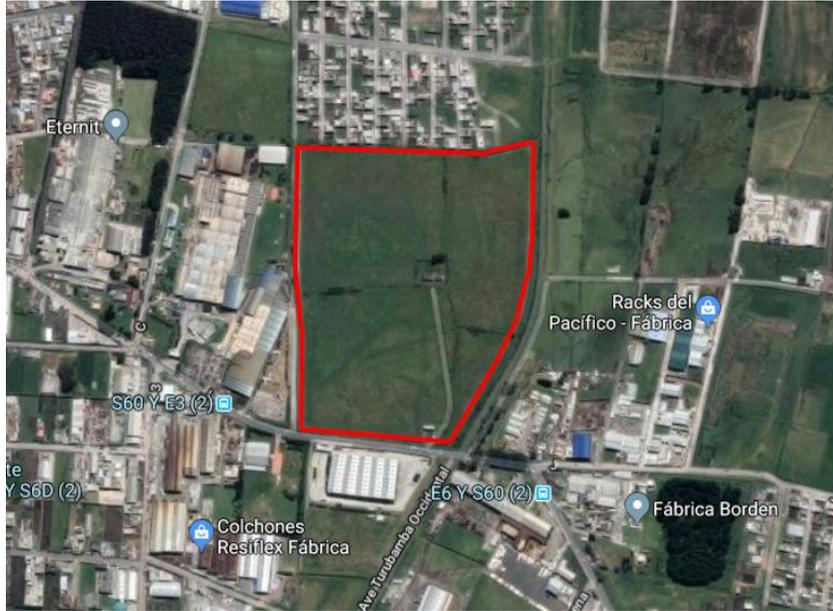


Figura 3. Límites del solar



Figura 4. Ubicación de la nave industrial dentro del solar

3.4. Tipo de edificación

Se trata de una nave industrial de nueva construcción destinada a una empresa que elabora muebles de madera.

4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El establecimiento industrial se compone de tres cubiertas a dos aguas, las cuales se encuentran adosadas. Cada cubierta tiene una luz de 30 m x 100 m de longitud, dando así lugar a 13 vanos y 14 pórticos separados por 6 m en los extremos y 8 m en la parte interna. El área cubierta es de 9000 m².

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

La altura de los pilares es de 10 m. Se tiene una pendiente de cubierta del 15%, por consiguiente, la altura de la cumbrera es de 12.25 m.

En los pórticos de fachada se tienen pilares separados cada 6 m. Se consideran en cubierta correas como vigas Gerber.

Dentro de la Nave 1 se instalará un puente grúa birraíl, marca ABUS, modelo ZLK, con polipasto de 5000 kg de capacidad, con un recorrido que va desde el segundo hasta el penúltimo pórtilo. La ménsula de la viga carrilera se encuentra a 6.95 m respecto de la solera. En esta nave se descarga la materia prima y en la parte trasera existen máquinas para la producción de muebles.

Se considerarán perfiles laminados en caliente y perfiles conformados en frío.

En la parte frontal de la Nave 2, existe una estructura de dos plantas. En la planta baja (con Nivel +0.000) se tiene el vestíbulo con la recepción de la empresa, comedor para el personal, aseos-vestidores para el personal masculino y aseos-vestidores para el personal femenino. Se cubre un área de 180 m².

La primera planta (ubicada en el Nivel +3.475) está formada por oficinas, una sala de reuniones, aseos para el personal masculino y aseos para el personal femenino. La planta en mención, cubre un área de 180 m². La terraza de la edificación (con Nivel +6.950) es inaccesible. En total sumando las dos plantas se tiene un área de 360 m². Se dispone de un ducto por el cual discurren las conducciones de las diferentes instalaciones.

La Nave 3 será destinada exclusivamente para el almacenaje y despacho de los muebles de madera terminados.

La superficie aproximada del solar es de 192780 m². La nave se ubicará en una de las esquinas del terreno para aprovechar la cercanía a las redes de servicios básicos (agua potable y alcantarillado).

La conducción de acometida llenará un depósito enterrado desde el cual, mediante un equipo de bombeo, se alimentará a toda la instalación de agua potable. No se considera que exista conexión directa entre la red de distribución y los puntos de consumo, debido a la posibilidad de cortes de suministro de agua.

Los puntos de consumo de agua fría y agua caliente sanitaria para cada cuarto húmedo, se detallan a continuación:

Aseo de hombres en la planta baja:

- 4 lavabos (AF + ACS)
- 4 inodoros con depósito (AF)
- 4 urinarios con llave (AF)
- 4 duchas (AF + ACS)

Aseo de mujeres en la planta baja:

- 4 lavabos (AF + ACS)
- 3 inodoros con depósito (AF)
- 3 duchas (AF + ACS)

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Cocina – comedor en la planta baja:

3 fregaderos (AF + ACS)

Aseo de hombres en la primera planta:

2 lavabos (AF + ACS)

2 inodoros con depósito (AF)

3 urinarios con llave (AF)

Aseo de mujeres en la primera planta:

2 lavabos (AF + ACS)

2 inodoros con depósito (AF)

Para la producción de agua caliente sanitaria se utilizan captadores solares con un sistema de apoyo (caldera). Los captadores se instalarán en la cubierta de la nave. Como la distancia que existe entre el captador y el tanque acumulador de inercia supera los 10 m, se opta por el uso de un intercambiador de placas. El punto de consumo más alejado se encuentra a más de 15 m del depósito de consumo, por lo que se requiere de circuito de retorno.

5. LEGISLACIÓN APLICADA

Diseño y cálculo estructural

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-CG, Cargas no sísmicas, diciembre 2014.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS, Peligro sísmico. Diseño sismo resistente, diciembre 2014.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-AC, Estructuras de acero, diciembre 2014.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-GC, Geotecnia y cimentaciones, diciembre 2014.
- Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero.
- Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural ACI 318M-11.
- Especificación AISI S100-2007 para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío.

Proyecto de instalación de fontanería y agua caliente sanitaria (ACS)

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria NHE Agua.
- Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN ISO 15874-2, Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP). Parte 2: Tubos (ISO 15874-2:2013, IDT).
- Norma Española UNE-EN 1057:2007+A1 Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 14, Energías Renovables.
- Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, publicado en el BOE número 74, de 28 de marzo de 2006).

Documento Básico HS – Salubridad, Sección HS4 Suministro de agua.

- Código Técnico de la Edificación (BOE del 12 de septiembre de 2013).
Documento Básico HE – Ahorro de energía, Sección HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

Proyecto de instalación de saneamiento

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria NHE Agua.
- Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 1 374:2009 Segunda Revisión, Tubería plástica. Tubería de PVC rígido para usos sanitarios en sistemas a gravedad. Requisitos.
- Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 2 474:2009, Tubería plástica. Tubería de PVC rígido para uso en ventilación de sistemas sanitarios. Requisitos.
- Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, publicado en el BOE número 74, de 28 de marzo de 2006).

Documento Básico HS – Salubridad, Sección HS5 Evacuación de aguas.

Proyecto de instalación de sistema contra incendios (SCI)

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria NHE Agua.
- Registro Oficial, Acuerdo N° 01257 del Ministerio de Inclusión Económica y Social, Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios; Quito, 2 de abril del 2009.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción, Habitabilidad y Salud, Contra Incendios NEC-HS-CI:2015.
- Regla Técnica Metropolitana, RTQ 3/2015, Prevención de incendios: Reglas técnicas en función del riesgo derivado del destino u ocupación de la edificación, establecimiento o local o de la actividad que se realiza en ellos.
- Regla Técnica Metropolitana, RTQ 5/2015, Prevención de incendios: Medios de egreso, Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.
- Regla Técnica Metropolitana, RTQ 7/2015, Prevención de incendios: Sistemas de extinción de incendios, Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.
- Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 731:2009, Extintores portátiles y estacionarios contra incendios. Definiciones y clasificación.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

- Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 802:2017, Extintores portátiles. Selección y distribución en edificaciones.
- NFPA 101:2000 Código de Seguridad Humana, el Fuego en Estructuras y Edificios.
- NFPA 10:2007 Extintores Portátiles.
- NFPA 13:2006 Instalación de Sistemas de Rociadores y estándares de fabricación.
- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.
- Norma Española UNE-EN 671-2:2013, Instalaciones fijas de lucha contra incendios, Bocas de incendios equipadas con mangueras planas.
- Norma Española UNE-EN 12845:2016, Sistemas fijos de lucha contra incendios, Sistemas de rociadores automáticos. Diseño instalación y mantenimiento.
- Norma Española UNE 23410-1:1994, Lanzas-boquilla de agua para la lucha contra incendios. Parte 1: Lanzas convencionales.
- Norma Española UNE 23500:2012, Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
- Norma Española UNE 23585:2017, Seguridad contra incendios, Sistemas de control de humo y calor.
- Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, publicado en el BOE, de 11 de marzo de 2010).

Documento Básico SI – Seguridad en caso de incendio, Sección SI1 Propagación interior.

6. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

La Tabla 1 presenta el resumen del presupuesto.

PRESUPUESTO TOTAL PROYECTO	
INSTALACIÓN	PRESUPUESTO
Estructura metálica	\$ 2.575.447,77
Instalación de fontanería y agua caliente sanitaria (ACS)	\$ 94.815,44
Instalación de saneamiento	\$ 95.808,01
Instalación de sistema contra incendios	\$ 216.364,51
TOTAL	\$ 2.982.435,73

Tabla 1. Presupuesto total del proyecto



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES INDUSTRIALES

II. ANEXOS A LA MEMORIA

AUTOR: LUIS ALEJANDRO NARANJO TONATO

TUTOR: HÉCTOR SAURA ARNAU

COTUTOR: GONZALO LÓPEZ PATIÑO

Curso Académico: 2017-18



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES INDUSTRIALES

II. ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO A: Diseño y cálculo estructural

AUTOR: LUIS ALEJANDRO NARANJO TONATO

TUTOR: HÉCTOR SAURA ARNAU

COTUTOR: GONZALO LÓPEZ PATIÑO

Curso Académico: 2017-18

ÍNDICE

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL

1. Memoria	1
1.1. Antecedentes y objeto del proyecto	1
1.2. Situación y emplazamiento de la estructura	1
1.3. Normativa aplicada	1
1.4. Requerimientos espaciales y constructivos.	2
1.4.1. Descripción del edificio	2
1.4.2. Distribución en planta	2
1.5. Descripción de la solución adoptada	3
1.5.1. Actuaciones previas	3
1.5.2. Cimentación y solera	4
1.5.3. Cerramientos.....	5
1.5.4. Estructura	5
1.5.4.1. Pórtico interior	7
1.5.4.2. Pórtico de fachada	7
1.5.4.3. Pórtico de fachada lateral	8
1.5.4.4. Pórtico interior longitudinal	8
1.5.4.5. Primera planta (Nv. +3.475 m).....	9
1.5.4.6. Terraza inaccesible (Nv. +6.950 m)	9
1.5.4.7. Cubierta.....	9
1.5.4.8. Correas	10
1.5.4.9. Puente grúa	11
1.5.4.10. Placas de anclaje	13
1.5.5. Materiales	14
1.5.5.1. Acero	14
1.5.5.2. Hormigón.....	14

1.6. Cargas de diseño	15
1.6.1. Cargas permanentes	15
1.6.1.1. Peso propio	15
1.6.1.2. Cargas muertas.....	15
1.6.2. Sobrecargas de uso	16
1.6.3. Viento	17
1.6.4. Granizo	18
1.6.5. Sismo	19
1.7. Combinaciones de carga	23
2. Anexo de cálculo	24
2.1. Datos de obra	24
2.1.1. Normas consideradas.....	24
2.1.2. Estados límites.....	24
2.1.2.1. Situaciones de proyecto.....	25
2.1.3. Sismo	29
2.1.3.1. Datos generales de sismo.....	29
2.2. Estructura	30
2.2.1. Geometría	30
2.2.1.1. Barras	30
2.2.1.1.1. Materiales utilizados	30
2.2.1.1.2. Características mecánicas	31
2.2.1.1.3. Resumen de medición.....	31
2.2.1.1.4. Medición de superficies	32
2.2.1.2. Láminas	32
2.2.1.2.1. Materiales utilizados	32
2.2.1.2.2. Tabla de medición	32
2.2.2. Resultados	34
2.2.2.1. Comprobaciones ELU pilar	34
2.2.2.2. Comprobaciones ELU viga.....	53
2.2.2.3. Sismo	71
2.2.2.3.1. Espectro de cálculo	71
2.2.2.3.1.1. Espectro elástico de aceleraciones	71
2.2.2.3.1.2. Espectro de diseño de aceleraciones.....	72

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

2.2.2.3.2. Coeficientes de participación	73
2.2.3. Uniones	79
2.2.3.1. Comprobación placa de anclaje	79
2.2.3.2. Comprobación unión cumbrera	82
2.3. Cimentaciones	91
2.3.1. Elementos de cimentación aislados	91
2.3.1.1. Descripción	91
2.3.1.2. Resumen de medición	92
2.3.1.3. Comprobación	93
2.3.2. Vigas de atado	95
2.3.2.1. Descripción	95
2.3.2.2. Resumen de medición	96
2.3.2.3. Comprobación	97
3. Presupuesto	99
3.1. Precios descompuestos	99
3.2. Presupuesto parcial	105
3.3. Presupuesto total	106
4. Planos	106

DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL

1. MEMORIA

1.1. Antecedentes y objeto del proyecto

Muebles de los Andes S.A., requiere construir la estructura metálica y cubierta para todo el proceso de elaboración de muebles de madera. El proceso operativo consiste en la recepción de materia prima, producción, almacenaje y despacho del producto terminado. Para el proceso administrativo se designa un sector de oficinas. Con esta finalidad, se necesita el diseño y cálculo estructural de la edificación.

La presente memoria de cálculo se realiza en base a la información disponible y conforme a las recomendaciones de los códigos ecuatorianos e internacionales vigentes.

Se tiene como objetivo, diseñar, calcular y dimensionar la estructura metálica de la nave industrial destinada a la elaboración de muebles de madera.

El cálculo y dimensionamiento de la edificación se realizará utilizando el programa CYPE 3D. Se adjuntarán el anexo de cálculo, los planos y presupuestos del proyecto.

1.2. Situación y emplazamiento de la estructura

La nave industrial de la empresa Muebles de los Andes S.A., se emplazará en el Parque Industrial Sur de la ciudad de Quito – Ecuador, calle S60 y E3. El solar está ubicado en la zona andina a una altura que oscila entre 3012 y 3023 m.s.n.m.

Ubicación: Calle S60 y E3
Parque Industrial Sur
Quito EC170132, Ecuador

1.3. Normativa aplicada

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-CG, Cargas no sísmicas, diciembre 2014.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS, Peligro sísmico. Diseño sismo resistente, diciembre 2014.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-AC, Estructuras de acero, diciembre 2014.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-GC, Geotecnia y cimentaciones, diciembre 2014.
- Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

- Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural ACI 318M-11.
- Especificación AISI S100-2007 para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío.

1.4. Requerimientos espaciales y constructivos.

1.4.1. Descripción del edificio

El establecimiento industrial se compone de tres cubiertas a dos aguas, las cuales se encuentran adosadas. Cada cubierta tiene una luz de 30 m x 100 m de longitud, dando así lugar a 13 vanos y 14 pórticos separados por 6 m en los extremos y 8 m en la parte interna. El área cubierta es de 9000 m².

La altura de los pilares es de 10 m. Se tiene una pendiente de cubierta del 15%, por consiguiente, la altura de la cumbrera es de 12.25 m.

En los pórticos de fachada se tienen pilares separados cada 6 m. Se consideran en cubierta correas como vigas Gerber.

Dentro de la Nave 1 se instalará un puente grúa birraíl, marca ABUS, modelo ZLK, con polipasto de 5000 kg de capacidad, con un recorrido que va desde el segundo hasta el penúltimo pórtico. La ménsula de la viga carrilera se encuentra a 6.95 m respecto de la solera.

Se considerarán perfiles laminados en caliente y perfiles conformados en frío.

En la parte frontal de la Nave 2, existe una estructura de dos plantas. En la planta baja (con Nivel +0.000) se tiene el vestíbulo con la recepción de la empresa, comedor para el personal, aseos-vestidores para el personal masculino y aseos-vestidores para el personal femenino. Se cubre un área de 180 m². La primera planta (ubicada en el Nivel +3.475) está formada por oficinas, una sala de reuniones, aseos para el personal masculino y aseos para el personal femenino. La planta en mención, cubre un área de 180 m². La terraza de la edificación (con Nivel +6.950) es inaccesible. En total sumando las dos plantas se tiene un área de 360 m².

La Nave 3 será destinada exclusivamente para el almacenaje y despacho de los muebles de madera terminados.

La superficie aproximada del solar es de 192780 m². La nave se ubicará en una de las esquinas del terreno.

1.4.2. Distribución en planta

La Nave 1 tendrá una superficie construida de 3000 m². Dentro de ella se desplazará el puente grúa y servirá para la descarga y almacenamiento de materia prima, así como para la producción de muebles.

La superficie construida de la Nave 2 será de 3180 m², en ella se realizarán actividades de producción. Por otra parte, existirá un sector de oficinas repartido en dos niveles de 180 m² cada uno.

En la Nave 3 se almacenará el producto terminado. La superficie construida de este sector será de 3000 m².

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

De acuerdo al proceso productivo de la empresa, la distribución en planta de las áreas de trabajo son las que se detallan en la Tabla 1.

Sector	Actividad	Área proceso [m ²]	Área construida [m ²]
NAVE 1	Fabricación muebles, carpintería	1860	3000
	Almacenamiento madera, vigas y tablas	720	
	Descarga materia prima	420	
NAVE 2	Fabricación muebles de madera, barnizado	420	3180
	Fabricación muebles, carpintería	2400	
	Oficinas comerciales	360	
NAVE 3	Almacenamiento muebles de madera	3000	3000

Tabla 1. Distribución en planta

A continuación, la Figura 1 presenta la vista en planta del establecimiento industrial.

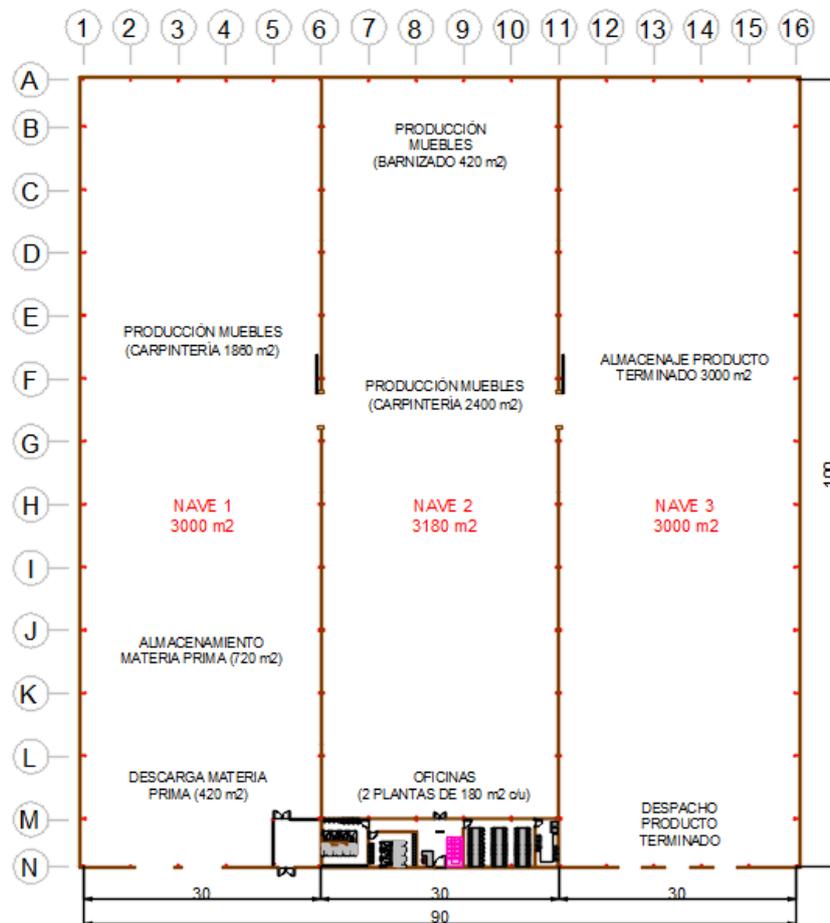


Figura 1. Distribución en planta de las áreas de trabajo

1.5. Descripción de la solución adoptada

1.5.1. Actuaciones previas

Como punto de partida, se realizará la adecuación del terreno con el desbroce de la capa vegetal. Los restos producidos se llevarán al vertedero más cercano. Posteriormente, se nivela la superficie con el uso de maquinaria pesada. Se prepara el solar para las etapas siguientes.

1.5.2. Cimentación y solera

Exclusivamente se utilizarán dos tipos de zapatas, rectangulares excéntricas para los pilares de fachada laterales y cuadradas centradas para los pilares centrales, esquineros y de fachada frontal. Se considera una capa de 10 cm de espesor de hormigón de limpieza. El plano de las cimentaciones se presenta en la Figura 2.

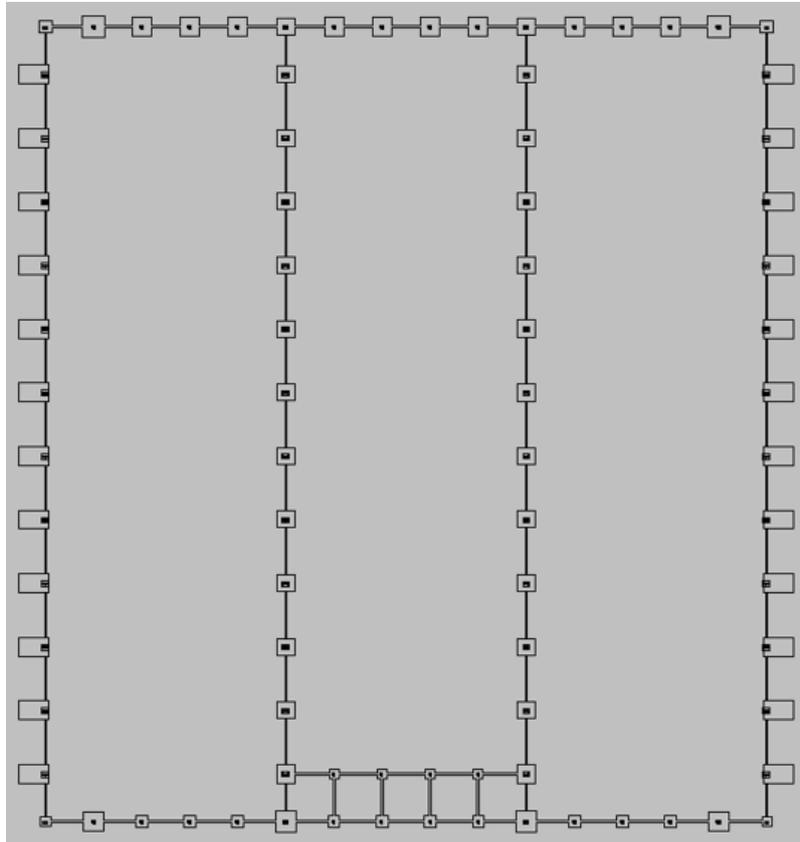


Figura 2. Plano de las cimentaciones

La configuración de armado que tendrán todas las zapatas cuadradas centradas se representa en la Figura 3.

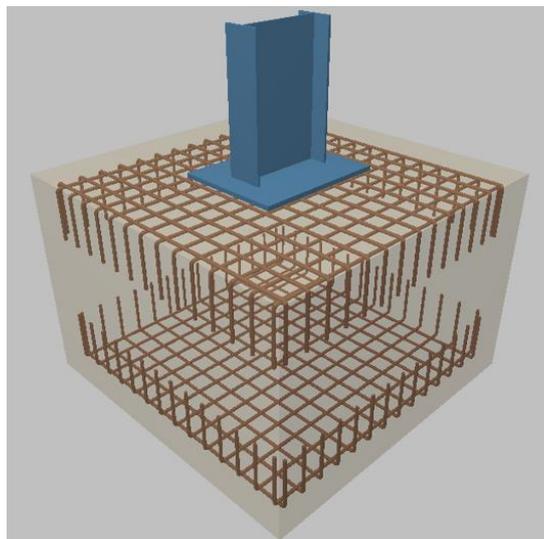


Figura 3. Zapata cuadrada centrada

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Las cimentaciones estarán unidas mediante vigas de atado de 40 cm x 40 cm de sección, con 4 varillas #5 (5/8") y con estribos #3 (3/8") separados 15 cm entre sí. El detalle de la configuración se presenta en la Figura 4.

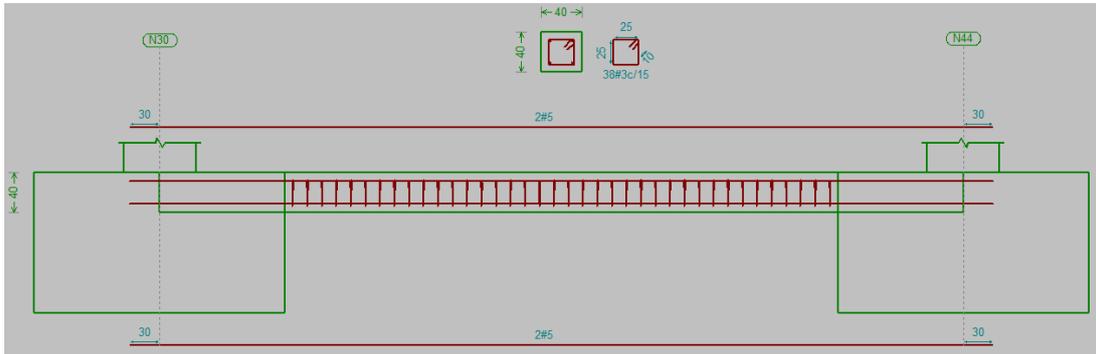


Figura 4. Detalle viga de atado

La solera estará compuesta por una subbase de zahorra artificial de 20 cm y una losa de hormigón de 20 cm de espesor. Por tanto, en los 9000 m² de superficie de todo el establecimiento industrial, serán necesarios 1800 m³ de zahorra artificial y 1800 m³ de hormigón.

1.5.3. Cerramientos

Tanto en la cubierta como en las fachadas del establecimiento industrial se instalará panel tipo sándwich (Figura 5), que se sujetará a las correas laterales y de cubierta mediante tornillos autoperforantes.

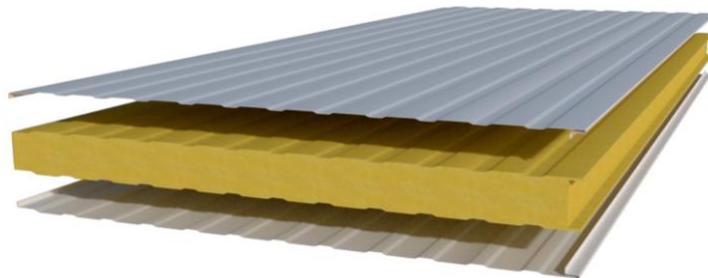


Figura 5. Panel tipo sándwich

Se elige este cerramiento debido a sus propiedades térmicas, acústicas y rapidez de montaje. El ancho útil del panel es de 1 m y las longitudes son variables, dependiendo del lugar dónde se vaya a instalar.

Se construirán muros divisorios entre las naves, para aislar los sectores de trabajo. De igual manera, se considera mampostería en la zona de oficinas, aseos y comedor.

1.5.4. Estructura

En los siguientes apartados se detalla cómo está conformada la estructura que tiene 3 cubiertas adosadas, cada una con una luz de 30 m x 100 m de longitud, dando así lugar a 13 vanos y 14 pórticos separados por 6 m en los extremos y 8 m en la parte interna. Las conexiones entre elementos estructurales se realizarán con pernos ASTM A325, tuercas ASTM A563 y arandelas

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

planas ASTM F436. Las soldaduras deberán garantizar una resistencia mínima a tracción de 70 ksi. El modelo estructural se representa en la Figura 6.

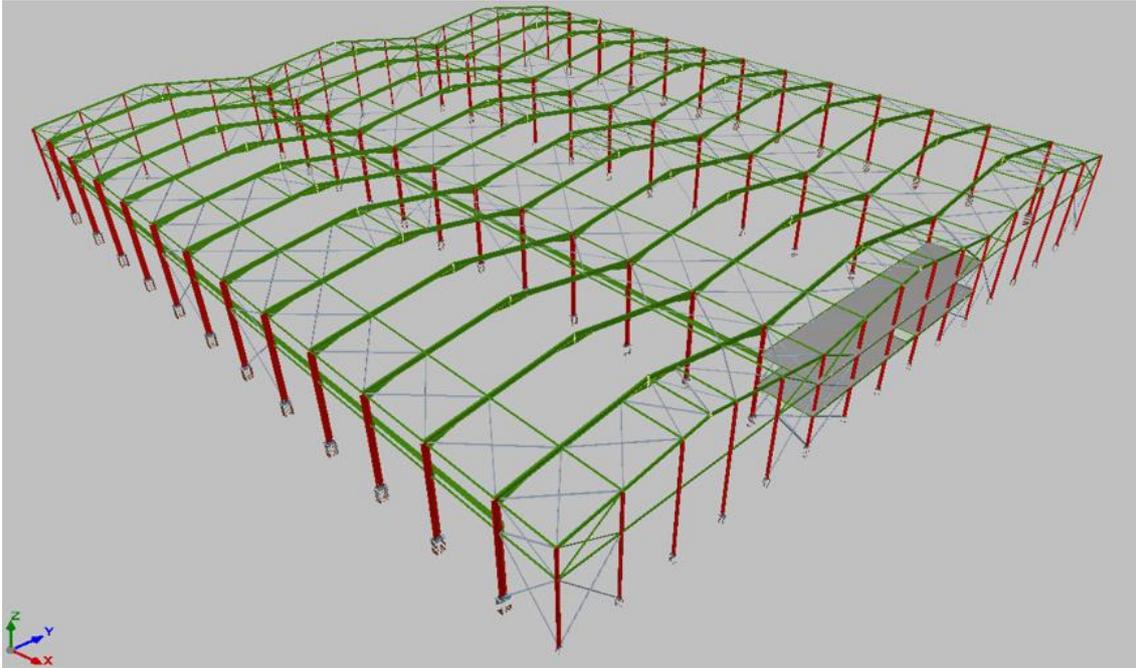


Figura 6. Modelo estructural

Con la solución estructural adoptada y una vez realizados los cálculos en el programa CYPE 3D, se justifica que todos los elementos estructurales cumplen la comprobación de estados límites últimos (E.L.U.).

De manera visual, los elementos que se encuentren sobre esforzados tomarán una coloración roja, en cambio, el color verde indica que los elementos resisten las acciones a las que están sometidos, como se puede observar en la Figura 7.

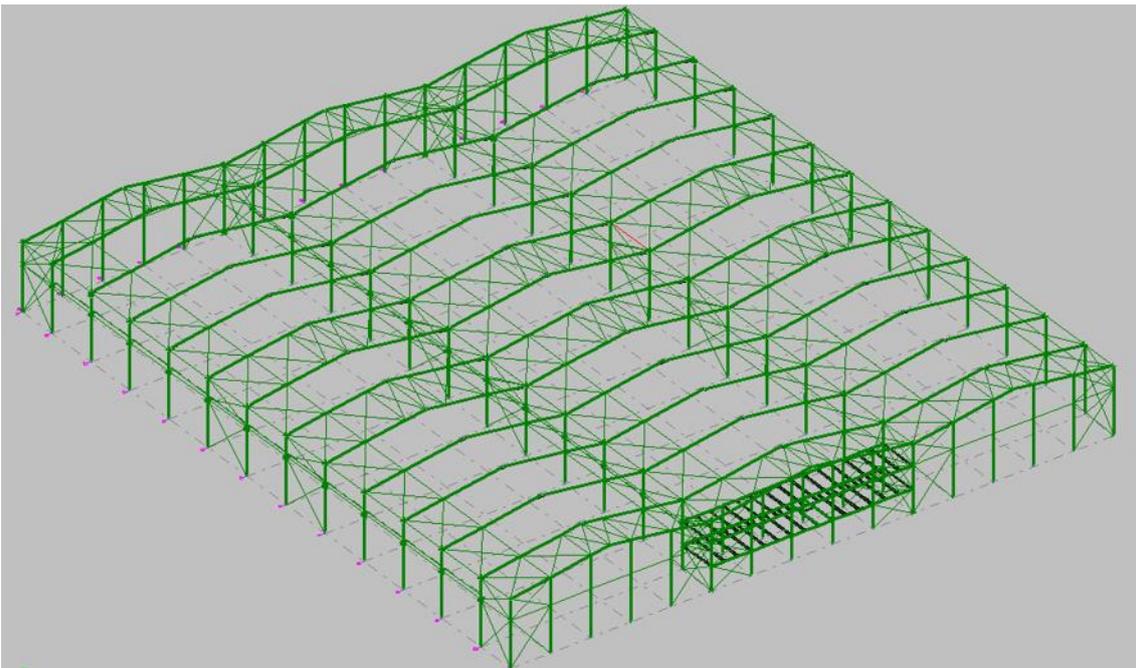


Figura 7. Comprobaciones E.L.U.

1.5.4.1. Pórtico interior

Estará compuesto en su totalidad por perfiles laminados en caliente. El perfil de los pilares exteriores será IPE 600 y el de los interiores IPE 500, todos con una longitud de 10 m.

Las vigas principales (jácenas) serán de perfil IPE 500, dispuestas con una pendiente del 15%. Sus conexiones con los pilares y entre jácenas se realizará con el uso de cartelas. La Figura 8 muestra el esquema del pórtico.

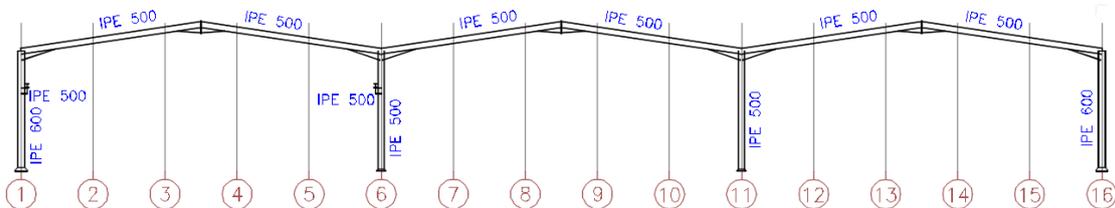


Figura 8. Pórtico interior

Las cartelas se formarán con los mismos perfiles de las vigas y en ambos casos tendrán una longitud de 2.80 m. En la Figura 9 se detalla el tipo de conexión emperrada.

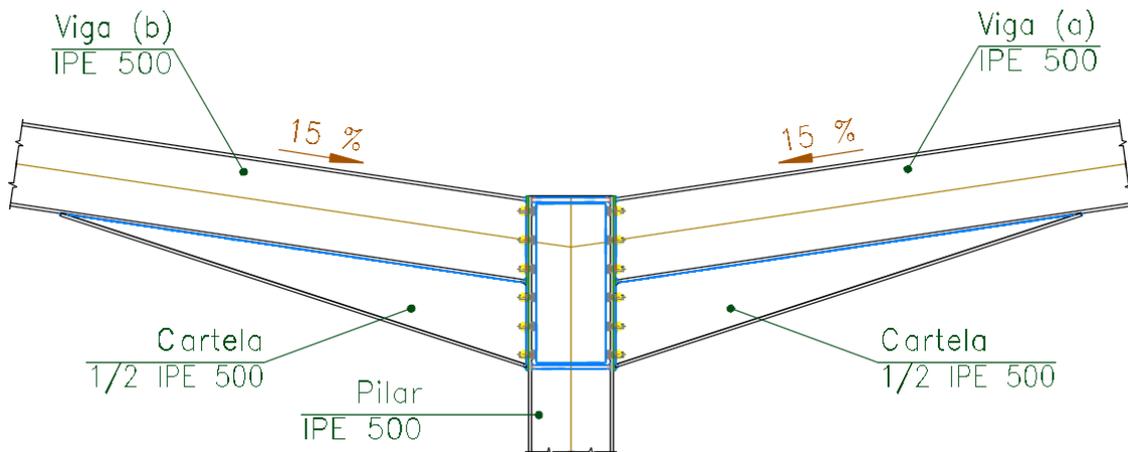


Figura 9. Detalle conexión cartela en pilares centrales

1.5.4.2. Pórtico de fachada

El pórtico de fachada frontal (Figura 10) dispondrá de pilares IPE 300 en los ejes 1, 7, 8, 9, 10 y 16, pilares IPE 270 en los ejes 2, 3, 4, 5, 12, 13, 14 y 15, pilares IPE 330 en los ejes 6 y 11. El perfil de las jácenas será IPE 270. Se considerarán montantes de tubo cuadrado #125x5. Además, entre los ejes 6 y 11 se tendrán vigas IPE 330 para el nivel +3.475 m y vigas IPE 240 para el nivel +6.950 m. Los arriostramientos para las naves 1 y 3 serán ángulos L 100x100x8, mientras que para la nave 2, los arriostramientos serán ángulos L 125x125x12.

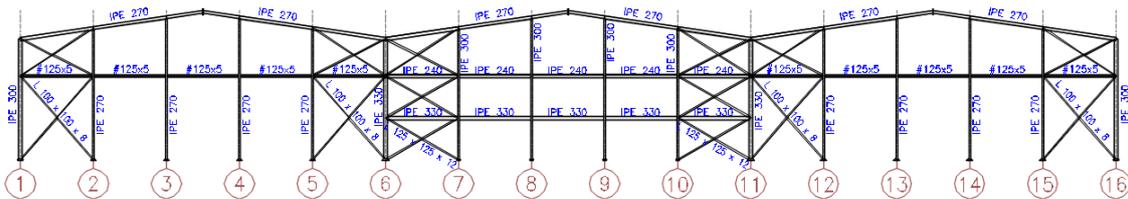


Figura 10. Pórtico de fachada frontal

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

El pórtico de fachada posterior (Figura 11) estará compuesto por pilares de perfil IPE 300 para los ejes 1 y 16. Se utilizará perfil IPE 270 para los pilares que van desde los ejes 2 al 15. Las vigas jácenas serán IPE 270. Se dispondrá de tubo cuadrado #125x5 para los montantes y ángulos L 100x100x8 para los arriostramientos.

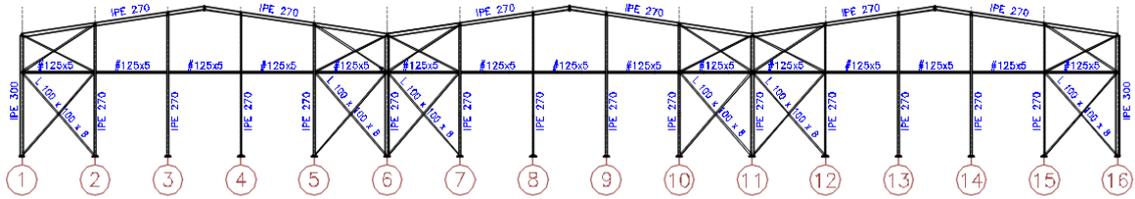


Figura 11. Pórtico de fachada posterior

1.5.4.3. Pórtico de fachada lateral

Dispondrá de pilares IPE 300 en los ejes A y N. Los pilares comprendidos entre los ejes B y M serán IPE 600, que corresponden con los perfiles descritos para los pórticos interiores y de fachada. Su altura es de 10 m.

La viga perimetral y los montantes consistirán en un perfil tubular cuadrado #125x5. Los arriostramientos (cruz de San Andrés) serán ángulos L 100x100x8 en los extremos y L 125x125x12 en la parte central inferior del pórtico. Para la parte central superior se mantendrán los arriostramientos L 100x100x8. La Figura 12 muestra el pórtico de fachada lateral.

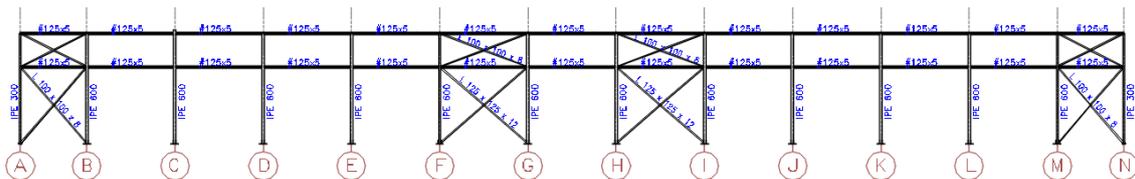


Figura 12. Pórtico de fachada lateral

1.5.4.4. Pórtico interior longitudinal

Estará compuesto por un pilar IPE 270 en el eje A, un pilar IPE 330 en el eje N y pilares IPE 500 para los ejes que van desde el B al M. Los perfiles descritos corresponden con los pilares mencionados en los pórticos interiores y de fachada.

Los montantes consistirán en un perfil tubular cuadrado #125x5. Entre los ejes M y N se utilizarán vigas IPE 270 e IPE 220 para los niveles +3.475 m y +6.950 m, respectivamente.

Los arriostramientos serán ángulos L 100x100x8 entre los ejes A y B. Para la parte central inferior del pórtico y entre los ejes M y N se dispondrán ángulos L 125x125x12. Para la parte central superior se mantendrán los arriostramientos L 100x100x8. La Figura 13 muestra el pórtico interior longitudinal.

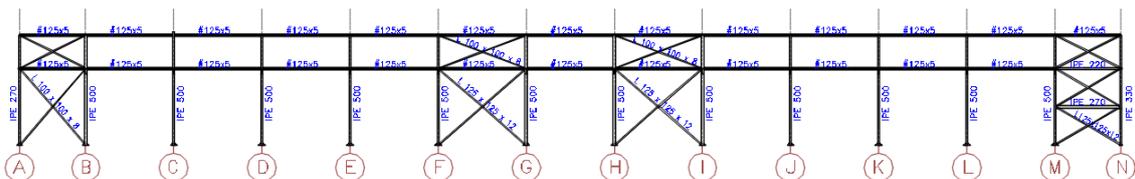


Figura 13. Pórtico interior longitudinal

1.5.4.5. Primera planta (Nv. +3.475 m)

Dispondrá de vigas principales con un perfil IPE 330 y de vigas secundarias de perfil IPE 270. Esta primera planta será destinada para oficinas de la empresa.

El tipo de forjado que se empleará en la planta de oficinas consiste en placa colaborante y hormigón armado de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$. En la Figura 14 se detalla el plano de la primera planta.

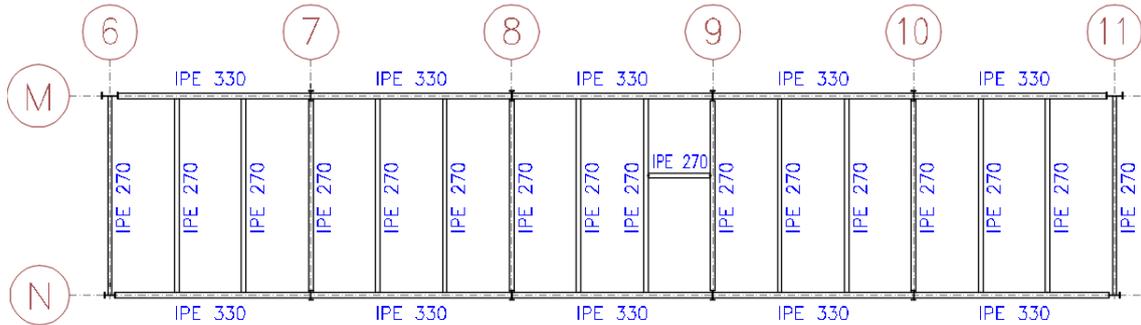


Figura 14. Planta Nv. +3.475

1.5.4.6. Terraza inaccesible (Nv. +6.950 m)

La terraza inaccesible (Figura 15) dispondrá de vigas principales con un perfil IPE 240 y de vigas secundarias de perfil IPE 220. Esta planta será inaccesible.

El tipo de forjado que se empleará en la planta consiste en placa colaborante y hormigón armado de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$.

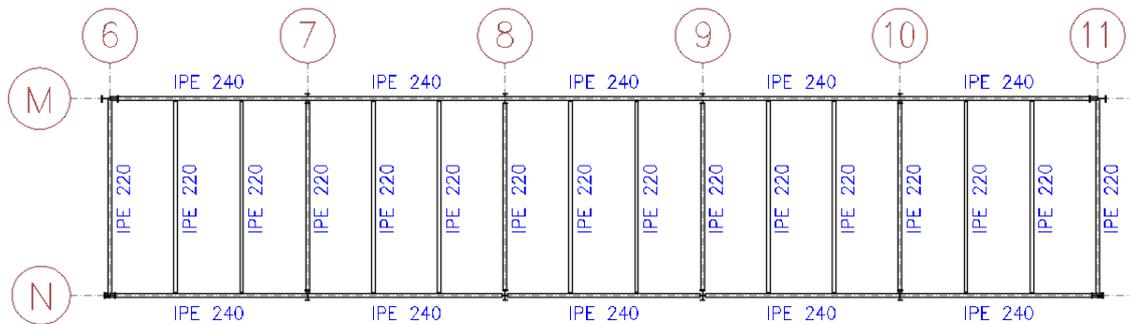


Figura 15. Planta Nv. +6.950

1.5.4.7. Cubierta

Las vigas de cubierta estarán formadas por perfil tubular cuadrado #125x5. Se preverán arriostramientos (vigas contraviento) en todo el ancho y longitud de la nave con el fin de rigidizar toda la cubierta. Al adoptar esta solución, los pórticos internos que en principio son traslacionales, pasan a ser intraslacionales por lo que el coeficiente de pandeo β de los pilares disminuye de 1.4-1.6 a 0.7, obteniéndose columnas de menor sección.

Los arriostramientos serán de perfil angular L 100x100x8 y se dispondrán tal y como se muestra en la Figura 16.

Todos los elementos descritos se instalarán por debajo del patín superior del perfil de la jácena, dejando espacio libre para instalar las correas de cubierta.

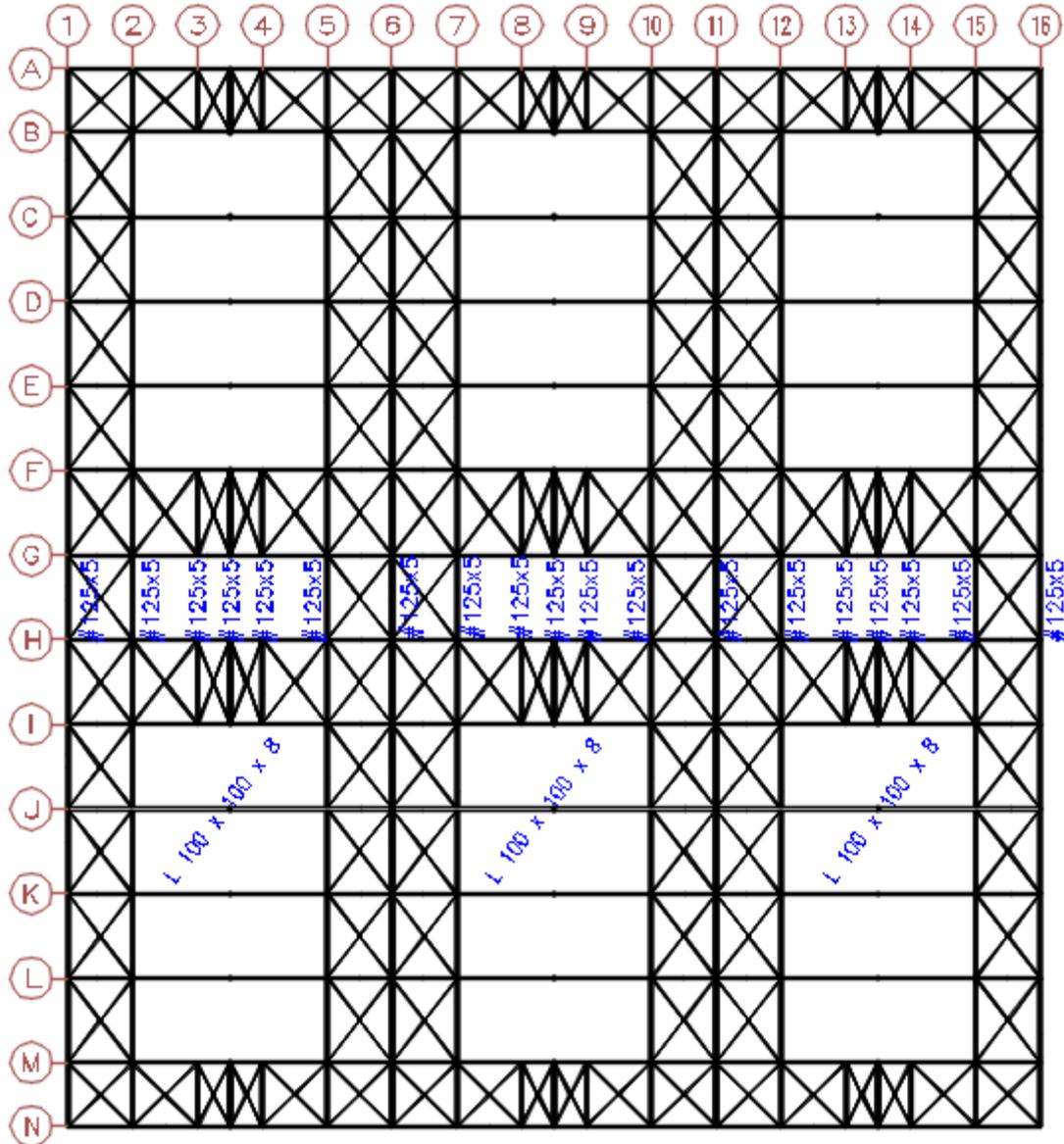


Figura 16. Cubierta

1.5.4.8. Correas

Las correas laterales serán perfiles conformados en frío tipo G175x2, con una separación de 2 m entre cada una de ellas (6 correas por fachada).

Las correas de cubierta serán perfiles conformados en frío tipo G250x4, con una separación de 1.85 m entre cada una de ellas (9 correas por plano).

Se considerarán correas de cubierta tipo Gerber, esto constituye una alternativa a las correas continuas, debido a su reducción de peso en grandes crujías. Con este tipo de vigas se consiguen momentos positivos, en el centro de los vanos intermedios, que se igualan con los momentos negativos. Se disminuyen los momentos negativos a costa de los momentos positivos. Sin embargo, el momento máximo se presenta en los vanos extremos, obligando a aumentar las secciones de ese vano o a reducir la crujía entre vanos (hasta un 85%).

Para obtener este tipo de vigas, se ejecutan rótulas distanciadas de los apoyos. La Figura 17 presenta algunos tipos de rótulas.

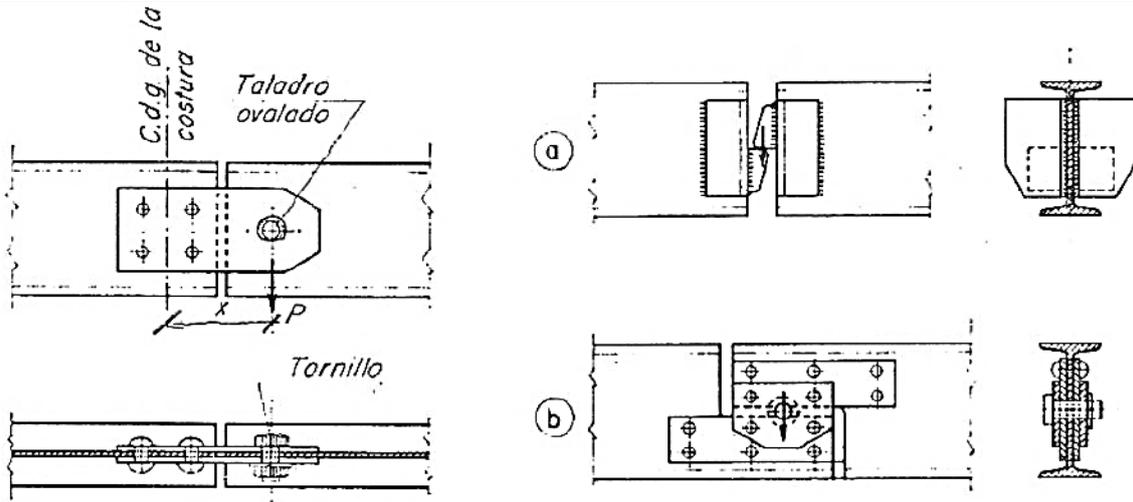


Figura 17. Rótulas en correas

En estructuras de grandes dimensiones, el agujero ovalado puede actuar como junta de dilatación cuando la cubierta se vea expuesta a variaciones de temperatura.

La posición de las rótulas depende del número de vanos que tenga la nave. En el presente proyecto, la estructura metálica está compuesta por 13 vanos. La Figura 18 muestra la posición de las rótulas en función de un número impar de vanos.

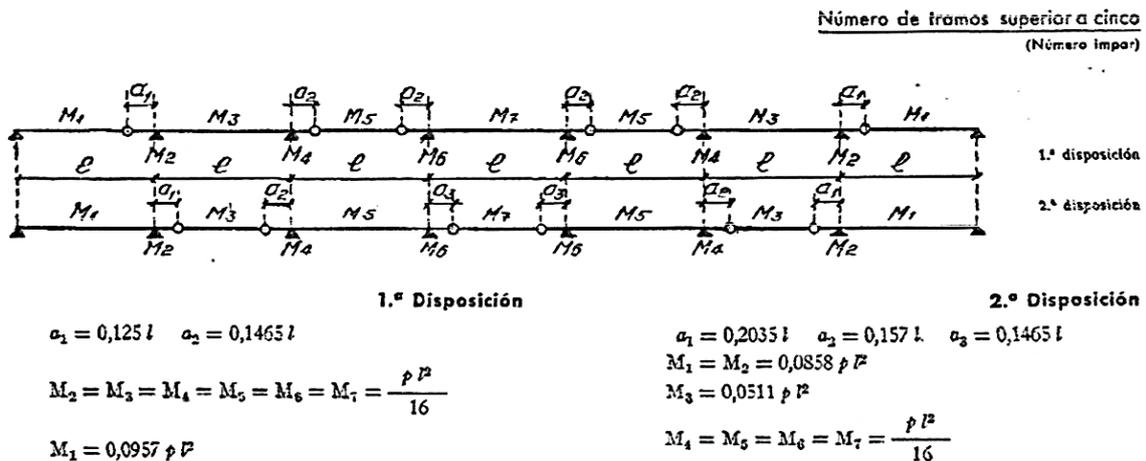


Figura 18. Disposición de rótulas en función de un número impar de vanos

1.5.4.9. Puente grúa

Debido a la necesidad de desplazar cargas considerables dentro de la nave industrial, bien sea por el proceso de producción o por labores de mantenimiento, se considera un puente grúa con una capacidad nominal de 5 toneladas.

La luz de la nave condiciona la elección del tipo de puente grúa, que para el presente caso será birraíl.

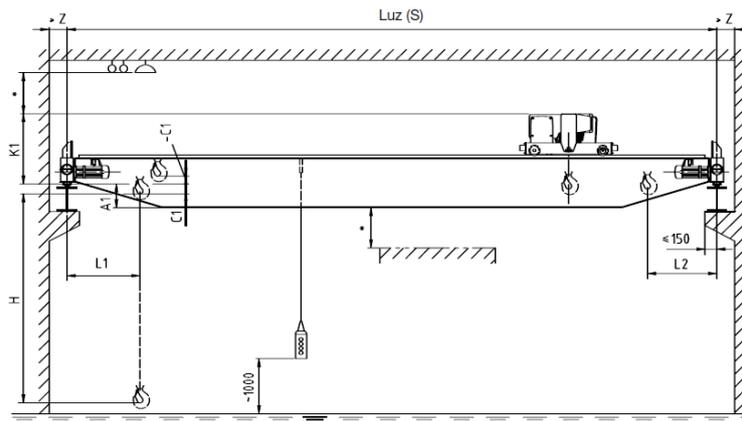
Una vez conocidas la capacidad y tipo de puente grúa, se selecciona, del catálogo comercial de la empresa ABUS, el modelo del equipo a instalar. En el mismo documento consta la información técnica necesaria para el posterior diseño y que se detalla en la Figura 19.

Puente grúa birraíl ZLK



Las medidas A1, C1 y K1 se pueden cambiar para ajustarlas a las condiciones del edificio de cada caso concreto, simplemente elevando la parte inferior de la viga principal hasta la parte inferior del testero.

Para efectuar mediciones de exactitud, rogamos póngase en contacto con ABUS



* Distancia de seguridad de acuerdo a las regulaciones nacionales de cada país.

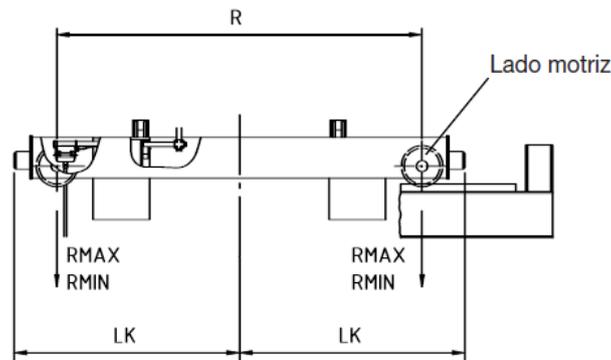
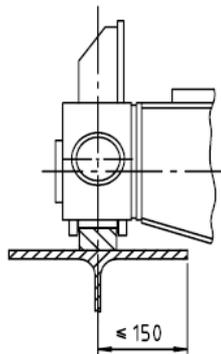


Figura 19. Catálogo de puentes grúa birraíl

Para el modelo de puente grúa birraíl ZLK de 5000 kg, el fabricante facilita la información técnica que se resume en la Figura 20.

Carga, Polipasto ¹⁾	S ¹⁾ m	A1 mm	K1 mm	C1 mm	L1 mm	L2 mm	Zmin mm	Hmax ¹⁾ mm	R mm	LK mm	Carga rueda kN	
											R max	R min
5000 kg Polipasto de cable GM 1050 H6 FEM 2m	10	200	770	-50	660	660	150	9000	2700	1605	30.6	6.9
	14	300	770	-50	660	660	150	9000	2700	1605	33.5	8.7
	16	300	770	-50	660	660	150	9000	2700	1630	35.5	10.4
	18	400	770	-50	660	660	150	9000	2700	1630	37.5	12.1
	20	500	770	-50	660	660	150	9000	2900	1730	39.6	14.0
Polipasto V = 0.8/5 m/min	22	460	810	-90	660	660	170	9000	3200	1895	42.7	17.0
	24	560	810	-90	660	660	170	9000	3800	2230	45.7	19.7
	26	500	870	-150	660	660	180	9000	4600	2650	50.7	24.4
	28	700	870	-150	660	660	180	9000	4600	2650	53.2	26.8
	30	700	870	-150	660	660	180	9000	4600	2650	57.2	30.7
	32	650	920	-200	660	660	180	9000	5100	2965	66.3	39.5
	34	660	920	-200	660	660	180	9000	5100	2965	71.7	44.9

Figura 20. Dimensiones y cargas del puente grúa

La ménsula que soporta la viga carrilera es un perfil IPE 500 y se encuentra a 6.95 m de altura. La longitud de la ménsula se determina con la siguiente expresión:

$$L_{\text{ménsula}} = 200 + \frac{h}{2}$$

Dónde:

$L_{ménsula}$: Longitud mínima de la ménsula [mm]

h : Altura de la sección del pilar en dónde se apoya la ménsula [mm]

La viga carrilera es un perfil HEB 360 que cumple con las condiciones de flecha máxima permitida para este elemento ($Flecha\ máxima \leq L/800$).

1.5.4.10. Placas de anclaje

Son necesarias 84 placas de anclaje para todos los pilares de la estructura. Sus dimensiones y pesos se especifican en la Tabla 2.

Placas de anclaje					
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)	
A572 Gr50	Placa base	12	300x450x15.9	201.88	
		2	350x550x19.1	57.57	
		22	500x500x25.4	1096.65	
		24	600x750x25.4	2153.41	
		24	720x1000x34.9	4737.51	
	Rigidizadores pasantes	24	450/300x100/30x6.4	47.55	
		4	550/350x100/0x6.4	8.97	
		44	500/270x150/0x9.5	189.99	
		48	750/500x150/0x9.5	336.47	
		48	1000/600x300/90x12.7	1234.62	
	Rigidizadores no pasantes	48	68/0x100/30x6.4	10.68	
		88	172/22x150/0x9.5	96.70	
		96	190/40x150/0x9.5	124.33	
	Total				10296.34

Tabla 2. Placas de anclaje

La Figura 21 presenta en detalle la conexión de una de las placas de anclaje con su cimentación.

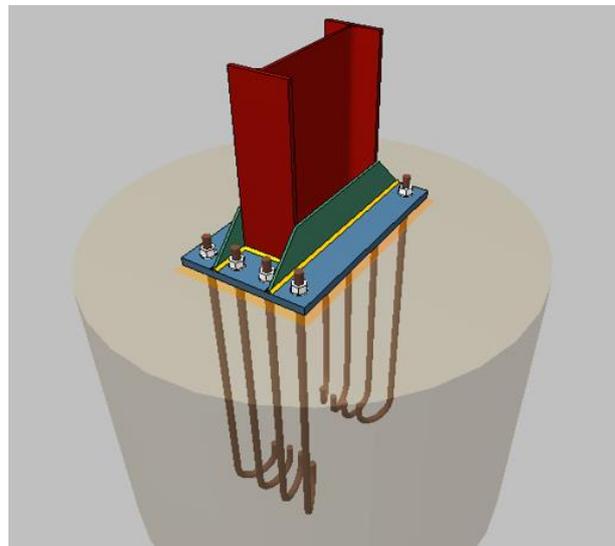


Figura 21. Placa de anclaje pilares centrales de pórticos interiores

1.5.5. Materiales

1.5.5.1. Acero

A continuación, se describen las propiedades mecánicas del acero estructural utilizado en el diseño y cálculo.

Tipo:	Acero laminado en caliente
Designación:	A572 Gr 50
Módulo de elasticidad (E):	2038736 kp/cm ² (200000 MPa)
Módulo de cortadura (G):	815494.4 kp/cm ² (79973 MPa)
Límite de fluencia (F_y):	3516.8 kp/cm ² (345 MPa)
Tensión de rotura (F_u):	4588.7 kp/cm ² (450 MPa)
Peso específico (γ):	7850 kg/m ³

A continuación, se detallan las propiedades mecánicas de los perfiles de acero conformados en frío que se consideran en el proyecto.

Tipo:	Acero conformado en frío
Designación:	A36
Módulo de elasticidad (E):	2038736 kp/cm ² (200000 MPa)
Módulo de cortadura (G):	815494.4 kp/cm ² (79973 MPa)
Límite de fluencia (F_y):	2548.5 kp/cm ² (250 MPa)
Tensión de rotura (F_u):	4078.8 kp/cm ² (400 MPa)
Peso específico (γ):	7850 kg/m ³

1.5.5.2. Hormigón

Las propiedades del hormigón utilizado en el diseño y cálculo de cimentaciones, vigas de atado y láminas, se detallan a continuación:

Tipo:	Hormigón
Designación:	$f'c = 240$
Módulo de elasticidad (E):	239700 kp/cm ² (23506 MPa)
Módulo de cortadura (G):	99875 kp/cm ² (9794 MPa)
Resistencia a la compresión ($f'c$):	240 kp/cm ² (24 MPa)
Peso específico (γ):	2500 kg/m ³

Las varillas de acero corrugado para refuerzo del hormigón tienen las siguientes propiedades mecánicas:

Tipo:	Varilla de acero corrugado
Designación:	ASTM A615 Grado 60

Límite de fluencia (F_y): 4280 kp/cm² (420 MPa)

Tensión de rotura (F_u): 6320 kp/cm² (620 MPa)

Los números de designación, dimensiones y peso nominal de las varillas, se muestran en la Figura 22.

Número Desig. Varilla	Diám. Nominal mm	Diám. pulgadas	Perím. mm	Peso Nominal kg/m	Área cm ²
3	9,520	3/8	29,9	0,560	0,71
4	12,700	1/2	39,9	0,994	1,29
5	15,880	5/8	49,9	1,552	2,00
6	19,050	3/4	59,8	2,235	2,84
7	22,220	7/8	69,8	3,042	3,87
8	25,400	1	79,8	3,973	5,10
9	28,650	1 1/8	90,0	5,060	6,45
10	32,260	1 1/4	101,3	6,404	8,19
11	35,810	1 3/8	112,5	7,907	10,06

Figura 22. Número de designación de varillas

1.6. Cargas de diseño

1.6.1. Cargas permanentes

1.6.1.1. Peso propio

Se trata de las cargas permanentes debidas al peso propio de todos los elementos estructurales (pilares, vigas, correas, sistemas contraviento, vigas perimetrales, arriostamientos, etc.) que conforman el establecimiento industrial y que deben ser soportadas por la estructura metálica del edificio.

En principio no se conoce su valor, aunque se lo obtiene después de realizar el dimensionamiento y cálculo.

1.6.1.2. Cargas muertas

Son cargas que actúan en permanencia sobre la estructura, con magnitud y posición constante. Pertenecen a elementos tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura.

Las cargas muertas a considerar son:

0.15 kN/m² en toda la estructura, a razón del panel tipo sándwich.

1.00 kN/m² en las losas de los niveles +3.475 m y +6.950 m.

8.00 kN/m en todo el perímetro de la losa del nivel +3.475 m, a razón de mampostería.

5.00 kN/m en el contorno del hueco de las escaleras, a razón de mampostería.

10.00 kN/m en la viga de soporte de las escaleras, con un ancho de escalera de 1 m.

1.6.2. Sobrecargas de uso

Las sobrecargas de uso dependen de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición y otras.

Las categorías de uso consideradas en el cálculo estructural son:

- 1) Puente grúa
- 2) General
- 3) Cubiertas

Se manejan 8 hipótesis de carga para el puente grúa. Todas estas situaciones son no concomitantes, es decir, son incompatibles porque se presentará un solo caso a la vez. Por tanto, los casos considerados son:

- PG_1: Puente grúa sobre el pilar, carro a la izquierda arrancando a la derecha
- PG_2: Puente grúa sobre el pilar, carro a la izquierda frenando a la izquierda
- PG_3: Puente grúa sobre el pilar, carro a la derecha arrancando a la izquierda
- PG_4: Puente grúa sobre el pilar, carro a la derecha frenando a la derecha
- PG_5: Puente grúa centro de la viga carrilera, carro a la izquierda arrancando a la derecha
- PG_6: Puente grúa centro de la viga carrilera, carro a la izquierda frenando a la izquierda
- PG_7: Puente grúa centro de la viga carrilera, carro a la derecha arrancando a la izquierda
- PG_8: Puente grúa centro de la viga carrilera, carro a la derecha frenando a la derecha

El catálogo del fabricante da las reacciones verticales por rueda, por lo que se conoce que:

$$Rv_{max} = 57.2 \text{ kN} \qquad Rv_{min} = 30.7 \text{ kN}$$

Las reacciones transversales corresponden al 10% de las reacciones verticales, por tanto:

$$Rt_{max} = 5.72 \text{ kN} \qquad Rt_{min} = 3.07 \text{ kN}$$

Las cargas descritas se introducen para cada uno de los 8 casos considerados. La separación entre las ruedas, según catálogo, es de 4.6 m.

Dentro de la categoría de uso general, se consideran unas sobrecargas de:

2.40 kN/m² en la losa del nivel +3.475 m, a razón de uso de oficinas y pasillos.

17.28 kN/m en la viga de soporte de las escaleras, con un ancho de escalera de 1 m y un largo 3.6 m, a razón de uso de gradas (4.80 kN/m²).

Por último, la categoría de uso para cubiertas considera la siguiente sobrecarga:

0.7 kN/m² para cubiertas inclinadas. Sobrecarga de mantenimiento.

0.7 kN/m² para terraza inaccesible. Sobrecarga de mantenimiento.

1.6.3. Viento

La *Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-CG-2014*, determina que la velocidad de diseño para viento hasta 10 m de altura será la adecuada a la velocidad máxima para la zona de ubicación de la edificación, pero no será menor a 21 m/s (75 km/h). Esta velocidad es la que se considera en el diseño debido a que los pilares tienen una altura de 10 m.

Pese a que para el presente proyecto no es necesario corregir la velocidad de diseño, para otros casos si que es necesario considerar que la velocidad corregida del viento resulta de multiplicar la velocidad instantánea máxima del viento por un coeficiente de corrección que depende de la altura y de las características topográficas y/o de edificación del entorno.

$$V_b = V \cdot \sigma$$

Dónde:

V_b : Velocidad corregida del viento [m/s]

V : Velocidad instantánea máxima del viento registrada a 10 m sobre el terreno [m/s]

σ : Coeficiente de corrección

Las características topográficas se dividen en 3 categorías.

Categoría A (sin obstrucción): Edificios frente al mar, zonas rurales o espacios abiertos sin obstáculos topográficos.

Categoría B (obstrucción baja): Edificios en zonas suburbanas con edificación de baja altura, hasta 10 m.

Categoría C (zona edificada): Zonas urbanas con edificios de altura.

Para cuestiones de cálculo, se considerará una categoría tipo B.

La Tabla 3 especifica los coeficientes de corrección en función de la altura y categoría.

Altura (m)	Categoría A (Sin obstrucción)	Categoría B (Obstrucción baja)	Categoría C (Zona edificada)
5	0,91	0,86	0,80
10	1,00	0,90	0,80
20	1,06	0,97	0,88
40	1,14	1,03	0,96
80	1,21	1,14	1,06
150	1,28	1,22	1,15

Tabla 3. Coeficiente de corrección σ

Se considera que el viento ejerce una presión sobre los elementos de fachada. Para determinar la resistencia del elemento frente al empuje del viento, se establece una presión de cálculo P , que se calcula con la siguiente ecuación:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C_e \cdot C_f$$

Dónde:

P : Presión de cálculo expresada en Pa [N/m²]

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

ρ : Densidad del aire expresada en kg/m³ (Generalmente 1.25 kg/m³)

C_e : Coeficiente de entorno/altura

C_f : Coeficiente de forma

Los valores que toma el coeficiente de forma se presentan en la Figura 23. El signo positivo (+) indica presión y el signo negativo (-) indica succión.

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0.8	
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 a 0	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.3 a +0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6

Figura 23. Determinación del coeficiente de forma

La misma *NEC-SE-CG-2014* menciona una forma sencilla para obtener el coeficiente de forma de acuerdo a la Figura 24.

Construcción	Coeficiente C_f
Elementos situados en patios interiores, cuyo ancho es inferior a la altura del edificio y sin conexión con el espacio exterior por su parte inferior, así como ventanas interiores (en el caso de que se dispongan dobles ventanas)	0.3
Elementos en fachadas protegidas en edificios alineados en calles rectas, a una distancia de la esquina, mayor que la altura de la edificación, en bloques exentos en la parte central de una fachada, de longitud mayor que el doble de la altura o en patios abiertos a fachadas o patios de manzana	0.8
Elementos en fachadas expuestas en edificaciones aisladas o fachadas de longitud menor que el doble de la altura	1.3
Elementos en fachadas muy expuestas, situados al borde de la orilla de lagos o del mar, próximos a escarpaduras, laderas de fuerte inclinación, desfiladeros, y otros	1.5

Figura 24. Determinación simplificada del coeficiente de forma

1.6.4. Granizo

Dado que, la ciudad de Quito se encuentra en la región andina del territorio ecuatoriano, la presencia de lluvias mezcladas con granizo es habitual, por consiguiente, es obligatorio considerar en el cálculo la acumulación del granizo en corto tiempo.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

La Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-CG-2014, Cargas no sísmicas, señala que se debe tomar en cuenta para regiones del país con más de 1500 msnm, las cargas de granizo S .

La carga S se determinará con la ecuación:

$$S = \rho_s \cdot H_s$$

Dónde:

ρ_s : Peso específico del granizo [1000 kg/m³]

H_s : Altura de acumulación [m]

Para cubiertas con pendientes menores del 15% se debe considerar una carga de granizo mínima de 0.50 kN/m². En el caso de cubiertas con pendientes menores del 5% se debe considerar una carga de granizo mínima de 1.00 kN/m².

Además, se debe considerar una sobrecarga de 1.00 kN/m² en las áreas de los aleros, en un ancho del 10% de la luz libre, medido desde el borde hacia el apoyo y no menor a 1000 mm.

De manera que, para la cubierta del establecimiento industrial, que tiene una pendiente del 15%, se considerará una carga uniformemente distribuida de $S = 0.50$ kN/m² y en los aleros una sobrecarga de 1.00 kN/m².

1.6.5. Sismo

Todo el territorio ecuatoriano se divide en seis zonas sísmicas, que se caracterizan por el valor de Z . El valor del factor de zona Z representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño. Se expresa como fracción de la aceleración de la gravedad y toma los valores que se presentan en la Figura 25.

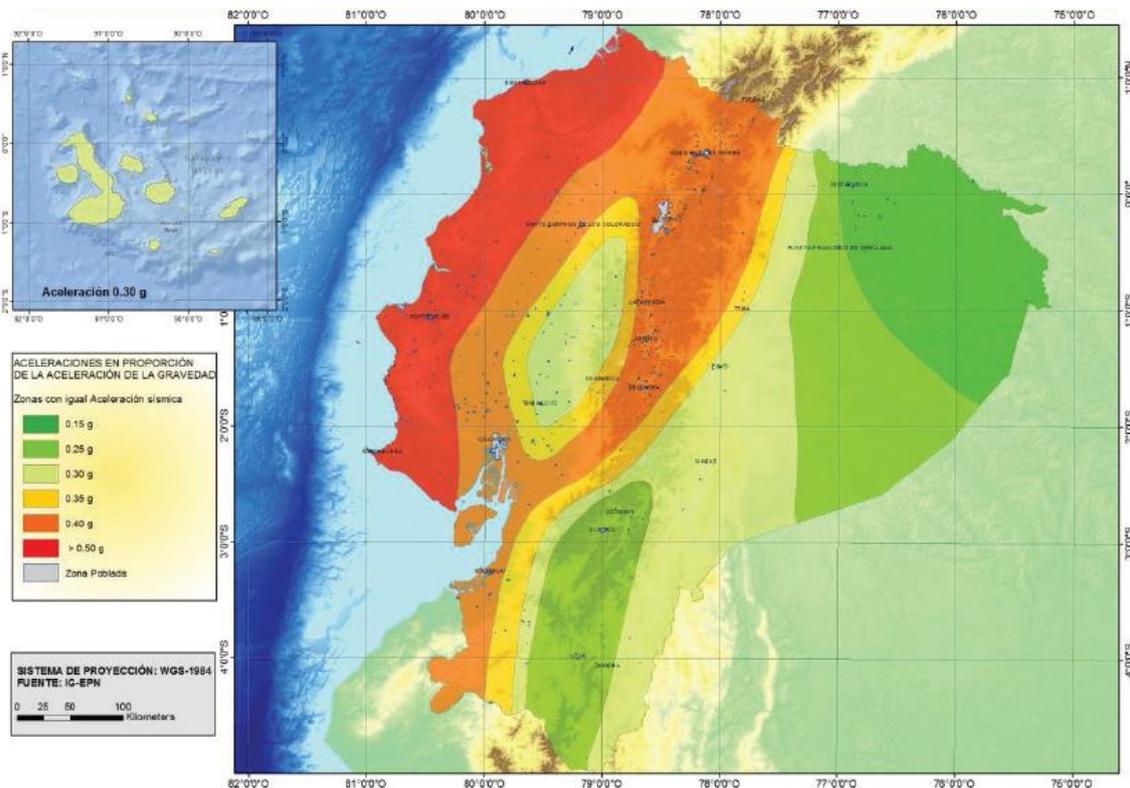


Figura 25. Zonas sísmicas del territorio ecuatoriano. Factor de zona Z

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

De la gráfica anterior se conoce que, en función de la zona sísmica adoptada, la amenaza sísmica va desde intermedia (0.15 g) a muy alta (0.50 g), Figura 26.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Figura 26. Valores del factor de zona Z en función de la zona sísmica adoptada

El mapa de zonificación sísmica para diseño resulta del estudio de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años (periodo de retorno 475 años). El litoral ecuatoriano presenta una amenaza sísmica muy alta, mientras que la región nororiental presenta una amenaza sísmica intermedia. El resto del territorio ecuatoriano tiene una amenaza sísmica alta.

Para la ciudad de Quito, el valor del factor de zona Z es 0.40 g.

Por otra parte, se han definido seis tipos de perfil de suelo (A, B, C, D, E y F). Para los perfiles comprendidos entre A y E, se analizan los 30 m superiores del suelo. Para el perfil de suelo tipo F, la respuesta no debe limitarse a los 30 m superiores del perfil.

Los tipos de perfil de suelo que se describen en la *Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-DS-2014, Peligro sísmico. Diseño sismo resistente*, se presentan en la Figura 27.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s $> V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s $> V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ kPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s $> V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ 100 kPa $> S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.		

Figura 27. Clasificación de los perfiles de suelo

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

En los cálculos del presente proyecto se considerará un perfil de suelo tipo C, con velocidades de onda de cortante entre 360 m/s y 760 m/s.

El coeficiente de reducción de resistencia sísmica R permite una reducción de las fuerzas sísmicas de diseño, siempre y cuando las estructuras y sus conexiones se diseñen para desarrollar un mecanismo de falla previsible y con adecuada ductilidad, donde el daño se concentre en secciones que actúen como rótulas plásticas. Depende del tipo de estructura, tipo de suelo, periodo de vibración considerado y factores de ductilidad como resistencia, redundancia y amortiguamiento de la estructura en condiciones límite.

En la Figura 28, se especifican los valores del coeficiente R para estructuras diferentes a las de edificación.

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R	
Reservorios y depósitos, incluidos tanques y esferas presurizadas, soportados mediante columnas o soportes arriostrados o no arriostrados.	2
Silos de hormigón fundido en sitio y chimeneas que poseen paredes continuas desde la cimentación	3.5
Estructuras tipo cantiléver tales como chimeneas, silos y depósitos apoyados en sus bordes	3
Naves industriales con perfiles de acero	3
Torres en armadura (auto-portantes o atirantadas)	3
Estructuras en forma de péndulo invertido	2
Torres de enfriamiento	3.5
Depósitos elevados soportados por una pila o por apoyos no arriostrados	3
Letreros y carteleras	3.5
Estructuras para vallas publicitarias y monumentos	2
Otras estructuras no descritas en este documento	2

Figura 28. Coeficiente de reducción R para estructuras diferentes a las de edificación

Por consiguiente, para el caso de naves industriales con perfiles de acero el coeficiente de reducción de respuesta sísmica es $R = 3$.

La regularidad o configuración estructural es un parámetro fundamental a considerar en el momento del diseño. Se debe procurar que la configuración de cualquier estructura en planta y en elevación sea lo más simple y regular posible para garantizar un adecuado desempeño sísmico.

La *Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-DS-2014*, establece ciertas configuraciones estructurales recomendables y no recomendables en elevación y en planta, las cuales se presentan en las Figuras 29 y 30, respectivamente.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

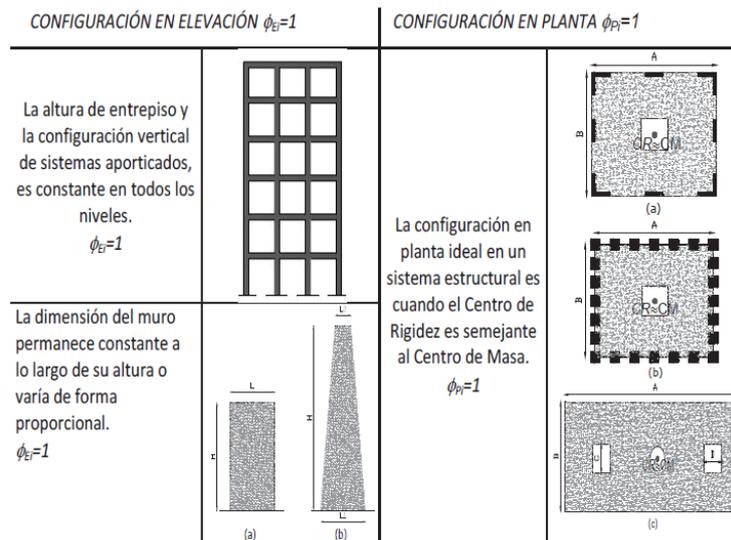


Figura 29. Configuraciones estructurales recomendadas

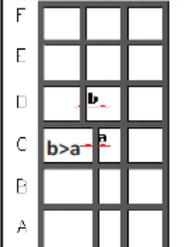
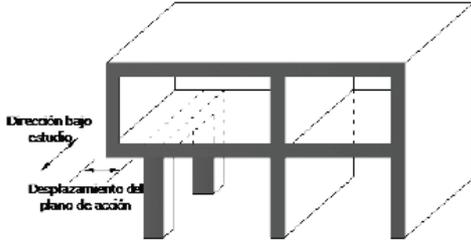
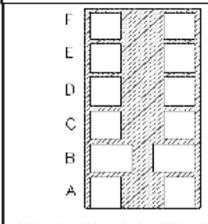
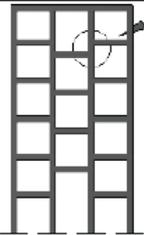
IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN		IRREGULARIDADES EN PLANTA	
Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas. La estructura se considera irregular no recomendada cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que se encuentran, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento.		Desplazamiento de los planos de acción de elementos vertical. Una estructura se considera irregular no recomendada cuando existen discontinuidades en los ejes verticales, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema resistente.	
Piso débil-Discontinuidad en la resistencia. La estructura se considera irregular no recomendada cuando la resistencia del piso es menor que el 70% de la resistencia del piso inmediatamente superior, (entendiéndose por resistencia del piso la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante del piso para la dirección considerada).	 RESISTENCIA PISO B < 0.70 RESISTENCIA PISO C		
Columna corta Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras.			

Figura 30. Configuraciones estructurales no recomendadas

Para el presente proyecto, se consideran coeficientes de regularidad en planta y elevación iguales a la unidad.

El coeficiente de importancia I se utiliza para incrementar la demanda sísmica de diseño para las estructuras en función del uso que se dé a los establecimientos o a la importancia de permanecer operativos o sufrir daños menores ante la presencia de un sismo. La Figura 31 detalla el valor que toma I .

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Figura 31. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

El establecimiento industrial se cataloga dentro de la categoría de otras estructuras, por ende, el valor del coeficiente de importancia es $I = 1.0$.

1.7. Combinaciones de carga

Toda construcción debe diseñarse para soportar las combinaciones de cargas permanentes, variables y/o accidentales.

Dentro de las cargas permanentes, también conocidas como gravitacionales, se encuentran el peso propio y las cargas muertas.

Las cargas variables están conformadas por las cargas vivas o sobrecargas de uso que dependen de la ocupación a la que está destinada la edificación, cargas estáticas por viento y cargas de granizo.

En las cargas accidentales se consideran las acciones sísmicas, incendios, choques de vehículos, o cualquier otra carga generada por un caso inesperado.

Por tanto, la *Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-CG-2014*, establece combinaciones básicas que deben tomarse en cuenta para el diseño por última resistencia. Las estructuras, componentes y cimentaciones deberán diseñarse de tal manera que la resistencia de diseño iguale o exceda los efectos de las cargas incrementadas, según las siguientes combinaciones:

Combinación 1

$$1.4 D$$

Combinación 2

$$1.2 D + 1.6 L + 0.5 \max[L_r; S; R]$$

Combinación 3*

$$1.2 D + 1.6 \max[L_r; S; R] + \max[L; 0.5 W]$$

*Combinación 4**

$$1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 \max[L_r; S; R]$$

*Combinación 5**

$$1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S$$

Combinación 6

$$0.9 D + 1.0 W$$

Combinación 7

$$0.9 D + 1.0 E$$

* Para las combinaciones 3, 4 y 5: $L = 0.5 \text{ kN/m}^2$ si $L_0 \leq 4.8 \text{ kN/m}^2$ (excepto para estacionamientos y espacios de reuniones públicas).

Las abreviaciones de las cargas corresponden a:

- D*: Carga permanente
- E*: Carga de sismo
- L*: Sobrecarga (carga viva)
- L_r*: Sobrecarga cubierta (carga viva)
- S*: Carga de granizo
- W*: Carga de viento

2. ANEXO DE CÁLCULO

2.1. Datos de obra

2.1.1. Normas consideradas

Cimentación: ACI 318M-11

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

Hormigón: ACI 318M-11

Categorías de uso

1. Puente Grúa
2. General
3. Cubiertas

2.1.2. Estados límites

E.L.U. de rotura. Hormigón	ACI 318M-11
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	ASCE 7
E.L.U. de rotura. Acero laminado	AISC 360-10 (LRFD) ASCE 7
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

2.1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Situaciones persistentes o transitorias**

- **Situaciones sísmicas**

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

A_E Acción sísmica

g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

g_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

g_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318M-11

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318M-11

E.L.U. de rotura. Acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

2.3.2 - [1] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q - Uso 1)		
Sobrecarga (Q - Uso 2)		
Sobrecarga (Q - Uso 3)		
Viento (Q)		
Nieve (Q)		

2.3.2 - [2 Lr] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q - Uso 1)	0.000	1.600
Sobrecarga (Q - Uso 2)	0.000	1.600
Sobrecarga (Q - Uso 3)	0.000	0.500
Viento (Q)		
Nieve (Q)		

2.3.2 - [2 S] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q - Uso 1)	0.000	1.600
Sobrecarga (Q - Uso 2)	0.000	1.600
Sobrecarga (Q - Uso 3)		
Viento (Q)		
Nieve (Q)	0.000	0.500

2.3.2 - [3 Lr, L] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q - Uso 1)	0.000	0.500
Sobrecarga (Q - Uso 2)	0.000	0.500
Sobrecarga (Q - Uso 3)	0.000	1.600
Viento (Q)		
Nieve (Q)		

2.3.2 - [3 S, L] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q - Uso 1)	0.000	0.500
Sobrecarga (Q - Uso 2)	0.000	0.500
Sobrecarga (Q - Uso 3)		
Viento (Q)		
Nieve (Q)	1.600	1.600

2.3.2 - [3 Lr, W] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q - Uso 1)		
Sobrecarga (Q - Uso 2)		
Sobrecarga (Q - Uso 3)	0.000	1.600
Viento (Q)	0.000	0.500
Nieve (Q)		

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

2.3.2 - [3 S, W] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q - Uso 1)		
Sobrecarga (Q - Uso 2)		
Sobrecarga (Q - Uso 3)		
Viento (Q)	0.000	0.500
Nieve (Q)	1.600	1.600

2.3.2 - [4 Lr] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q - Uso 1)	0.000	0.500
Sobrecarga (Q - Uso 2)	0.000	0.500
Sobrecarga (Q - Uso 3)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.000	1.000
Nieve (Q)		

2.3.2 - [4 S] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q - Uso 1)	0.000	0.500
Sobrecarga (Q - Uso 2)	0.000	0.500
Sobrecarga (Q - Uso 3)		
Viento (Q)	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	0.500

2.3.2 - [5] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q - Uso 1)	0.000	0.500
Sobrecarga (Q - Uso 2)	0.000	0.500
Sobrecarga (Q - Uso 3)		
Viento (Q)		
Nieve (Q)	0.000	0.200
Sismo (E)	-1.000	1.000

2.3.2 - [6] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q - Uso 1)		
Sobrecarga (Q - Uso 2)		
Sobrecarga (Q - Uso 3)		
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)		

2.3.2 - [7] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q - Uso 1)		
Sobrecarga (Q - Uso 2)		
Sobrecarga (Q - Uso 3)		
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso 1)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso 3)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso 1)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso 3)	0.000	1.000
Viento (Q)		
Nieve (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso 1)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso 3)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso 1)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso 3)	0.000	1.000
Viento (Q)		
Nieve (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

2.1.3. Sismo

Norma utilizada: NEC-SE-DS 2014

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

Peligro sísmico. Diseño sismo resistente.

Método de cálculo: Análisis modal espectral (NEC-SE-DS 2014, 6.2.2e)

2.1.3.1. Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): V

Región sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1): Sierra, Esmeraldas y Galápagos

Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): C

Sistema estructural

R_X : Factor de reducción (X) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)	R_X : <u>3.00</u>
R_Y : Factor de reducción (Y) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)	R_Y : <u>3.00</u>
F_P : Coeficiente de regularidad en planta (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3a)	F_P : <u>1.00</u>
F_E : Coeficiente de regularidad en elevación (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3b)	F_E : <u>1.00</u>
Geometría en altura (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3): Regular	

Importancia de la obra (NEC-SE-DS 2014, 4.1): Otras estructuras

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso	: <u>0.00</u>
Factor multiplicador del espectro	: <u>1.00</u>

No se realiza análisis de los efectos de 2^º orden

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

2.2. Estructura

2.2.1. Geometría

2.2.1.1. Barras

2.2.1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	n	G	f_y	a_t	g
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	A572 50ksi	2038736.0	0.300	815494.4	3516.8	0.000012	7.850
<p><i>Notación:</i> <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>n: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>f_y: Límite elástico</i> <i>a_t: Coeficiente de dilatación</i> <i>g: Peso específico</i></p>							

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

2.2.1.1.2. Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	A572 50ksi	1	IPE 600, (IPE)	156.00	62.70	60.70	92080.00	3387.00	165.00
		2	IPE 500, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 2.80 m. Cartela final inferior: 2.00 m.	116.00	48.00	42.96	48200.00	2142.00	89.30
		3	IPE 300, (IPE)	53.80	24.07	17.80	8356.00	604.00	20.10
		4	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90
		5	IPE 500, (IPE)	116.00	48.00	42.96	48200.00	2142.00	89.30
		6	IPE 330, (IPE)	62.60	27.60	20.72	11770.00	788.00	28.20
		7	#125x5, (Huecos cuadrados)	23.08	10.00	10.00	540.74	540.74	887.11
		8	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	205.00	9.07
		9	L 100 x 100 x 8, (L)	15.50	7.36	7.36	144.80	144.80	3.28
		10	L 125 x 125 x 12, (L)	28.56	13.56	13.56	424.29	424.29	13.71
		11	HE 360 B, (HEB)	180.60	101.25	35.44	43190.00	10140.00	292.50
		12	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.90

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.2.1.1.3. Resumen de medición

Resumen de medición													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)	
		IPE	IPE 600	240.00			3.744			29390.40			
			IPE 500, Simple con cartelas	1092.08			21.376			114598.8			
			IPE 300	113.20			0.609			4780.78			
			IPE 270	527.01			2.419			18989.10			
			IPE 500	252.00			2.923			22947.12			
			IPE 330	80.00			0.501			3931.28			
			IPE 220	96.00			0.321			2517.02			
			IPE 240	60.00			0.235			1841.61			
							2460.29			32.127			198996.1
						#125x5	1790.00			4.131			32427.37
						Huecos cuadrados		1790.00			4.131		32427.4
						L 100 x 100 x 8	2993.29			4.640			36420.89
			L 125 x 125 x 12	390.72			1.116			8759.69			
			L		3384.00			5.755		45180.6			
	A572 50ksi	HEB	HE 360 B	176.00			3.179			24951.70			

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado					176.00			3.179			24951.7	
						7810.30						301555.8

2.2.1.1.4. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
IPE	IPE 600	2.056	240.000	493.440
	IPE 500, Simple con cartelas	2.061	1092.082	2250.985
	IPE 300	1.186	113.200	134.233
	IPE 270	1.067	527.014	562.218
	IPE 500	1.780	252.000	448.459
	IPE 330	1.285	80.000	102.800
	IPE 220	0.868	96.000	83.347
	IPE 240	0.948	60.000	56.856
Huecos cuadrados	#125x5	0.477	1790.000	854.090
L	L 100 x 100 x 8	0.400	2993.292	1197.317
	L 125 x 125 x 12	0.500	390.716	195.358
HEB	HE 360 B	1.895	176.000	333.520
Total				6712.623

2.2.1.2. Láminas

2.2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E (kp/cm ²)	n	G (kp/cm ²)	a _t (m/m°C)	g (t/m ³)
Tipo	Designación					
Hormigón	f'c=240	239700.0	0.200	99875.0	0.000010	2.500
<p><i>Notación:</i> <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>n: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>a_t: Coeficiente de dilatación</i> <i>g: Peso específico</i></p>						

2.2.1.2.2. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Lámina	Espesor (mm)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Hormigón	f'c=240	L1	60.0	12.000	0.720	1800.00

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Tabla de medición						
Material		Lámina	Espesor (mm)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		L2	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L3	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L4	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L5	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L6	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L7	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L8	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L9	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L10	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L11	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L12	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L13	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L14	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L15	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L16	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L17	60.0	4.800	0.288	720.00
		L18	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L19	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L20	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L21	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L22	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L23	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L24	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L25	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L26	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L27	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L28	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L29	60.0	12.000	0.720	1800.00
		L30	60.0	12.000	0.720	1800.00

2.2.2. Resultados

2.2.2.1. Comprobaciones ELU pilar

Barra N44/N400

Perfil: IPE 600							
Material: Acero (A572 50ksi)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N44	N400	6.950	156.00	92080.00	3387.00	165.00	
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p>							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.		
	b	0.70	0.70	0.00	0.00		
	L _k	4.865	4.865	0.000	0.000		
	C _b	-		1.000			
<p>Notación:</p> <p><i>b</i>: Coeficiente de pandeo</p> <p><i>L_k</i>: Longitud de pandeo (m)</p> <p><i>C_b</i>: Factor de modificación para el momento crítico</p>							

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-10 (LRFD))								Estado
	P _t	I _c	P _c	M _x	M _y	V _x	V _y	PM _x M _y V _x V _y T	
N44/N400	N.P. ⁽¹⁾	I ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m h = 10.5	x: 0 m h = 53.7	x: 6.45 m h = 0.8	x: 0.323 m h < 0.1	x: 0 m h = 9.2	x: 0 m h = 72.5	CUMPLE h = 72.5

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-10 (LRFD))								Estado
	P _t	l _c	P _c	M _x	M _y	V _x	V _y	PM _x M _y V _x V _y T	
<p>Notación:</p> <p><i>P_t</i>: Resistencia a tracción</p> <p><i>l_c</i>: Limitación de esbeltez para compresión</p> <p><i>P_c</i>: Resistencia a compresión</p> <p><i>M_x</i>: Resistencia a flexión eje X</p> <p><i>M_y</i>: Resistencia a flexión eje Y</p> <p><i>V_x</i>: Resistencia a corte X</p> <p><i>V_y</i>: Resistencia a corte Y</p> <p><i>PM_xM_yV_xV_yT</i>: Esfuerzos combinados y torsión</p> <p><i>x</i>: Distancia al origen de la barra</p> <p><i>h</i>: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p><i>N.P.</i>: No procede</p>									
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p>									

Resistencia a tracción (Capítulo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

$$l : \underline{104} \quad \checkmark$$

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$l : \underline{104}$$

Donde:

L: Longitud de la barra L : 9282 mm

K: Factor de longitud efectiva. K : 0.52

r_y: Radio de giro respecto al eje Y r_y : 4.66 cm

Donde:

r_y : 4.66 cm

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y I_y : 3387.00 cm⁴

A: Área total de la sección transversal de la barra. A : 156.00 cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

h_T : 0.105 ✓

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en el nudo N44, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·MuertaOficina+1.6·QCubierta(3)+0.5·V(0°)H4.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD P_r : 23.335 t

P_c: Resistencia de diseño a compresión P_c : 222.424 t

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

j_p : Factor de resistencia a compresión, tomado como: $j_p : \underline{0.90}$

P_n : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1-2: $P_n : \underline{247.138} \text{ t}$

para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E7-1-2).

A : Área bruta de la sección de la barra. $A : \underline{156.00} \text{ cm}^2$

F_{cr} : Tensión de pandeo por flexión, tomada como: $F_{cr} : \underline{1584.22} \text{ kp/cm}^2$

a) Cuando:

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras $F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$

i) para secciones doblemente simétricas, F_e es el menor valor de: $F_e : \underline{1845.80} \text{ kp/cm}^2$

$F_e : \underline{\text{¥}}$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del acero $E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$

C_w : Constante de alabeo de la sección $C_w : \underline{2846000.00} \text{ cm}^6$

K_z : Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z $K_z : \underline{0.00}$

L : Longitud de la barra $L : \underline{9282} \text{ mm}$

G : Módulo de elasticidad transversal del acero $G : \underline{815494.39} \text{ kp/cm}^2$

J: Momento de inercia a torsión uniforme **J :** 165.00 cm⁴

I_x: Momento de inercia respecto al eje X **I_x :** 92080.00 cm⁴

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y **I_y :** 3387.00 cm⁴

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de: **F_e :** 1845.80 kp/cm²

F_{ex} : 50180.59 kp/cm²

F_{ey} : 1845.80 kp/cm²

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero **E :** 2038735.98 kp/cm²

K: Factor de longitud efectiva. **K_x :** 0.52

K_y : 0.52

L: Longitud de la barra **L :** 9282 mm

r: Radio de giro dominante **r_x :** 24.30 cm

r_y : 4.66 cm

Donde:

I: Momento de inercia **I_x :** 92080.00 cm⁴

I_y : 3387.00 cm⁴

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A :** 156.00 cm²

Q : 1.00

3) para secciones formadas por elementos rigidizados y no rigidizados:

Q_s: se calcula de la siguiente forma: **Q_s :** 1.00

a) para alas en pilares laminados u otras barras comprimidas que incluyan elementos no rigidizados

i) Cuando:

$$Q_s : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho del elemento comprimido no rigidizado	b : <u>110.00</u> mm
t: Espesor del ala	t : <u>19.00</u> mm
E: Módulo de elasticidad del acero	E : <u>2038735.98</u> kp/cm ²
F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras	F_y : <u>3516.82</u> kp/cm ²

$$Q_a : \underline{1.00}$$

Donde:

A: Área total de la sección transversal de la barra.	A : <u>156.00</u> cm ²
---	--

A_{eff}: Suma de las áreas eficaces de la sección transversal basadas en el ancho eficaz reducido 'h _e '.	A_{eff} : <u>156.00</u> cm ²
---	--

a) en elementos esbeltos uniformemente comprimidos, excepto alas de secciones cuadradas y rectangulares de espesor uniforme

ii) Cuando:

$$h_e : \underline{562.00} \text{ mm}$$

Donde:

h: Ancho del elemento comprimido no rigidizado	h : <u>562.00</u> mm
t: Espesor del alma	t : <u>12.00</u> mm
E: Módulo de elasticidad del acero	E : <u>2038735.98</u> kp/cm ²

Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_M : \underline{0.537} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en el nudo N44, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot MuertaOficina + 1.6 \cdot QCubierta(3) + 0.5 \cdot V(90^\circ)H4$.

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD $M_r : \underline{59.659} \text{ t}\cdot\text{m}$

M_c : Resistencia de diseño a flexión $M_c : \underline{111.160} \text{ t}\cdot\text{m}$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b : Factor de resistencia a flexión $j_b : \underline{0.90}$

M_n : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 2, Sección 1 $M_n : \underline{123.511} \text{ t}\cdot\text{m}$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{123.511} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado $F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$

Z_x : Módulo resistente plástico respecto al eje X $Z_x : \underline{3512.00} \text{ cm}^3$

2. Pandeo lateral

a) Si $L_b \leq L_p$, el estado límite de pandeo lateral no es de aplicación

Donde:

L_b : Distancia entre puntos de arriostramiento al desplazamiento lateral del ala comprimida o de la torsión de la sección transversal

$$L_b : \underline{0} \text{ mm}$$

$$L_p : \underline{1974.53} \text{ mm}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$$

$$r_y : \underline{4.66} \text{ cm}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{3387.00} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{156.00} \text{ cm}^2$$

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_M : \underline{0.008} \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en un punto situado a una distancia de 6.450 m del nudo N44, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·MuertaOficina+0.5·PuenteGrua(PG_7)(1)+0.2·Granizo-SY.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD **M_r** : 0.121 t·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión **M_c** : 15.383 t·m

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión **j_b** : 0.90

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 6, Sección 1 **M_n** : 17.092 t·m

Donde:

M_r⁺: Resistencia a flexión requerida **M_r⁺** : 0.088 t·m

M_r⁻ : 0.121 t·m

1. Fluencia

M_n : 17.092 t·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y** : 3516.82 kp/cm²

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y **Z_y** : 486.00 cm³

S_y: Módulo resistente elástico respecto al eje Y

S_y : 307.91 cm³

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y **I_y** : 3387.00 cm⁴

x: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro **x** : 110.00 mm

2. Pandeo local del ala

a) Para secciones con alas compactas el estado límite de fluencia es de aplicación

Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.323 m del nudo N44, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·MuertaOficina+0.5·PuenteGrua(PG_7)(1)+0.2·Granizo-SY.

Donde:

V_r : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.021} \quad t$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \underline{158.763} \quad t$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

V_n : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

para secciones con simetría simple y doble cargadas en el eje débil, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-7).

$$V_n : \underline{176.404} \text{ t}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{83.60} \text{ cm}^2$$

Donde:

b_f : Anchura total del ala

$$b_f : \underline{220.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala

$$t_f : \underline{19.00} \text{ mm}$$

b) para todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v , se calcula de la siguiente forma:

i)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b : La mitad del ancho total del ala

$$b : \underline{110.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala

$$t_f : \underline{19.00} \text{ mm}$$

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

K_v : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_v : \underline{0.092} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en el nudo N44, para la combinación de hipótesis $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot MuertaOficina + 1.6 \cdot QCubierta(3) + 0.5 \cdot V(90^\circ)H4$.

Donde:

V_r : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{13.925} \quad t$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \underline{151.927} \quad t$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

En la Sección G2.1 a:

j_v : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{1.00}$$

V_n : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

para almas de secciones con simetría simple o doble y en U sometidas a cortante en el plano del alma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G2).

$$V_n : \underline{151.927} \quad t$$

Donde:

$$F_y: \text{Límite elástico mínimo especificado} \quad F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{72.00} \text{ cm}^2$$

Donde:

$$d: \text{Canto total} \quad d : \underline{600.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma} \quad t_w : \underline{12.00} \text{ mm}$$

1. Resistencia nominal a cortante

a) para almas de perfiles laminados de sección en doble T cuando se cumple:

$$C_v: \text{Coeficiente de cortante del alma} \quad C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

$$h: \text{Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo} \quad h : \underline{562.00} \text{ mm}$$

$$E: \text{Módulo de elasticidad del acero} \quad E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

2. Comprobación de rigidizadores transversales

(a) si

No son necesarios rigidizadores transversales.

Donde:

$$h: \text{Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo} \quad h : \underline{562.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma} \quad t_w : \underline{12.00} \text{ mm}$$

$$E: \text{Módulo de elasticidad del acero} \quad E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_y: \text{Límite elástico mínimo especificado} \quad F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$$

Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

h : 0.725 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N44, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot MuertaOficina + 1.6 \cdot QCubierta(3) + 0.5 \cdot V(270^\circ)H4$.

Donde:

Según el capítulo H3.3, las secciones abiertas sometidas a torsión junto con tensiones combinadas, han de satisfacer la siguiente condición:

h : 0.002 ✓

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones abiertas sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, los siguientes criterios para la tensión de Von Mises:

h : 0.725 ✓

h : 0.002 ✓

h : 0.526 ✓

3. Resistencia de secciones no tubulares sometidas a torsión y tensiones combinadas

T_r : Resistencia a torsión requerida $T_r : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$

$T_c : \underline{1.443} \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

j_T : Factor de resistencia para torsión $j_T : \underline{0.90}$

T_n : Resistencia nominal a torsión, definida como:

$T_n : \underline{1.603} \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

C : Módulo resistente a torsión $C : \underline{86.84} \text{ cm}^3$

c) El estado límite de pandeo

$F_n : \underline{1845.80} \text{ kp/cm}^2$

Donde:

$F_{ex} : \underline{50180.59} \text{ kp/cm}^2$

$F_{ey} : \underline{1845.80} \text{ kp/cm}^2$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del acero $E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$

K : Factor de longitud efectiva. $K_x : \underline{0.52}$

$K_y : \underline{0.52}$

L : Longitud de la barra $L : \underline{9282} \text{ mm}$

r : Radio de giro dominante $r_x : \underline{24.30} \text{ cm}$

$r_y : \underline{4.66} \text{ cm}$

Donde:

I: Momento de inercia $I_x : \underline{92080.00} \text{ cm}^4$

$I_y : \underline{3387.00} \text{ cm}^4$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$A : \underline{156.00} \text{ cm}^2$

$F_e : \underline{\text{¥}}$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$

C_w : Constante de alabeo de la sección

$C_w : \underline{2846000.00} \text{ cm}^6$

K_z : Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z

$K_z : \underline{0.00}$

L: Longitud de la barra

$L : \underline{9282} \text{ mm}$

G: Módulo de elasticidad transversal del acero

$G : \underline{815494.39} \text{ kp/cm}^2$

J: Momento de inercia a torsión uniforme

$J : \underline{165.00} \text{ cm}^4$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

$I_x : \underline{92080.00} \text{ cm}^4$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$I_y : \underline{3387.00} \text{ cm}^4$

Comprobación de Von Mises (comprobación adicional)

f_a : Tensión normal debida al esfuerzo axil (tracción o compresión) calculada para la sección bruta.

$f_a : \underline{149.52} \text{ kp/cm}^2$

Donde:

P_r: Resistencia requerida a compresión (para las combinaciones de carga LRFD).

$$P_r : \underline{23.325} \text{ t}$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{156.00} \text{ cm}^2$$

f_{bx}: Tensión normal debida a flexión alrededor del eje x.

$$f_{bx} : \underline{1941.82} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{rx}: Resistencia requerida a flexión alrededor del eje x (para las combinaciones de carga LRFD).

$$M_{rx} : \underline{59.601} \text{ t}\cdot\text{m}$$

I_x: Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{92080.00} \text{ cm}^4$$

y: Coordenada y del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{-300.00} \text{ mm}$$

f_{by}: Tensión normal debida a flexión alrededor del eje y.

$$f_{by} : \underline{20.75} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{ry}: Resistencia requerida a flexión alrededor del eje y (para las combinaciones de carga LRFD).

$$M_{ry} : \underline{0.064} \text{ t}\cdot\text{m}$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{3387.00} \text{ cm}^4$$

x: Coordenada x del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{-110.00} \text{ mm}$$

f_{vx}: Tensión tangencial debida a cortante en la dirección x.

$$f_{vx} : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

V_x: Resistencia requerida a cortante en la dirección x (para las combinaciones de carga LRFD).

$$V_x : \underline{0.001} \text{ t}$$

Q_y: Momento estático respecto del eje y de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

$$Q_y : \underline{0.00} \text{ cm}^3$$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{3387.00} \text{ cm}^4$$

b: Espesor del elemento en el punto pésimo. **b**: 19.00 mm

f_{vy}: Tensión tangencial debida a cortante en la dirección y.

f_{vy}: 0.00 kp/cm²

Donde:

V_y: Resistencia requerida a cortante en la dirección y (para las combinaciones de carga LRFD).

V_y: 13.913 t

Q_x: Momento estático respecto del eje x de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

Q_x: 0.00 cm³

I_x: Momento de inercia respecto al eje X

I_x: 92080.00 cm⁴

b: Espesor del elemento en el punto pésimo.

b: 19.00 mm

f_T: Tensión tangencial debida a torsión.

f_T: -3.75 kp/cm²

Donde:

T_r: Resistencia requerida a torsión (para las combinaciones de carga LRFD).

T_r: 0.003 t·m

J: Momento de inercia a torsión uniforme

J: 165.00 cm⁴

b: Espesor del elemento en el punto pésimo.

b: 19.00 mm

F_a: Resistencia a compresión de la sección.

F_a: 1425.80 kp/cm²

Donde:

j_c: Factor de seguridad para compresión.

j_c: 0.90

F_{cr}: Resistencia crítica de pandeo (calculada según el Capítulo E).

F_{cr}: 1584.22 kp/cm²

F_{bx}, F_{by}: Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes x y y, respectivamente.

F_{bx}: 3165.14 kp/cm²

F_{by}: 3165.14 kp/cm²

Donde:

j_b : Factor de resistencia para flexión. $j_b : \underline{0.90}$

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras $F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$

F_{vx} , F_{vy} : Resistencia de la sección a cortante en las direcciones x y y, respectivamente.

$F_{vx} : \underline{1827.39} \text{ kp/cm}^2$

$F_{vy} : \underline{1827.39} \text{ kp/cm}^2$

Donde:

j_v : Factor de resistencia para cortante. $j_v : \underline{0.90}$

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras $F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$

F_T : Resistencia a torsión de la sección.

$F_T : \underline{1827.39} \text{ kp/cm}^2$

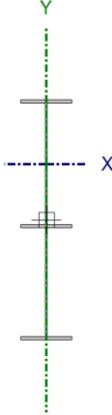
Donde:

j_T : Factor de resistencia para torsión $j_T : \underline{0.90}$

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras $F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$

2.2.2.2. Comprobaciones ELU viga

Barra N36/N265

Perfil: IPE 500, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 2.80 m. Cartela final inferior: 2.00 m.)									
Material: Acero (A572 50ksi)									
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾						
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	x _g ⁽⁴⁾ (mm)	y _g ⁽⁴⁾ (mm)	
N36	N265	6.067	190.66	201527.86	3212.37	131.40	0.00	217.10	
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N36)</p> <p>⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad</p>									
		Pandeo		Pandeo lateral					
		Plano ZX		Plano ZY		Ala sup.		Ala inf.	
		b	0.30	4.94	0.00	0.00			
		L _K	1.850	30.000	0.000	0.000			
		C _b	-		1.000				
<p>Notación:</p> <p><i>b</i>: Coeficiente de pandeo</p> <p><i>L_K</i>: Longitud de pandeo (m)</p> <p><i>C_b</i>: Factor de modificación para el momento crítico</p>									

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-10 (LRFD))								Estado
	P _t	I _c	P _c	M _x	M _y	V _x	V _y	PM _x M _y V _x V _y T	
N36/N265	N.P. ⁽¹⁾	x: 3.103 m I £ 200.0 Cumple	x: 3.103 m h = 28.0	x: 3.105 m h = 50.6	x: 6.067 m h = 10.1	x: 3.103 m h = 0.1	x: 3.105 m h = 11.3	x: 3.105 m h = 85.2	CUMPLE h = 85.2

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-10 (LRFD))								Estado
	P _t	I _c	P _c	M _x	M _y	V _x	V _y	PM _x M _y V _x V _y T	
<p><i>Notación:</i></p> <p><i>P_t: Resistencia a tracción</i></p> <p><i>I_c: Limitación de esbeltez para compresión</i></p> <p><i>P_c: Resistencia a compresión</i></p> <p><i>M_x: Resistencia a flexión eje X</i></p> <p><i>M_y: Resistencia a flexión eje Y</i></p> <p><i>V_x: Resistencia a corte X</i></p> <p><i>V_y: Resistencia a corte Y</i></p> <p><i>PM_xM_yV_xV_yT: Esfuerzos combinados y torsión</i></p> <p><i>x: Distancia al origen de la barra</i></p> <p><i>h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</i></p> <p><i>N.P.: No procede</i></p>									
<p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i></p> <p>⁽¹⁾ <i>La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</i></p>									

Resistencia a tracción (Capítulo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

I : 147 ✓

Donde:

I: Coeficiente de esbeltez

I : 147

Donde:

L: Longitud de la barra

L : 14864 mm

K: Factor de longitud efectiva. **K :** 2.02
r_x: Radio de giro respecto al eje X **r_x :** 20.38 cm

Donde:

r_x : 20.38 cm

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X **I_x :** 48200.00 cm⁴

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A :** 116.00 cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

h_T : 0.280 ✓

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en un punto situado a una distancia de 3.103 m del nudo N36, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·MuertaOficina+1.6·QCubierta(3)+0.5·V(0°)H4.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD **P_r :** 23.800 t

P_c: Resistencia de diseño a compresión **P_c :** 85.056 t

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

j_p : Factor de resistencia a compresión, tomado como: $j_p : \underline{0.90}$

P_n : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1-2: $P_n : \underline{94.507} \text{ t}$

para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E7-1-2).

A : Área bruta de la sección de la barra. $A : \underline{116.00} \text{ cm}^2$

F_{cr} : Tensión de pandeo por flexión, tomada como: $F_{cr} : \underline{814.72} \text{ kp/cm}^2$

b) Cuando:

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras $F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$

i) para secciones doblemente simétricas, F_e es el menor valor de: $F_e : \underline{928.98} \text{ kp/cm}^2$

$F_e : \underline{\text{¥}}$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del acero $E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$

C_w : Constante de alabeo de la sección $C_w : \underline{1249000.00} \text{ cm}^6$

K_z : Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z $K_z : \underline{0.00}$

L : Longitud de la barra $L : \underline{14864} \text{ mm}$

G : Módulo de elasticidad transversal del acero $G : \underline{815494.39} \text{ kp/cm}^2$

J : Momento de inercia a torsión uniforme $J : \underline{89.30} \text{ cm}^4$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X $I_x : \underline{48200.00} \text{ cm}^4$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{2142.00} \text{ cm}^4$$

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{928.98} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{ex} : \underline{928.98} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{ey} : \underline{10856.22} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_x : \underline{2.02}$$

$$K_y : \underline{0.12}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{14864} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante

$$r_x : \underline{20.38} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{4.30} \text{ cm}$$

Donde:

I: Momento de inercia

$$I_x : \underline{48200.00} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \underline{2142.00} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{116.00} \text{ cm}^2$$

$$Q : \underline{1.00}$$

3) para secciones formadas por elementos rigidizados y no rigidizados:

Q_s: se calcula de la siguiente forma:

$$Q_s : \underline{1.00}$$

a) para alas en pilares laminados u otras barras comprimidas que incluyan elementos no rigidizados

i) Cuando:

$$Q_s : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho del elemento comprimido no rigidizado **b :** 100.00 mm

t: Espesor del ala **t :** 16.00 mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E :** 2038735.98 kp/cm²

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras **F_y :** 3516.82 kp/cm²

$$Q_a : \underline{1.00}$$

Donde:

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A :** 116.00 cm²

A_{eff}: Suma de las áreas eficaces de la sección transversal basadas en el ancho eficaz reducido 'h_e'. **A_{eff} :** 116.00 cm²

a) en elementos esbeltos uniformemente comprimidos, excepto alas de secciones cuadradas y rectangulares de espesor uniforme

ii) Cuando:

$$h_e : \underline{468.00} \text{ mm}$$

Donde:

h: Ancho del elemento comprimido no rigidizado **h :** 468.00 mm

t: Espesor del alma **t :** 10.20 mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E :** 2038735.98 kp/cm²

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_M : \underline{0.506} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en un punto situado a una distancia de 3.105 m del nudo N36, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·MuertaOficina+1.6·QCubierta(3)+0.5·V(90°)H4.

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD $M_r : \underline{35.144} \text{ t}\cdot\text{m}$

M_c : Resistencia de diseño a flexión $M_c : \underline{69.443} \text{ t}\cdot\text{m}$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b : Factor de resistencia a flexión $j_b : \underline{0.90}$

M_n : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 2, Sección 1 $M_n : \underline{77.159} \text{ t}\cdot\text{m}$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{77.159} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado $F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$

Z_x : Módulo resistente plástico respecto al eje X $Z_x : \underline{2194.00} \text{ cm}^3$

2. Pandeo lateral

a) Si $L_b \leq L_p$, el estado límite de pandeo lateral no es de aplicación

Donde:

L_b : Distancia entre puntos de arriostamiento al desplazamiento lateral del ala comprimida o de la torsión de la sección transversal

$$L_b : \underline{0} \text{ mm}$$

$$L_p : \underline{1820.95} \text{ mm}$$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$$

$$r_y : \underline{4.30} \text{ cm}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{2142.00} \text{ cm}^4$$

A : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{116.00} \text{ cm}^2$$

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_M : \underline{0.101} \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en el nudo N265, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot MuertaOficina + 0.5 \cdot PuenteGrua(PG_7)(1) + 0.2 \cdot Granizo-SX$.

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{1.079} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_c: Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{10.635} \text{ t}\cdot\text{m}$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 6, Sección 1

$$M_n : \underline{11.817} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_r⁺: Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{1.079} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{1.038} \text{ t}\cdot\text{m}$$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{11.817} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$$

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y

$$Z_y : \underline{336.00} \text{ cm}^3$$

S_y: Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y : \underline{214.20} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{2142.00} \text{ cm}^4$$

x: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{100.00} \text{ mm}$$

2. Pandeo local del ala

a) Para secciones con alas compactas el estado límite de fluencia es de aplicación

Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 3.103 m del nudo N36, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·MuertaOficina+0.5·PuenteGrua(PG_7)(1)+0.2·Granizo-SX.

Donde:

V_r : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.178} \quad t$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \underline{121.541} \quad t$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

V_n : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

para secciones con simetría simple y doble cargadas en el eje débil, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-7).

$$V_n : \underline{135.046} \quad t$$

Donde:

$$F_y: \text{Límite elástico mínimo especificado} \quad F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{64.00} \text{ cm}^2$$

Donde:

$$b_f: \text{Anchura total del ala} \quad b_f : \underline{200.00} \text{ mm}$$

$$t_f: \text{Espesor del ala} \quad t_f : \underline{16.00} \text{ mm}$$

b) para todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v , se calcula de la siguiente forma:

i)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

$$b: \text{La mitad del ancho total del ala} \quad b : \underline{100.00} \text{ mm}$$

$$t_f: \text{Espesor del ala} \quad t_f : \underline{16.00} \text{ mm}$$

$$E: \text{Módulo de elasticidad del acero} \quad E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

$$K_v: \text{Coeficiente de abolladura del alma} \quad K_v : \underline{1.20}$$

Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_v : \underline{0.113} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 3.105 m del nudo N36, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·MuertaOficina+1.6·QCubierta(3)+0.5·V(90°)H4.

Donde:

V_r : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD $V_r : \underline{12.118} \text{ t}$

V_c : Resistencia de diseño a cortante $V_c : \underline{107.615} \text{ t}$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

En la Sección G2.1 a:

j_v : Factor de resistencia a cortante $j_v : \underline{1.00}$

V_n : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

para almas de secciones con simetría simple o doble y en U sometidas a cortante en el plano del alma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G2).

$V_n : \underline{107.615} \text{ t}$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado $F_y : \underline{3516.82} \text{ kp/cm}^2$

$A_w : \underline{51.00} \text{ cm}^2$

Donde:

d: Canto total **d :** 500.00 mm

t_w: Espesor del alma **t_w :** 10.20 mm

1. Resistencia nominal a cortante

a) para almas de perfiles laminados de sección en doble T cuando se cumple:

C_v: Coeficiente de cortante del alma **C_v :** 1.00

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo **h :** 468.00 mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E :** 2038735.98 kp/cm²

2. Comprobación de rigidizadores transversales

(a) si

No son necesarios rigidizadores transversales.

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo **h :** 468.00 mm

t_w: Espesor del alma **t_w :** 10.20 mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E :** 2038735.98 kp/cm²

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y :** 3516.82 kp/cm²

Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

h : 0.852 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_s se producen en un punto situado a una distancia de 3.105 m del nudo N36, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·MuertaOficina+1.6·QCubierta(3)+0.5·V(180°)H4.

Donde:

Según el capítulo H3.3, las secciones abiertas sometidas a torsión junto con tensiones combinadas, han de satisfacer la siguiente condición:

$$h : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones abiertas sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, los siguientes criterios para la tensión de Von Mises:

$$h : \underline{0.852} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.727} \quad \checkmark$$

3. Resistencia de secciones no tubulares sometidas a torsión y tensiones combinadas

T_r: Resistencia a torsión requerida

$$T_r : \underline{0.001} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$T_c : \underline{0.467} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

Donde:

j_T : Factor de resistencia para torsión $j_T : \underline{0.90}$

T_n : Resistencia nominal a torsión, definida como:

$T_n : \underline{0.518} \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

C : Módulo resistente a torsión $C : \underline{55.81} \text{ cm}^3$

c) El estado límite de pandeo

$F_n : \underline{928.98} \text{ kp/cm}^2$

Donde:

$F_{ex} : \underline{928.98} \text{ kp/cm}^2$

$F_{ey} : \underline{10856.22} \text{ kp/cm}^2$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del acero $E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$

K : Factor de longitud efectiva. $K_x : \underline{2.02}$

$K_y : \underline{0.12}$

L : Longitud de la barra $L : \underline{14864} \text{ mm}$

r : Radio de giro dominante $r_x : \underline{20.38} \text{ cm}$

$r_y : \underline{4.30} \text{ cm}$

Donde:

I : Momento de inercia $I_x : \underline{48200.00} \text{ cm}^4$

$I_y : \underline{2142.00} \text{ cm}^4$

A : Área total de la sección transversal de la barra. $A : \underline{116.00} \text{ cm}^2$

$$F_e : \underline{\hspace{2cm}} \text{ ¥}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero $E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$

C_w: Constante de alabeo de la sección $C_w : \underline{1249000.00} \text{ cm}^6$

K_z: Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z $K_z : \underline{0.00}$

L: Longitud de la barra $L : \underline{14864} \text{ mm}$

G: Módulo de elasticidad transversal del acero $G : \underline{815494.39} \text{ kp/cm}^2$

J: Momento de inercia a torsión uniforme $J : \underline{89.30} \text{ cm}^4$

I_x: Momento de inercia respecto al eje X $I_x : \underline{48200.00} \text{ cm}^4$

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y $I_y : \underline{2142.00} \text{ cm}^4$

Comprobación de Von Mises (comprobación adicional)

f_a: Tensión normal debida al esfuerzo axil (tracción o compresión) calculada para la sección bruta.

$$f_a : \underline{198.47} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

P_r: Resistencia requerida a compresión (para las combinaciones de carga LRFD). $P_r : \underline{23.022} \text{ t}$

A: Área total de la sección transversal de la barra. $A : \underline{116.00} \text{ cm}^2$

f_{bx}: Tensión normal debida a flexión alrededor del eje x.

$$f_{bx} : \underline{1822.20} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{rx}: Resistencia requerida a flexión alrededor del eje x (para las combinaciones de carga LRFD). **M_{rx}** : 35.132 t·m

I_x: Momento de inercia respecto al eje X **I_x** : 48200.00 cm⁴

y: Coordenada y del punto pésimo respecto al centro de gravedad. **y** : -250.00 mm

f_{by}: Tensión normal debida a flexión alrededor del eje y.

f_{by} : 19.17 kp/cm²

Donde:

M_{ry}: Resistencia requerida a flexión alrededor del eje y (para las combinaciones de carga LRFD). **M_{ry}** : 0.041 t·m

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y **I_y** : 2142.00 cm⁴

x: Coordenada x del punto pésimo respecto al centro de gravedad. **x** : -100.00 mm

f_{vx}: Tensión tangencial debida a cortante en la dirección x.

f_{vx} : 0.00 kp/cm²

Donde:

V_x: Resistencia requerida a cortante en la dirección x (para las combinaciones de carga LRFD). **V_x** : 0.014 t

Q_y: Momento estático respecto del eje y y de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo. **Q_y** : 0.00 cm³

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y **I_y** : 2142.00 cm⁴

b: Espesor del elemento en el punto pésimo. **b** : 16.00 mm

f_{vy}: Tensión tangencial debida a cortante en la dirección y.

f_{vy} : 0.00 kp/cm²

Donde:

V_y: Resistencia requerida a cortante en la dirección y (para las combinaciones de carga LRFD). **V_y** : 12.105 t

Q_x: Momento estático respecto del eje x de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo. **Q_x** : 0.00 cm³

I_x: Momento de inercia respecto al eje X **I_x** : 48200.00 cm⁴

b: Espesor del elemento en el punto pésimo. **b** : 16.00 mm

f_T: Tensión tangencial debida a torsión.

f_T : -3.17 kp/cm²

Donde:

T_r: Resistencia requerida a torsión (para las combinaciones de carga LRFD). **T_r** : 0.001 t·m

J: Momento de inercia a torsión uniforme **J** : 89.30 cm⁴

b: Espesor del elemento en el punto pésimo. **b** : 16.00 mm

F_a: Resistencia a compresión de la sección.

F_a : 733.25 kp/cm²

Donde:

j_c: Factor de seguridad para compresión. **j_c** : 0.90

F_{cr}: Resistencia crítica de pandeo (calculada según el Capítulo E). **F_{cr}** : 814.72 kp/cm²

F_{bx}, F_{by}: Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes x y y, respectivamente.

F_{bx} : 3165.14 kp/cm²

F_{by} : 3165.14 kp/cm²

Donde:

j_b: Factor de resistencia para flexión. **j_b** : 0.90

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras **F_y** : 3516.82 kp/cm²

F_{Vx}, F_{Vy}: Resistencia de la sección a cortante en las direcciones x y y, respectivamente.

F_{Vx} : 1827.39 kp/cm²

F_{Vy} : 1827.39 kp/cm²

Donde:

j_v : Factor de resistencia para cortante.

j_v : 0.90

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

F_y : 3516.82 kp/cm²

F_T : Resistencia a torsión de la sección.

F_T : 1827.39 kp/cm²

Donde:

j_T : Factor de resistencia para torsión

j_T : 0.90

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

F_y : 3516.82 kp/cm²

2.2.2.3. Sismo

Norma utilizada: NEC-SE-DS 2014

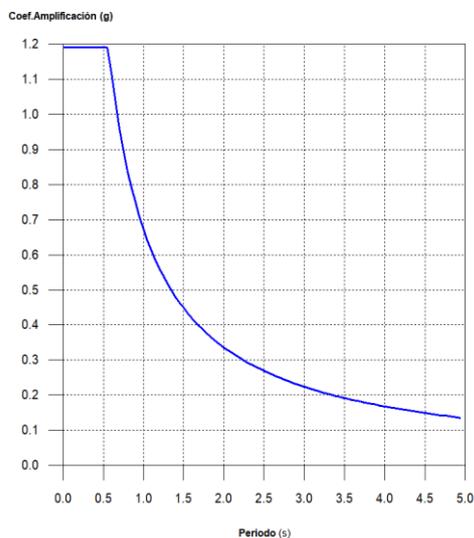
NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

Peligro sísmico. Diseño sismo resistente.

Método de cálculo: Análisis modal espectral (NEC-SE-DS 2014, 6.2.2e)

2.2.2.3.1. Espectro de cálculo

2.2.2.3.1.1. Espectro elástico de aceleraciones



Coef. Amplificación:

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 1.190 g.

NEC-SE-DS 2014 (3.3.1)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

Z: Factor de zona (NEC-SE-DS 2014, Tabla 1) Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): V	Z : <u>0.40</u>
h: Relación de amplificación espectral (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1) Región sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1): Sierra, Esmeraldas y Galápagos	h : <u>2.48</u>
F_a: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 3)	F_a : <u>1.20</u>
F_d: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 4)	F_d : <u>1.11</u>
F_s: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 5) Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): C Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): V	F_s : <u>1.11</u>
I: Factor de importancia (NEC-SE-DS 2014, Tabla 6) Importancia de la obra (NEC-SE-DS 2014, 4.1): Otras estructuras	I : <u>1.00</u>
r: Exponente que define la rama descendente del espectro (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1) Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): C	r : <u>1.00</u>
T_c: Periodo límite superior de la rama de aceleración constante del espectro (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1)	T_c : <u>0.56 s</u>

2.2.2.3.1.2. Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente ($R \cdot F_p \cdot F_E$) correspondiente a cada dirección de análisis.

Factor de comportamiento / Coeficiente de ductilidad

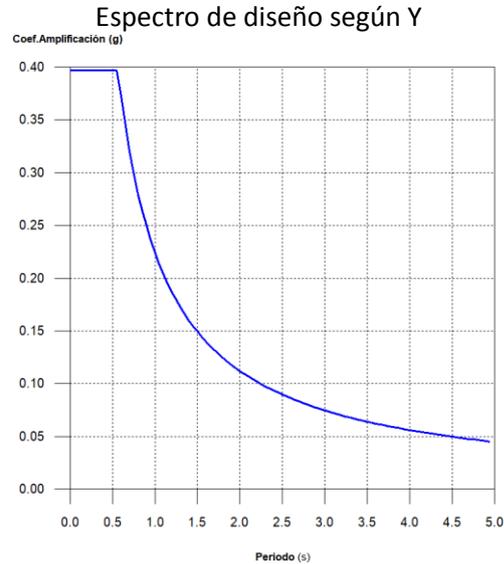
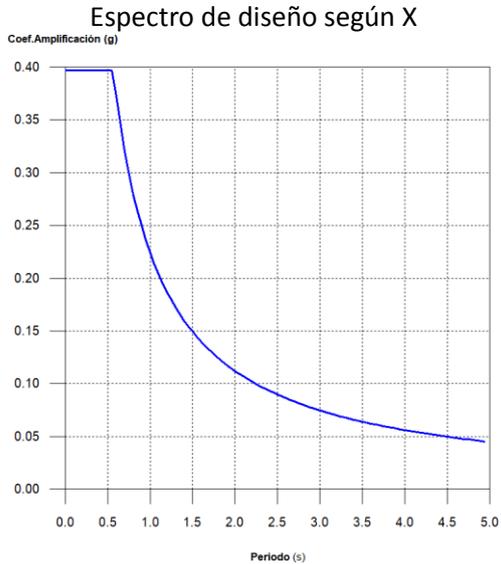
R_x: Factor de reducción (X) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)	R_x : <u>3.00</u>
R_y: Factor de reducción (Y) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)	R_y : <u>3.00</u>

F_P: Coeficiente de regularidad en planta (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3a)

F_P : 1.00

F_E: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3b)

F_E : 1.00



2.2.2.3.2. Coeficientes de participación

Modo	T	L _x	L _y	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	1.819	1	0.0001	1.32 %	0 %	R = 3 A = 1.208 m/s ² D = 101.326 mm	R = 3 A = 1.208 m/s ² D = 101.326 mm
Modo 2	1.819	1	0.0045	0.03 %	0 %	R = 3 A = 1.209 m/s ² D = 101.299 mm	R = 3 A = 1.209 m/s ² D = 101.299 mm
Modo 3	1.818	1	0.0099	0 %	0 %	R = 3 A = 1.21 m/s ² D = 101.227 mm	R = 3 A = 1.21 m/s ² D = 101.227 mm
Modo 4	1.818	0.9957	0.0931	0 %	0 %	R = 3 A = 1.21 m/s ² D = 101.225 mm	R = 3 A = 1.21 m/s ² D = 101.225 mm
Modo 5	1.817	1	0.0042	0 %	0 %	R = 3 A = 1.21 m/s ² D = 101.207 mm	R = 3 A = 1.21 m/s ² D = 101.207 mm
Modo 6	1.817	1	0.0014	0 %	0 %	R = 3 A = 1.21 m/s ² D = 101.206 mm	R = 3 A = 1.21 m/s ² D = 101.206 mm
Modo 7	1.799	0.953	0.303	0 %	0 %	R = 3 A = 1.222 m/s ² D = 100.183 mm	R = 3 A = 1.222 m/s ² D = 100.183 mm

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Modo	T	L _x	L _y	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 8	1.798	0.047	0.9989	0 %	0 %	R = 3 A = 1.223 m/s ² D = 100.113 mm	R = 3 A = 1.223 m/s ² D = 100.113 mm
Modo 9	1.796	0.1474	0.9891	0 %	0 %	R = 3 A = 1.224 m/s ² D = 100.026 mm	R = 3 A = 1.224 m/s ² D = 100.026 mm
Modo 10	1.796	0.9813	0.1925	0 %	0 %	R = 3 A = 1.224 m/s ² D = 100.005 mm	R = 3 A = 1.224 m/s ² D = 100.005 mm
Modo 11	1.796	0.6194	0.7851	0 %	0 %	R = 3 A = 1.224 m/s ² D = 100.03 mm	R = 3 A = 1.224 m/s ² D = 100.03 mm
Modo 12	1.796	0.9917	0.1288	0 %	0 %	R = 3 A = 1.224 m/s ² D = 100.006 mm	R = 3 A = 1.224 m/s ² D = 100.006 mm
Modo 13	1.761	1	0	11.02 %	0 %	R = 3 A = 1.248 m/s ² D = 98.0931 mm	R = 3 A = 1.248 m/s ² D = 98.0931 mm
Modo 14	1.759	1	0.0078	0 %	0 %	R = 3 A = 1.25 m/s ² D = 97.9683 mm	R = 3 A = 1.25 m/s ² D = 97.9683 mm
Modo 15	1.757	1	0.0025	0 %	0 %	R = 3 A = 1.251 m/s ² D = 97.8577 mm	R = 3 A = 1.251 m/s ² D = 97.8577 mm
Modo 16	1.757	1	0.0007	0 %	0 %	R = 3 A = 1.251 m/s ² D = 97.8613 mm	R = 3 A = 1.251 m/s ² D = 97.8613 mm
Modo 17	1.757	1	0.0001	0.02 %	0 %	R = 3 A = 1.251 m/s ² D = 97.8276 mm	R = 3 A = 1.251 m/s ² D = 97.8276 mm
Modo 18	1.757	1	0.0021	0 %	0 %	R = 3 A = 1.251 m/s ² D = 97.8268 mm	R = 3 A = 1.251 m/s ² D = 97.8268 mm
Modo 19	0.492	0.0008	1	0 %	63.78 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 23.9021 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 23.9021 mm
Modo 20	0.361	0.8269	0.5624	0 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 12.8327 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 12.8327 mm
Modo 21	0.352	0.9929	0.1189	0.13 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 12.1957 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 12.1957 mm
Modo 22	0.321	1	0.0009	13.17 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 10.1325 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 10.1325 mm

Modo	T	L _x	L _y	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 23	0.319	0.9998	0.0189	0.01 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 10.0519 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 10.0519 mm
Modo 24	0.318	0.8128	0.5826	0.01 %	0.01 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.98879 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.98879 mm
Modo 25	0.318	0.9982	0.0599	0.23 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.98645 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.98645 mm
Modo 26	0.318	0.975	0.2224	0.01 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.98087 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.98087 mm
Modo 27	0.311	0.0904	0.9959	0 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.56541 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.56541 mm
Modo 28	0.311	0.9965	0.0833	0.01 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.56072 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.56072 mm
Modo 29	0.311	0.2515	0.9679	0 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.55032 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.55032 mm
Modo 30	0.311	0.9501	0.312	0.01 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.54765 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.54765 mm
Modo 31	0.311	0.339	0.9408	0 %	0.01 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.54604 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.54604 mm
Modo 32	0.304	0.8005	0.5994	0.1 %	0.05 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.08691 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 9.08691 mm
Modo 33	0.299	0.4234	0.906	0.04 %	0.16 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 8.80786 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 8.80786 mm
Modo 34	0.279	0.9969	0.0784	0.56 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 7.67091 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 7.67091 mm
Modo 35	0.275	0.9636	0.2675	0.77 %	0.05 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 7.4415 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 7.4415 mm
Modo 36	0.271	0.9999	0.0111	0.27 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 7.24158 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 7.24158 mm
Modo 37	0.265	0.9991	0.0429	5.31 %	0.01 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.9047 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.9047 mm

Modo	T	L _x	L _y	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 38	0.262	0.9988	0.0496	6.34 %	0.01 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.77166 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.77166 mm
Modo 39	0.262	0.9809	0.1943	0 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.74971 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.74971 mm
Modo 40	0.261	0.9229	0.3851	0.01 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.73942 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.73942 mm
Modo 41	0.261	0.9811	0.1937	0.02 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.73002 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.73002 mm
Modo 42	0.261	0.9479	0.3186	0.14 %	0.01 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.72361 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.72361 mm
Modo 43	0.259	0.9994	0.0353	0.49 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.62312 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.62312 mm
Modo 44	0.259	0.5323	0.8465	0 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.62116 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.62116 mm
Modo 45	0.259	0.9925	0.1222	0 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.61905 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.61905 mm
Modo 46	0.259	0.7957	0.6057	0 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.61874 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.61874 mm
Modo 47	0.259	0.9987	0.0519	0.01 %	0 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.61881 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.61881 mm
Modo 48	0.256	0.9985	0.0548	30.35 %	0.07 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.45731 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.45731 mm
Modo 49	0.251	0.9992	0.0409	19.91 %	0.03 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.21728 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 6.21728 mm
Modo 50	0.234	0.3303	0.9439	0.03 %	0.18 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 5.40721 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 5.40721 mm
Modo 51	0.227	0.9446	0.3282	0.18 %	0.02 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 5.0731 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 5.0731 mm
Modo 52	0.220	0.0456	0.999	0.02 %	6.66 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 4.79169 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 4.79169 mm

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Modo	T	L _x	L _y	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 53	0.216	0.3516	0.9362	0.77 %	4.3 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 4.59771 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 4.59771 mm
Modo 54	0.212	0.4134	0.9105	1.68 %	6.41 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 4.44039 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 4.44039 mm
Modo 55	0.206	0.0818	0.9967	0 %	0.13 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 4.196 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 4.196 mm
Modo 56	0.201	0.9831	0.1831	0.54 %	0.01 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 3.9811 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 3.9811 mm
Modo 57	0.200	0.8577	0.5142	2.49 %	0.71 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 3.93296 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 3.93296 mm
Modo 58	0.189	0.9808	0.1949	1.36 %	0.04 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 3.51284 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 3.51284 mm
Modo 59	0.177	0.3415	0.9399	0.04 %	0.24 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 3.07696 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 3.07696 mm
Modo 60	0.174	0.5663	0.8242	0.07 %	0.12 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.99117 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.99117 mm
Modo 61	0.170	0.8181	0.575	0.43 %	0.17 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.84594 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.84594 mm
Modo 62	0.162	0.2845	0.9587	0.21 %	1.87 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.59408 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.59408 mm
Modo 63	0.161	0.1052	0.9944	0.01 %	0.44 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.54435 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.54435 mm
Modo 64	0.154	0.9501	0.312	0.99 %	0.08 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.33282 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.33282 mm
Modo 65	0.149	0.0096	1	0 %	1.96 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.19859 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.19859 mm
Modo 66	0.146	0.3049	0.9524	0.26 %	2.04 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.0886 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.0886 mm
Modo 67	0.145	0.2474	0.9689	0.27 %	3.25 %	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.08451 mm	R = 3 A = 3.893 m/s ² D = 2.08451 mm
Total				99.64 %	92.82 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

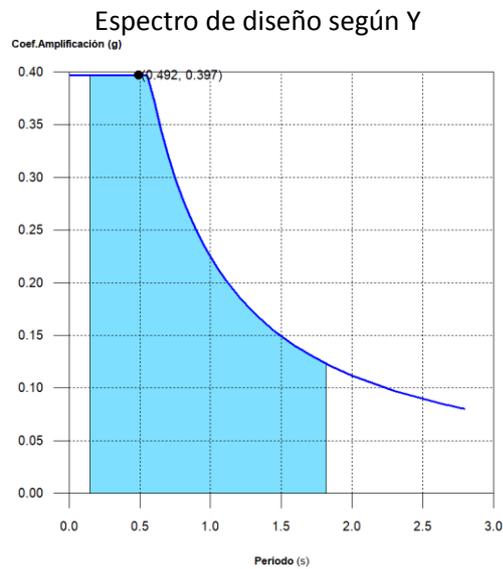
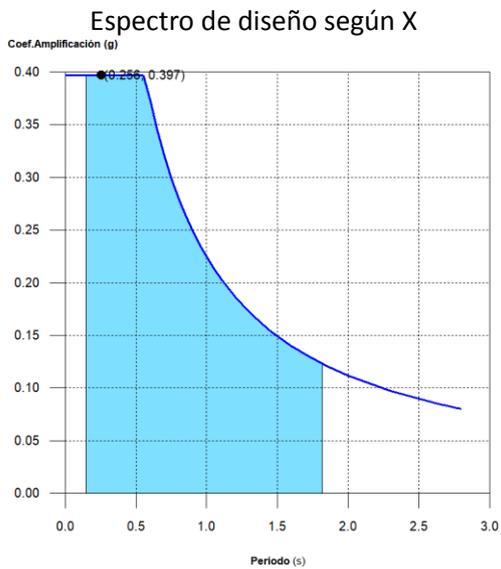
M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

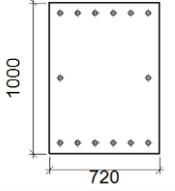
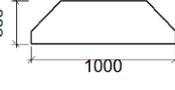
Hipótesis Sismo X1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 48	0.256	0.397

Hipótesis Sismo Y1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 19	0.492	0.397

2.2.3. Uniones

2.2.3.1. Comprobación placa de anclaje

a) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F _y (kp/cm ²)	F _u (kp/cm ²)
Placa base		720	1000	34.9	14	34.9	A36	2548.4	4077.5
Rigidizador		1000	300	12.7	-	-	A36	2548.4	4077.5

b) Comprobación

1) Pilar IPE 600

Soldaduras (ANSI/AISC 360-10, CHAPTER J)

Comprobaciones geométricas								
Descripción	Tipo	P.S.	t (mm)	Longitud efectiva		Lado		
				l _{min} (mm)	l (mm)	w _{min} (mm)	w _{max} (mm)	w (mm)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	SMAW	12	48	1788	5	12	12

P.S.: Proceso de soldeo.
t: Espesor de la chapa más delgada.
l: Longitud efectiva del cordón de soldadura.
w: Espesor del lado del cordón de soldadura.

Comprobación de resistencia															
Descripción	Lado (mm)	t (mm)	l (mm)	Electrodo	Metal Base	Cortante (Metal Soldadura)			Tensiones (Metal Base)			Factor Resistencia			
				F _w (MPa)	F _y (MPa)	Caso pesimo (MPa)	Resistente (MPa)	Aprov. (%)	Caso pesimo (MPa)	Resistente (MPa)	Aprov. (%)	f Material base	f Soldadura		
Soldadura perimetral a la placa	12	12	1788	E70XX (485.0)	250.0	La comprobación no procede.									

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 52 mm Calculado: 116 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 52 mm Calculado: 52 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 69 mm Calculado: 70 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 49.2	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 51 cm Calculado: 125 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 21.704 t Calculado: 19.366 t Máximo: 15.193 t Calculado: 1.119 t Máximo: 21.704 t Calculado: 20.965 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 26.806 t Calculado: 19.458 t	Cumple

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2798.17 kp/cm ² Calculado: 2043.37 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 69.93 t Calculado: 1.119 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2548.42 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 1140.32 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1117.13 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2006.5 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1956.66 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1912.67	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2089.5	Cumple
- Arriba:	Calculado: 5758.79	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5901.53	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2548.42 kp/cm ² Calculado: 1675.85 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Soldaduras (ANSI/AISC 360-10, CHAPTER J)

Comprobaciones geométricas								
Descripción	Tipo	P.S.	t (mm)	Longitud efectiva		Lado		
				l _{min} (mm)	l (mm)	w _{min} (mm)	w _{max} (mm)	w (mm)
Rigidizador y-y (x = -116): Soldadura a la placa base	En ángulo	SMAW	13	52	1000	5	13	13

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Comprobaciones geométricas								
Descripción	Tipo	P.S.	t (mm)	Longitud efectiva		Lado		
				l _{min} (mm)	l (mm)	w _{min} (mm)	w _{max} (mm)	w (mm)
Rigidizador y-y (x = 116): Soldadura a la placa base	En ángulo	SMAW	13	52	1000	5	13	13

P.S.: Proceso de soldeo.

t: Espesor de la chapa más delgada.

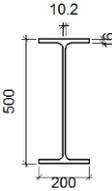
l: Longitud efectiva del cordón de soldadura.

w: Espesor del lado del cordón de soldadura.

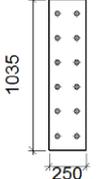
Comprobación de resistencia															
Descripción	Lado (mm)	t (mm)	l (mm)	Electrodo		Cortante (Metal Soldadura)			Tensiones (Metal Base)			Factor Resistencia			
				F _w (MPa)	F _y (MPa)	Caso pesimo (MPa)	Resistente (MPa)	Aprov. (%)	Caso pesimo (MPa)	Resistente (MPa)	Aprov. (%)	f Material base	f Soldadura		
Rigidizador y-y (x = 116): Soldadura a la placa base	13	13	1000	E70XX (485.0)	250.0	La comprobación no procede.									
Rigidizador y-y (x = 116): Soldadura a la placa base	13	13	1000	E70XX (485.0)	250.0	La comprobación no procede.									

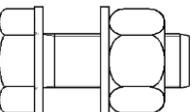
2.2.3.2. Comprobación unión cunbrera

a) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	F _y (kp/cm ²)	F _u (kp/cm ²)
Viga	IPE 500		500	200	16	10.2	A572 50ksi	3516.8	4587.2

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F _y (kp/cm ²)	F _u (kp/cm ²)
Chapa frontal		250	1035	15.9	12	33	A572 50ksi	3516.8	4587.2

Elementos de tornillería							
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero		
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	F _y (kp/cm ²)	F _u (kp/cm ²)
M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT M30, ASTM A563M, 8S 2 M30, ASTM F436M, Tipo 1	X		M30	85	ASTM A325M	5708.5	7390.4

b) Comprobación

1) Viga (a) IPE 500

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	143.35	241.80	59.29
Ala	Aplastamiento	kN	306.25	972.43	31.49
	Tracción	kN	47.10	498.70	9.45
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	36.16	744.64	4.86
	Tracción	kN	143.32	530.72	27.00

Soldaduras (ANSI/AISC 360-10, CHAPTER J)

Comprobaciones geométricas								
Descripción	Tipo	P.S.	t (mm)	Longitud efectiva		Lado		
				l _{min} (mm)	l (mm)	w _{min} (mm)	w _{max} (mm)	w (mm)
Soldadura del ala superior	En ángulo	SMAW	16	40	200	6	16	10
Soldadura del alma	En ángulo	SMAW	10	40	431	5	10	7
Soldadura del ala inferior	En ángulo	SMAW	16	40	200	6	16	10
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	SMAW	10	40	449	5	10	7
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	SMAW	16	40	200	6	16	10
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	SMAW	10	40	2000	5	10	10
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	SMAW	16	64	200	6	16	16

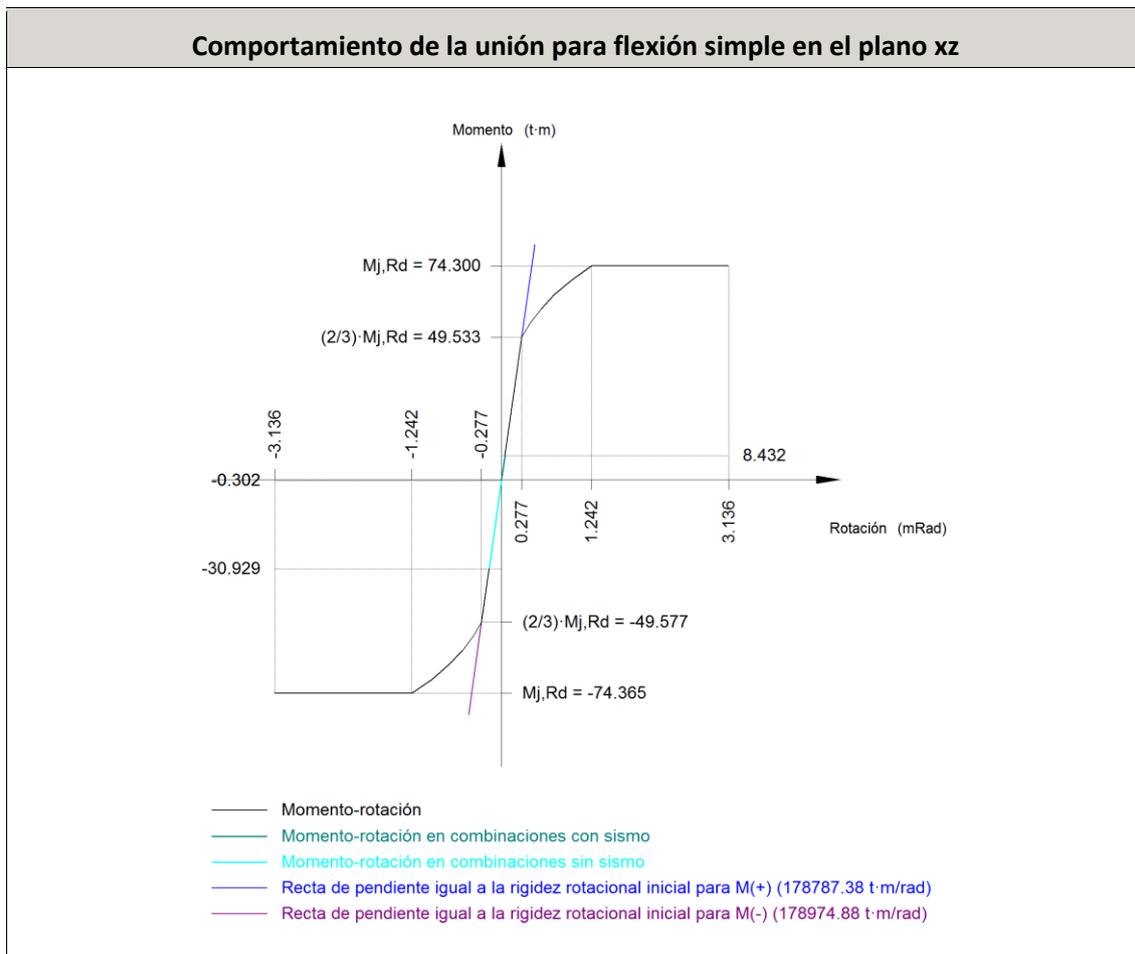
P.S.: Proceso de soldeo.
t: Espesor de la chapa más delgada.
l: Longitud efectiva del cordón de soldadura.
w: Espesor del lado del cordón de soldadura.

Comprobación de resistencia													
Descripción	Lado (mm)	t (mm)	l (mm)	Electrodo	Metal Base	Cortante (Metal Soldadura)			Tensiones (Metal Base)			Factor Resistencia	
				F _w (MPa)	F _y (MPa)	Caso pesimo (MPa)	Resistente (MPa)	Aprov. (%)	Caso pesimo (MPa)	Resistente (MPa)	Aprov. (%)	f Material base	f Soldadura
Soldadura del ala superior	10	16	200	E70XX (485.0)	345.0	93.6	218.3	42.90	61.1	186.3	32.80	0.90	0.75
Soldadura del alma	7	10	431	E70XX (485.0)	345.0	86.7	218.3	39.74	61.3	186.3	32.92	0.90	0.75
Soldadura del ala inferior	10	16	200	E70XX (485.0)	345.0	40.6	218.3	18.62	30.8	186.3	16.53	0.90	0.75
Soldadura del alma de la cartela	7	10	449	E70XX (485.0)	345.0	90.4	218.3	41.43	63.9	186.3	34.32	0.90	0.75
Soldadura del ala de la cartela	10	16	200	E70XX (485.0)	345.0	101.3	218.3	46.43	74.7	186.3	40.10	0.90	0.75

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Comprobación de resistencia													
Descripción	Lado (mm)	t (mm)	l (mm)	Electrodo F _w (MPa)	Metal Base F _y (MPa)	Cortante (Metal Soldadura)			Tensiones (Metal Base)			Factor Resistencia	
						Caso pesimo (MPa)	Resistente (MPa)	Aprov. (%)	Caso pesimo (MPa)	Resistente (MPa)	Aprov. (%)	f Material base	f Soldadura
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	10	10	2000	E70XX (485.0)	345.0	1.6	218.3	0.72	1.1	186.3	0.60	0.90	0.75
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	16	16	200	E70XX (485.0)	345.0	La comprobación no procede.							

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	5009.66	178787.38
Calculada para momentos negativos	5009.66	178974.88



Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	0.80	1.80	44.56
Momento resistente	kNm	303.41	729.52	41.59
Capacidad de rotación	mm	15.9	15.7	101.40

2) Viga (b) IPE 500

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	143.35	241.80	59.29
Ala	Compresión	kN	306.25	972.43	31.49
	Tracción	kN	47.10	498.70	9.45
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	28.64	744.64	3.85
	Tracción	kN	143.32	530.72	27.00

Soldaduras (ANSI/AISC 360-10, CHAPTER J)

Comprobaciones geométricas								
Descripción	Tipo	P.S.	t (mm)	Longitud efectiva		Lado		
				l _{min} (mm)	l (mm)	w _{min} (mm)	w _{max} (mm)	w (mm)
Soldadura del ala superior	En ángulo	SMAW	16	40	200	6	16	10
Soldadura del alma	En ángulo	SMAW	10	40	431	5	10	7
Soldadura del ala inferior	En ángulo	SMAW	16	40	200	6	16	10
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	SMAW	10	40	449	5	10	7
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	SMAW	16	40	200	6	16	10
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	SMAW	10	40	2000	5	10	10

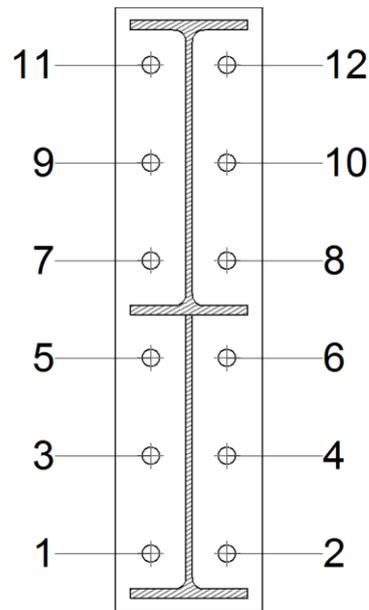
Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Comprobaciones geométricas									
Descripción	Tipo	P.S.	t (mm)	Longitud efectiva		Lado			
				l _{min} (mm)	l (mm)	w _{min} (mm)	w _{max} (mm)	w (mm)	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	SMAW	16	64	200	6	16	16	

P.S.: Proceso de soldeo.
t: Espesor de la chapa más delgada.
l: Longitud efectiva del cordón de soldadura.
w: Espesor del lado del cordón de soldadura.

Comprobación de resistencia													
Descripción	Lado (mm)	t (mm)	l (mm)	Electrodo F _w (MPa)	Metal Base F _y (MPa)	Cortante (Metal Soldadura)			Tensiones (Metal Base)			Factor Resistencia	
						Caso pesimo (MPa)	Resistente (MPa)	Aprov. (%)	Caso pesimo (MPa)	Resistente (MPa)	Aprov. (%)	f Material base	f Soldadura
Soldadura del ala superior	10	16	200	E70XX (485.0)	345.0	93.7	218.3	42.93	61.1	186.3	32.82	0.90	0.75
Soldadura del alma	7	10	431	E70XX (485.0)	345.0	86.8	218.3	39.77	61.4	186.3	32.95	0.90	0.75
Soldadura del ala inferior	10	16	200	E70XX (485.0)	345.0	40.6	218.3	18.62	30.8	186.3	16.53	0.90	0.75
Soldadura del alma de la cartela	7	10	449	E70XX (485.0)	345.0	90.4	218.3	41.43	63.9	186.3	34.32	0.90	0.75
Soldadura del ala de la cartela	10	16	200	E70XX (485.0)	345.0	101.3	218.3	46.43	74.7	186.3	40.10	0.90	0.75
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	10	10	2000	E70XX (485.0)	345.0	1.7	218.3	0.80	1.2	186.3	0.66	0.90	0.75
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	16	16	200	E70XX (485.0)	345.0	La comprobación no procede.							

Pernos y partes roscadas (ANSI/AISC 360-10, J3.)



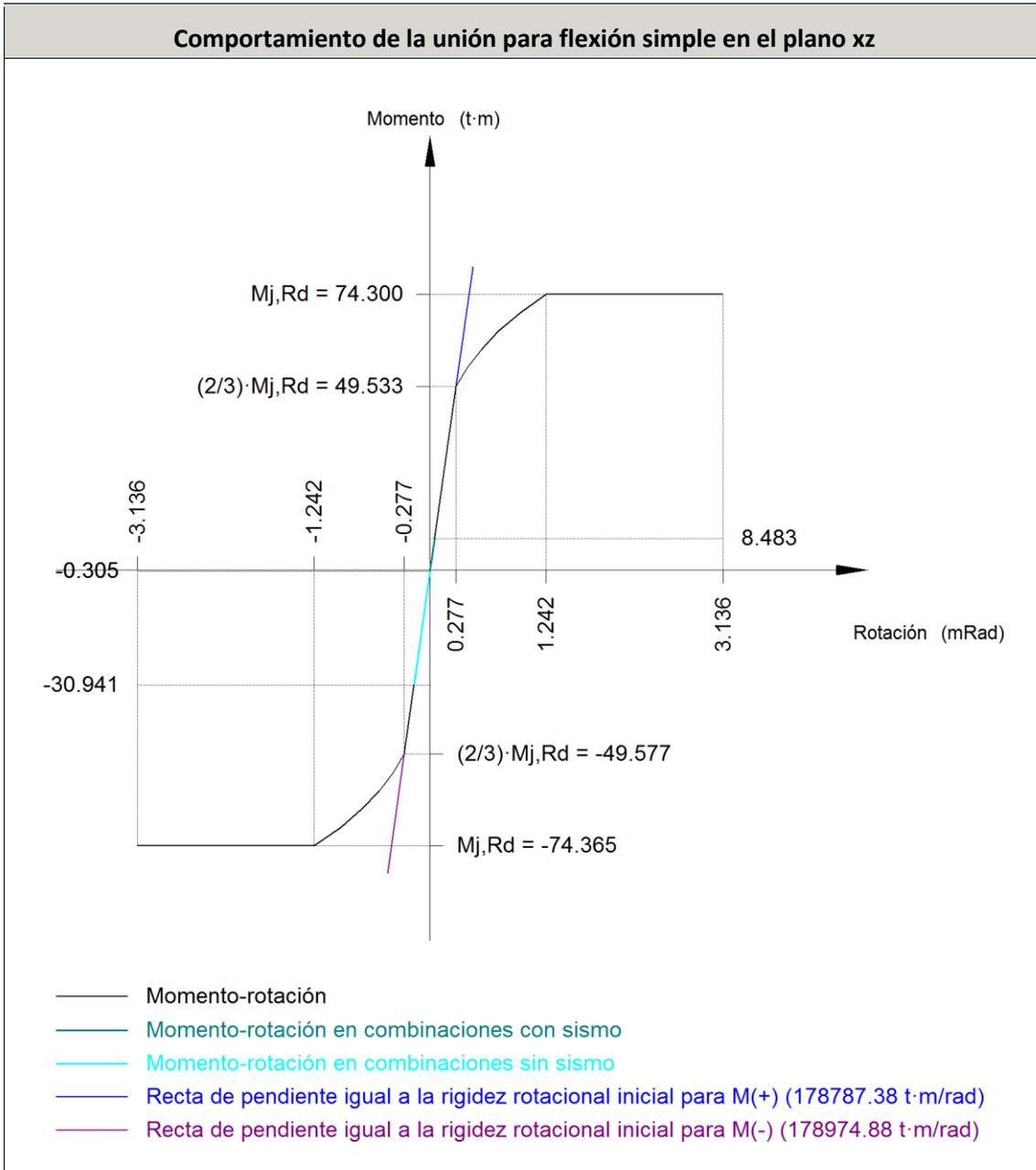
Disposiciones constructivas						
Pernos	Descripción	Diametro Taladro (mm)	A Borde		Espaciamiento	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT	33	60	--	130	168
2	M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT	33	60	--	130	168
3	M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT	33	60	--	130	168
4	M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT	33	60	--	130	168
5	M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT	33	60	--	130	168
6	M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT	33	60	--	130	168
7	M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT	33	60	--	130	168
8	M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT	33	60	--	130	168
9	M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT	33	60	--	130	168
10	M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT	33	60	--	130	168
11	M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT	33	60	--	130	168
12	M30x85, Tipo 1, ASTM A325MT	33	60	--	130	168

--: La comprobación no procede.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Resistencia										
Pernos	Corte				Tensión				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Caso pesimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Caso pesimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamiento	2.632	96.516	2.73	Vástago	218.863	288.266	75.92	2.73	75.92
	Aplastamiento	2.632	324.658	0.81	Punzonamiento	92.024	544.046	16.91		
2	Deslizamiento	2.769	96.516	2.87	Vástago	218.859	288.266	75.92	2.87	75.92
	Aplastamiento	2.769	336.267	0.82	Punzonamiento	91.960	544.046	16.90		
3	Deslizamiento	3.434	96.516	3.56	Vástago	217.684	288.266	75.51	3.56	75.51
	Aplastamiento	3.255	296.812	1.10	Punzonamiento	71.677	544.046	13.17		
4	Deslizamiento	3.448	96.516	3.57	Vástago	217.680	288.266	75.51	3.57	75.51
	Aplastamiento	3.261	297.149	1.10	Punzonamiento	71.613	544.046	13.16		
5	Deslizamiento	7.677	96.516	7.95	Vástago	216.505	288.266	75.11	7.95	75.11
	Aplastamiento	7.605	282.054	2.70	Punzonamiento	51.331	544.046	9.43		
6	Deslizamiento	7.689	96.516	7.97	Vástago	216.501	288.266	75.10	7.97	75.10
	Aplastamiento	7.601	282.121	2.69	Punzonamiento	51.267	544.046	9.42		
7	Deslizamiento	12.180	96.516	12.62	Vástago	215.326	288.266	74.70	12.62	74.70
	Aplastamiento	12.142	280.208	4.33	Punzonamiento	30.984	544.046	5.70		
8	Deslizamiento	12.195	96.516	12.64	Vástago	215.322	288.266	74.70	12.64	74.70
	Aplastamiento	12.133	280.234	4.33	Punzonamiento	30.920	544.046	5.68		
9	Deslizamiento	16.735	96.516	17.34	Vástago	214.147	288.266	74.29	17.34	74.29
	Aplastamiento	16.715	279.652	5.98	Punzonamiento	10.637	544.046	1.96		
10	Deslizamiento	16.753	96.516	17.36	Vástago	214.143	288.266	74.29	17.36	74.29
	Aplastamiento	16.700	279.666	5.97	Punzonamiento	10.573	544.046	1.94		
11	Deslizamiento	21.308	96.516	22.08	Vástago	213.800	288.266	74.17	22.08	74.17
	Aplastamiento	21.300	279.414	7.62	Punzonamiento	4.654	544.046	0.86		
12	Deslizamiento	21.330	96.516	22.10	Vástago	213.798	288.266	74.17	22.10	74.17
	Aplastamiento	21.281	279.423	7.62	Punzonamiento	4.607	544.046	0.85		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	5009.66	178787.38
Calculada para momentos negativos	5009.66	178974.88



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	0.80	1.80	44.56
Momento resistente	kNm	303.53	729.52	41.61
Capacidad de rotación	mm	15.9	15.7	101.40

2.3. Cimentaciones

2.3.1. Elementos de cimentación aislados

2.3.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N89, N93, N32, N34, N45, N56, N67, N78, N113, N124, N135, N23, N38, N49, N60, N116, N127, N138, N104, N100, N6 y N3	Zapata cuadrada Ancho: 225.0 cm Canto: 125.0 cm	Sup X: 17#6c/12.5 Sup Y: 17#6c/12.5 Inf X: 17#6c/12.5 Inf Y: 17#6c/12.5
N99, N30, N44, N55, N66, N77, N88, N111, N122, N133, N144 y N110	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 125.0 cm Ancho inicial Y: 350.0 cm Ancho final X: 125.0 cm Ancho final Y: 50.0 cm Ancho zapata X: 250.0 cm Ancho zapata Y: 400.0 cm Canto: 140.0 cm	Sup X: 19#8c/20 Sup Y: 12#8c/20 Inf X: 19#8c/20 Inf Y: 12#8c/20
N96, N27, N41, N52, N63, N74, N85, N119, N130, N141, N152 y N107	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 125.0 cm Ancho inicial Y: 50.0 cm Ancho final X: 125.0 cm Ancho final Y: 350.0 cm Ancho zapata X: 250.0 cm Ancho zapata Y: 400.0 cm Canto: 140.0 cm	Sup X: 19#8c/20 Sup Y: 12#8c/20 Inf X: 19#8c/20 Inf Y: 12#8c/20
N71, N82, N149 y N146	Zapata cuadrada Ancho: 245.0 cm Canto: 125.0 cm	Sup X: 19#6c/12.5 Sup Y: 19#6c/12.5 Inf X: 19#6c/12.5 Inf Y: 19#6c/12.5
N9 y N1	Zapata cuadrada Ancho: 175.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 7#6c/24 Sup Y: 7#6c/24 Inf X: 7#6c/24 Inf Y: 7#6c/24
N12, N20, N255, N253, N251 y N249	Zapata cuadrada Ancho: 135.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 5#6c/24 Sup Y: 5#6c/24 Inf X: 5#6c/24 Inf Y: 5#6c/24
N187, N189, N191 y N193	Zapata cuadrada Ancho: 155.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 6#6c/24 Sup Y: 6#6c/24 Inf X: 6#6c/24 Inf Y: 6#6c/24
N183 y N155	Zapata cuadrada Ancho: 290.0 cm Canto: 125.0 cm	Sup X: 22#7c/12.5 Sup Y: 22#7c/12.5 Inf X: 22#7c/12.5 Inf Y: 22#7c/12.5
N179, N175, N171, N201, N199, N197, N195, N167, N163 y N159	Zapata cuadrada Ancho: 250.0 cm Canto: 125.0 cm	Sup X: 19#6c/12.5 Sup Y: 19#6c/12.5 Inf X: 19#6c/12.5 Inf Y: 19#6c/12.5

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Referencias	Geometría	Armado
N157 y N185	Zapata cuadrada Ancho: 260.0 cm Canto: 125.0 cm	Sup X: 11#8c/22 Sup Y: 11#8c/22 Inf X: 11#8c/22 Inf Y: 11#8c/22
N161, N165, N169, N173, N177 y N181	Zapata cuadrada Ancho: 160.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 6#7c/24 Sup Y: 6#7c/24 Inf X: 6#7c/24 Inf Y: 6#7c/24
N14 y N17	Zapata cuadrada Ancho: 280.0 cm Canto: 125.0 cm	Sup X: 12#8c/22 Sup Y: 12#8c/22 Inf X: 12#8c/22 Inf Y: 12#8c/22

2.3.1.2. Resumen de medición

Se incluyen mermas de acero

Elemento	Grado 60 (kg)				Hormigón (m ³)	
	#6	#7	#8	Total	f'c=240	Limpie.
Referencias: N89, N93, N32, N34, N45, N56, N67, N78, N113, N124, N135, N23, N38, N49, N60, N116, N127, N138, N104, N100, N6 y N3	22x450.16			9903.52	22x6.33	22x0.51
Referencias: N99, N30, N44, N55, N66, N77, N88, N111, N122, N133, N144 y N110			12x1033.74	12404.88	12x14.00	12x1.00
Referencias: N96, N27, N41, N52, N63, N74, N85, N119, N130, N141, N152 y N107			12x1033.74	12404.88	12x14.00	12x1.00
Referencias: N71, N82, N149 y N146	4x540.54			2162.16	4x7.50	4x0.60
Referencias: N9 y N1	2x150.92			301.84	2x1.99	2x0.31
Referencias: N12, N20, N255, N253, N251 y N249	6x88.09			528.54	6x1.18	6x0.18
Referencias: N187, N189, N191 y N193	4x119.00			476.00	4x1.56	4x0.24
Referencias: N183 y N155		2x1043.46		2086.92	2x10.51	2x0.84
Referencias: N179, N175, N171, N201, N199, N197, N195, N167, N163 y N159	10x549.87			5498.70	10x7.81	10x0.63
Referencias: N157 y N185			2x641.08	1282.16	2x8.45	2x0.68
Referencias: N161, N165, N169, N173, N177 y N181		6x180.09		1080.54	6x2.30	6x0.26
Referencias: N14 y N17			2x741.36	1482.72	2x9.80	2x0.78

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Elemento	Grado 60 (kg)				Hormigón (m ³)	
	#6	#7	#8	Total	f'c=240	Limpie.
Totales	18870.76	3167.46	27574.64	49612.86	672.04	52.59

2.3.1.3. Comprobación

Referencia: N89		
Dimensiones: 225 x 225 x 125		
Armados: Xi:#6c/12.5 Yi:#6c/12.5 Xs:#6c/12.5 Ys:#6c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2.03874 kp/cm ² Calculado: 1.34 kp/cm ²	Cumple
-Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 3.0581 kp/cm ² Calculado: 1.433 kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.548 kp/cm ² Calculado: 1.604 kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.548 kp/cm ² Calculado: 1.706 kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 3.822 kp/cm ² Calculado: 2.51 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 112.6 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 37.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 8.39 t·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 9.20 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Situaciones persistentes:	Máximo: 720 t/m ² Calculado: 15.88 t/m ²	Cumple
-Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 9.55 t/m ²	Cumple

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Referencia: N89		
Dimensiones: 225 x 225 x 125		
Armados: Xi:#6c/12.5 Yi:#6c/12.5 Xs:#6c/12.5 Ys:#6c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Capítulo 15.7 (norma ACI 318M-11)</i>	Mínimo: 21 cm Calculado: 125 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N89:	Mínimo: 115 cm Calculado: 117 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo 7.12.2.1 (norma ACI 318M-11)</i>	Mínimo: 0.0018	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0018	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0018	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0018	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0018	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 19.05 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 19.05 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 30 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Referencia: N89		
Dimensiones: 225 x 225 x 125		
Armados: Xi:#6c/12.5 Yi:#6c/12.5 Xs:#6c/12.5 Ys:#6c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 30 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.3.2. Vigas de atado

2.3.2.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N88-N99], C [N30-N44], C [N44-N55], C [N55-N66], C [N66-N77], C [N77-N88], C [N110-N111], C [N111-N122], C [N122-N133], C [N133-N144], C [N99-N110], C [N27-N41], C [N41-N52], C [N52-N63], C [N63-N74], C [N74-N85], C [N85-N96], C [N96-N107], C [N107-N119], C [N119-N130], C [N130-N141], C [N141-N152], C [N23-N38], C [N38-N49], C [N49-N60], C [N116-N127], C [N127-N138], C [N32-N34], C [N34-N45], C [N45-N56], C [N56-N67], C [N100-N113], C [N113-N124] y C [N124-N135]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N1-N30], C [N144-N12], C [N12-N157], C [N157-N161], C [N161-N165], C [N165-N169], C [N173-N177], C [N177-N181], C [N181-N185], C [N185-N20], C [N1-N155], C [N155-N159], C [N159-N163], C [N163-N167], C [N167-N3], C [N3-N195], C [N195-N197], C [N197-N199], C [N199-N201], C [N201-N6], C [N6-N171], C [N171-N175], C [N175-N179], C [N179-N183], C [N183-N9], C [N9-N27], C [N152-N20], C [N6-N23], C [N3-N32] y C [N251-N253]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N169-N14] y C [N14-N187]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N187-N189] y C [N249-N187]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Referencias	Geometría	Armado
C [N189-N191], C [N251-N189] y C [N253-N191]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N191-N193] y C [N255-N193]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N193-N17] y C [N17-N173]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N60-N71]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N71-N82] y C [N82-N93]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N93-N104]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N104-N116]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N138-N149]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N149-N17] y C [N255-N149]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N67-N78] y C [N78-N89]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N89-N100]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N135-N146]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N146-N14] y C [N146-N249]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N249-N251]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15
C [N253-N255]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2#5 Inferior: 2#5 Estribos: 1x#3c/15

2.3.2.2. Resumen de medición

Se incluyen mermas de acero

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Elemento	Grado 60 (kg)			Hormigón (m ³)	
	#3	#5	Total	f'c=240	Limpieza
Referencias: C [N88-N99], C [N30-N44], C [N44-N55], C [N55-N66], C [N66-N77], C [N77-N88], C [N110-N111], C [N111-N122], C [N122-N133], C [N133-N144], C [N99-N110], C [N27-N41], C [N41-N52], C [N52-N63], C [N63-N74], C [N74-N85], C [N85-N96], C [N96-N107], C [N107-N119], C [N119-N130], C [N130-N141], C [N141-N152], C [N23-N38], C [N38-N49], C [N49-N60], C [N116-N127], C [N127-N138], C [N32-N34], C [N34-N45], C [N45-N56], C [N56-N67], C [N100-N113], C [N113-N124] y C [N124-N135]	34x27.85	34x58.78	2945.42	34x0.88	34x0.22
Referencias: C [N1-N30], C [N144-N12], C [N12-N157], C [N157-N161], C [N161-N165], C [N165-N169], C [N173-N177], C [N177-N181], C [N181-N185], C [N185-N20], C [N1-N155], C [N155-N159], C [N159-N163], C [N163-N167], C [N167-N3], C [N3-N195], C [N195-N197], C [N197-N199], C [N199-N201], C [N201-N6], C [N6-N171], C [N171-N175], C [N175-N179], C [N179-N183], C [N183-N9], C [N9-N27], C [N152-N20], C [N6-N23], C [N3-N32] y C [N251-N253]	30x19.78	30x45.12	1947.00	30x0.62	30x0.16
Referencias: C [N169-N14] y C [N14-N187]	2x19.78	2x45.53	130.62	2x0.61	2x0.15
Referencias: C [N187-N189] y C [N249-N187]	2x22.72	2x45.43	136.30	2x0.71	2x0.18
Referencias: C [N189-N191], C [N251-N189] y C [N253-N191]	3x22.71	3x45.16	203.61	3x0.71	3x0.18
Referencias: C [N191-N193] y C [N255-N193]	2x22.71	2x45.39	136.20	2x0.71	2x0.18
Referencias: C [N193-N17] y C [N17-N173]	2x19.78	2x45.77	131.10	2x0.61	2x0.15
Referencia: C [N60-N71]	28.57	58.92	87.49	0.90	0.23
Referencias: C [N71-N82] y C [N82-N93]	2x27.84	2x58.99	173.66	2x0.89	2x0.22
Referencia: C [N93-N104]	29.31	58.88	88.19	0.92	0.23
Referencia: C [N104-N116]	29.31	58.88	88.19	0.92	0.23
Referencia: C [N138-N149]	28.58	61.96	90.54	0.90	0.23
Referencias: C [N149-N17] y C [N255-N149]	2x17.59	2x48.29	131.76	2x0.54	2x0.14
Referencias: C [N67-N78] y C [N78-N89]	2x29.30	2x58.96	176.52	2x0.92	2x0.23
Referencia: C [N89-N100]	29.30	58.92	88.22	0.92	0.23
Referencia: C [N135-N146]	28.58	61.35	89.93	0.90	0.23
Referencias: C [N146-N14] y C [N146-N249]	2x17.59	2x47.67	130.52	2x0.54	2x0.14
Referencia: C [N249-N251]	23.45	45.25	68.70	0.74	0.19
Referencia: C [N253-N255]	23.45	45.25	68.70	0.74	0.19
Totales	2183.60	4729.07	6912.67	68.68	17.17

2.3.2.3. Comprobación

Referencia: C.2.3 [N88-N99] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 21.12.3.2</i>	Mínimo: 27.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 21.12.3.2</i>	Mínimo: 27.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Referencia: C.2.3 [N88-N99] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre estribos: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.1</i>	Mínimo: 4 cm Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.1</i>	Mínimo: 4 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 20.9 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 20.9 cm	Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.10.5.2</i>	Máximo: 25.4 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15</i>	Máximo: 23.8 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 20.9 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 20.9 cm	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: -Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas): <i>Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91</i>	Mínimo: 7.31 cm ² Calculado: 7.91 cm ²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: -Situaciones accidentales sísmicas: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.3.6.2</i>	Mínimo: 0 cm ² Calculado: 7.91 cm ²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: -Situaciones accidentales sísmicas: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15</i>	Mínimo: 2.06 cm ² Calculado: 7.91 cm ²	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 30 cm	
-Situaciones persistentes:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 30 cm	
-Situaciones persistentes:	Calculado: 30 cm	Cumple

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Referencia: C.2.3 [N88-N99] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2#5 -Armadura inferior: 2#5 -Estribos: 1x#3c/15		
Comprobación	Valores	Estado
-Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 30 cm	
-Situaciones persistentes:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 30 cm	
-Situaciones persistentes:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:	Momento flector: 0.00 t·m Axil: ± 8.68 t	
-Situaciones accidentales sísmicas:		Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

3. PRESUPUESTO

El presupuesto total de la parte estructural asciende a los \$2 575 447 77.

A continuación, se presentan los precios descompuestos, presupuestos parcial y total correspondientes a la parte estructural.

3.1. Precios descompuestos

Desbroce y limpieza del terreno					
(m ²)	Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
EM001	Equipo y maquinaria				
	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m ³ .	0,02	38,91	0,58
	Mano de obra				
	h	Peón albañil	0,01	3,02	0,02
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	0,60	0,01
	%	Costes indirectos	3,00	0,62	0,02
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 0,64

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Zapata de cimentación de hormigón armado.					
(m3)	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón f'c=240 kg/cm ² (24 MPa), clase de exposición F0 S0 P0 C0, tamaño máximo del agregado 19 mm, consistencia blanda, preparado en obra, y vaciado con medios manuales, y acero Grado 60 (fy=4200 kg/cm ²), con una cuantía aproximada de 80 kg/m ³ . Incluso armaduras de espera de la columna, alambre de atar, separadores y tubos para paso de instalaciones. El precio incluye el figurado del acero (corte y doblado) y el armado en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
EM002	Material				
	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	8,00	0,14	1,12
	kg	Acero en barras corrugadas, Grado 60 (fy=4200 kg/cm ²), de varios diámetros, según NTE-INEN-2167 y ASTM A 706.	81,60	1,26	102,82
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,32	1,17	0,37
	m3	Agua.	0,23	1,60	0,37
	m3	Arena cribada.	0,47	7,18	3,40
	m3	Agregado grueso homogeneizado de tamaño máximo 19 mm.	0,79	11,13	8,77
	kg	Cemento gris en sacos.	477,40	0,15	71,61
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	2,39	2,38	5,68
	m	Tubo de PVC liso, de varios diámetros.	0,02	8,28	0,17
	Equipo y maquinaria				
	h	Concreteira.	0,66	1,65	1,09
	Mano de obra				
	h	Fierrero.	0,29	7,02	2,00
	h	Ayudante fierrero.	0,43	4,44	1,90
	h	Peón de albañil.	1,17	4,05	4,73
	h	Peón especializado.	1,22	4,13	5,06
	h	Maestro de estructura mayor, en el proceso de hormigonado.	0,06	7,02	0,39
	h	Ayudante estructurista, en el proceso de hormigonado.	0,33	4,44	1,48
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	210,96	4,22
%	Costes indirectos	3,00	215,18	6,46	
Costo Directo (1+2+3+4)				\$	221,63

Cadena de cimentación.	
(m3)	Cadena de amarre de hormigón armado, realizada con hormigón f'c=240 kg/cm ² (24 MPa), clase de exposición F0 S0 P0 C0, tamaño máximo del agregado 19 mm, consistencia blanda, preparado en obra, y vaciado con medios manuales, y acero Grado 60 (fy=4200 kg/cm ²), con una cuantía aproximada de 80 kg/m ³ . Incluso alambre de atar, y separadores. El precio incluye el figurado del acero (corte y doblado) en el taller de fabricación, en obra y el armado en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
EM003	Material				
	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	10,00	0,14	1,40
	kg	Acero en barras corrugadas, Grado 60 (fy=4200 kg/cm ²), de varios diámetros, según NTE-INEN-2167 y ASTM A 706.	84,00	1,26	105,84
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,96	1,17	1,12
	m3	Agua.	0,22	1,60	0,36
	m3	Arena cribada.	0,45	7,18	3,25
	m3	Agregado grueso homogeneizado de tamaño máximo 19 mm.	0,75	11,13	8,37
	kg	Cemento gris en sacos.	455,70	0,15	68,36
	l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	2,28	2,38	5,42
	Equipo y maquinaria				
	h	Concretera.	0,63	1,65	1,04
	Mano de obra				
	h	Fierrero.	0,57	7,02	4,00
	h	Ayudante fierrero.	0,64	4,44	2,85
	h	Peón de albañil.	1,17	4,05	4,73
	h	Peón especializado.	1,22	4,13	5,06
	h	Maestro de estructura mayor, en el proceso de hormigonado.	0,08	7,02	0,55
	h	Ayudante estructurista, en el proceso de hormigonado.	0,31	4,44	1,39
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	213,73	4,27
%	Costes indirectos	3,00	218,00	6,54	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 224,54

Hormigón simple.					
(m3)	Hormigón f'c=170 kg/cm ² (17 MPa), clase de exposición F0 S0 P0 C0, tamaño máximo del agregado 19 mm, consistencia blanda, preparado en obra y vaciado con medios manuales, para formación de zapata.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
EM004	Material				
	m3	Agua.	0,24	1,62	0,38
	m3	Arena cribada.	0,49	7,37	3,57
	m3	Agregado grueso homogeneizado de tamaño máximo 19 mm.	0,85	11,43	9,70
	kg	Cemento gris en sacos.	378,40	0,15	56,76
	Equipo y maquinaria				
	h	Concretera.	0,66	1,62	1,07
	Mano de obra				
h	Peón de albañil.	1,17	3,02	3,53	

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

h	Peón especializado.	1,22	3,08	3,77
h	Maestro de estructura mayor, en el proceso de hormigonado.	0,06	5,22	0,29
h	Ayudante estructurista, en el proceso de hormigonado.	0,28	3,30	0,92
Herramienta menor				
%	Herramienta menor	2,00	80,00	1,60
%	Costes indirectos	3,00	81,60	2,45
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 84,05

Cerramiento de fachada de paneles sándwich aislantes, de acero.					
(m2)	Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 80 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de lámina nervada de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 100 kg/m ³ , montados en posición vertical, con sistema de fijación oculto.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
EM005	Material				
	m2	Panel sándwich aislante para fachadas, de 80 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formado por doble cara metálica de lámina nervada de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 100 kg/m ³ , con junta diseñada para fijación con tornillos ocultos, remates y accesorios.	1,05	60,57	63,60
	Ud	Tornillo autorroscante de 6,5x130 mm de acero inoxidable, con arandela.	8,00	1,03	8,24
	m	Junta de estanqueidad para láminas perfiladas de acero.	2,00	1,15	2,30
	Mano de obra				
	h	Montador de fachadas y cubiertas de paneles metálicos.	0,25	6,91	1,75
	h	Ayudante montador de fachadas y cubiertas de paneles metálicos.	0,25	4,23	1,07
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	76,96	1,54
	%	Costes indirectos	3,00	78,50	2,35
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 80,85	

Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes, de acero.	
(m2)	Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero, de 80 mm de espesor y 1150 mm de ancho, alma aislante de lana de roca, con una pendiente mayor del 10%.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
EM006	Material				
	m ²	Panel sándwich aislante de acero, para cubiertas, de 80 mm de espesor y 1150 mm de ancho, formado por doble cara metálica de lámina estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m ³ , y accesorios.	1,05	60,82	63,86
	Ud	Tornillo autorroscante de 6,5x70 mm de acero inoxidable, con arandela.	3,00	0,66	1,98
	Mano de obra				
	h	Montador de fachadas y cubiertas de paneles metálicos.	0,10	5,14	0,50
	h	Ayudante montador de fachadas y cubiertas de paneles metálicos.	0,10	3,14	0,30
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	66,64	1,33
%	Costes indirectos	3,00	67,98	2,04	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 70,02

Acero en columnas y vigas					
(kg)	Acero A 572 Grado 50 en columnas y vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente con uniones soldadas.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
EM007	Material				
	kg	Acero laminado A 572 Grado 50, en perfiles laminados en caliente, según ASTM A 572, piezas simples, para aplicaciones estructurales.	1,05	1,14	1,20
	l	Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.	0,05	6,38	0,32
	Equipo y maquinaria				
	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0,02	3,01	0,05
	Mano de obra				
	h	Montador de estructura metálica.	0,03	5,22	0,14
	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,03	3,30	0,09
Herramienta menor					
%	Herramienta menor	2,00	1,80	0,04	
%	Costes indirectos	3,00	1,84	0,06	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 1,89

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Acero en correas metálicas.					
(kg)	Acero A 36 en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío, acabado galvanizado y colocado en obra con tornillos.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
EM008	Material				
	kg	Acero A 36, en perfiles conformados en frío, según ASTM A 36, para correa formada por pieza simple, acabado galvanizado, incluso accesorios, tornillería y elementos de anclaje.	1,00	1,57	1,57
	Mano de obra				
	h	Montador de estructura metálica.	0,04	5,22	0,21
	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,04	3,30	0,14
	Herramienta menor				
%	Herramienta menor	2,00	1,92	0,04	
%	Costes indirectos	3,00	1,96	0,06	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 2,02

Losa con placa colaborante.					
(m2)	Losa de 12 cm de canto, con placa colaborante de acero galvanizado con forma acanalada, de 0,76 mm de espesor, 50 mm de altura de perfil y 329 mm de intereje, 3 conectores soldados de acero galvanizado, de 19 mm de diámetro y 81 mm de altura y hormigón armado realizado con hormigón f'c=210 kg/cm ² (21 MPa), clase de exposición F0 S0 P0 C0, tamaño máximo del agregado 12,5 mm, consistencia blanda, preparado en obra, y vaciado con medios manuales, volumen total de hormigón 0,082 m ³ /m ² ; acero Grado 60 (fy=4200 kg/cm ²), con una cuantía total de 1 kg/m ² ; y malla electrosoldada 10x10 cm y Ø 6-6 mm; apoyado todo ello sobre estructura metálica. Incluso piezas angulares para remates perimetrales y de voladizos, tornillos para fijación de las láminas, alambre de atar y separadores. El precio incluye el figurado del acero (corte y doblado) en el taller de fabricación, en obra y el armado en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye la estructura metálica.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
EM009	Material				
	m2	Perfil de lámina de acero galvanizado con forma acanalada, de 0,76 mm de espesor, 50 mm de altura de perfil y 329 mm de intereje, 7 a 8 kg/m ² y un momento de inercia de 30 a 40 cm ⁴ .	1,05	19,98	20,98
	m	Pieza angular de lámina de acero galvanizado, para remates perimetrales y de voladizos.	0,02	29,42	0,59
	Ud	Tornillo autotaladrante rosca-metal, para fijación de láminas.	6,00	0,12	0,72
	Ud	Separador homologado para losas.	3,00	0,08	0,24
	kg	Acero en barras corrugadas, Grado 60 (fy=4200 kg/cm ²), de varios diámetros, según NTE-INEN-2167 y ASTM A 706.	1,05	1,26	1,32
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,03	1,17	0,04

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

m ²	Malla electrosoldada con alambres longitudinales y transversales de 6 mm de diámetro espaciados 10x10 cm, según NTE-INEN-2209 y ASTM A 497.	1,15	5,43	6,24
m ³	Agua.	0,03	1,60	0,04
m ³	Arena cribada.	0,05	7,18	0,32
m ³	Agregado grueso homogeneizado de tamaño máximo 12,5 mm.	0,05	11,97	0,54
kg	Cemento gris en sacos.	35,10	0,15	5,26
l	Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	0,18	2,38	0,42
Ud	Conector de acero galvanizado con cabeza de disco, de 19 mm de diámetro y 81 mm de altura, para fijar a estructura de acero mediante soldadura a la placa colaborante.	3,00	0,75	2,25
Equipo y maquinaria				
h	Concreteira.	0,06	1,66	0,09
h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura de conectores.	0,18	17,31	3,05
Mano de obra				
h	Montador de estructura metálica.	0,37	7,02	2,58
h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,33	4,44	1,45
h	Fierrero.	0,05	7,02	0,35
h	Ayudante fierrero.	0,05	4,44	0,21
h	Peón de albañil.	0,12	4,05	0,47
h	Peón especializado.	0,12	4,13	0,51
h	Maestro de estructura mayor, en el proceso de hormigonado.	0,03	7,02	0,18
h	Ayudante estructurista, en el proceso de hormigonado.	0,10	4,44	0,45
Herramienta menor				
%	Herramienta menor	2,00	48,31	0,97
%	Costes indirectos	3,00	49,28	1,48
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 50,75

3.2. Presupuesto parcial

PRESUPUESTO PARCIAL ESTRUCTURA					
N°	Unidad	Detalle	Cantidad	P. Unitario	Importe
002	(m ²)	Desbroce y limpieza del terreno	9000,00	0,64	5718,53
	(m ³)	Zapata de cimentación de hormigón armado.	672,04	221,63	148946,86
	(m ³)	Cadena de cimentación.	68,68	224,54	15421,39
	(m ³)	Hormigón simple.	69,76	84,05	5863,31
	(m ²)	Cerramiento de fachada de paneles sándwich aislantes, de acero.	3800,00	80,85	307233,57

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m ²)	Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes, de acero.	9100,00	70,02	637148,83
(kg)	Acero en columnas y vigas	315092,57	1,89	595938,09
(kg)	Acero en correas metálicas.	82262,40	2,02	165877,00
(m ²)	Losa con placa colaborante.	360,00	50,75	18271,40
COSTO DIRECTO				\$1.900.418,96

3.3. Presupuesto total

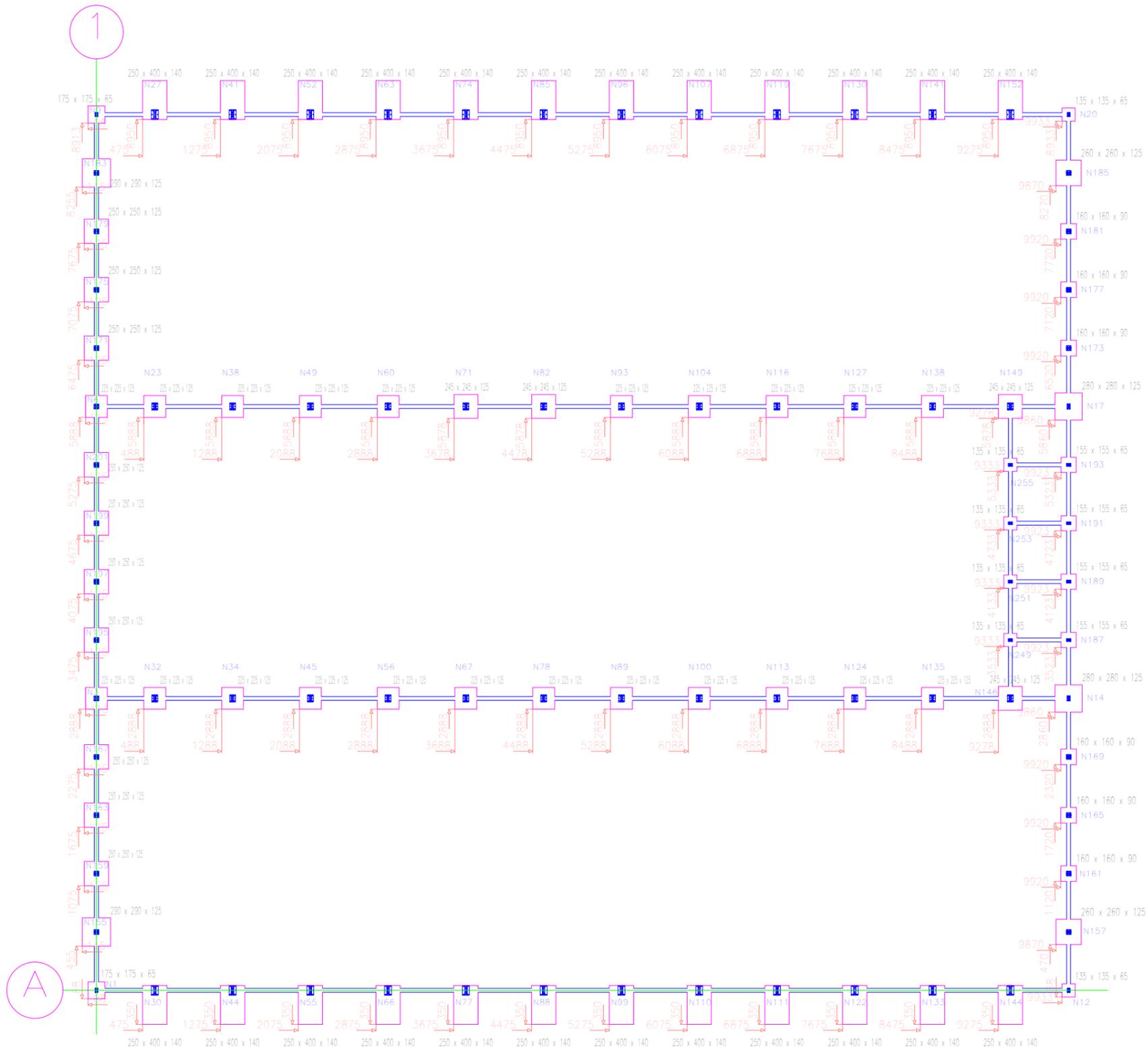
PRESUPUESTO TOTAL		
DETALLE		IMPORTE
PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE MATERIAL		\$ 1.900.418,96
GASTOS GENERALES	15%	\$ 285.062,84
BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	\$ 114.025,14
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		\$ 2.299.506,94
IMPUESTO DEL VALOR AÑADIDO (IVA)	12%	\$ 275.940,83
PRESUPUESTO DE LICITACIÓN		\$ 2.575.447,77

4. PLANOS

Los planos correspondientes a la parte estructural se detallan a continuación:

- A00** Replanteo de cimentaciones
- A01** Detalle de zapatas 1
- A02** Detalle de zapatas 2
- A03** Detalle de zapatas y vigas de atado 1
- A04** Detalle de zapatas 3
- A05** Detalle de zapatas y vigas de atado 2
- A06** Detalle de zapatas y vigas de atado 3
- A07** Detalle de vigas de atado 1
- A08** Detalle de vigas de atado y placas de anclaje 1
- A09** Detalle de vigas de atado y placas de anclaje 2
- A10** Detalle de vigas de atado 2
- A11** Detalle de vigas de atado y placas de anclaje 3
- A12** Detalle de vigas de atado 3
- A13** Detalle de placa de anclaje 1
- A14** Vista 3D de la estructura
- A15** Pórtico fachada frontal

- A16** Pórtico fachada posterior
- A17** Pórtico interior
- A18** Pórtico fachada lateral
- A19** Pórtico interior longitudinal
- A20** Primera planta (Nv. +3.475 m)
- A21** Terraza inaccesible (Nv. +6.950 m)
- A22** Cubierta
- A23** Detalle conexiones Tipo 3 y 6
- A24** Detalle conexiones Tipo 8 y 9
- A25** Detalle conexiones Tipo 10 y 11
- A26** Detalle conexión Tipo 12
- A27** Detalle conexiones Tipo 19 y 20
- A28** Detalle conexión Tipo 23
- A29** Detalle conexión Tipo Pilar-Jácena 1
- A30** Detalle conexión Tipo 21



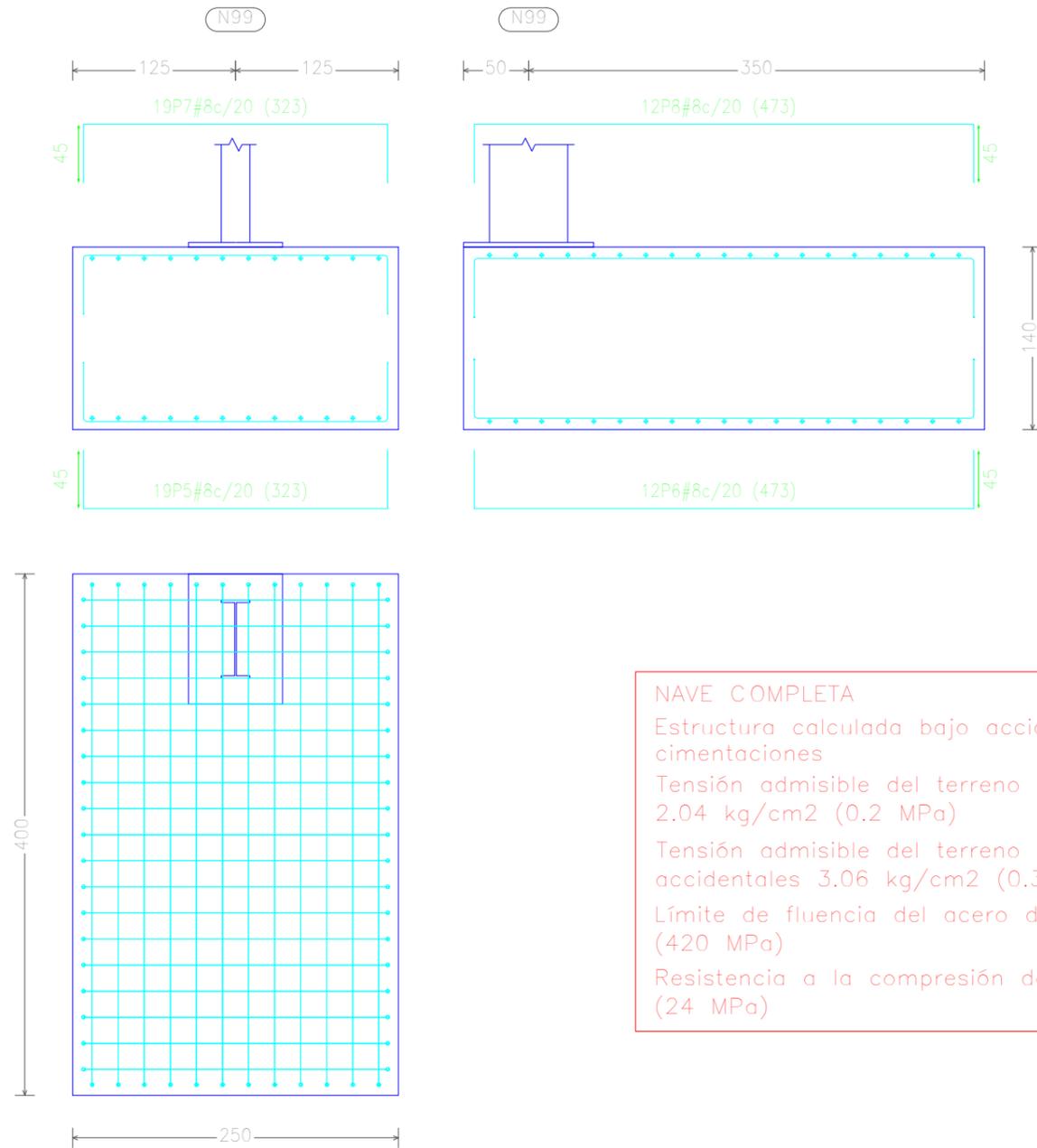
Cota del plano de cimentación: 0 m

NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo fy=4200 kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón f'c=240 kg/cm² (24 MPa)



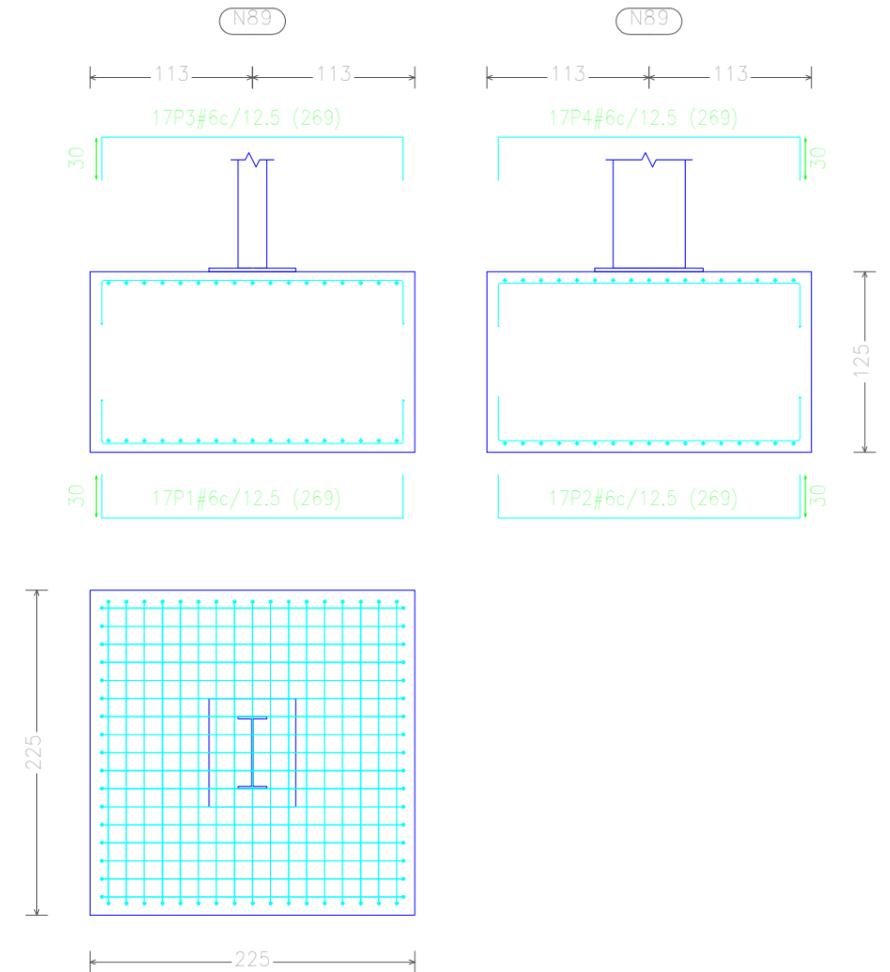
Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N89, N93, N32, N34, N45, N56, N67, N78, N113, N124, N135, N23, N38, N49, N60, N71, N82, N116, N127, N138, N104, N100, N149 y N146	8 Pernos ø 28.6	Placa base (600x750x25.4)
N99, N96, N27, N41, N52, N63, N74, N85, N119, N130, N141, N152, N30, N44, N55, N66, N77, N88, N111, N122, N133, N144, N107 y N110	14 Pernos ø 34.9	Placa base (720x1000x34.9)
N9, N1, N12, N187, N189, N191, N193, N20, N255, N253, N251 y N249	4 Pernos ø 15.9	Placa base (300x450x15.9)
N183, N179, N175, N171, N6, N201, N199, N197, N195, N3, N167, N163, N159, N155, N157, N161, N165, N169, N173, N177, N181 y N185	8 Pernos ø 22.2	Placa base (500x500x25.4)
N14 y N17	4 Pernos ø 22.2	Placa base (350x550x19.1)

N99, N30, N44, N55, N66, N77, N88, N111, N122, N133, N144 y N110



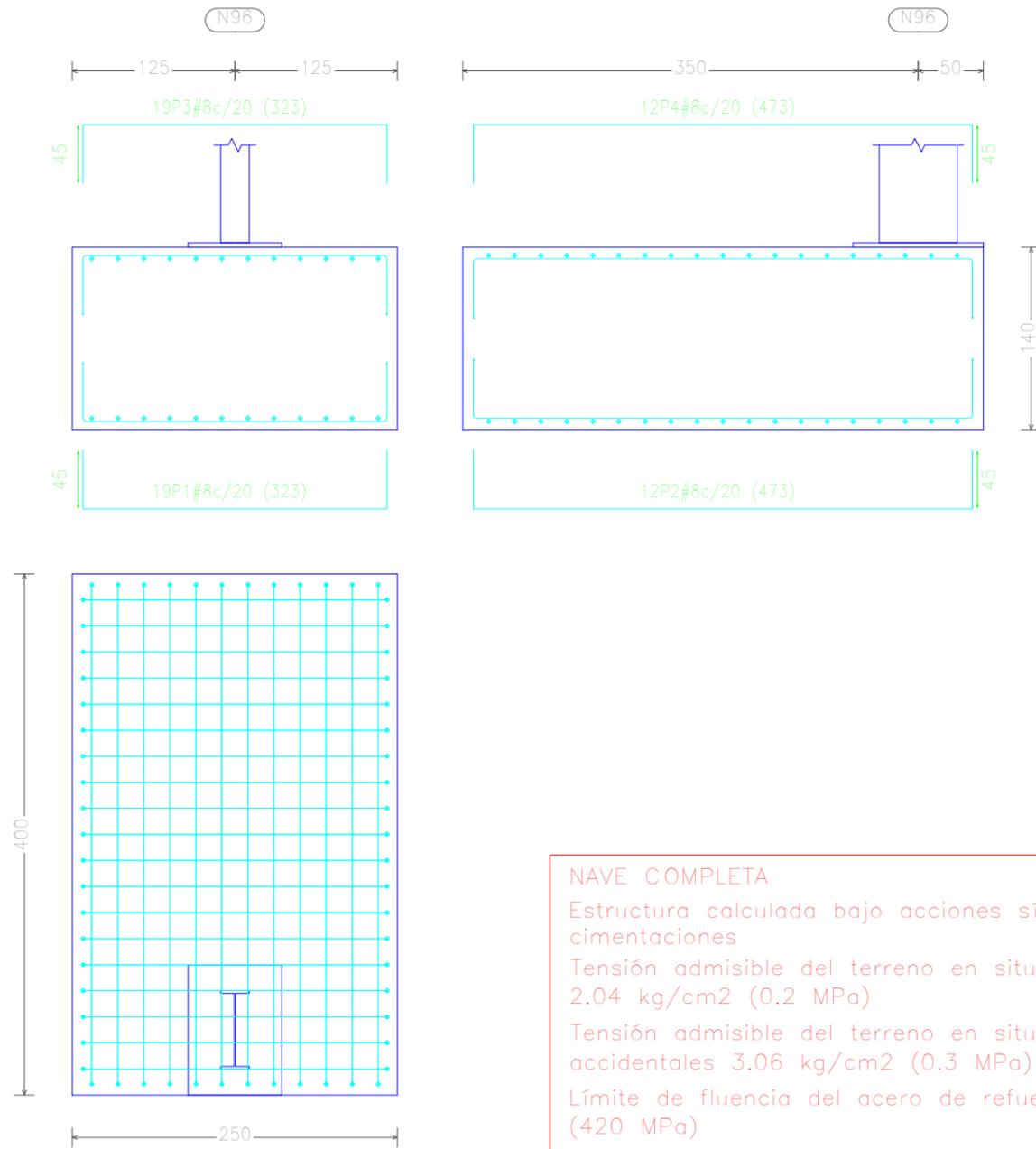
NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón $f'_c=240$ kg/cm² (24 MPa)

N89, N93, N32, N34, N45, N56, N67, N78, N113, N124, N135, N23, N38, N49, N60, N116, N127, N138, N104, N100, N6 y N3



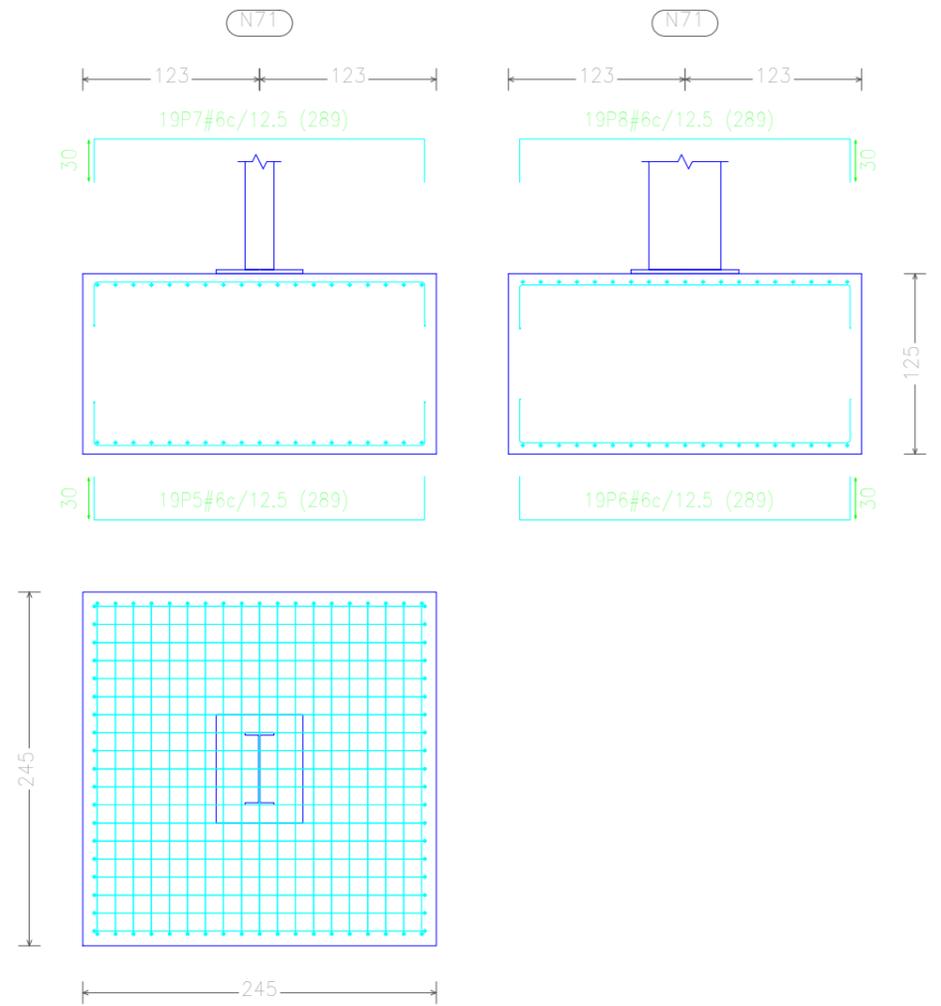
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
N89=N93=N32=N34=N45=N56	1	#6	17	269	4573	102.3
N67=N78=N113=N124=N135	2	#6	17	269	4573	102.3
N23=N38=N49=N60=N116	3	#6	17	269	4573	102.3
N127=N138=N104=N100=N6	4	#6	17	269	4573	102.3
N3						
				Total+10%:	450.1	
				(x22):	9902.2	
N99=N30=N44=N55=N66=N77	5	#8	19	323	6137	244.1
N88=N111=N122=N133=N144	6	#8	12	473	5676	225.8
N110	7	#8	19	323	6137	244.1
	8	#8	12	473	5676	225.8
				Total+10%:	1033.8	
				(x12):	12405.6	
				#6:	9902.2	
				#8:	12405.6	
				Total:	22307.8	

N96, N27, N41, N52, N63, N74, N85, N119, N130, N141, N152 y N107



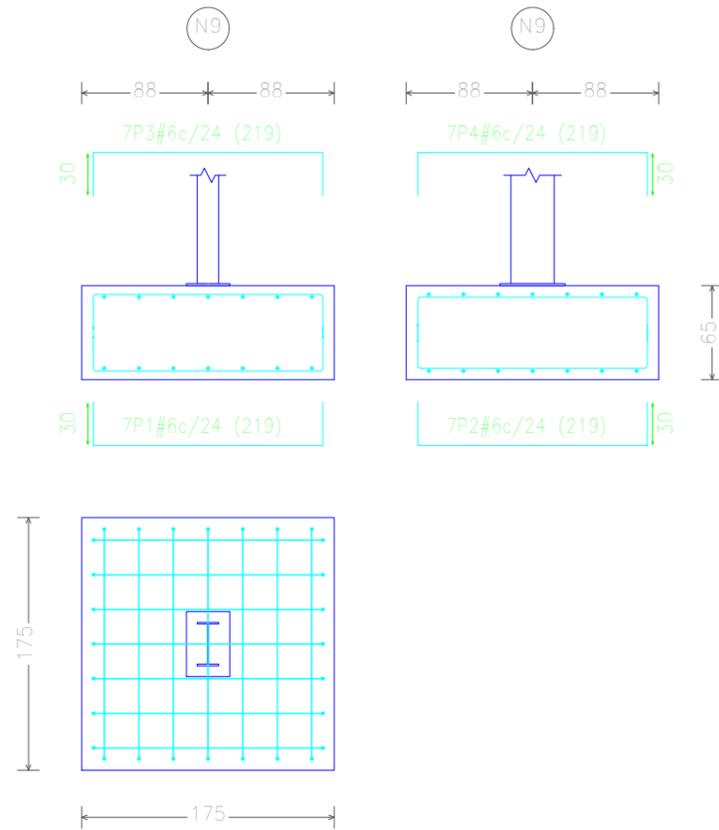
NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón $f'_c=240$ kg/cm² (24 MPa)

N71, N82, N149 y N146

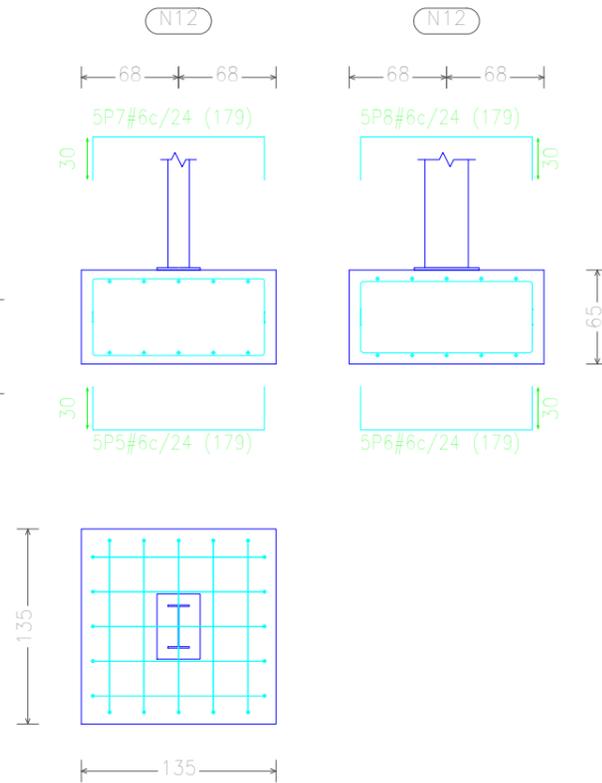


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
N96=N27=N41=N52=N63=N74 N85=N119=N130=N141=N152 N107	1	#8	19	323	6137	244.1
	2	#8	12	473	5676	225.8
	3	#8	19	323	6137	244.1
	4	#8	12	473	5676	225.8
					Total+10% (x12):	1033.8 12405.6
N71=N82=N149=N146	5	#6	19	289	5491	122.8
	6	#6	19	289	5491	122.8
	7	#6	19	289	5491	122.8
	8	#6	19	289	5491	122.8
					Total+10% (x4):	540.3 2161.2
					#6:	2161.2
					#8:	12405.6
					Total:	14566.8

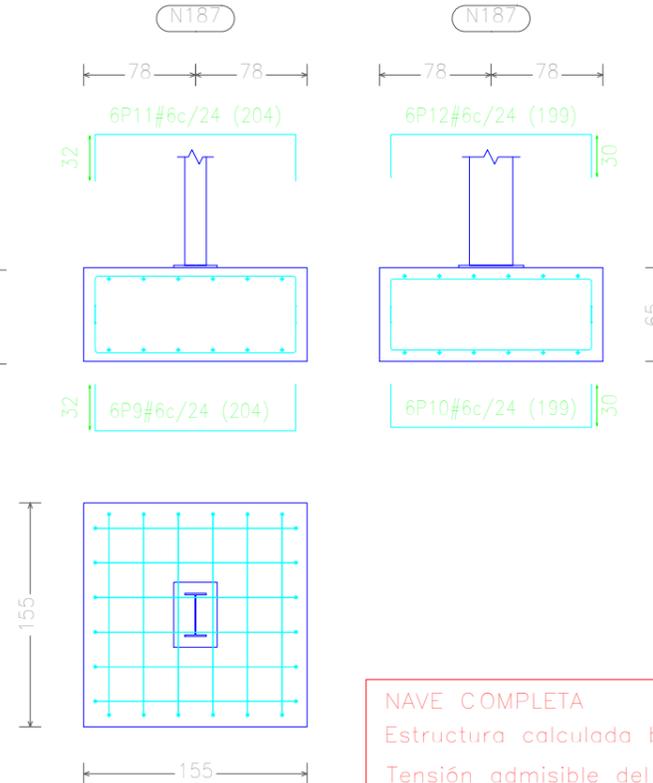
N9 y N1



N12, N20, N255, N253, N251 y N249



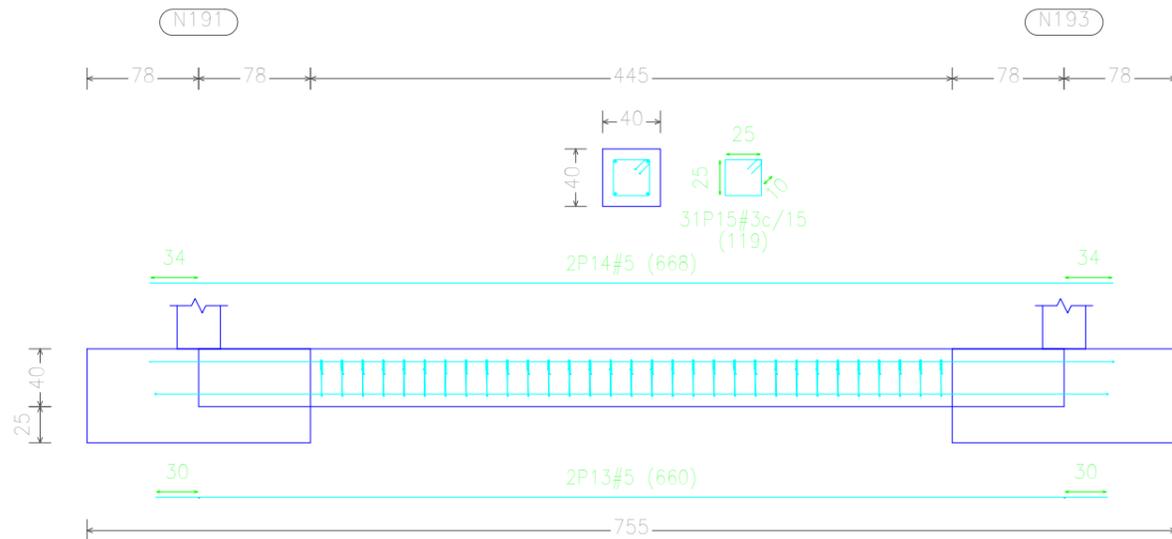
N187, N189, N191 y N193



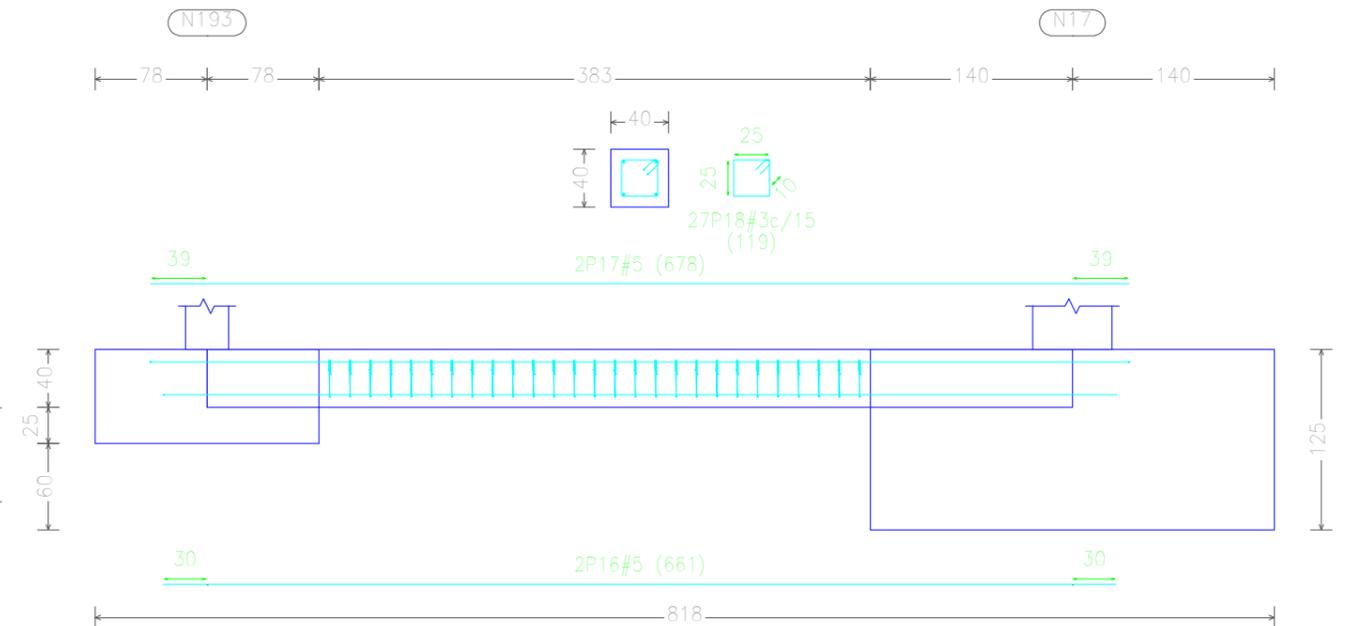
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
N9=N1	1	#6	7	219	1533	34.3
	2	#6	7	219	1533	34.3
	3	#6	7	219	1533	34.3
	4	#6	7	219	1533	34.3
Total+10% (x2):					150.9	
					301.8	
N12=N20=N255=N253=N251=N249	5	#6	5	179	895	20.0
	6	#6	5	179	895	20.0
	7	#6	5	179	895	20.0
	8	#6	5	179	895	20.0
Total+10% (x6):					88.0	
					528.0	
N187=N189=N191=N193	9	#6	6	204	1224	27.4
	10	#6	6	199	1194	26.7
	11	#6	6	204	1224	27.4
	12	#6	6	199	1194	26.7
Total+10% (x4):					119.0	
					476.0	
C [N191-N193]=C [N255-N193]	13	#5	2	660	1320	20.5
	14	#5	2	668	1336	20.8
	15	#3	31	119	3689	20.6
Total+10% (x2):					68.1	
					136.2	
C [N193-N17]=C [N17-N173]	16	#5	2	661	1322	20.5
	17	#5	2	678	1356	21.1
	18	#3	27	119	3213	18.0
Total+10% (x2):					65.8	
					131.2	
		#3:			85.0	
		#5:			182.4	
		#6:			1305.8	
		Total:			1573.2	

NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo fy=4200 kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón f'c=240 kg/cm² (24 MPa)

C [N191-N193] y C [N255-N193]



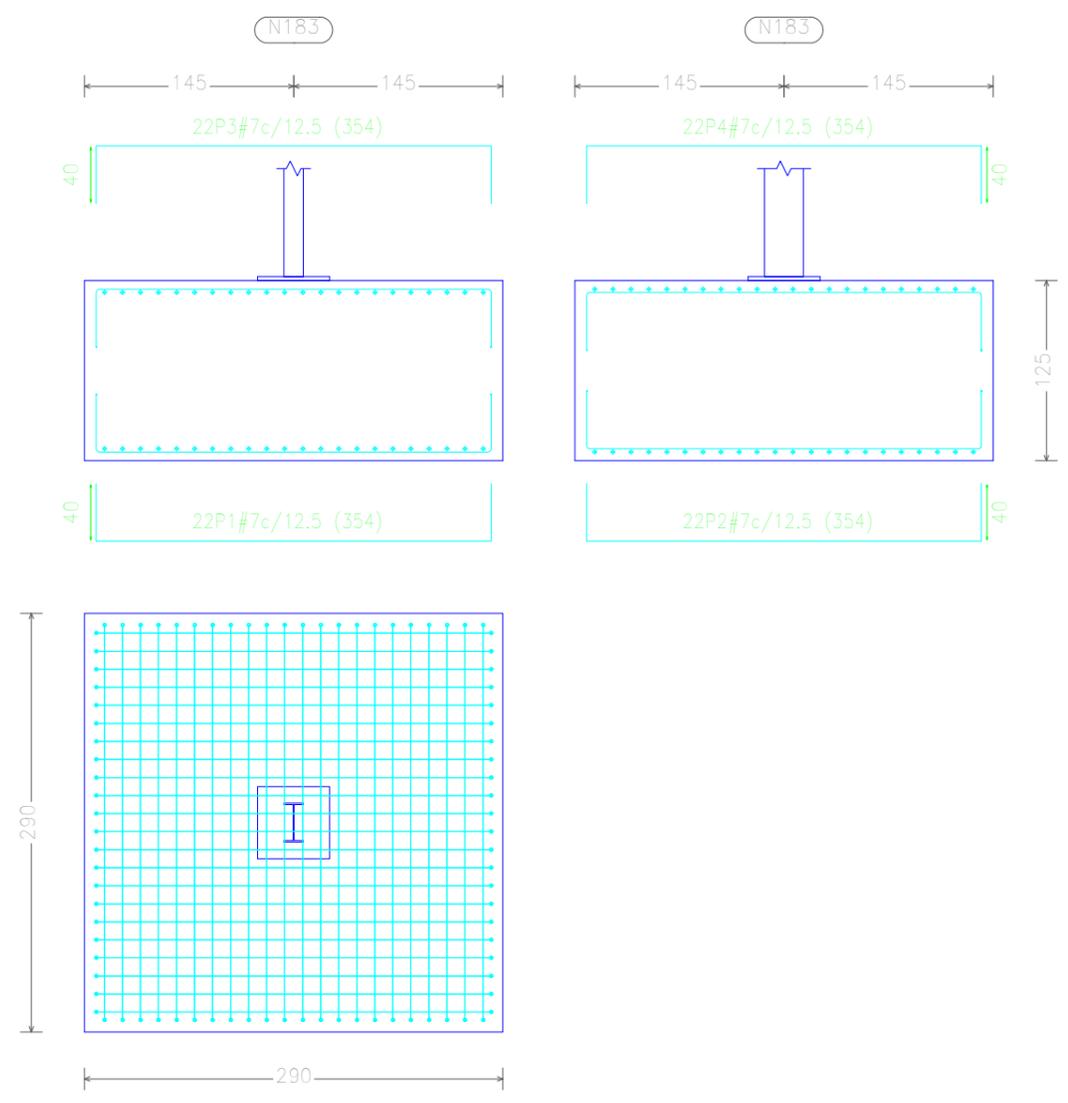
C [N193-N17] y C [N17-N173]



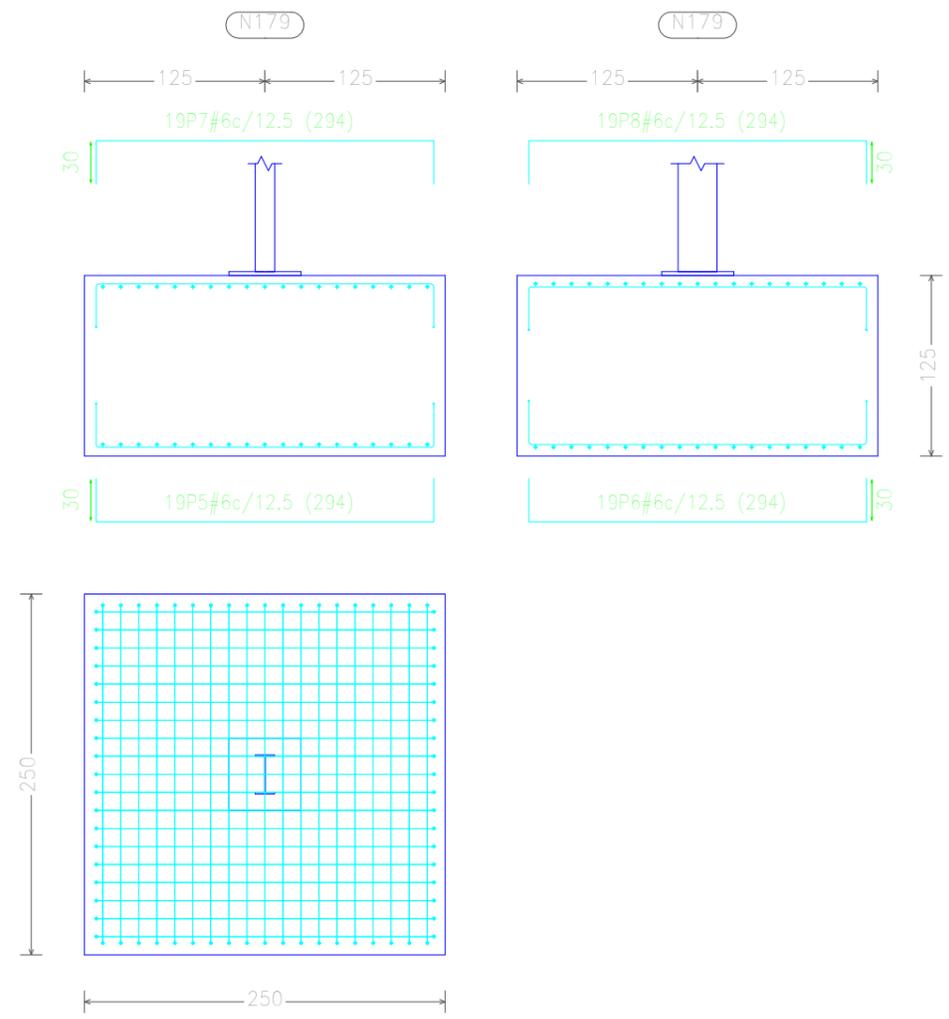
NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón $f'_c=240$ kg/cm² (24 MPa)

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
N183=N155	1	#7	22	354	7788	237.1
	2	#7	22	354	7788	237.1
	3	#7	22	354	7788	237.1
	4	#7	22	354	7788	237.1
					Total+10% (x2):	1043.2
						2086.4
N179=N175=N171=N201=N199 N197=N195=N167=N163=N159	5	#6	19	294	5586	125.0
	6	#6	19	294	5586	125.0
	7	#6	19	294	5586	125.0
	8	#6	19	294	5586	125.0
					Total+10% (x10):	550.0
						5500.0
					#6:	5500.0
					#7:	2086.4
					Total:	7586.4

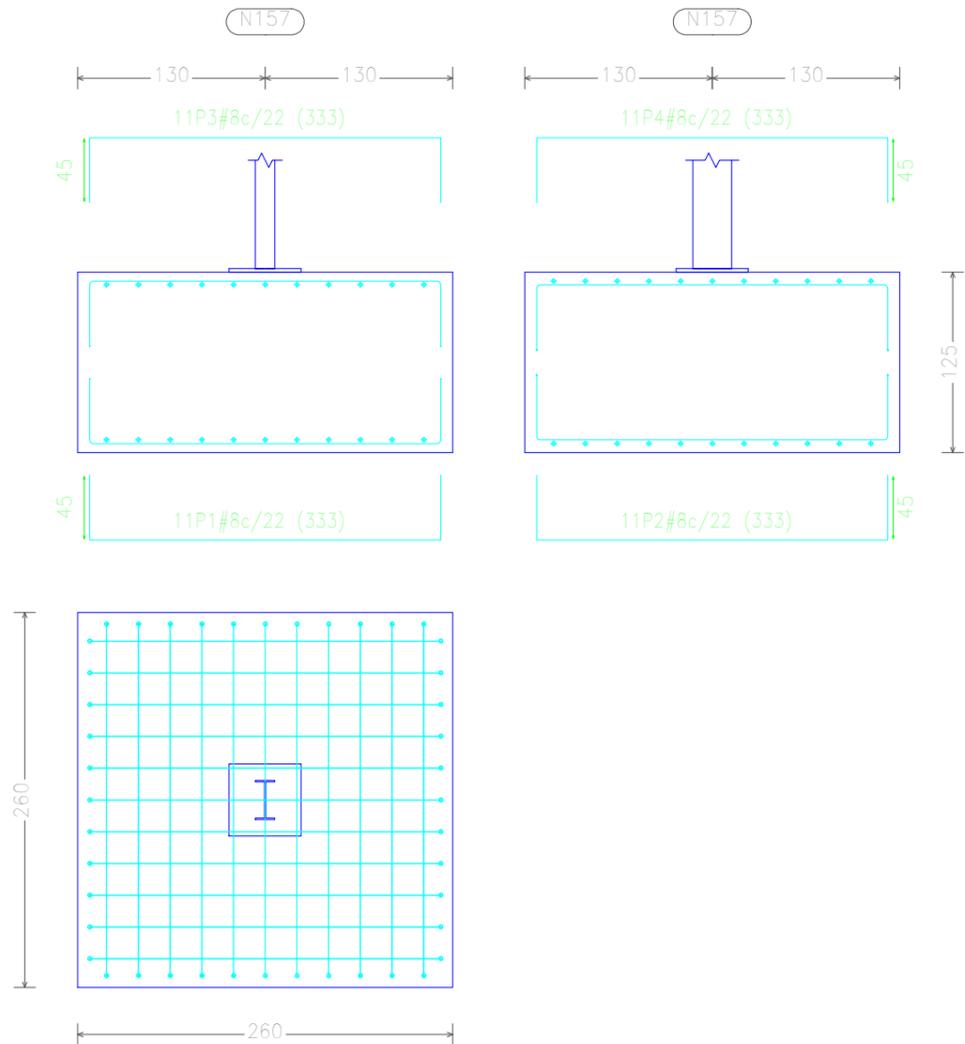
N183 y N155



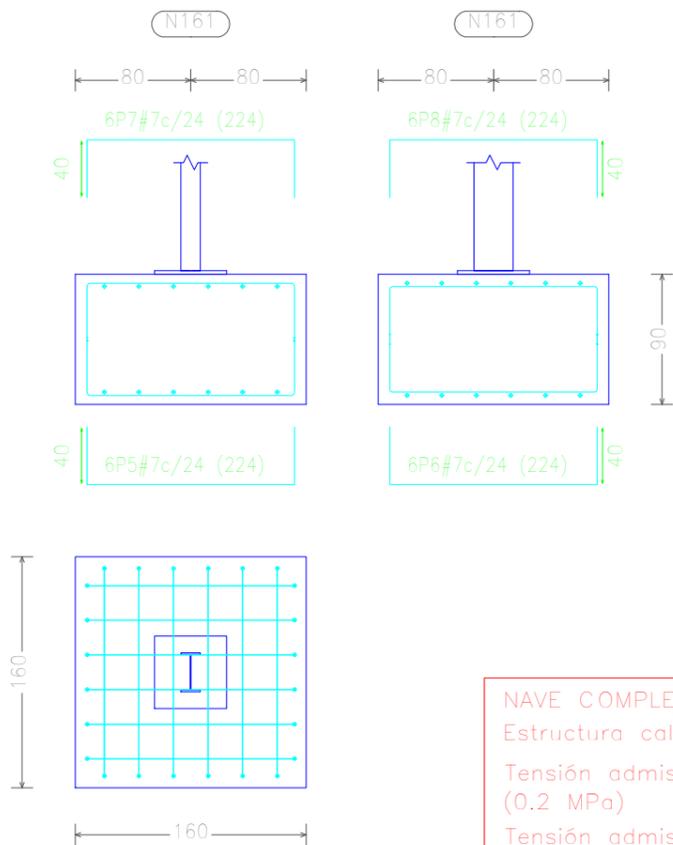
N179, N175, N171, N201, N199, N197, N195, N167, N163 y N159



N157 y N185



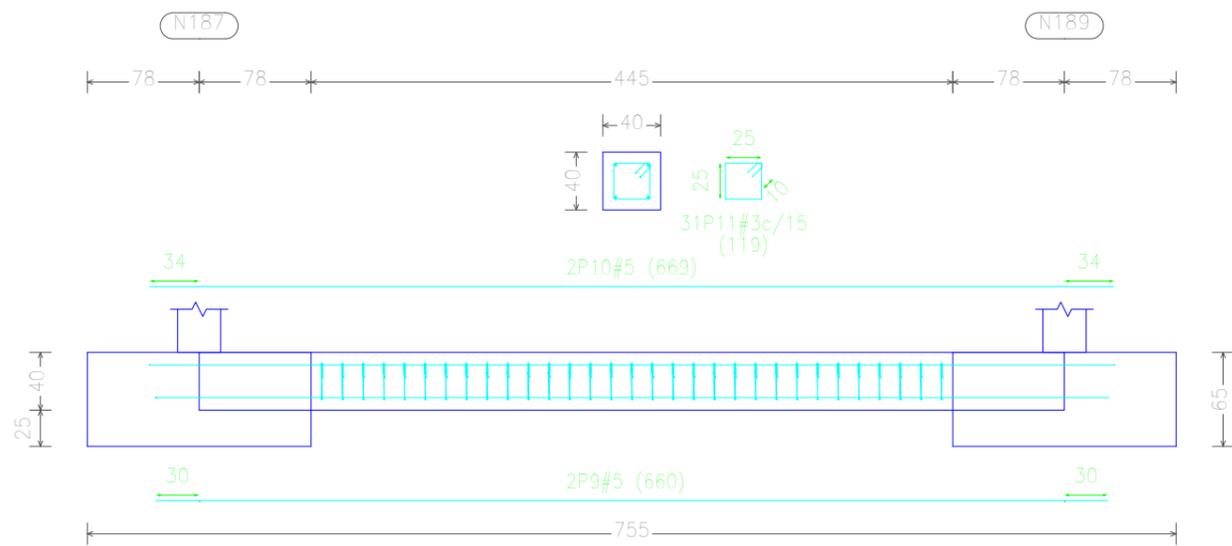
N161, N165, N169, N173, N177 y N181



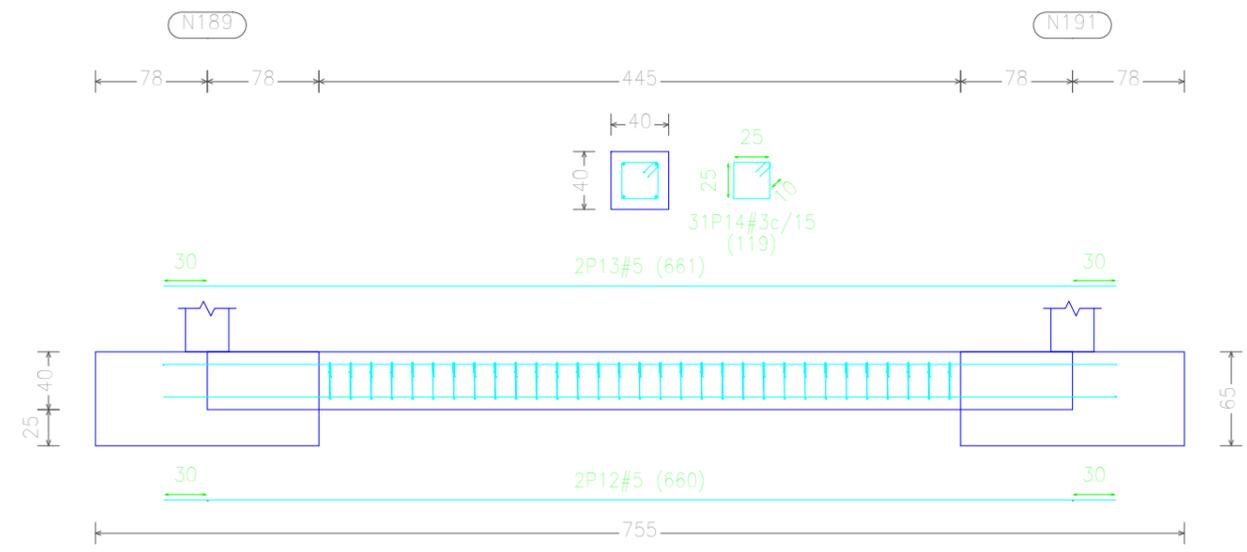
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
N157=N185	1	#8	11	333	3663	145.7
	2	#8	11	333	3663	145.7
	3	#8	11	333	3663	145.7
	4	#8	11	333	3663	145.7
Total+10% (x2)					641.1	1282.2
N161=N165=N169=N173=N177 N181	5	#7	6	224	1344	40.9
	6	#7	6	224	1344	40.9
	7	#7	6	224	1344	40.9
	8	#7	6	224	1344	40.9
Total+10% (x6)					180.0	1080.0
C [N187-N189]=C [N249-N187]	9	#5	2	660	1320	20.5
	10	#5	2	669	1338	20.8
	11	#3	31	119	3689	20.6
Total+10% (x2)					68.1	136.2
C [N189-N191]=C [N251-N189] C [N253-N191]	12	#5	2	660	1320	20.5
	13	#5	2	661	1322	20.5
	14	#3	31	119	3689	20.6
Total+10% (x3)					67.8	203.4
					#3:	113.5
					#5:	226.1
					#7:	1080.0
					#8:	1282.2
					Total:	2701.8

NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo fy=4200 kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón f'c=240 kg/cm² (24 MPa)

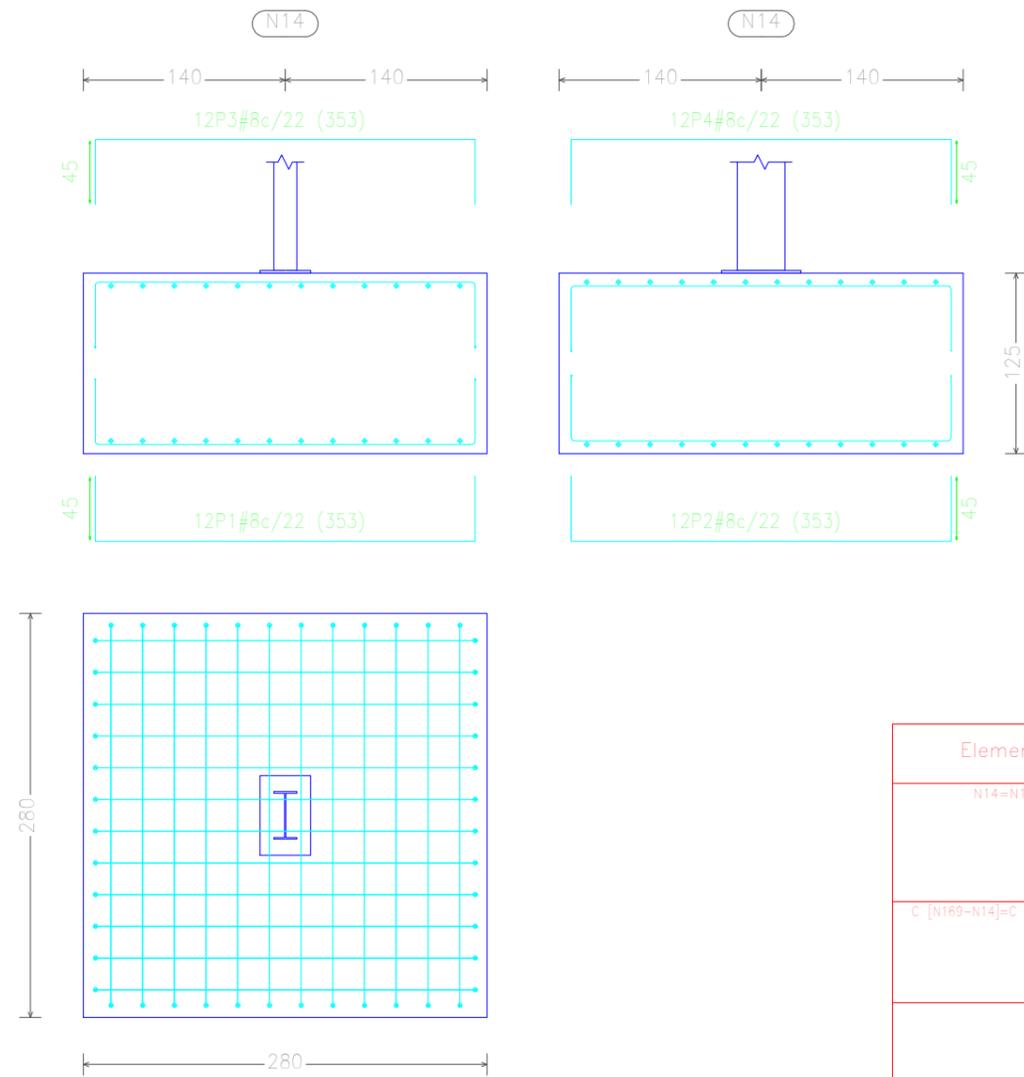
C [N187-N189] y C [N249-N187]



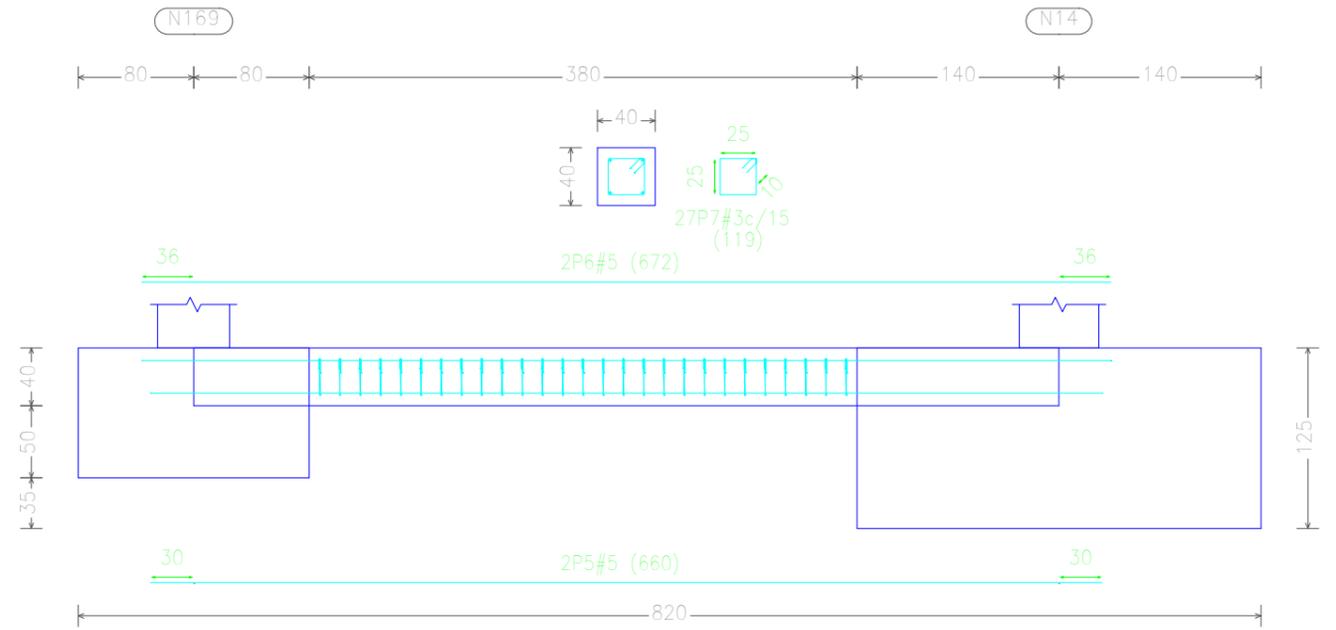
C [N189-N191], C [N251-N189] y C [N253-N191]



N14 y N17



C [N169-N14] y C [N14-N187]

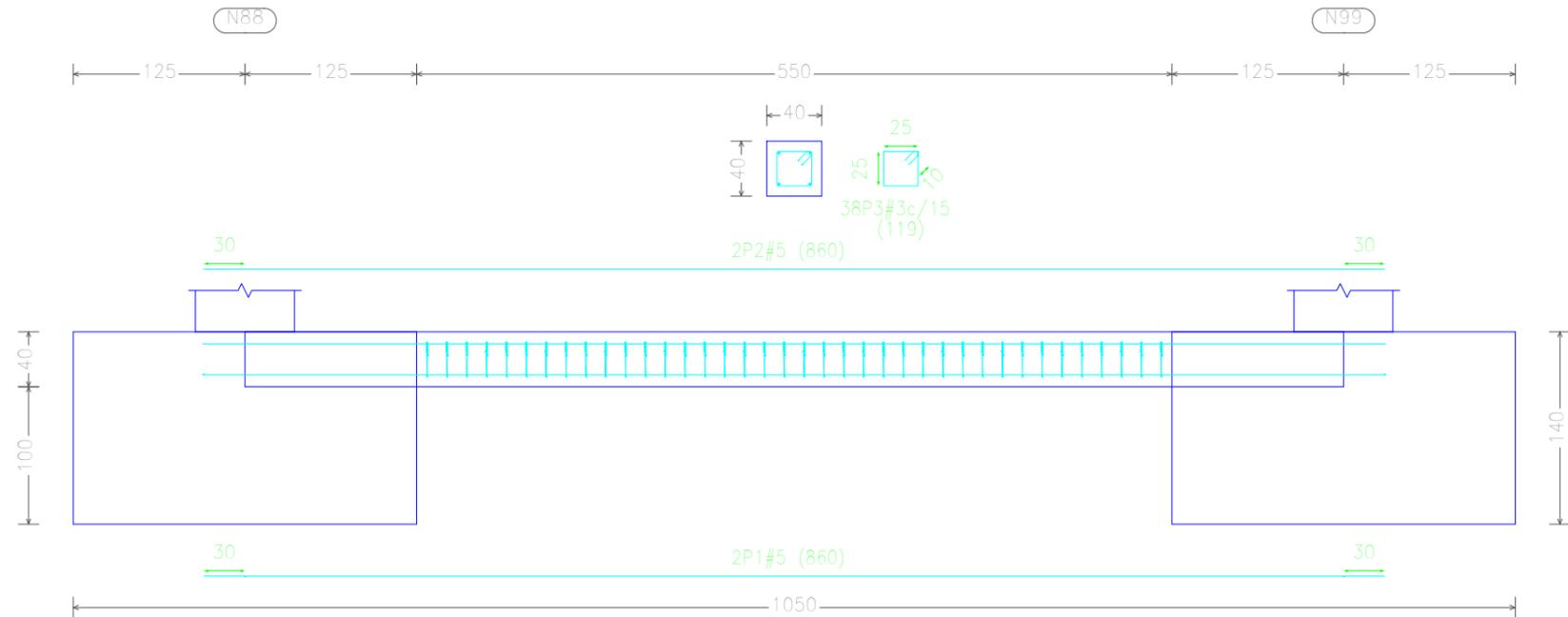


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
N14=N17	1	#8	12	353	4236	168.5
	2	#8	12	353	4236	168.5
	3	#8	12	353	4236	168.5
	4	#8	12	353	4236	168.5
Total+10% (x2):					741.4	1482.8
C [N169-N14]=C [N14-N187]	5	#5	2	660	1320	20.5
	6	#5	2	672	1344	20.9
	7	#3	27	119	3213	18.0
Total+10% (x2):					65.3	130.6
					#3:	39.6
					#5:	91.0
					#8:	1482.8
					Total:	1613.4

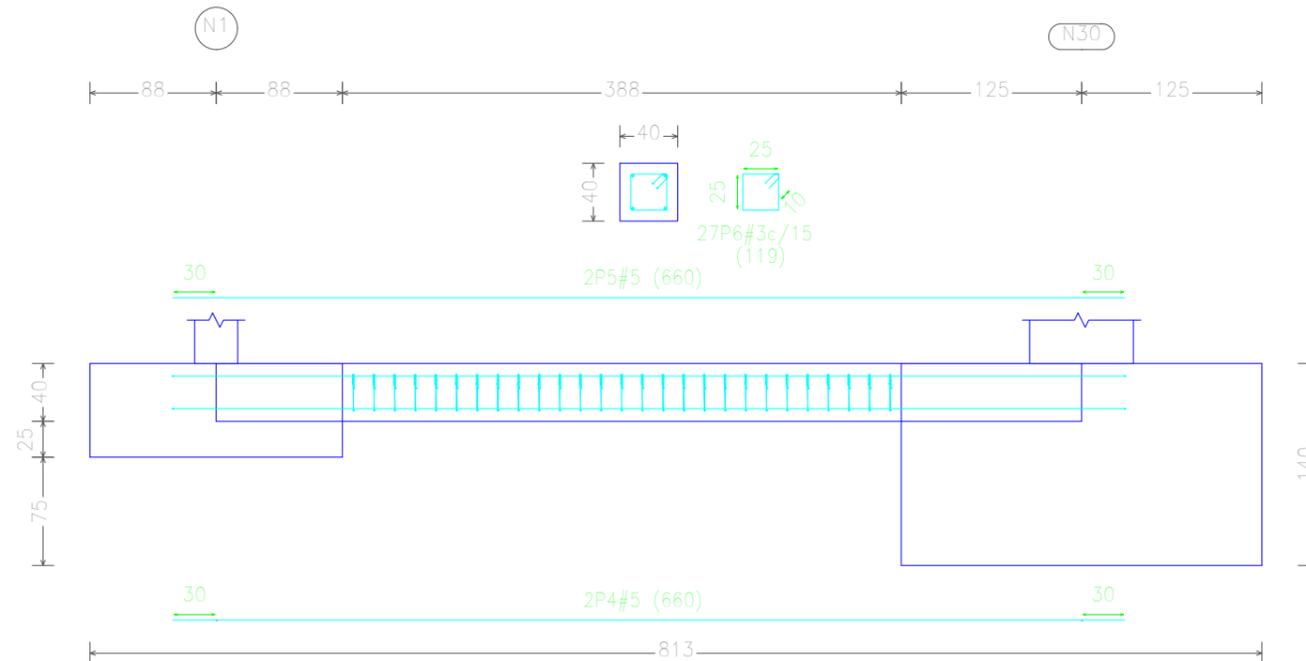
Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N89, N93, N32, N34, N45, N56, N67, N78, N113, N124, N135, N23, N38, N49, N60, N71, N82, N116, N127, N138, N104, N100, N149 y N146	8 Pernos ϕ 28.6	Placa base (600x750x25.4)
N99, N96, N27, N41, N52, N63, N74, N85, N119, N130, N141, N152, N30, N44, N55, N66, N77, N88, N111, N122, N133, N144, N107 y N110	14 Pernos ϕ 34.9	Placa base (720x1000x34.9)
N9, N1, N12, N187, N189, N191, N193, N20, N255, N253, N251 y N249	4 Pernos ϕ 15.9	Placa base (300x450x15.9)
N183, N179, N175, N171, N6, N201, N199, N197, N195, N3, N167, N163, N159, N155, N157, N161, N165, N169, N173, N177, N181 y N185	8 Pernos ϕ 22.2	Placa base (500x500x25.4)
N14 y N17	4 Pernos ϕ 22.2	Placa base (350x550x19.1)

NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón $f'_c=240$ kg/cm² (24 MPa)

C [N88-N99], C [N30-N44], C [N44-N55], C [N55-N66], C [N66-N77], C [N77-N88], C [N110-N111], C [N111-N122],
 C [N122-N133], C [N133-N144], C [N99-N110], C [N27-N41], C [N41-N52], C [N52-N63], C [N63-N74], C [N74-N85], C [N85-N96],
 C [N96-N107], C [N107-N119], C [N119-N130], C [N130-N141], C [N141-N152], C [N23-N38], C [N38-N49], C [N49-N60],
 C [N116-N127], C [N127-N138], C [N32-N34], C [N34-N45], C [N45-N56], C [N56-N67], C [N100-N113], C [N113-N124] y
 C [N124-N135]



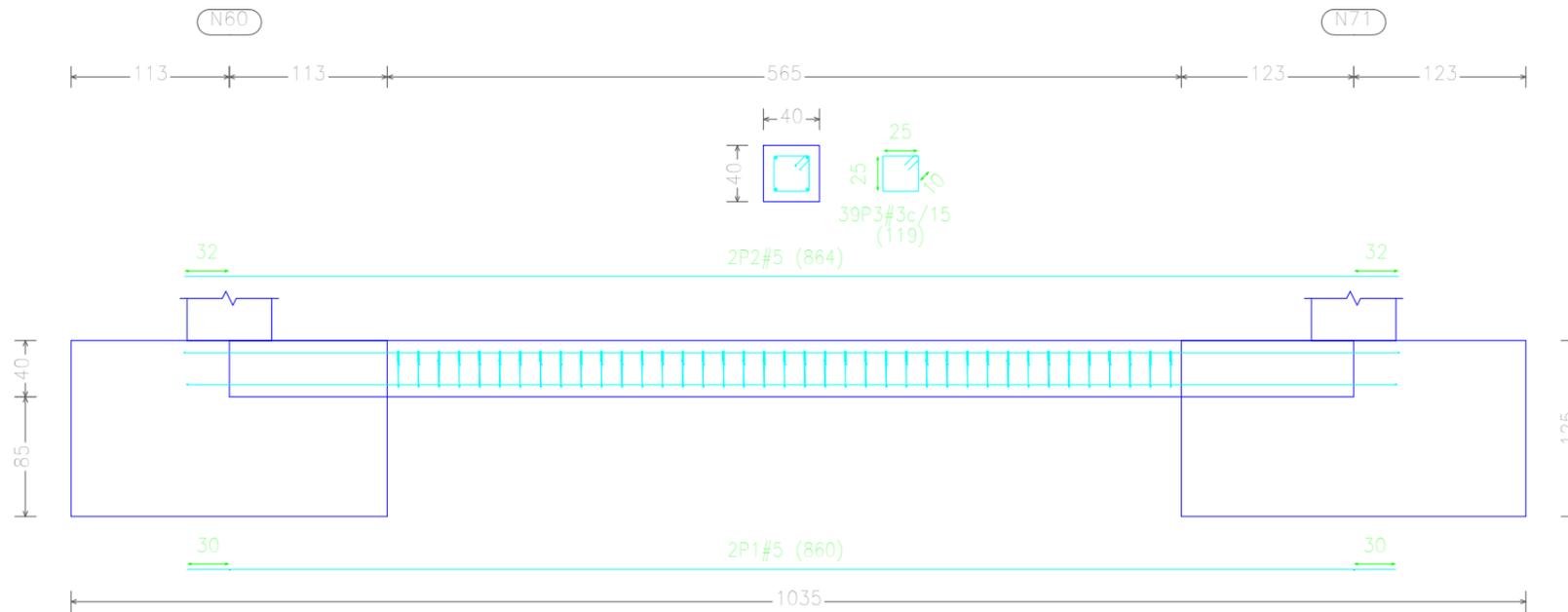
C [N1-N30], C [N144-N12], C [N12-N157], C [N157-N161], C [N161-N165], C [N165-N169],
 C [N173-N177], C [N177-N181], C [N181-N185], C [N185-N20], C [N1-N155], C [N155-N159],
 C [N159-N163], C [N163-N167], C [N167-N3], C [N3-N195], C [N195-N197], C [N197-N199],
 C [N199-N201], C [N201-N6], C [N6-N171], C [N171-N175], C [N175-N179], C [N179-N183],
 C [N183-N9], C [N9-N27], C [N152-N20], C [N6-N23], C [N3-N32] y C [N251-N253]



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
C [N88-N99]=C [N30-N44]	1	#5	2	860	1720	26.7
C [N44-N55]=C [N55-N66]	2	#5	2	860	1720	26.7
C [N66-N77]=C [N77-N88]	3	#3	38	119	4522	25.3
C [N110-N111]=C [N111-N122]						
C [N122-N133]=C [N133-N144]						
C [N99-N110]=C [N27-N41]						
C [N41-N52]=C [N52-N63]						
C [N63-N74]=C [N74-N85]						
C [N85-N96]=C [N96-N107]						
C [N107-N119]=C [N119-N130]						
C [N130-N141]=C [N141-N152]						
C [N23-N38]=C [N38-N49]						
C [N49-N60]=C [N116-N127]						
C [N127-N138]=C [N32-N34]						
C [N34-N45]=C [N45-N56]						
C [N56-N67]=C [N100-N113]						
C [N113-N124]=C [N124-N135]						
Total+10% (x34):					86.6	
					2944.4	
C [N1-N30]=C [N144-N12]	4	#5	2	660	1320	20.5
C [N12-N157]=C [N157-N161]	5	#5	2	660	1320	20.5
C [N161-N165]=C [N165-N169]	6	#3	27	119	3213	18.0
C [N173-N177]=C [N177-N181]						
C [N181-N185]=C [N185-N20]						
C [N1-N155]=C [N155-N159]						
C [N159-N163]=C [N163-N167]						
C [N167-N3]=C [N3-N195]						
C [N195-N197]=C [N197-N199]						
C [N199-N201]=C [N201-N6]						
C [N6-N171]=C [N171-N175]						
C [N175-N179]=C [N179-N183]						
C [N183-N9]=C [N9-N27]						
C [N152-N20]=C [N6-N23]						
C [N3-N32]=C [N251-N253]						
Total+10% (x30):					64.9	
					1947.0	
					#3:	1542.6
					#5:	3348.8
Total:						4891.4

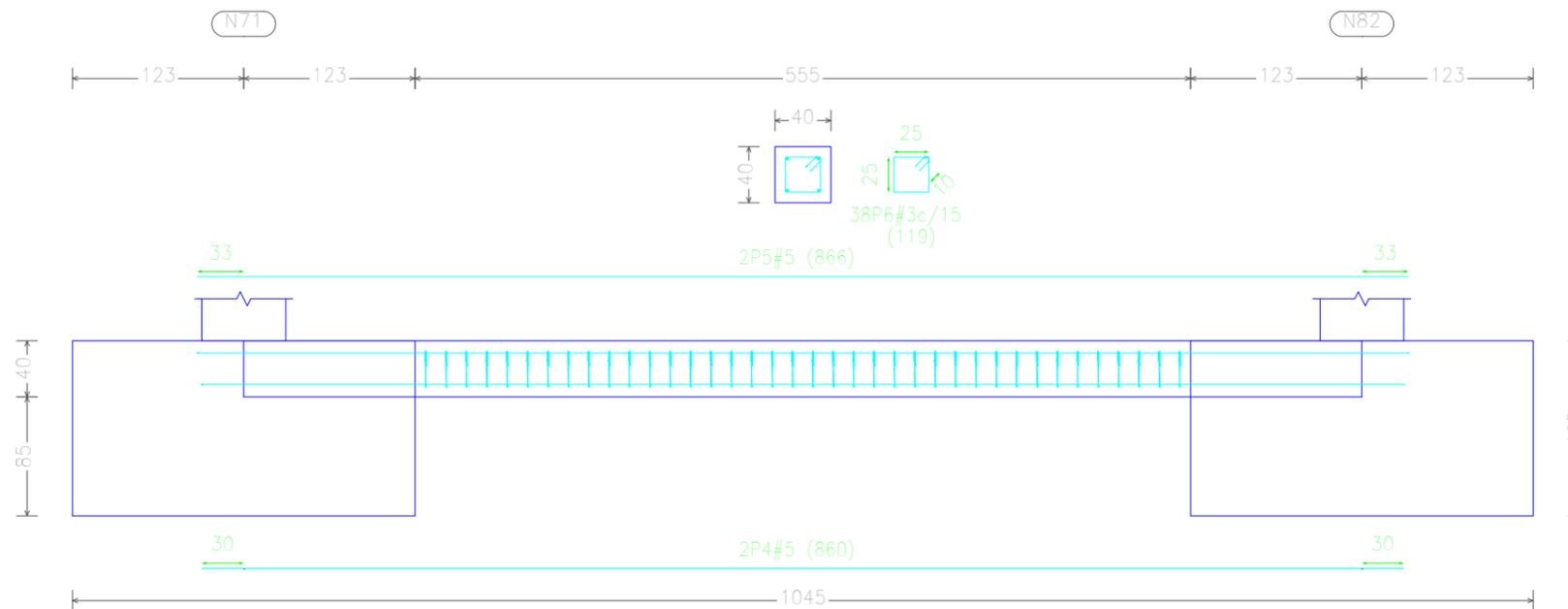
NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo fy=4200 kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón f'c=240 kg/cm² (24 MPa)

C [N60-N71]



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
C [N60-N71]	1	#5	2	860	1720	26.7
	2	#5	2	864	1728	26.8
	3	#3	39	119	4641	26.0
Total+10%:						87.5
C [N71-N82]=C [N82-N93]	4	#5	2	860	1720	26.7
	5	#5	2	866	1732	26.9
	6	#3	38	119	4522	25.3
Total+10%:						86.8
(x2):						173.6
#3:						84.2
#5:						176.9
Total:						261.1

C [N71-N82] y C [N82-N93]



NAVE COMPLETA

Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones

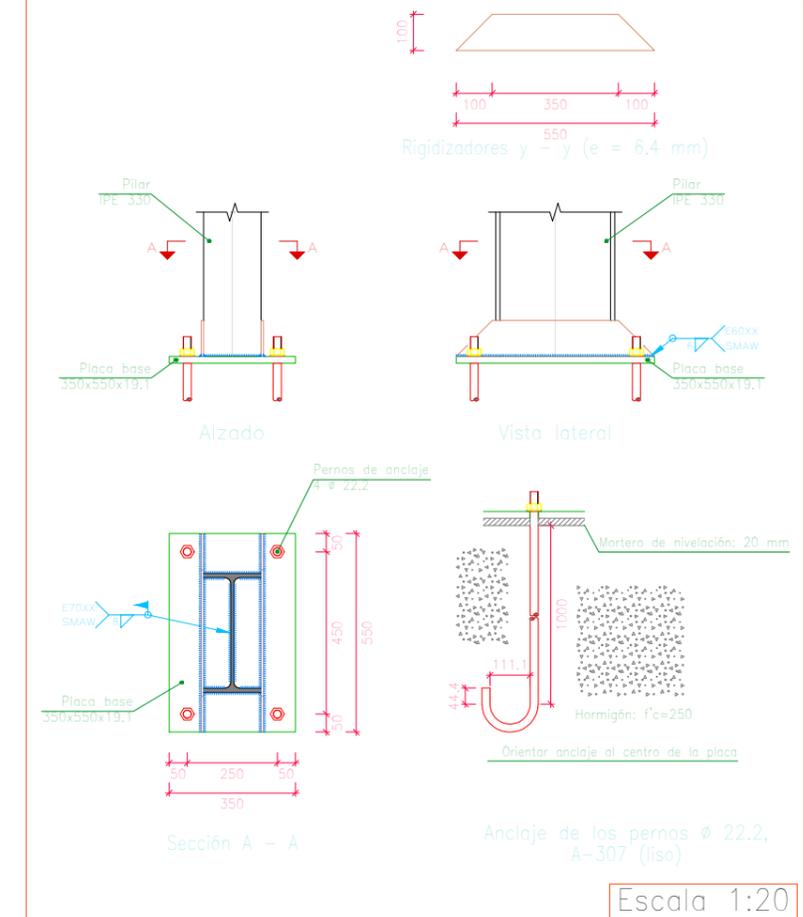
Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)

Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)

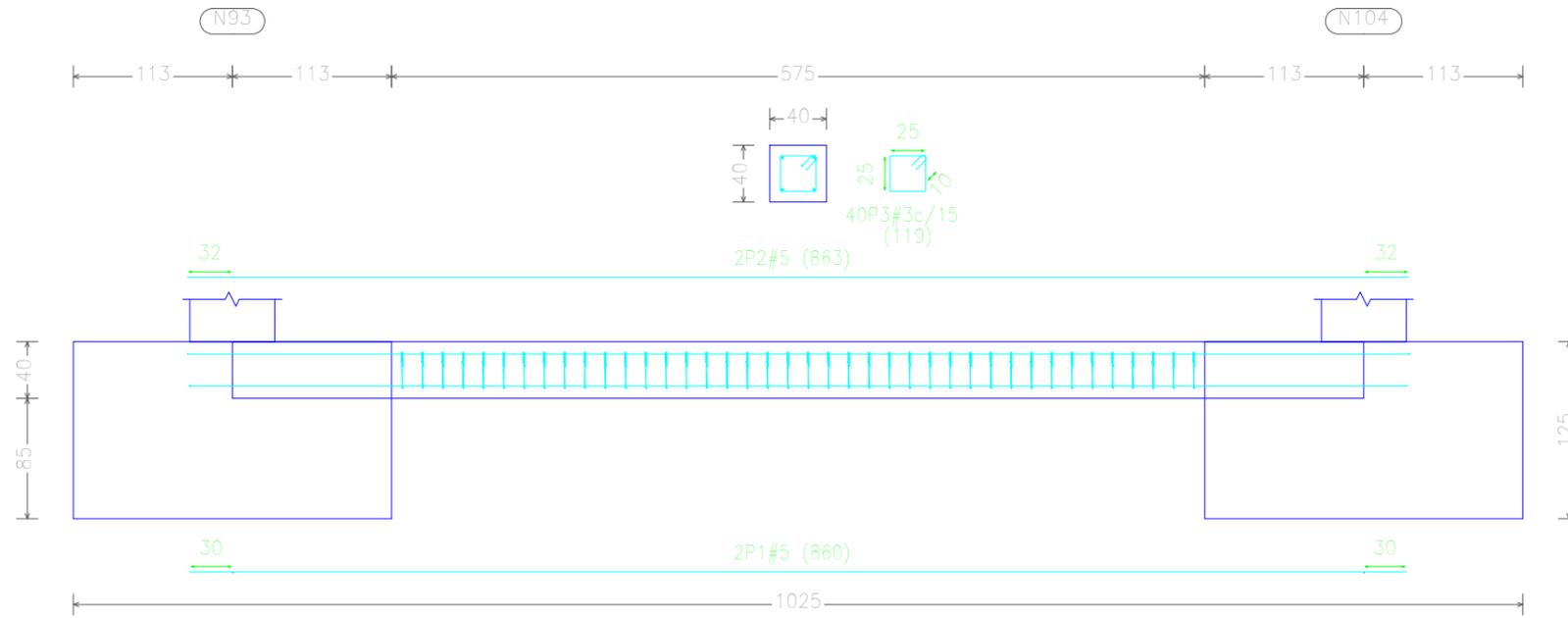
Límite de fluencia del acero de refuerzo fy=4200 kg/cm² (420 MPa)

Resistencia a la compresión del hormigón f'c=240 kg/cm² (24 MPa)

Tipo 4

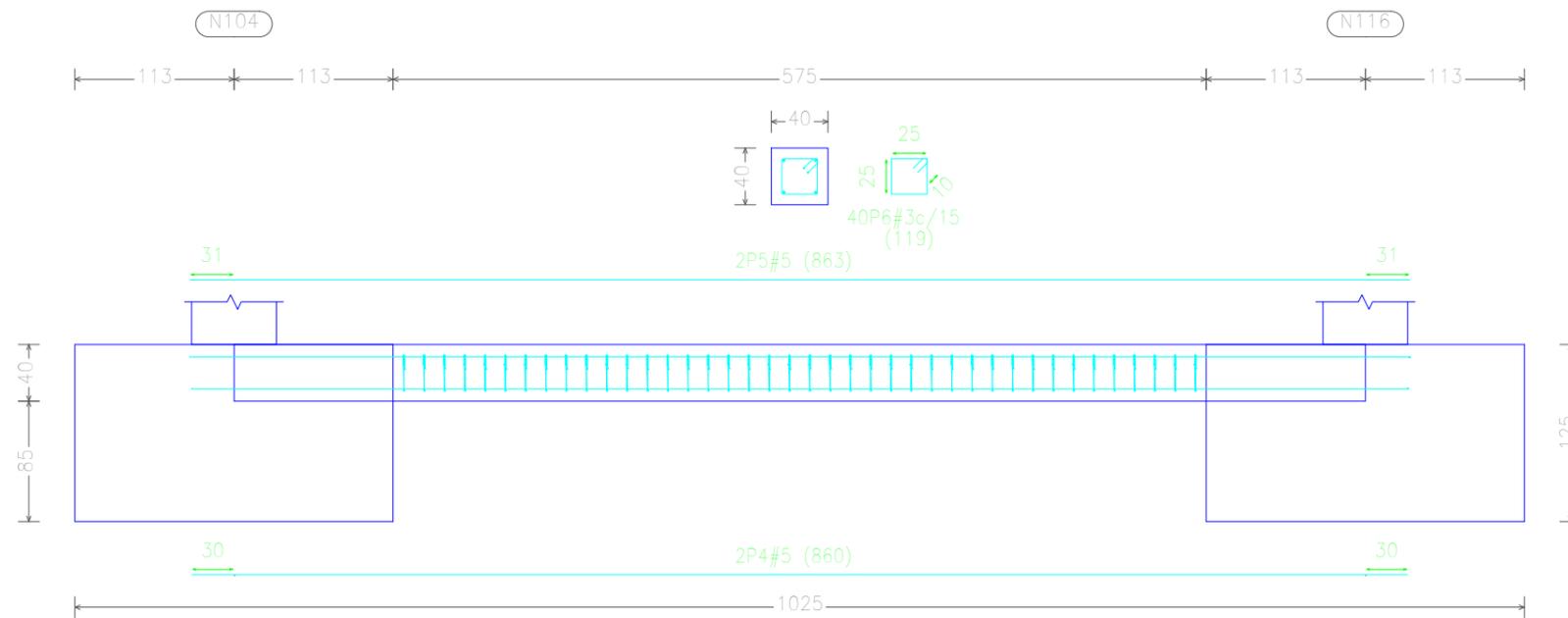


C [N93-N104]

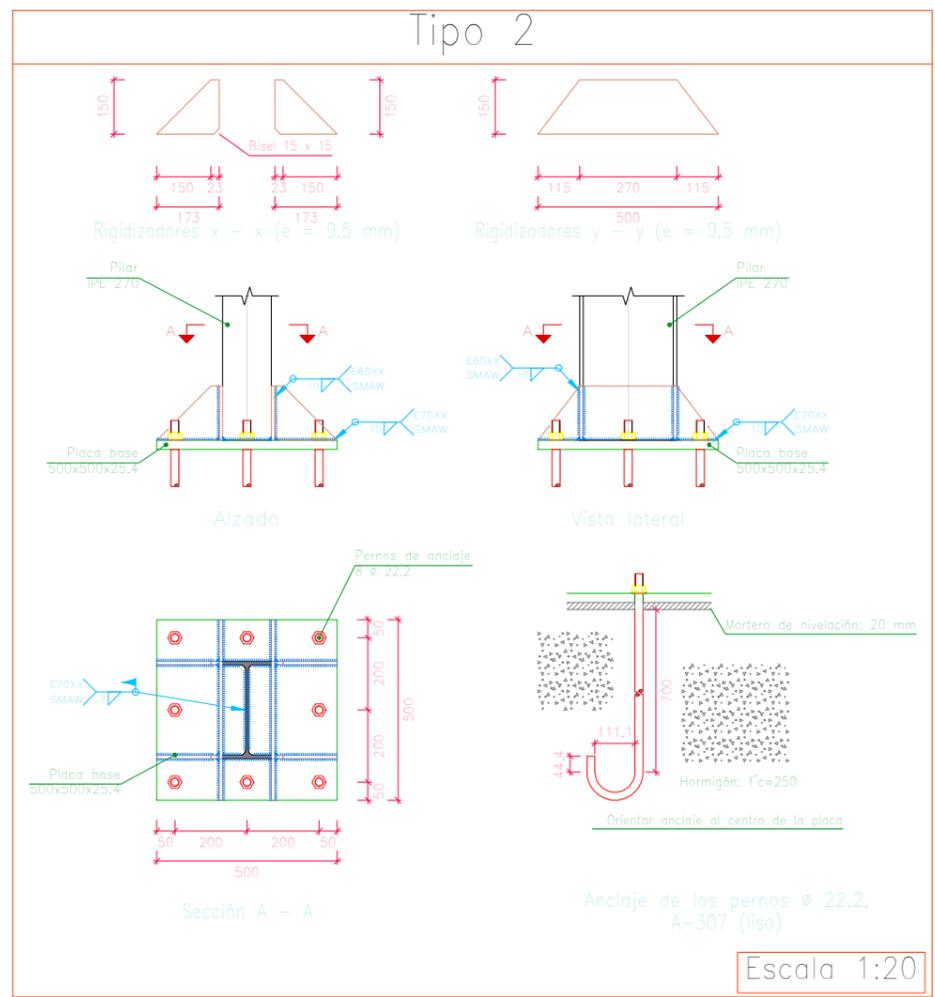


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
C [N93-N104]	1	#5	2	860	1720	26.7
	2	#5	2	863	1726	26.8
	3	#3	40	119	4760	26.6
Total+10%:					88.1	
C [N104-N116]	4	#5	2	860	1720	26.7
	5	#5	2	863	1726	26.8
	6	#3	40	119	4760	26.6
Total+10%:					88.1	
		#3:				58.4
		#5:				117.8
Total:						176.2

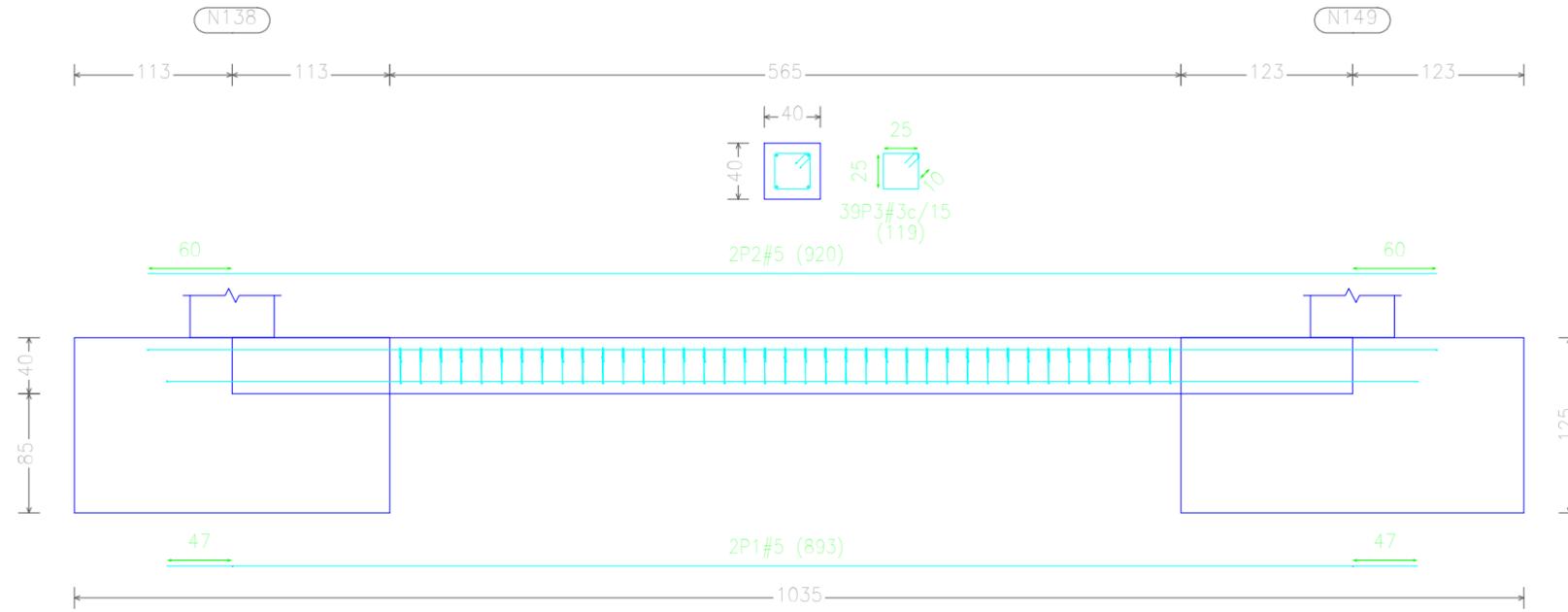
C [N104-N116]



NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo fy=4200 kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón f'c=240 kg/cm² (24 MPa)



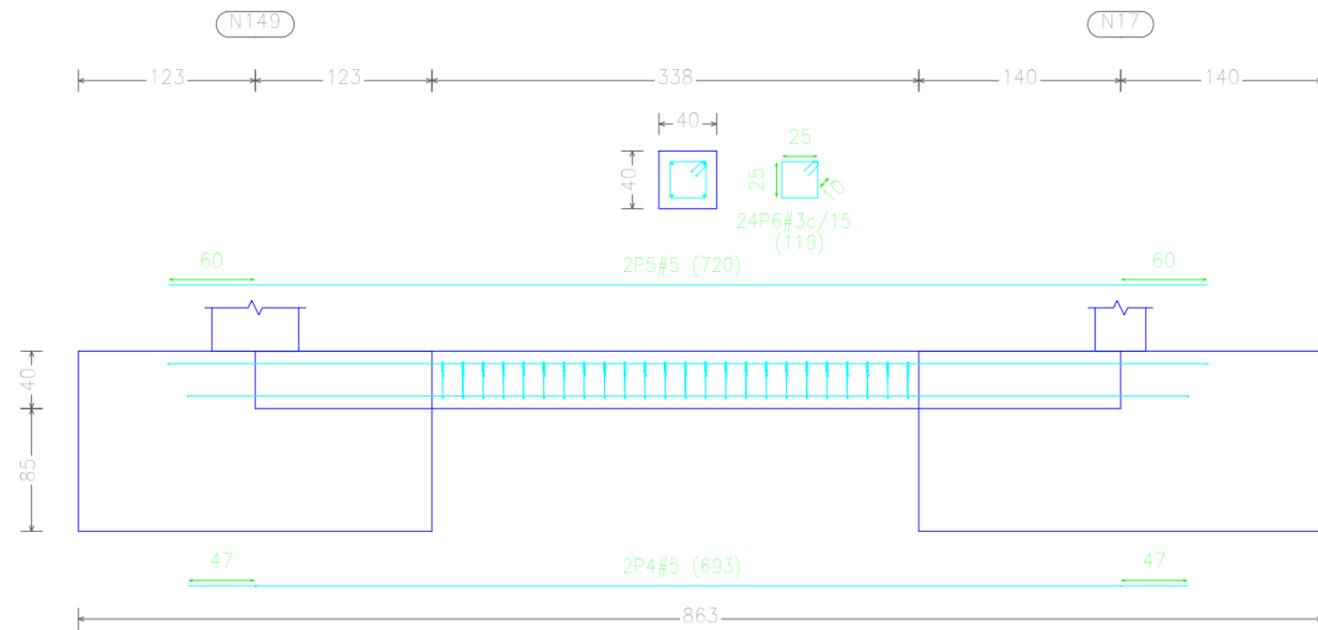
C [N138-N149]



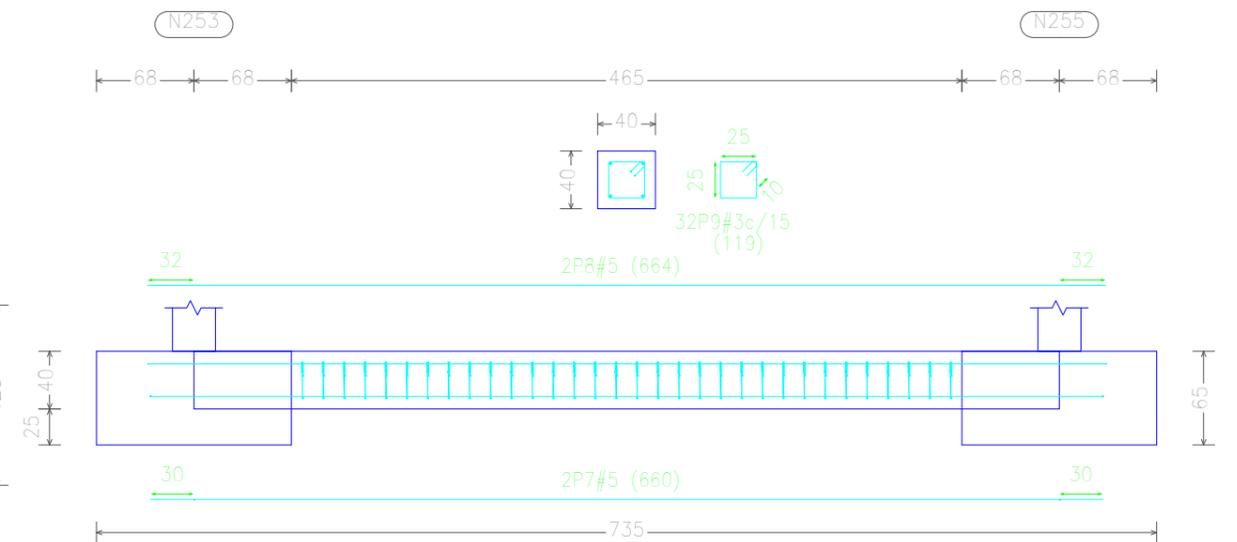
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
C [N138-N149]	1	#5	2	893	1786	27.7
	2	#5	2	920	1840	28.6
	3	#3	39	119	4641	26.0
Total+10%:						90.5
C [N149-N17]=C [N255-N149]	4	#5	2	693	1386	21.5
	5	#5	2	720	1440	22.4
	6	#3	24	119	2856	16.0
Total+10%:						65.9
(x2):						131.8
C [N253-N255]	7	#5	2	660	1320	20.5
	8	#5	2	664	1328	20.6
	9	#3	32	119	3808	21.3
Total+10%:						68.6
#3:						87.2
#5:						203.7
Total:						290.9

NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo fy=4200 kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón f'c=240 kg/cm² (24 MPa)

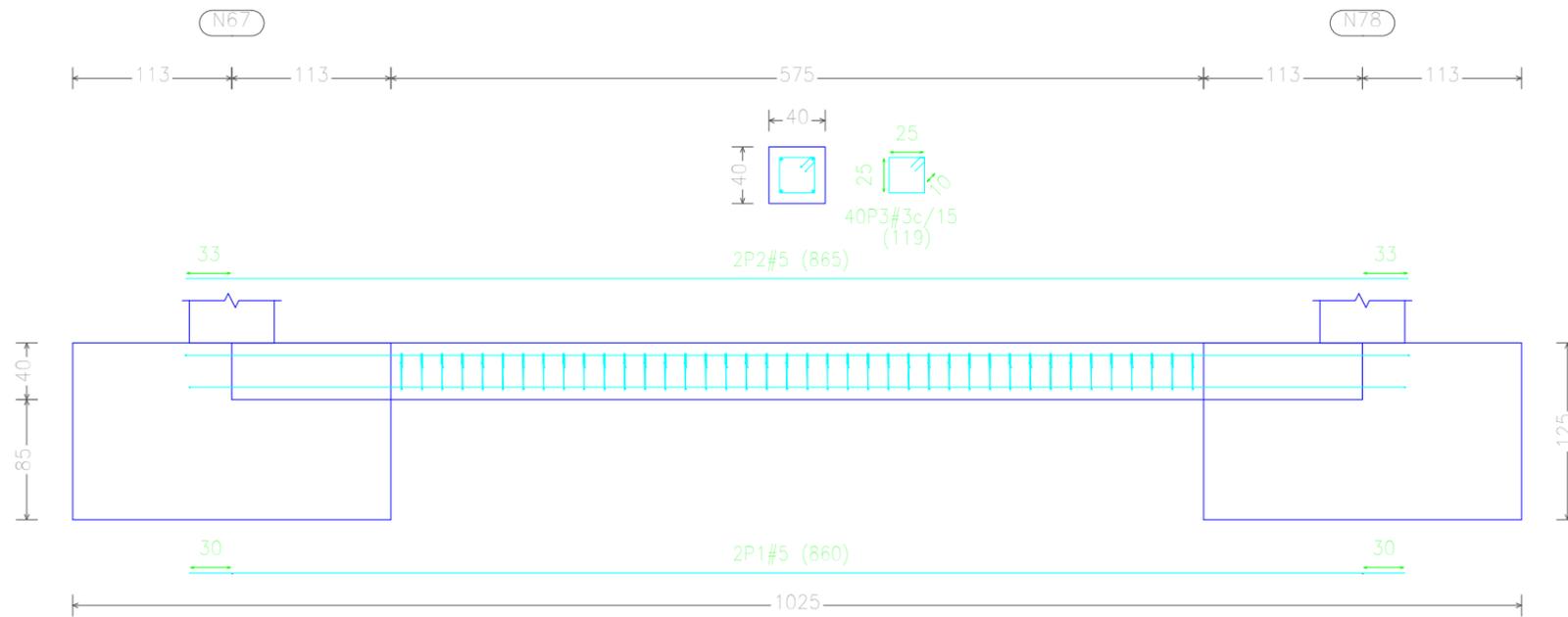
C [N149-N17] y C [N255-N149]



C [N253-N255]

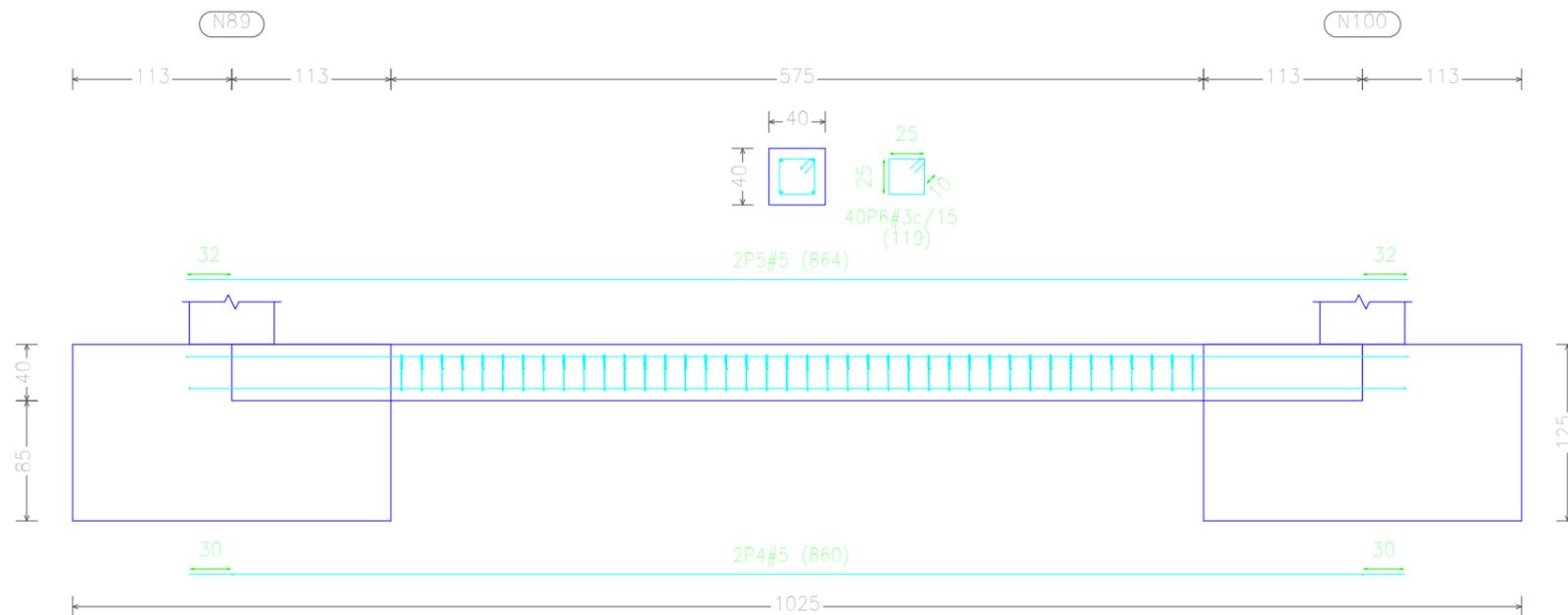


C [N67-N78] y C [N78-N89]

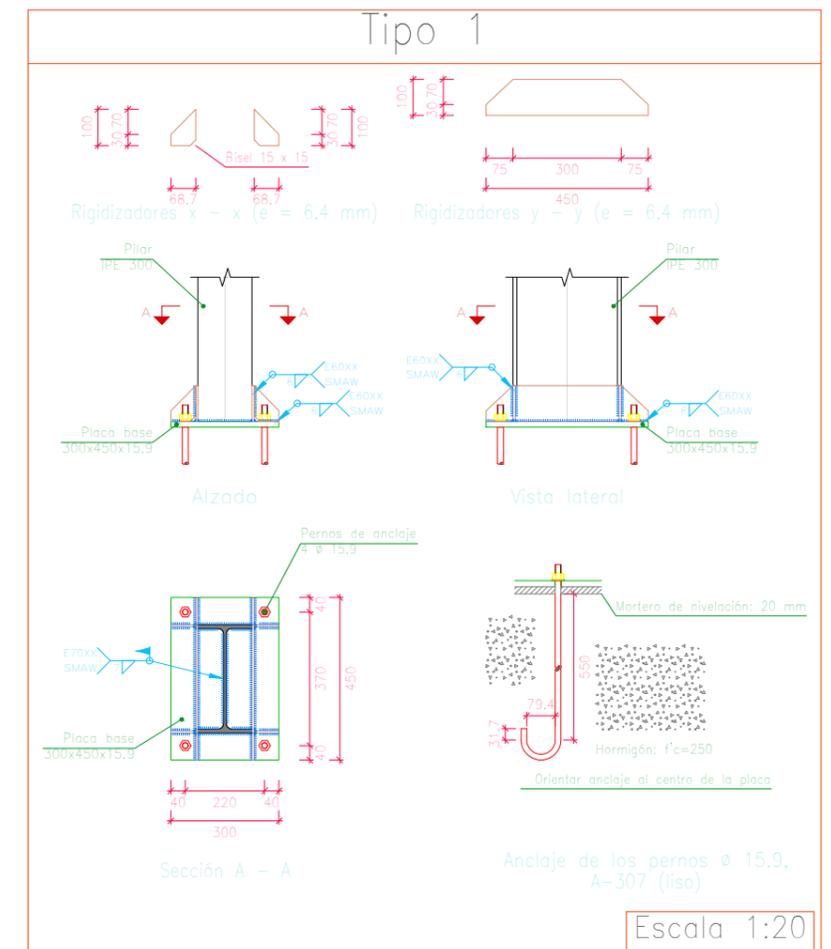


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
C [N67-N78]=C [N78-N89]	1	#5	2	860	1720	26,7
	2	#5	2	865	1730	26,9
	3	#3	40	119	4760	26,6
Total+10%:					88,2	
(x2):					176,4	
C [N89-N100]	4	#5	2	860	1720	26,7
	5	#5	2	864	1728	26,8
	6	#3	40	119	4760	26,6
Total+10%:					88,1	
#3:					87,6	
#5:					176,9	
Total:					264,5	

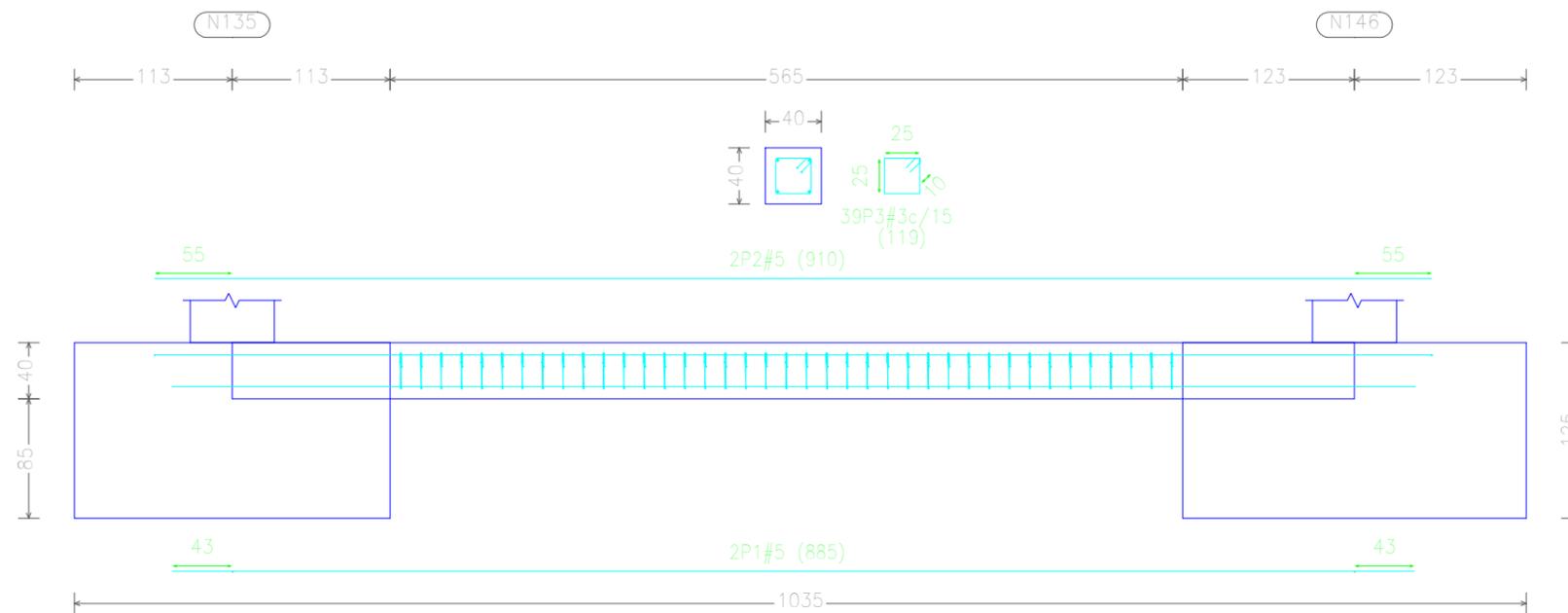
C [N89-N100]



NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo fy=4200 kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón f'c=240 kg/cm² (24 MPa)



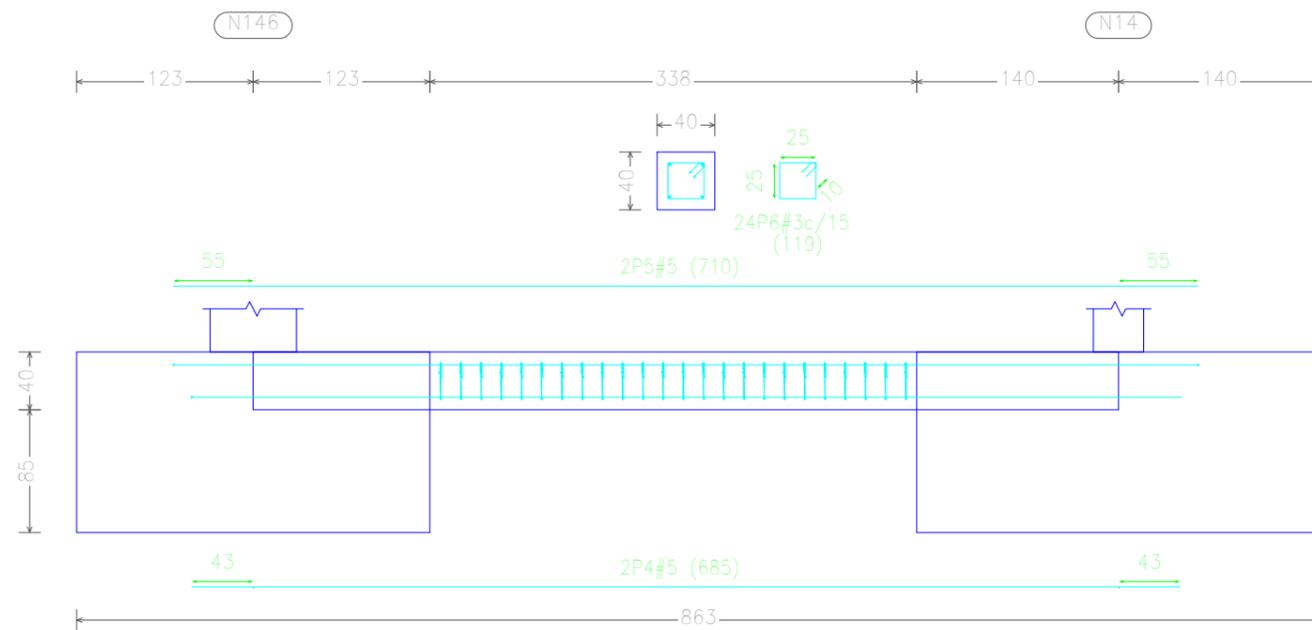
C [N135-N146]



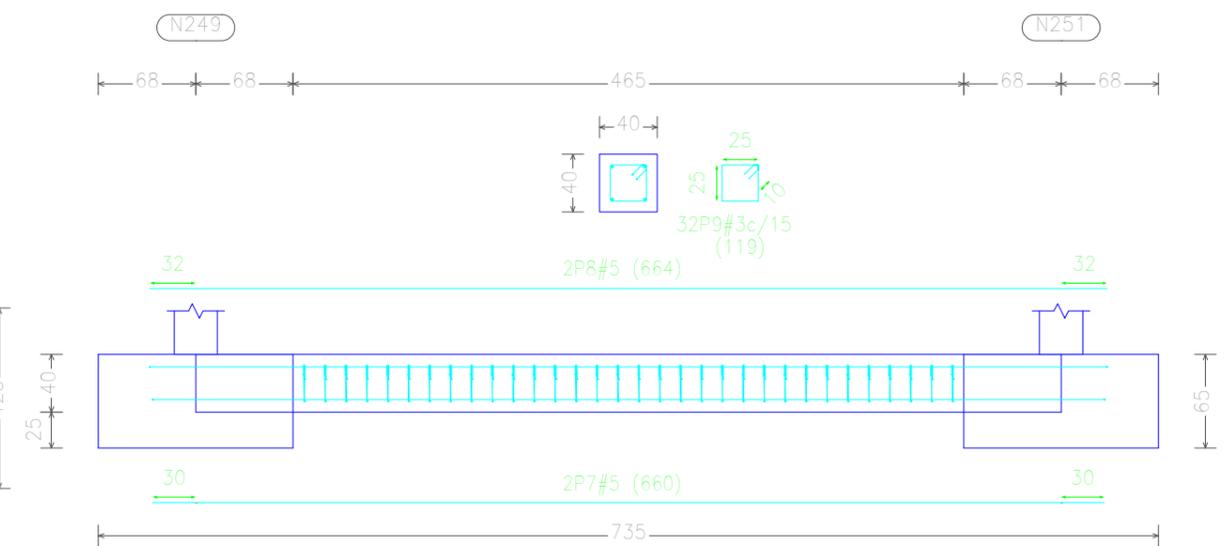
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	Grado 60 (kg)
C [N135-N146]	1	#5	2	885	1770	27.5
	2	#5	2	910	1820	28.3
	3	#3	39	119	4641	26.0
Total+10%:						90.0
C [N146-N14]=C [N146-N249]	4	#5	2	685	1370	21.3
	5	#5	2	710	1420	22.1
	6	#3	24	119	2856	16.0
Total+10%:						65.3
(x2):						130.6
C [N249-N251]	7	#5	2	660	1320	20.5
	8	#5	2	664	1328	20.6
	9	#3	32	119	3808	21.3
Total+10%:						68.6
#3:						87.2
#5:						202.0
Total:						289.2

NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo fy=4200 kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón f'c=240 kg/cm² (24 MPa)

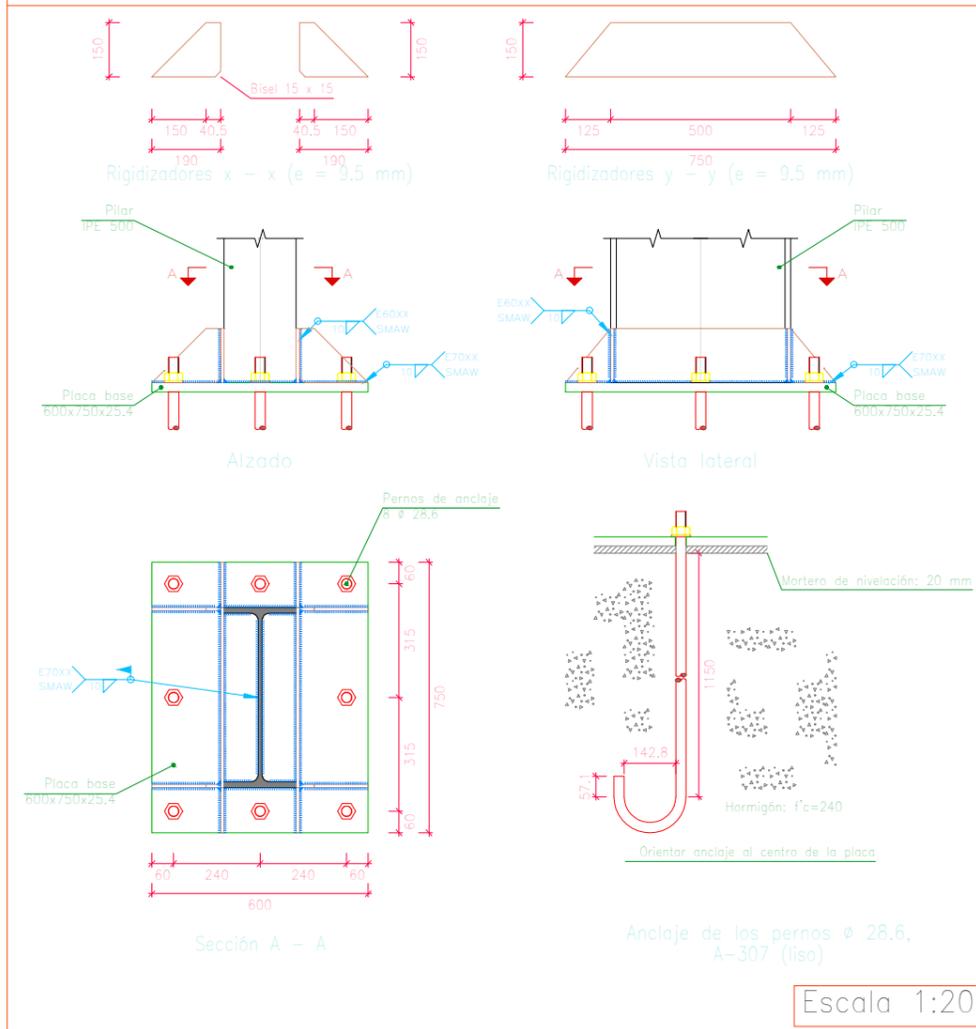
C [N146-N14] y C [N146-N249]



C [N249-N251]



Tipo 5

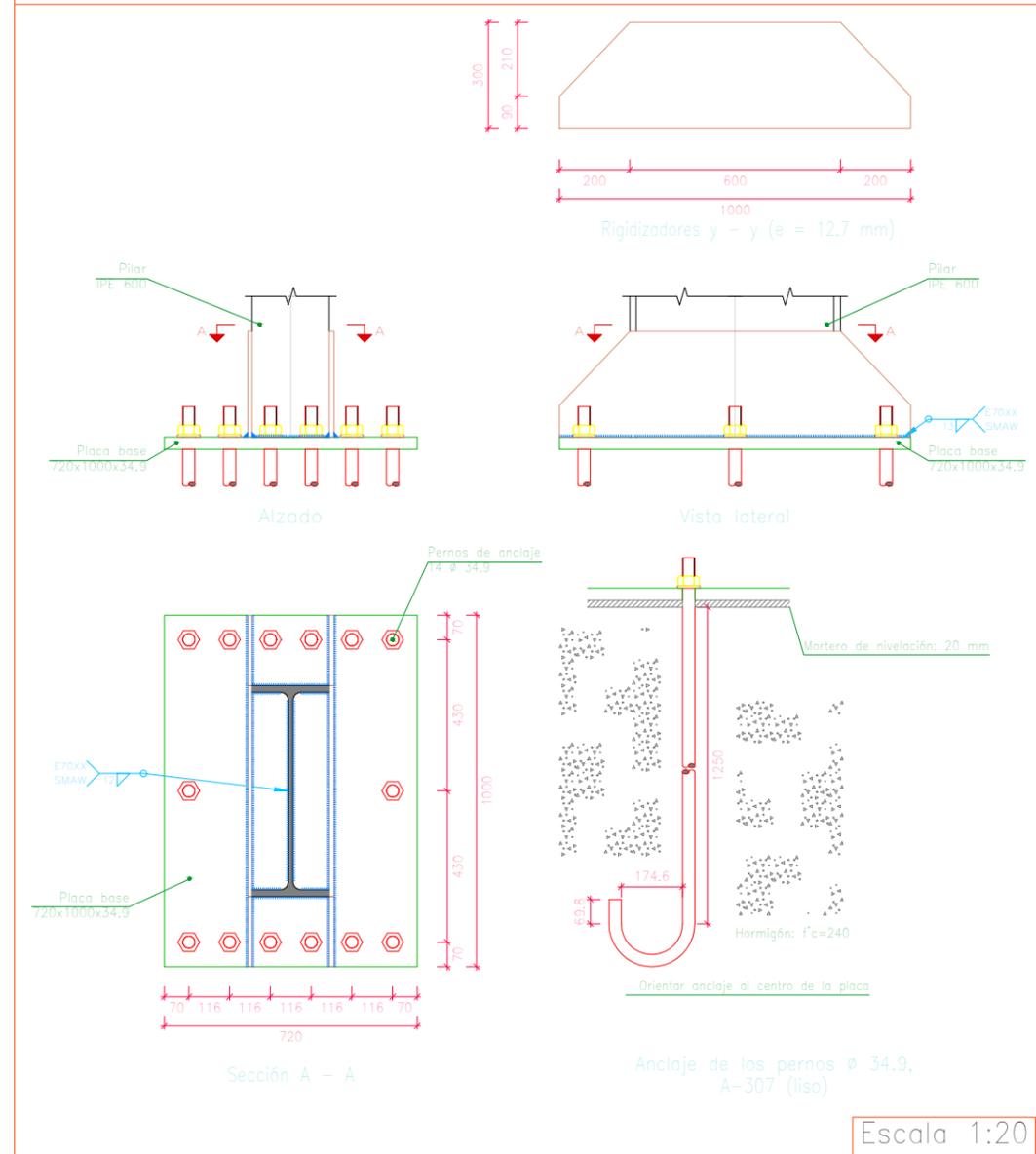


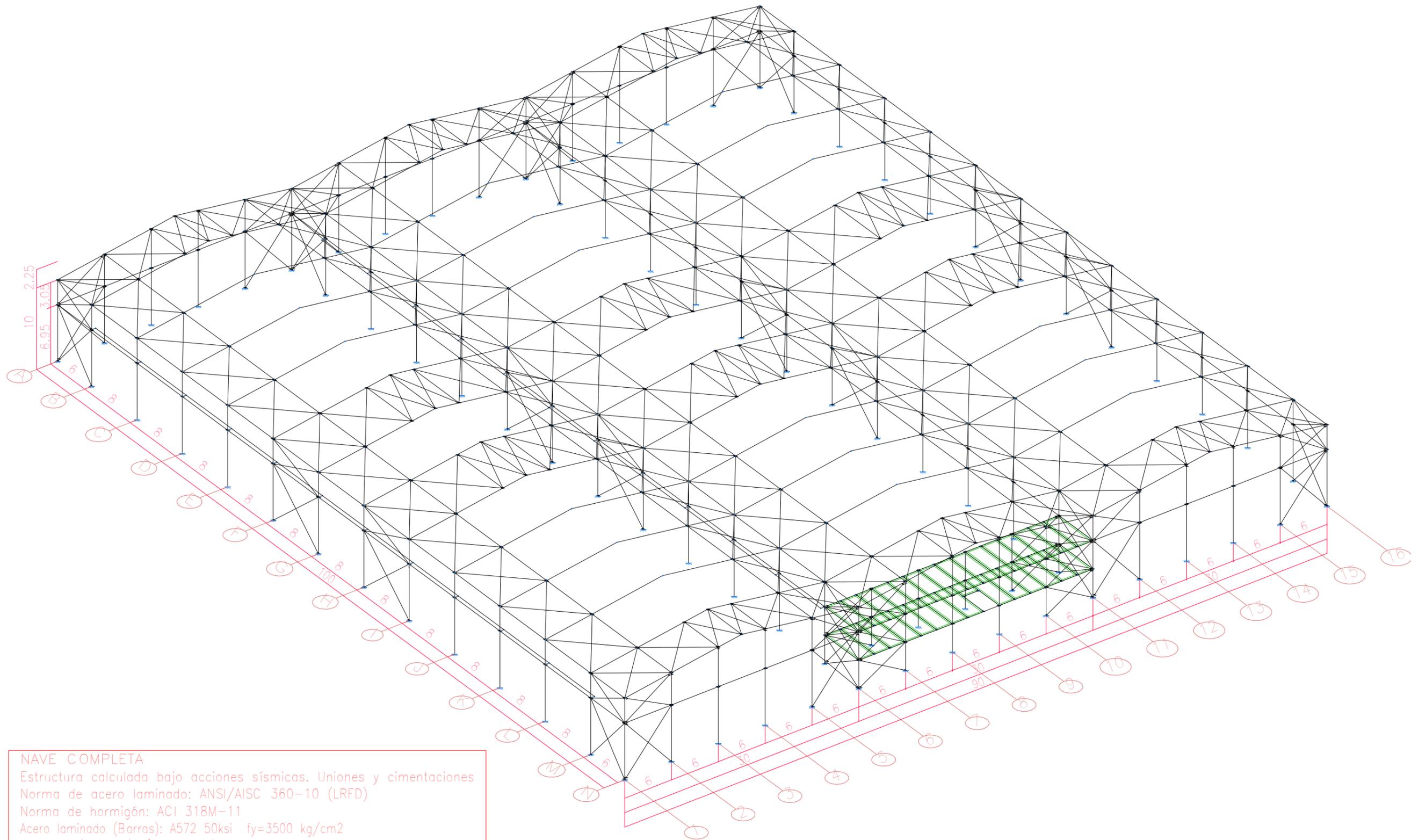
Resumen Acero Elemento, Viga y Placa de anclaje	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Grado 60	#3	3546.2	2183
	#5	2767.3	4729
	#6	7668.1	18871
	#7	945.6	3167
	#8	6302.2	27574
			56524

NAVE COMPLETA

Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Tensión admisible del terreno en situaciones persistentes 2.04 kg/cm² (0.2 MPa)
 Tensión admisible del terreno en situaciones sísmicas y accidentales 3.06 kg/cm² (0.3 MPa)
 Límite de fluencia del acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm² (420 MPa)
 Resistencia a la compresión del hormigón $f'_c=240$ kg/cm² (24 MPa)

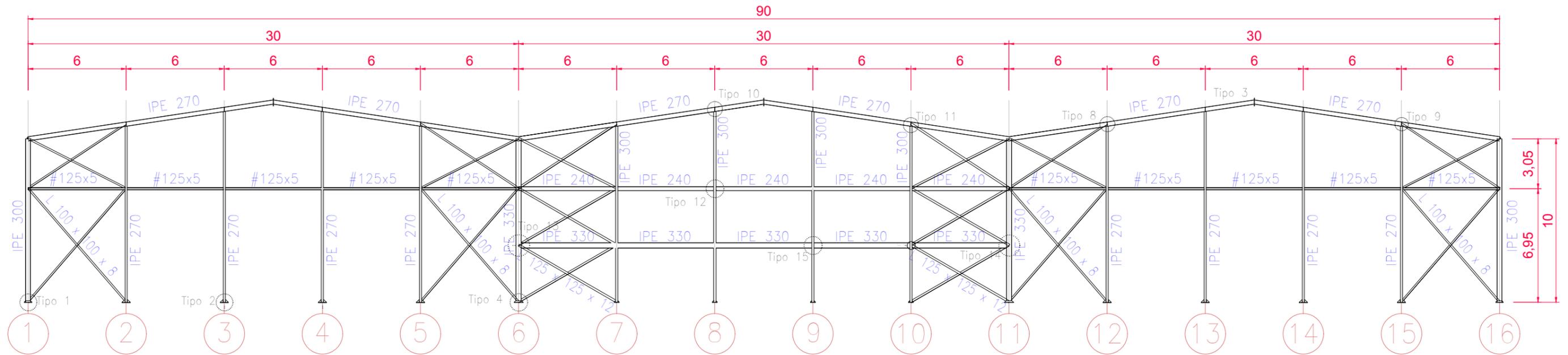
Tipo 7





NAVE COMPLETA

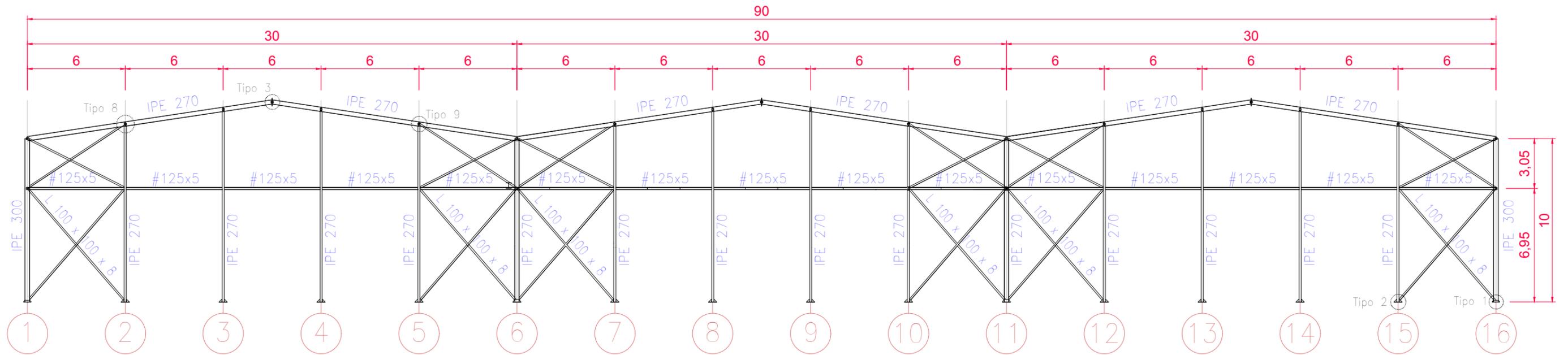
Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Norma de acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)
 Norma de hormigón: ACI 318M-11
 Acero laminado (Barras): A572 50ksi $f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$
 Hormigón (Láminas): $f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$



Pórtico Eje N

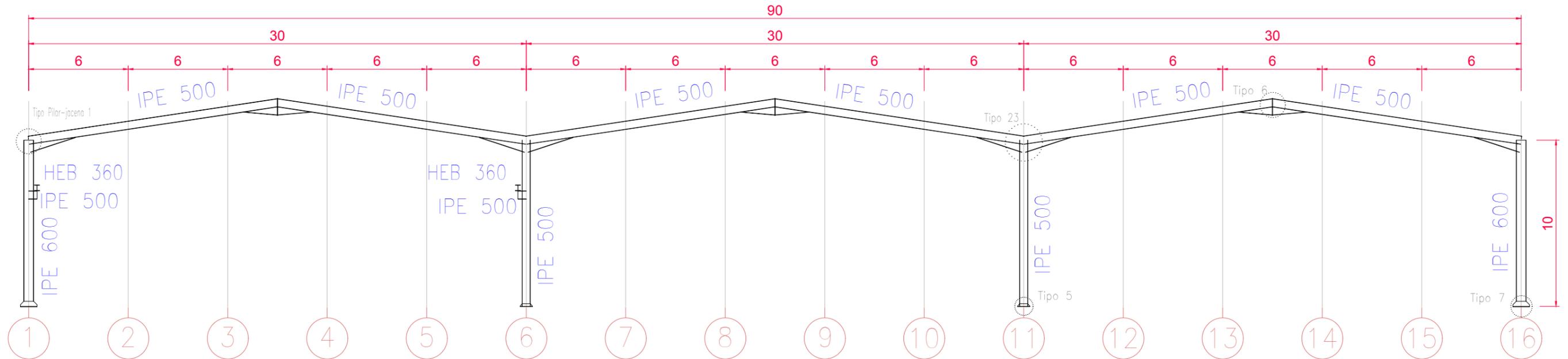
NAVE COMPLETA

Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Norma de acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)
 Norma de hormigón: ACI 318M-11
 Acero laminado (Barras): A572 50ksi $f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$
 Hormigón (Láminas): $f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$



Pórtico Eje A

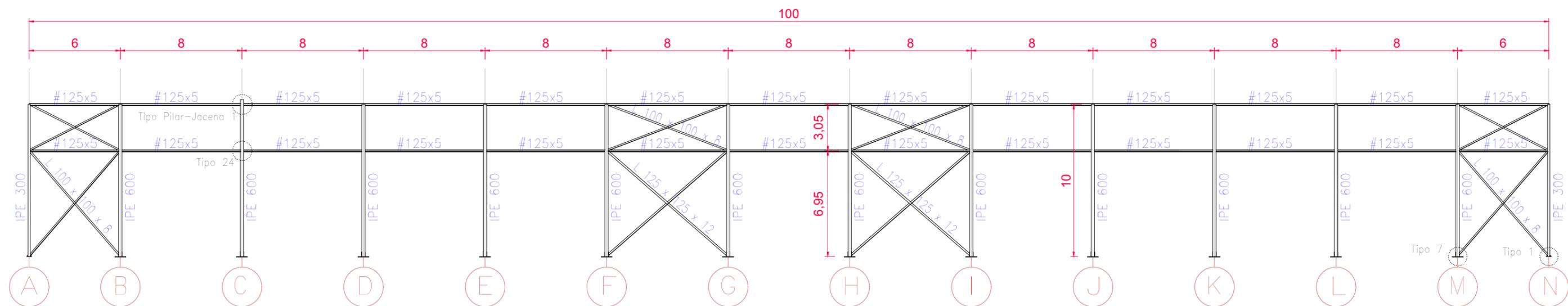
NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Norma de acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)
 Norma de hormigón: ACI 318M-11
 Acero laminado (Barras): A572 50ksi $f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$
 Hormigón (Láminas): $f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$



Pórtico Ejes B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L

NAVE COMPLETA

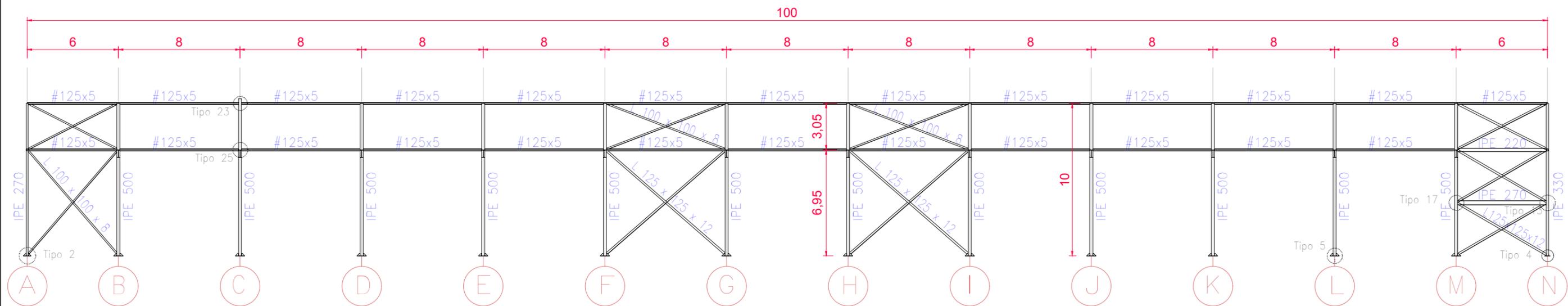
Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Norma de acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)
 Norma de hormigón: ACI 318M-11
 Acero laminado (Barras): A572 50ksi $f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$
 Hormigón (Láminas): $f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$



Pórtico Ejes 1 y 16

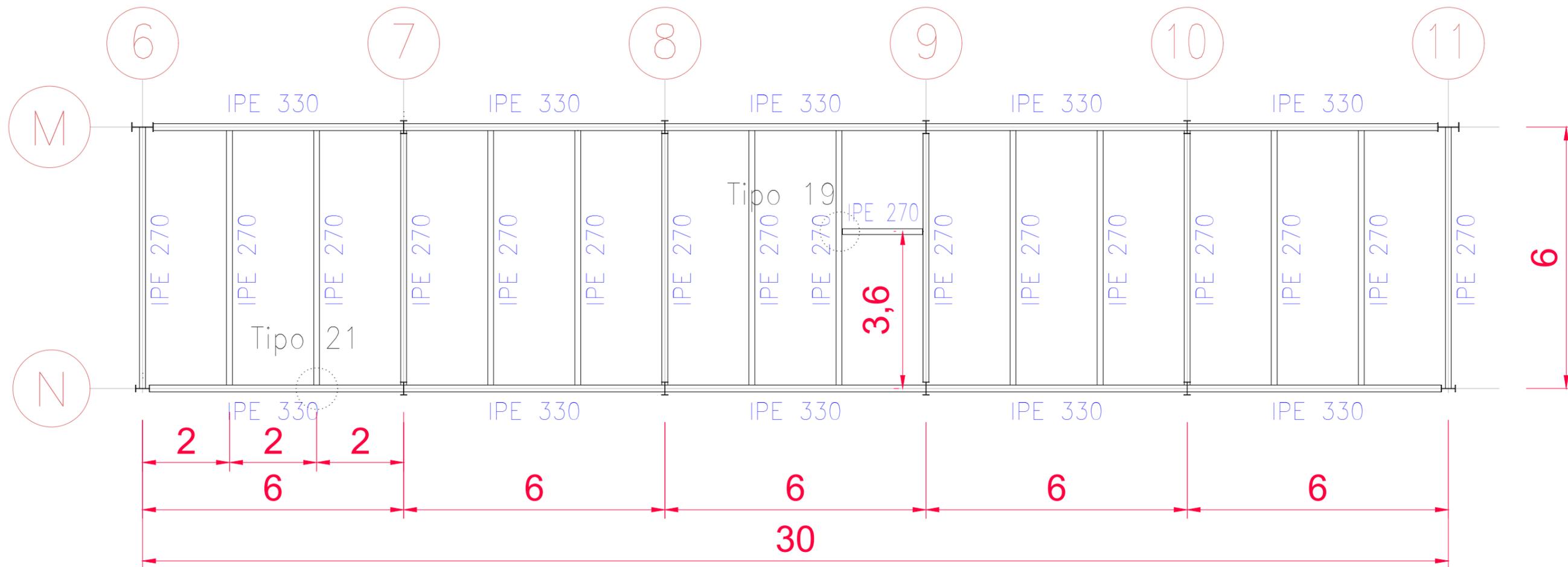
NAVE COMPLETA

Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Norma de acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)
 Norma de hormigón: ACI 318M-11
 Acero laminado (Barras): A572 50ksi $f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$
 Hormigón (Láminas): $f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$



Pórtico Ejes 6 y 11

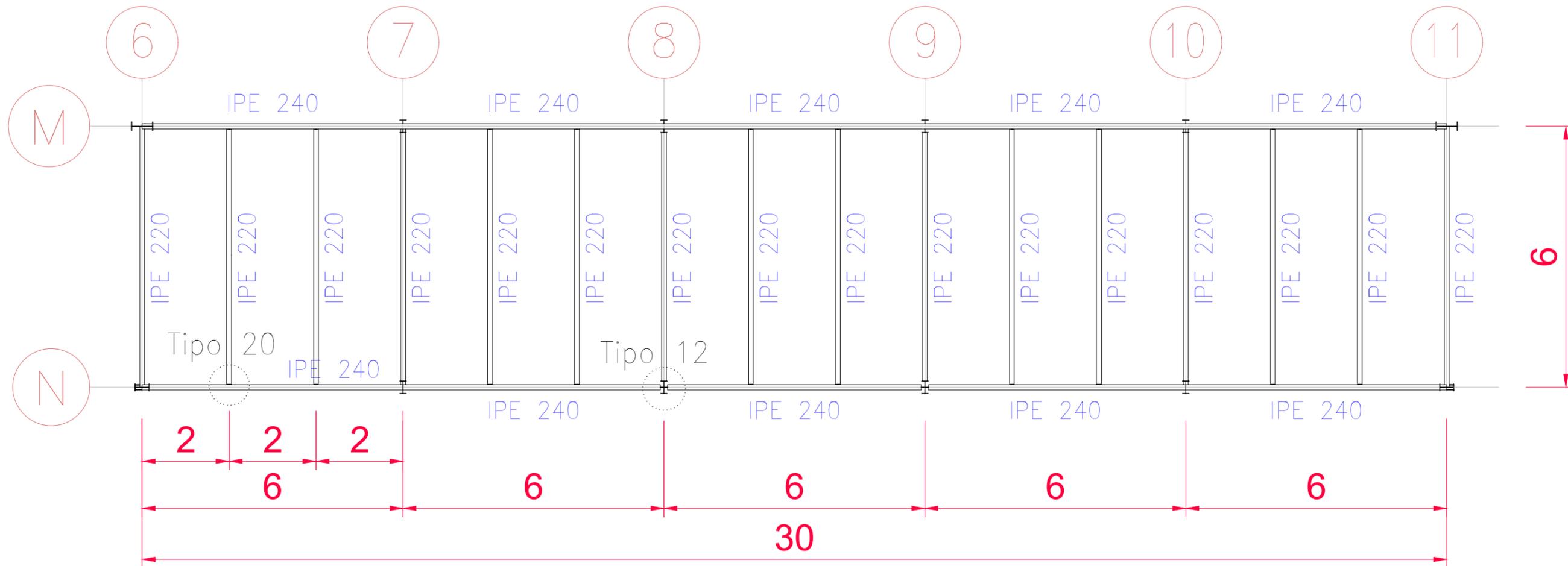
NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Norma de acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)
 Norma de hormigón: ACI 318M-11
 Acero laminado (Barras): A572 50ksi $f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$
 Hormigón (Láminas): $f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$



Planta Nv. +3.475

NAVE COMPLETA

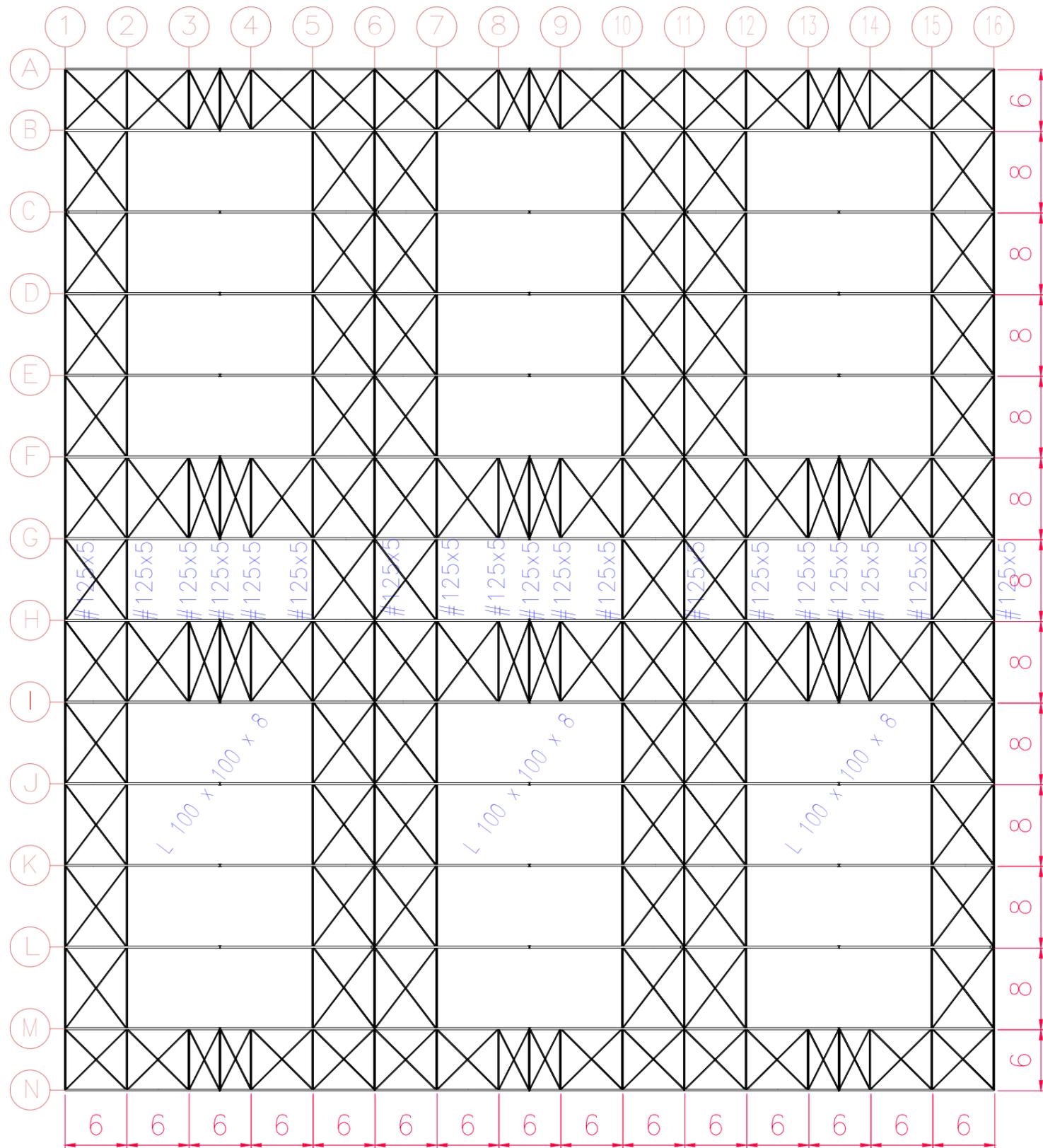
Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Norma de acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)
 Norma de hormigón: ACI 318M-11
 Acero laminado (Barras): A572 50ksi $f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$
 Hormigón (Láminas): $f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$



Planta Nv. +6.950

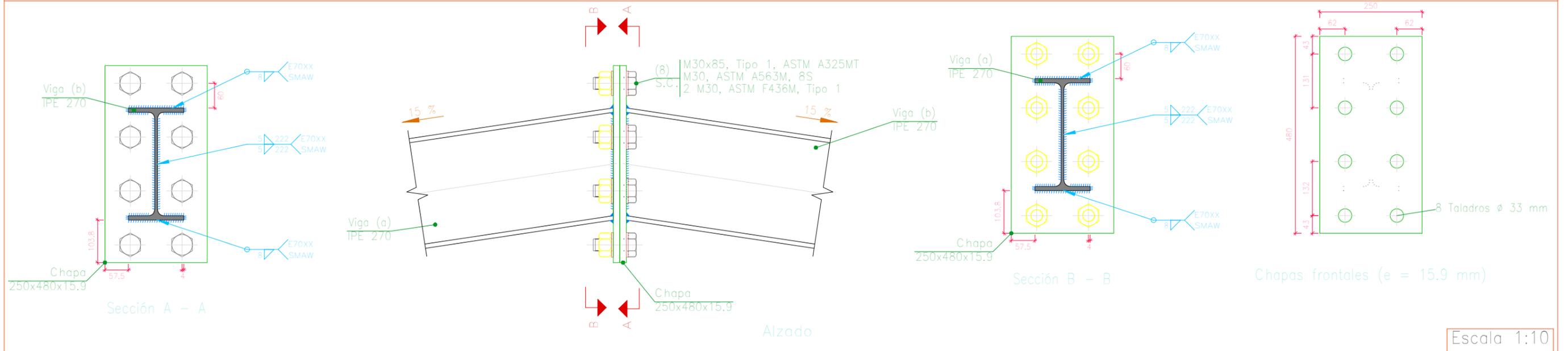
NAVE COMPLETA

Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Norma de acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)
 Norma de hormigón: ACI 318M-11
 Acero laminado (Barras): A572 50ksi $f_y=3500$ kg/cm²
 Hormigón (Láminas): $f'_c=240$ kg/cm²

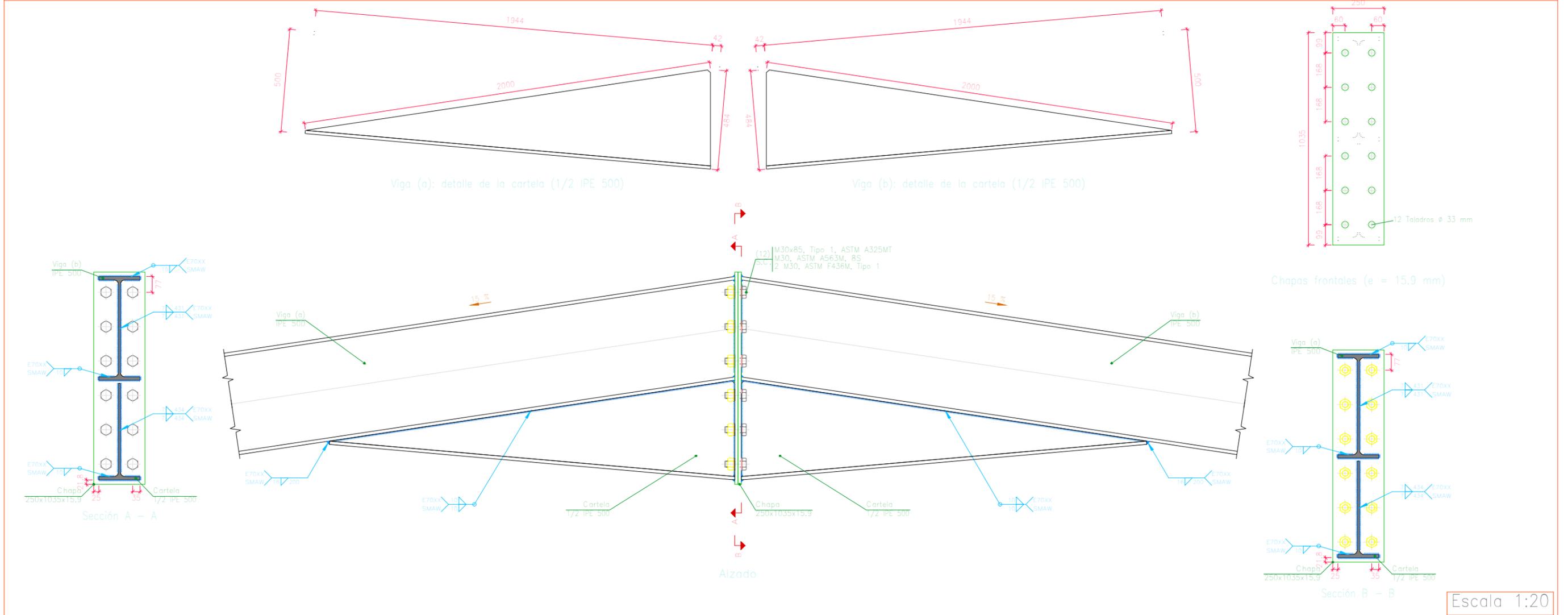


NAVE COMPLETA
 Estructura calculada bajo acciones sísmicas. Uniones y cimentaciones
 Norma de acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)
 Norma de hormigón: ACI 318M-11
 Acero laminado (Barras): A572 50ksi fy=3500 kg/cm²
 Hormigón (Láminas): f'c=240 kg/cm²

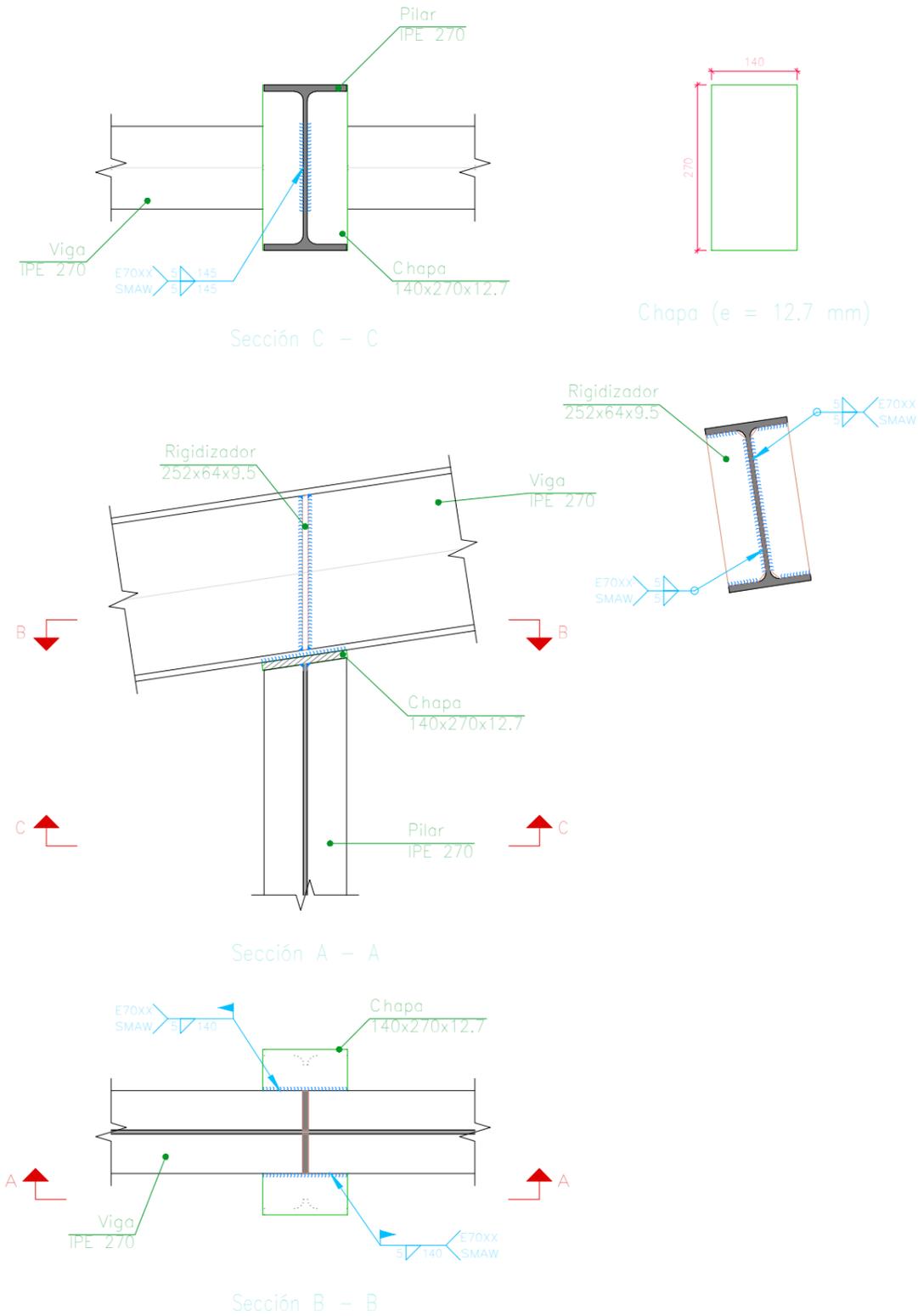
Tipo 3



Tipo 6

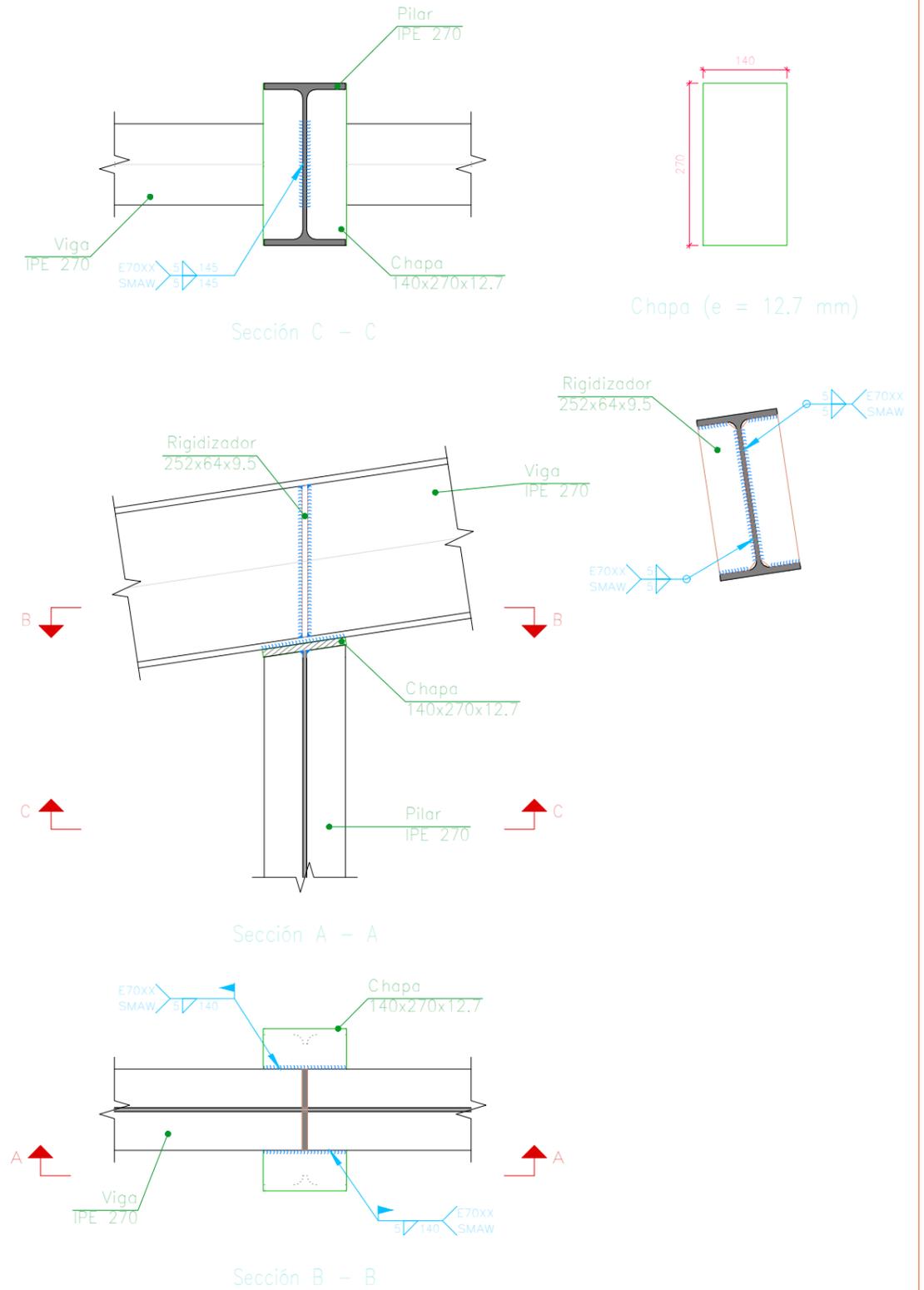


Tipo 8



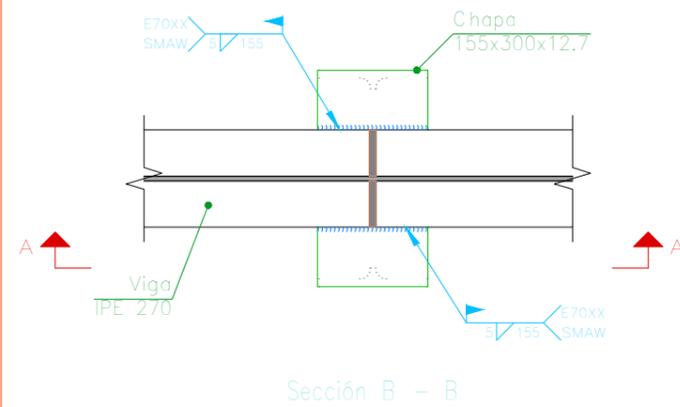
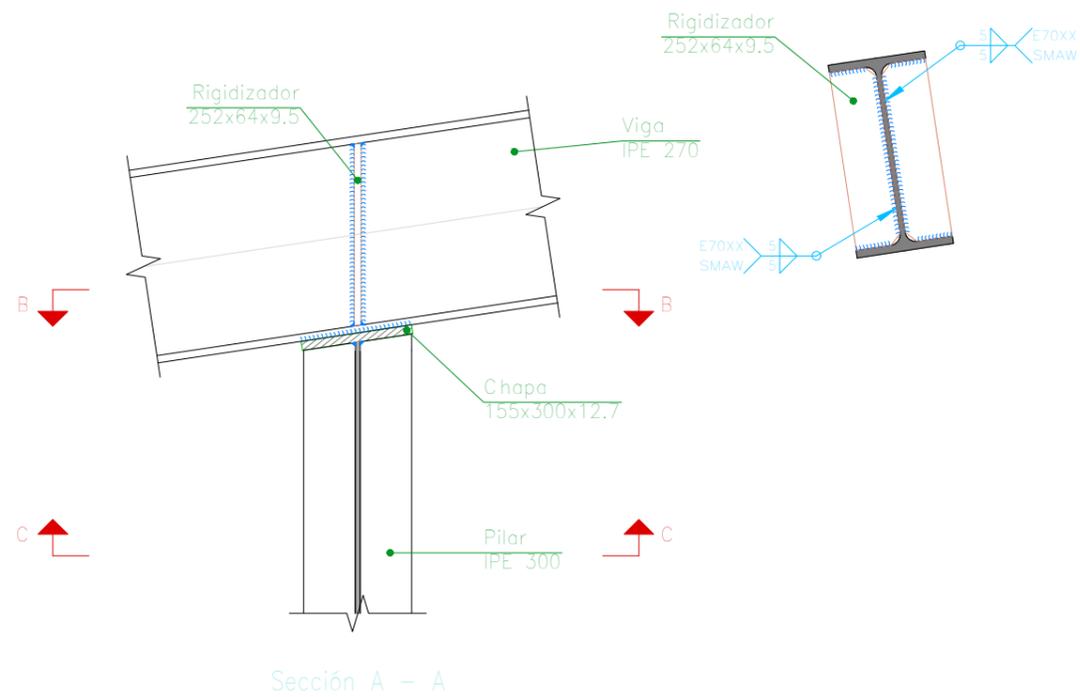
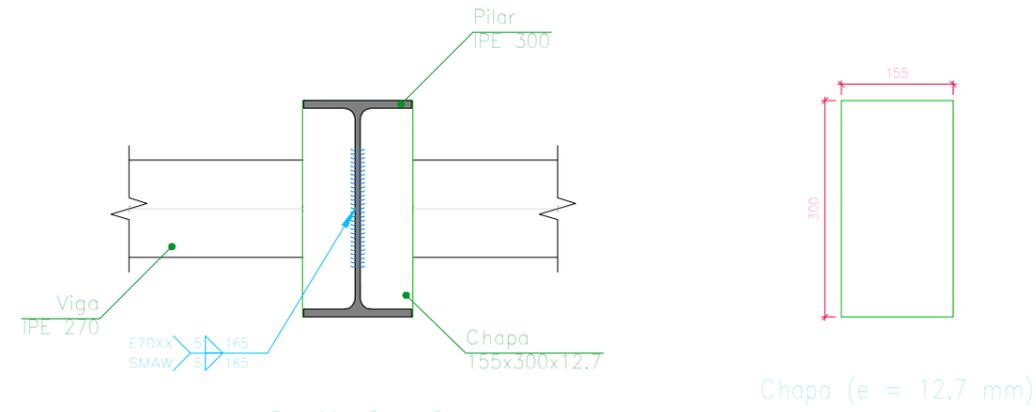
Escala 1:10

Tipo 9



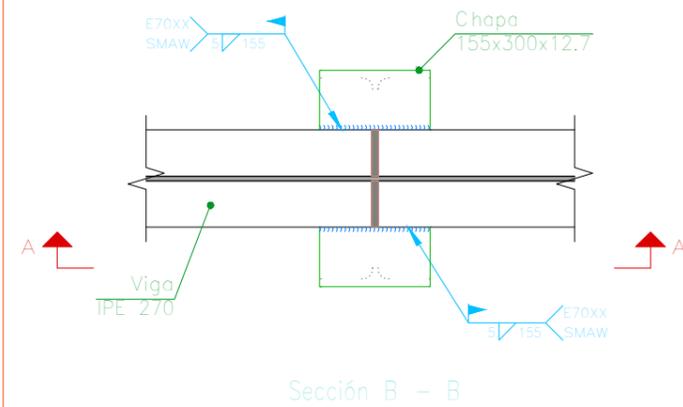
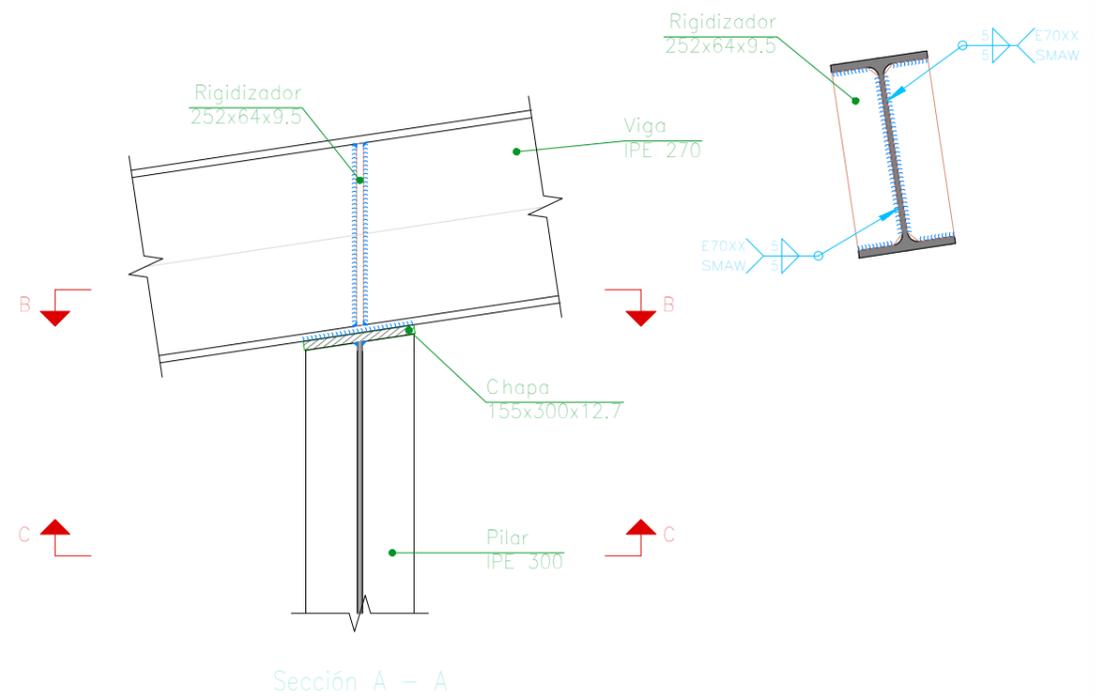
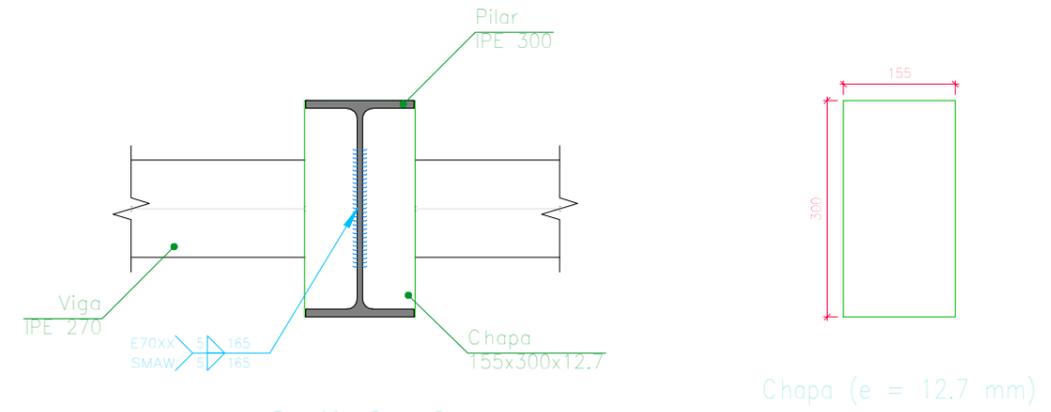
Escala 1:10

Tipo 10

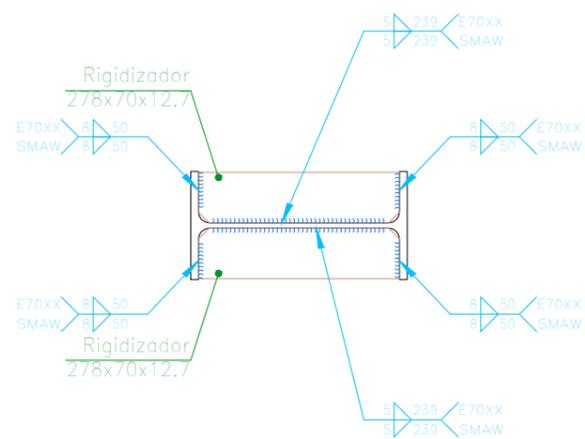
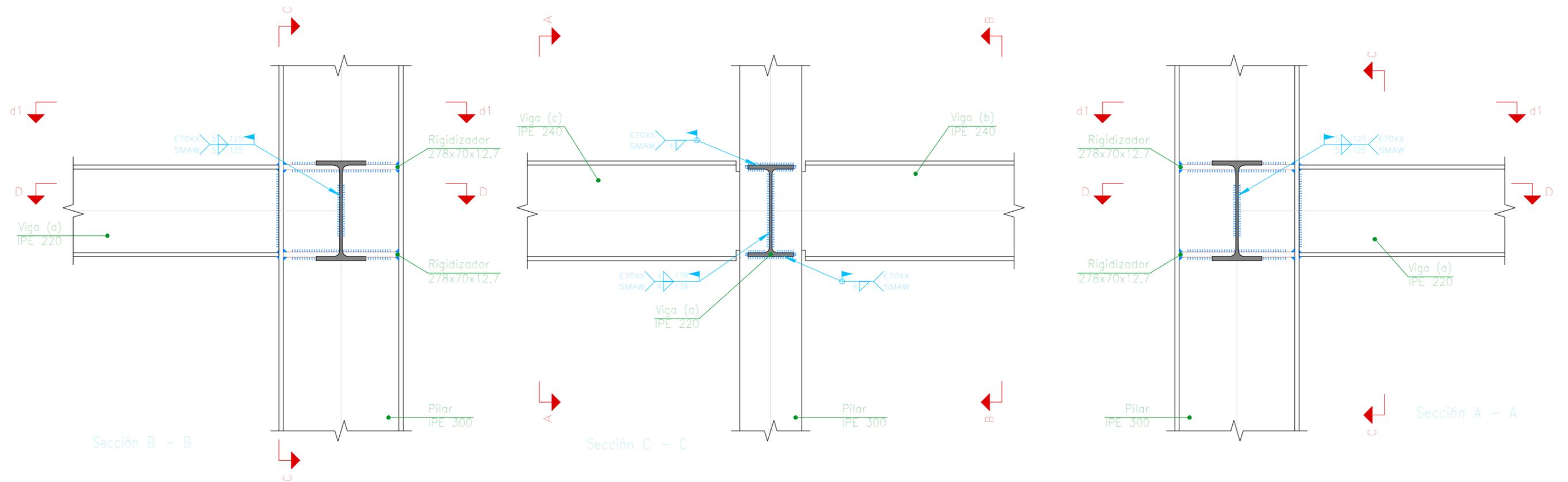


Escala 1:10

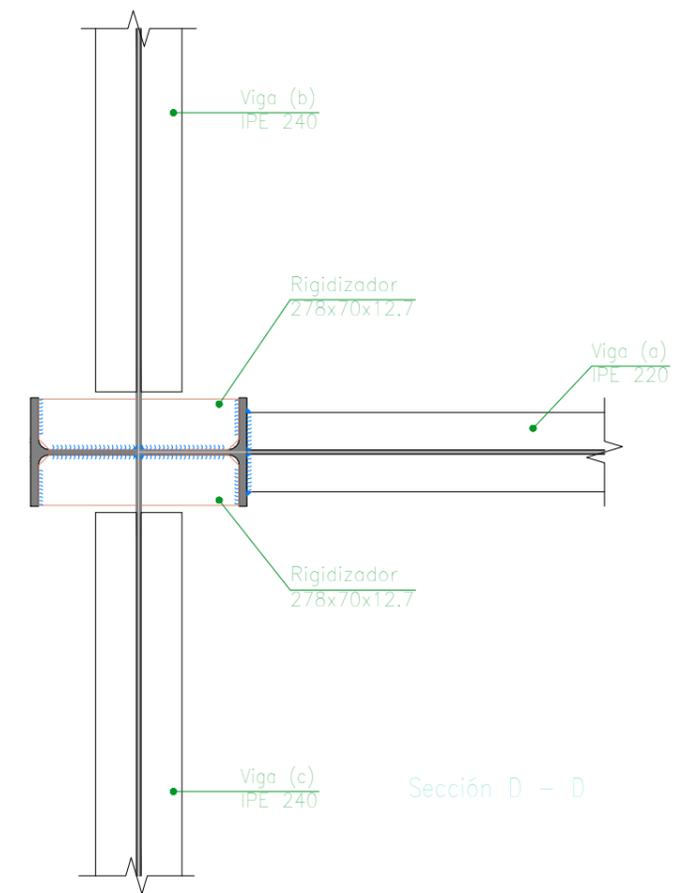
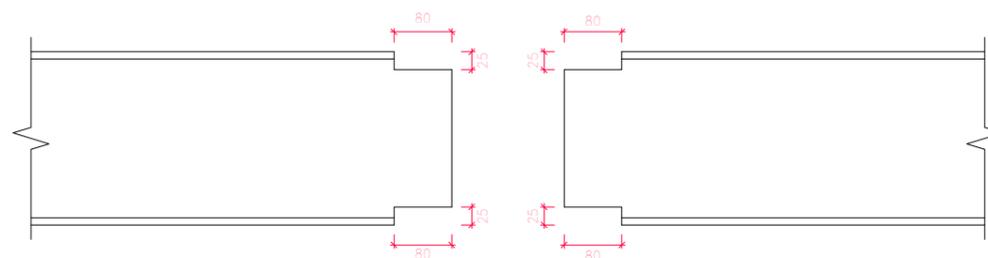
Tipo 11



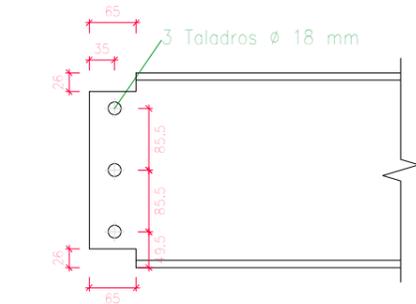
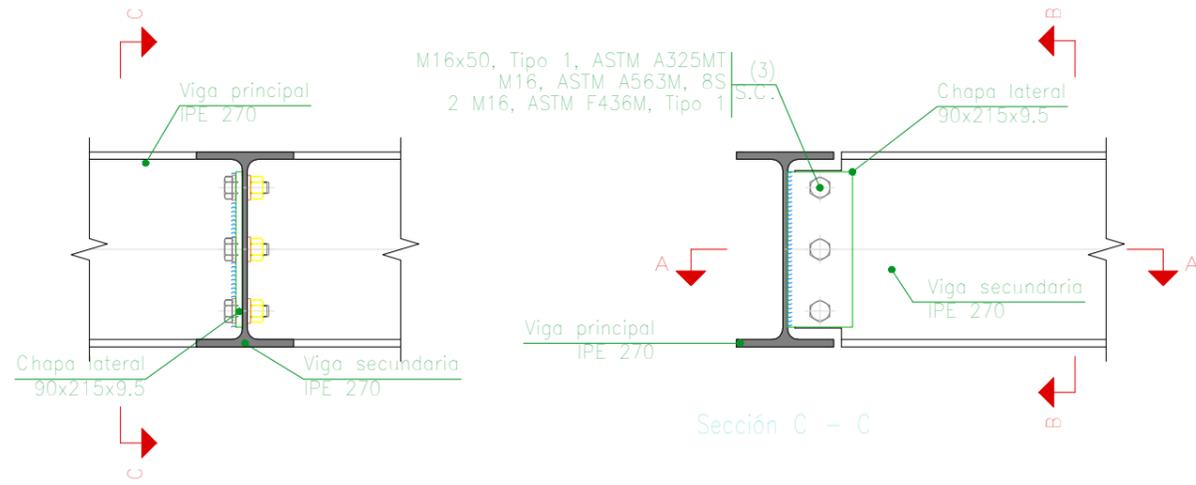
Escala 1:10



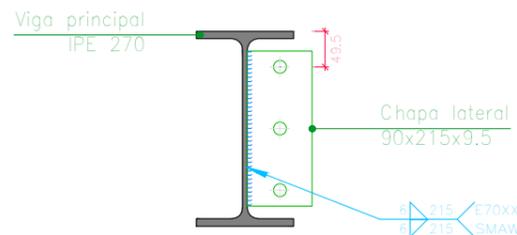
d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 300



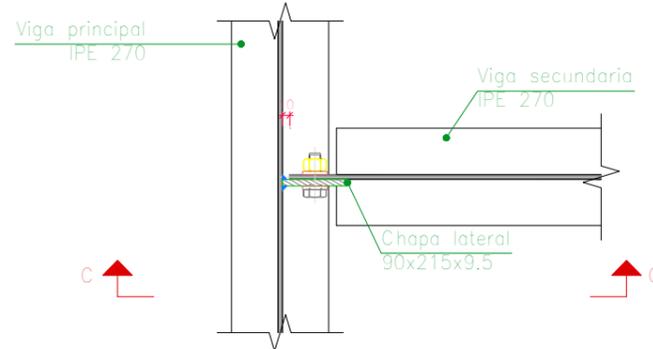
Tipo 19



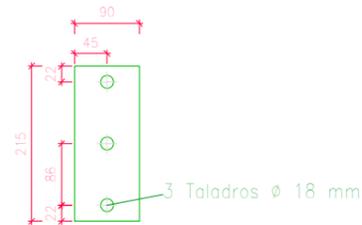
Detalle del extremo de la viga secundaria IPE 270



Detalle de la soldadura de la chapa lateral.



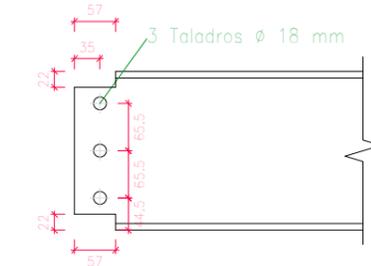
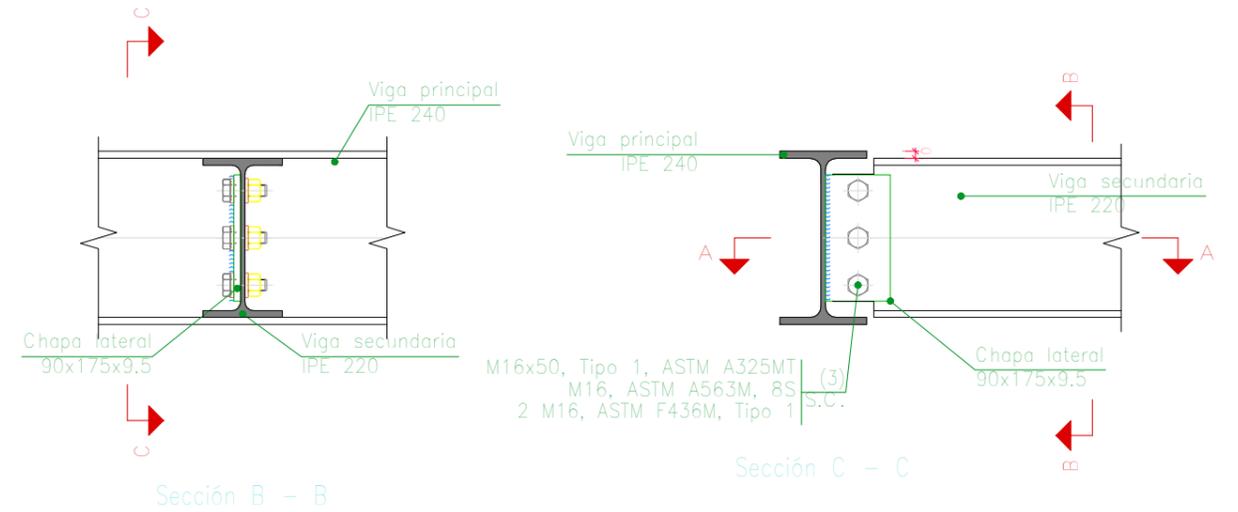
Sección A - A



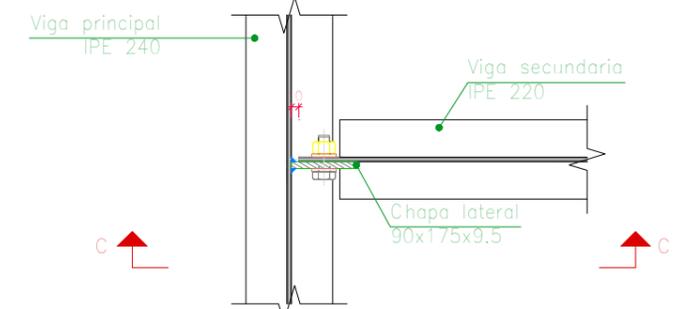
Chapa lateral de la viga IPE 270 (e = 9.5 mm)

Escala 1:10

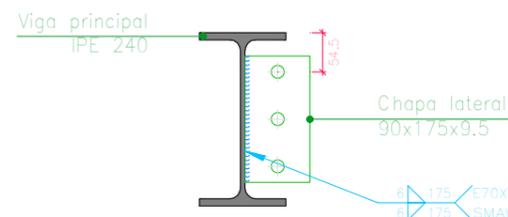
Tipo 20



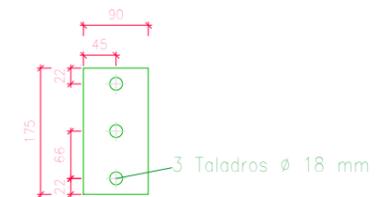
Detalle del extremo de la viga secundaria IPE 220



Sección A - A

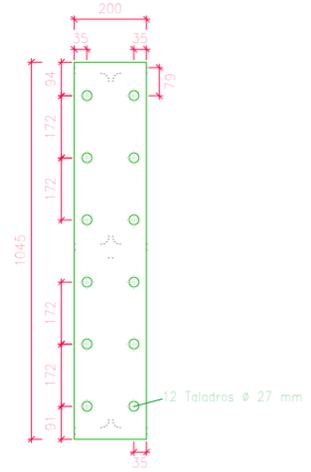
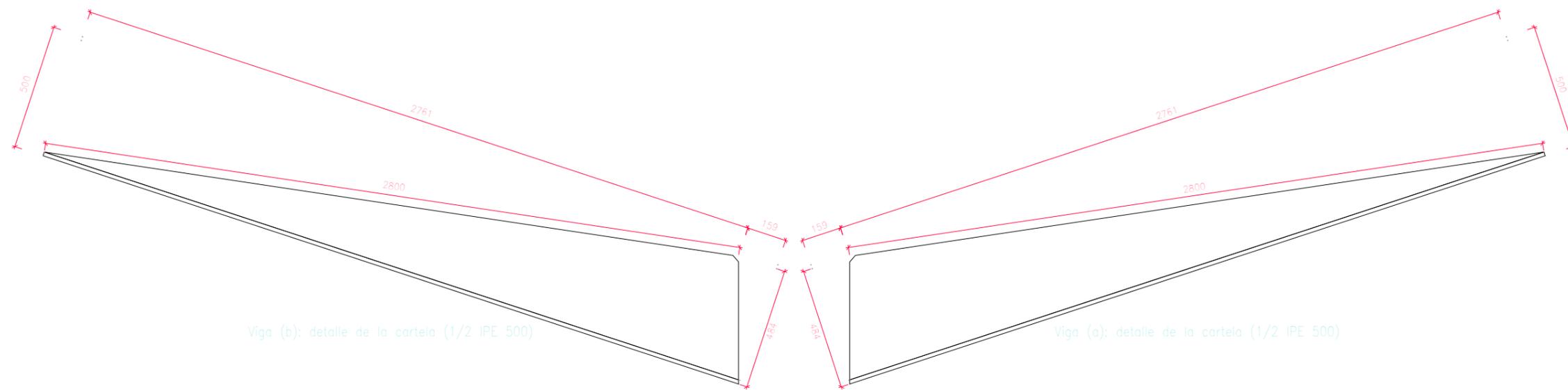


Detalle de la soldadura de la chapa lateral.

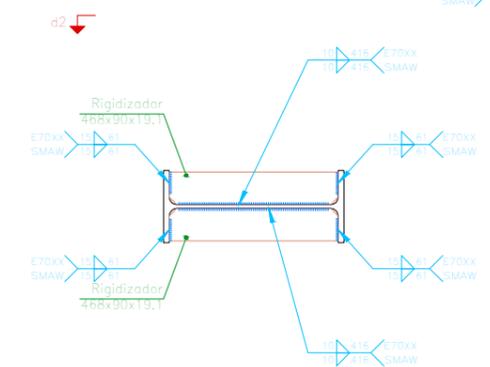
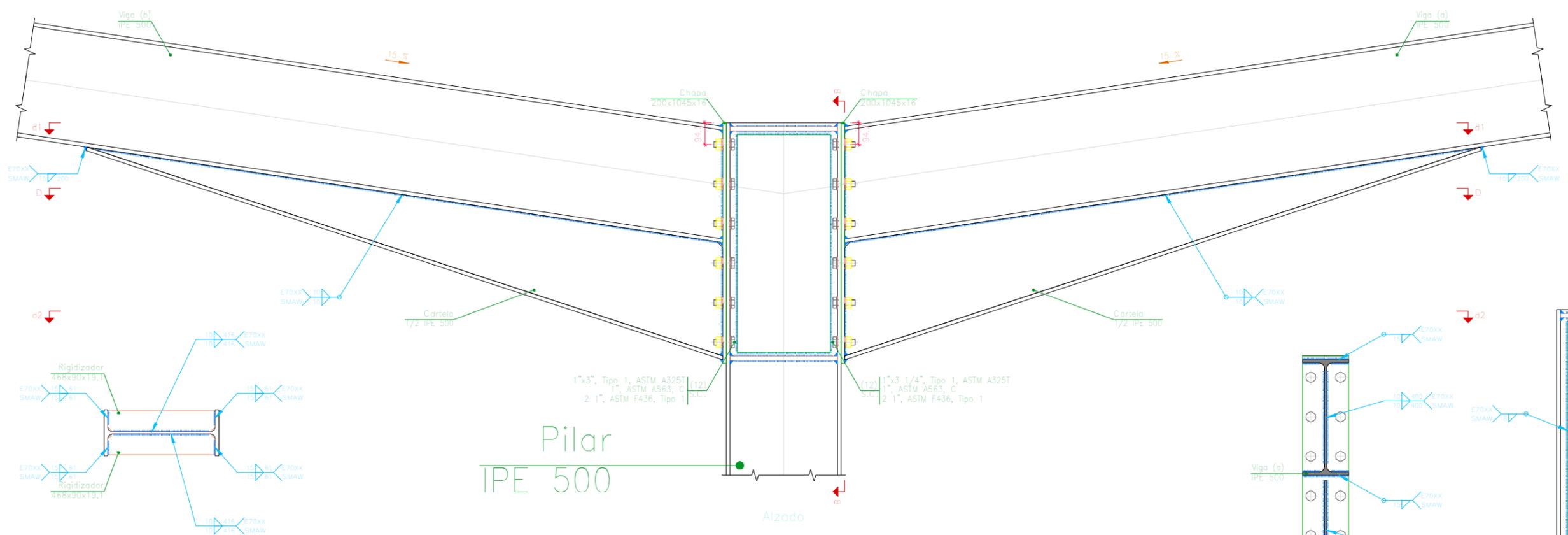


Chapa lateral de la viga IPE 220 (e = 9.5 mm)

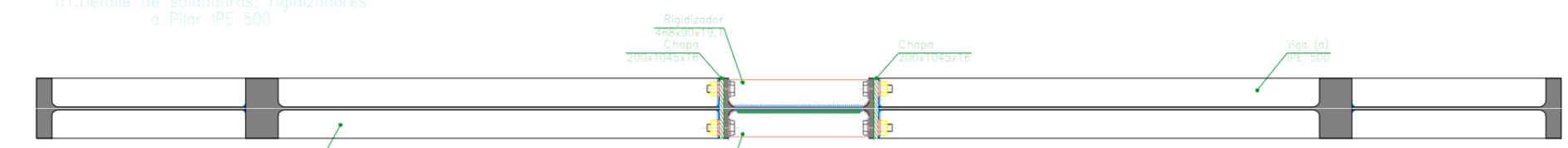
Escala 1:10



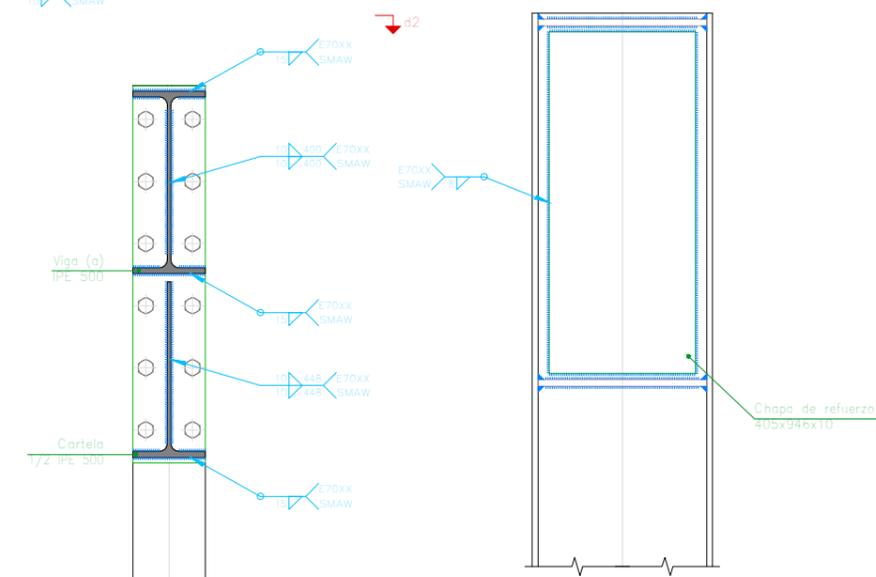
Chapa frontal de la viga IPE 500 (e = 16 mm)



d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 500

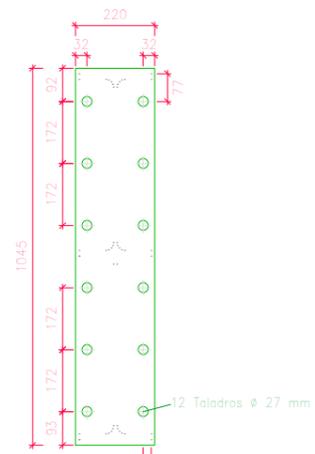


Sección D - D

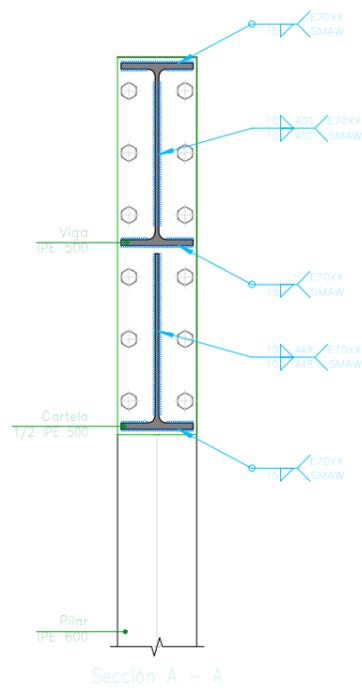


Sección B - B

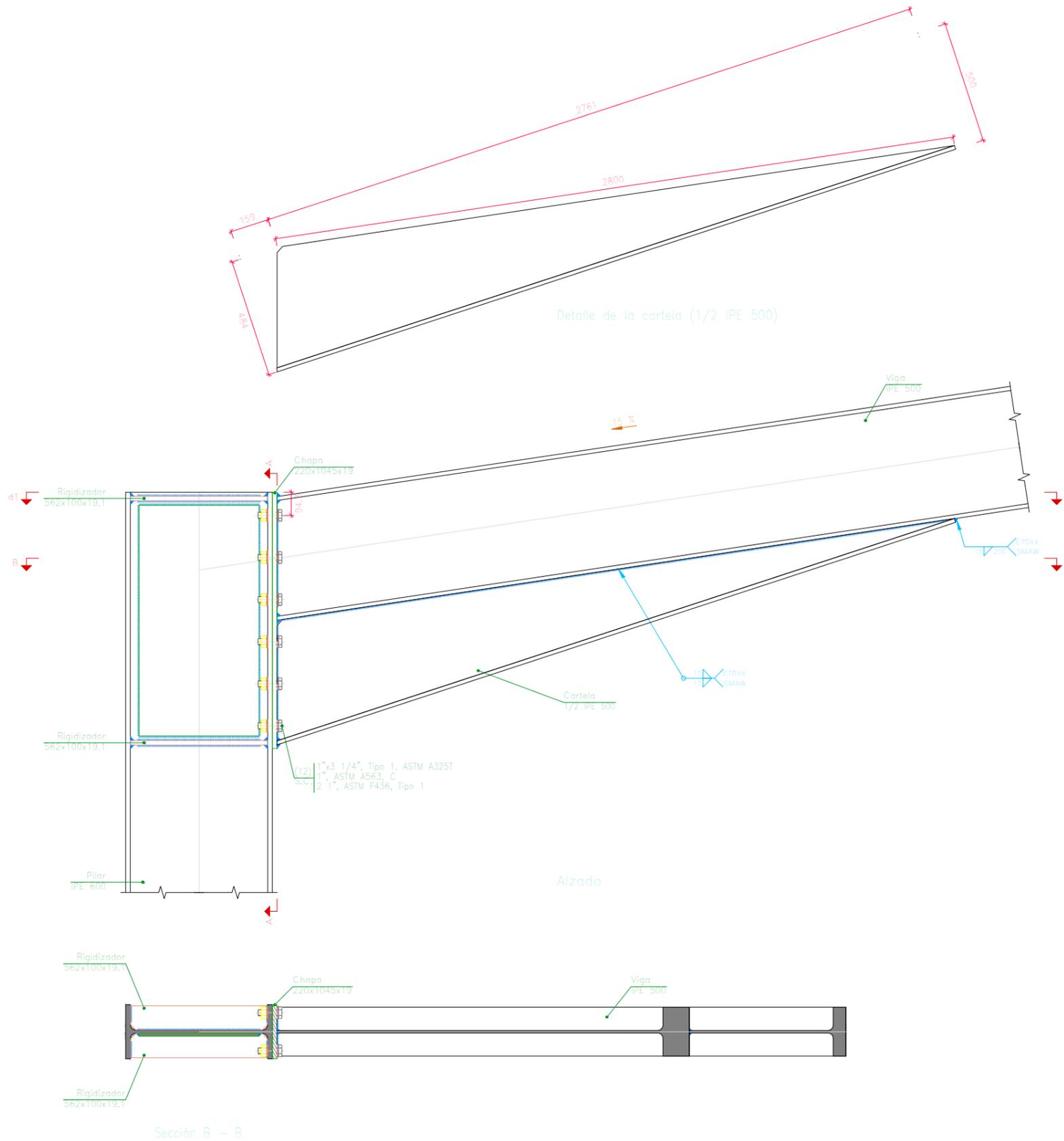
Detalle de soldaduras: chapa de refuerzo a Pilar IPE 500



Chapa frontal de la viga IPE 500
(e = 19 mm)

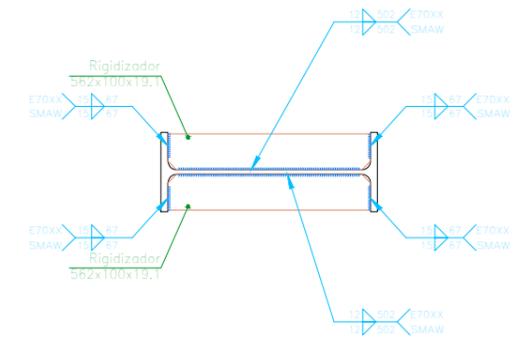


Sección A - A

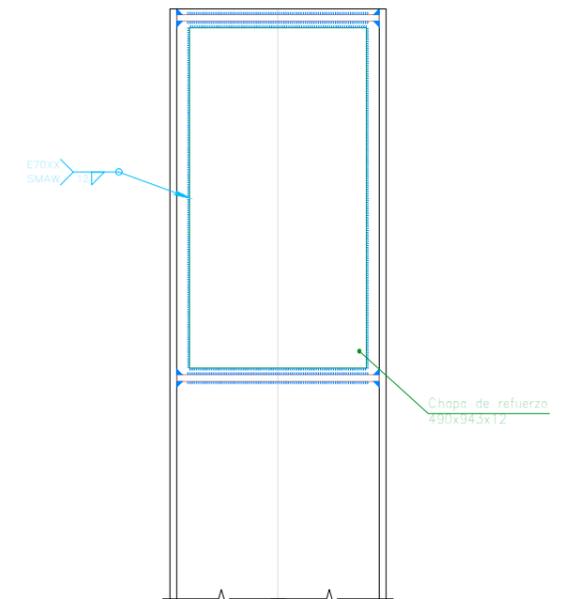


Alzado

Sección B - B

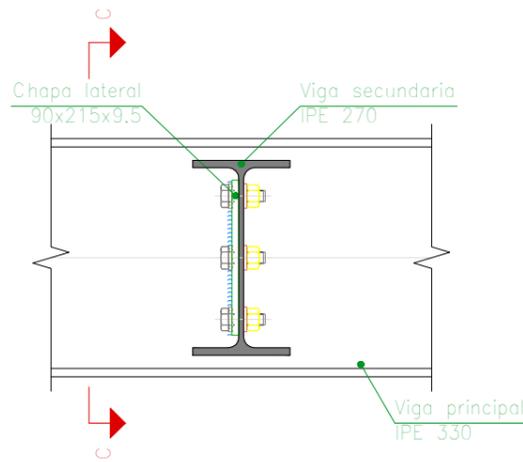


d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 600

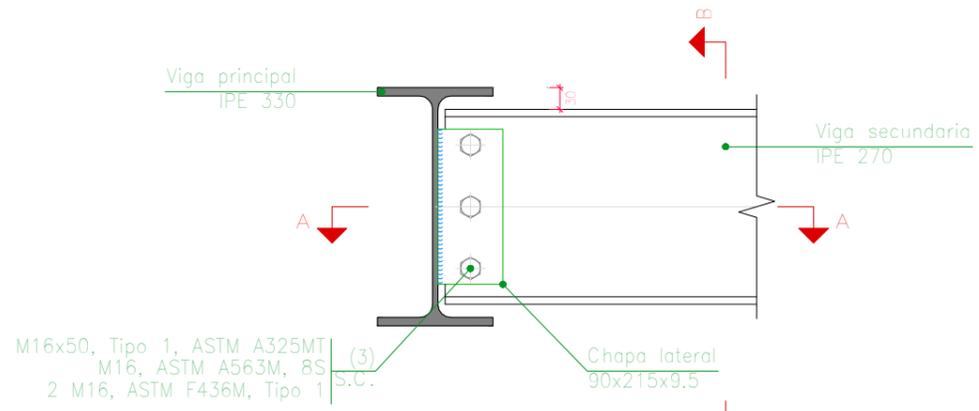


Detalle de soldaduras: chapa de refuerzo a Pilar IPE 600

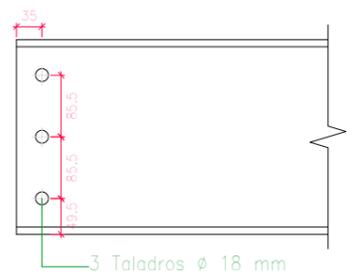
Tipo 21



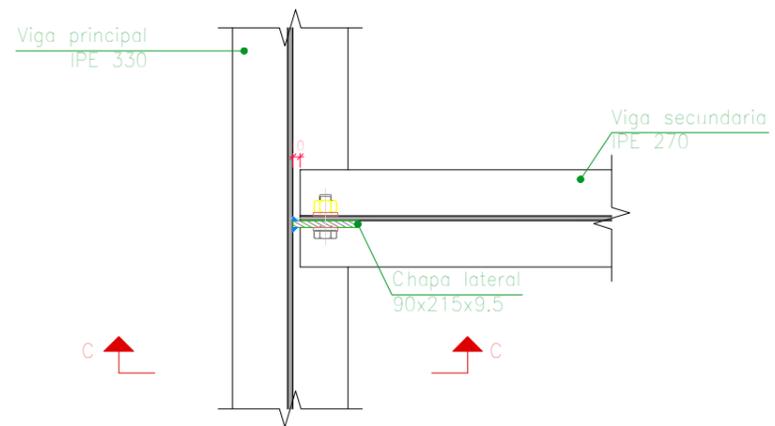
Sección B - B



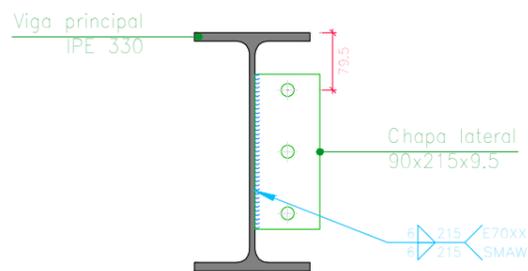
Sección C - C



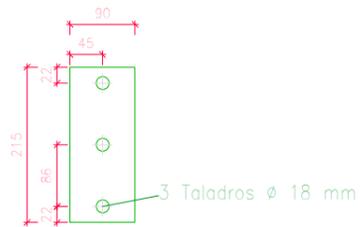
Detalle del extremo de la viga secundaria IPE 270



Sección A - A



Detalle de la soldadura de la chapa lateral.



Chapa lateral de la viga IPE 270 (e = 9.5 mm)

Escala 1:10



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES INDUSTRIALES

II. ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO B: Proyecto de instalación de fontanería y agua caliente sanitaria (ACS)

AUTOR: LUIS ALEJANDRO NARANJO TONATO

TUTOR: HÉCTOR SAURA ARNAU

COTUTOR: GONZALO LÓPEZ PATIÑO

Curso Académico: 2017-18

ÍNDICE

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA Y AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

1. Memoria	1
1.1. Resumen de características.....	1
1.1.1. Titular	1
1.1.2. Localidad	1
1.1.3. Situación de la instalación.....	1
1.1.4. Proyectista.....	1
1.1.5. Director de obra	1
1.1.6. Nombre del instalador de fontanería.....	1
1.1.7. Nombre de la empresa instaladora de fontanería.....	2
1.1.8. Tipo de edificación	2
1.1.9. Presupuesto total	2
1.2. Datos identificativos.....	2
1.2.1. Del técnico autor del proyecto.....	2
1.2.2. Del titular.....	2
1.2.3. De la empresa instaladora.....	2
1.2.4. Del técnico director de obra	2
1.3. Antecedentes y objeto del proyecto	2
1.4. Emplazamiento de la instalación.....	3
1.5. Legislación aplicada.....	3
1.6. Descripciones pormenorizadas	3
1.6.1. Descripción del edificio	3
1.6.2. Presión existente en el punto de entrega de red.....	4
1.6.3. Descripción de las instalaciones de fontanería.....	5
2. Cálculos Justificativos	8
2.1. Bases de cálculos.....	8

2.2. Dimensionamiento de la instalación	8
2.2.1. Coeficiente de simultaneidad	8
2.2.2. Cálculo de caudales	9
2.2.3. Cálculo de diámetros de tuberías	13
2.2.4. Pérdidas de carga	18
2.2.5. Rango de presiones de funcionamiento del calderín.....	19
2.2.6. Estación de bombeo.....	21
2.2.7. Volumen del calderín	24
2.2.8. Volumen del depósito de almacenamiento	26
2.3. Cuadro resumen de dimensionamiento de la instalación	26
2.4. Potencia eléctrica instalada	26
2.5. Desagües	27
2.6. Agua caliente.....	27
2.6.1. Procedimiento de cálculo.....	27
2.6.2. Esquema de la instalación	27
2.6.3. Demanda energética	29
2.6.4. Zona Climática.....	30
2.6.5. Contribución solar mínima	33
2.6.6. Campo de captadores y sombras.....	33
2.6.7. Cálculo de superficie de captación y volumen de acumulación	35
2.6.8. Dimensionado del intercambiador.....	41
2.6.9. Dimensionamiento de las tuberías del circuito primario.....	42
2.6.10. Dimensionado de las tuberías del circuito secundario	43
2.6.11. Bomba circuito primario	43
2.6.12. Bomba circuito secundario	45
2.6.13. Vasos de expansión.....	46
2.6.14. Caldera de apoyo	49
3. Presupuesto.....	50
3.1. Precios descompuestos.....	50
3.2. Presupuesto Parcial.....	69
3.3. Presupuesto total	71
4. Planos	71

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA Y **AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)**

1. MEMORIA

1.1. Resumen de características

1.1.1. Titular

Titular: Muebles de los Andes S.A.
Parque Industrial Sur
Quito - Ecuador

1.1.2. Localidad

Ubicación: Calle S60 y E3
Parque Industrial Sur
Quito EC170132, Ecuador

1.1.3. Situación de la instalación

Se trata de la instalación de fontanería y agua caliente sanitaria (ACS), para suministrar agua a fregaderos de cocina, lavabos, inodoros, urinarios y duchas, a realizarse en el área de oficinas de la empresa Muebles de los Andes S.A. La futura edificación se emplazará en el Parque Industrial Sur de la ciudad de Quito – Ecuador, calle S60 y E3.

1.1.4. Projectista

Projectista: Luis Naranjo
Ingeniero Mecánico
Y-4845786-E

1.1.5. Director de obra

Director: Luis Naranjo
Ingeniero Mecánico
Y-4845786-E

1.1.6. Nombre del instalador de fontanería

Se desconoce.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

1.1.7. Nombre de la empresa instaladora de fontanería

Se desconoce.

1.1.8. Tipo de edificación

El tipo de edificación es una nave industrial de nueva construcción destinada a una empresa que elabora muebles de madera. Dentro de la nave existe un área de oficinas para la parte administrativa y un área común para el personal que trabaja en el área de producción.

1.1.9. Presupuesto total

El presupuesto total de la instalación de fontanería y ACS asciende a los \$94 815.44

El detalle de cada uno de los rubros del presupuesto que conforman la instalación, se presenta en el apartado 3. *PRESUPUESTO*.

1.2. Datos identificativos

1.2.1. Del técnico autor del proyecto

Proyectista: Luis Naranjo
Ingeniero Mecánico
Y-4845786-E

1.2.2. Del titular

Titular: Muebles de los Andes S.A.
Parque Industrial Sur
Quito - Ecuador

1.2.3. De la empresa instaladora

Se desconoce.

1.2.4. Del técnico director de obra

Director: Luis Naranjo
Ingeniero Mecánico
Y-4845786-E

1.3. Antecedentes y objeto del proyecto

Se tiene como objetivo, diseñar y dimensionar la instalación de fontanería y agua caliente sanitaria (ACS) para los aseos, vestidores y cocina de la nave industrial destinada a la elaboración de muebles de madera, de acuerdo a la normativa vigente ecuatoriana.

Se detallará el proceso de cálculo y dimensionamiento, así como las partes que componen la instalación junto con sus respectivos planos. Además, se presentarán presupuestos parciales y totales del proyecto.

1.4. Emplazamiento de la instalación

La instalación de fontanería y agua caliente sanitaria ACS se emplazará en el Parque Industrial Sur de la ciudad de Quito – Ecuador, calle S60 y E3.

1.5. Legislación aplicada

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria NHE Agua.
- Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN ISO 15874-2, Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP). Parte 2: Tubos (ISO 15874-2:2013, IDT).
- Norma Española UNE-EN 1057:2007+A1 Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 14, Energías Renovables.
- Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, publicado en el BOE número 74, de 28 de marzo de 2006).

Documento Básico HS – Salubridad, Sección HS4 Suministro de agua.

- Código Técnico de la Edificación (BOE del 12 de septiembre de 2013).
Documento Básico HE – Ahorro de energía, Sección HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

1.6. Descripciones pormenorizadas

1.6.1. Descripción del edificio

La nave industrial se compone de tres cubiertas a dos aguas, las cuales se encuentran adosadas. Cada cubierta tiene una luz de 30 m x 100 m de longitud, dando así lugar a 14 pórticos separados por 6 m en los extremos y 8 m en la parte interna. El área cubierta es de 9000 m². Dentro de una de las cubiertas se dispone de un puente grúa.

En la parte frontal de la cubierta central, existe una estructura de dos plantas. En la planta baja (con Nivel +0.000) se tiene el vestíbulo con la recepción de la empresa, comedor para el personal, aseos-vestidores para el personal masculino y aseos-vestidores para el personal femenino. Se cubre un área de 180 m².

La primera planta (ubicada al Nivel +3.475) está formada por oficinas, una sala de reuniones, aseos para el personal masculino y aseos para el personal femenino. La planta en mención, cubre un área de 180 m².

La terraza de la edificación (con Nivel +6.950) es inaccesible. En total sumando las dos plantas se tiene un área de 360 m². Se dispone de un ducto por el cual discurren las conducciones de las diferentes instalaciones.

Se tiene que la superficie aproximada de la parcela es de 192780 m². La nave se ubicará en una de las esquinas del terreno.

La conducción de acometida llenará un depósito enterrado desde el cual, mediante un equipo de bombeo, se alimentará a toda la instalación. No se considera que exista conexión directa entre la red de distribución y los puntos de consumo, debido a la posibilidad de cortes de suministro de agua.

Los puntos de consumo de agua fría y agua caliente sanitaria para cada cuarto húmedo, se detallan a continuación:

Aseo de hombres en la planta baja:

- 4 lavabos (AF + ACS)
- 4 inodoros con depósito (AF)
- 4 urinarios con llave (AF)
- 4 duchas (AF + ACS)

Aseo de mujeres en la planta baja:

- 4 lavabos (AF + ACS)
- 3 inodoros con depósito (AF)
- 3 duchas (AF + ACS)

Cocina – comedor en la planta baja:

- 3 fregaderos (AF + ACS)

Aseo de hombres en la primera planta:

- 2 lavabos (AF + ACS)
- 2 inodoros con depósito (AF)
- 3 urinarios con llave (AF)

Aseo de mujeres en la primera planta:

- 2 lavabos (AF + ACS)
- 2 inodoros con depósito (AF)

Para la producción de agua caliente sanitaria se utilizan captadores solares con un sistema de apoyo (caldera). Los captadores se instalarán en la cubierta de la nave. Como la distancia que existe entre el captador y el tanque acumulador de inercia supera los 10 m, se opta por el uso de un intercambiador de placas. El punto de consumo más alejado se encuentra a más de 15 m del depósito de consumo, por lo que se requiere de circuito de retorno.

1.6.2. Presión existente en el punto de entrega de red

La presión mínima que garantiza la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS) en la red principal es de 35 mca.

1.6.3. Descripción de las instalaciones de fontanería

- Generales

Se considera una única acometida para suministrar agua de consumo al depósito de almacenamiento. El contador general (tipo Woltmann) se ubicará en las inmediaciones de la empresa, en un lugar totalmente visible y de fácil acceso, así como la válvula de corte y el filtro.

Todas las conducciones para agua fría y agua caliente sanitaria, que alimentan los puntos de consumo, serán de polipropileno PP. Se utilizarán tuberías de cobre para el circuito primario de ACS.

No existe conexión directa de la instalación con la red pública. Desde la cisterna y mediante un equipo de bombeo se suministrará agua a todos los puntos de consumo.

Válvulas antirretorno serán instaladas en los puntos de conflicto como montantes, descargas de bombas, etc.

Las tuberías discurrirán por zonas comunes y dentro del cielo falso. Para descender a los puntos de consumo, las conducciones quedarán embebidas en los muros.

- Grupos de sobreelevación

En el presente proyecto, el equipo de sobreelevación es indispensable para abastecer de agua a los consumos con la presión requerida. Consiste en una bomba principal (MYERS QP50B) y una bomba de reserva (MYERS QP50B) junto con su calderín (GRUNDFOS GT-U-600 PN 10 G 1 ½ V) y demás accesorios propios de la instalación.

Los equipos funcionarán a velocidad fija y su accionamiento estará comandado por presostatos que detecten las variaciones de presión, dando la orden de encendido o apagado, según sea el caso.

- Depósito de almacenamiento

Se requiere de un depósito de almacenamiento enterrado (cisterna), con un volumen de 21 m³ que garantiza la potabilidad del agua y el suministro correspondiente al consumo que se requiere en la edificación.

El control de llenado del depósito se realizará mediante boya o flotador. Antes de este dispositivo se instalará una válvula de compuerta. La alimentación se hará por arriba del nivel de rebose. Como criterio de diseño se tiene que todos los depósitos atmosféricos (no presurizados), deberán estar convenientemente ventilados y protegidos para evitar el ingreso de animales o elementos contaminantes.

- Contadores

Se considera un único contador general en la instalación (tipo Woltmann). Su montaje, operación y mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la empresa que brinda el suministro de agua. El contador debe ser de clase metrológica B o C, tal que garantice:

- Que para caudal mínimo el error de medición sea menor que +/-5%.
- Que a partir del caudal de transición el error de medición sea menor que +/-2%.
- El caudal máximo puede ser el doble del nominal.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

- La clase metrológica puede ser B siempre que el rango de caudales a medir no sea muy amplio. Caso contrario elegir un contador clase metrológica C.
- Su diámetro depende del requerimiento y demanda del predio o edificación.
- Debe situarse entre dos llaves de corte o válvulas de aislamiento.
- Las pérdidas de carga en cada contador pueden ser entre 2 y 10 mca.
- Para diámetros de acometida superiores a 30 mm se debe acoplar en paralelo contadores de diferentes diámetros. A partir de los 50 mm también se puede instalar contadores de hélice (tipo Woltmann).
- Dependerá de la empresa suministradora considerar la instalación de contadores de pulsos para lectura remota o radio lectura.

- Particulares

Del cuarto de máquinas salen dos montantes hacia el techo falso de la planta baja. El montante para agua fría es de diámetro PP 90 y el montante para agua caliente es de PP 63. En el recorrido se distribuyen ramales a los cuartos húmedos y la tubería principal llega a un ducto por el que asciende para alimentar a la primera planta.

Todos los cuartos húmedos disponen de válvulas de aislamiento o corte, ubicadas en un lugar accesible. Además, todos los puntos de consumo tienen su propia válvula de corte.

- Instalaciones especiales

No procede.

- Agua caliente sanitaria

En cumplimiento de los requerimientos establecidos por la normativa ecuatoriana en los campos de eficiencia energética y energías renovables, para la producción de agua caliente sanitaria se utilizará un sistema solar térmico, como fuente alterna y renovable de energía primaria, con el propósito de disminuir el consumo de combustibles fósiles y las emisiones inherentes.

El sistema a utilizar estará compuesto, en su circuito primario, por captadores solares (T20US), una bomba de recirculación (WILO Stratos-Z 25/1-8), un vaso de expansión (IBAIONDO 50 SMR-P) y por un intercambiador de placas (ADISA IT042/23).

Para el circuito secundario será necesario una bomba de recirculación para el mismo caudal que el circuito primario (WILO Stratos PICO-Z 25/1-6), un tanque de inercia (IBAIONDO 3000L), un tanque acumulador (IBAIONDO 3000L), una caldera (ADISA ADI CD175), un vaso de expansión (IBAIONDO 3 CMR-T) y una bomba para la caldera y bomba del circuito de retorno.

La ventaja de tener un circuito primario pequeño será el reducido volumen del fluido caloportador. Esto es beneficioso para ambientes en donde la temperatura exterior baja de los 0°C y existe la posibilidad de que el fluido se congele, siendo obligatorio el uso de propilenglicol. Cabe señalar que no es el caso del presente proyecto, ya que en la estación meteorológica más cercana al proyecto (Izobamba), la temperatura media de mínima absoluta anual registrada (año 2015 - INAMHI) es de 3°C.

Por los depósitos de inercia y acumulador circulará agua de consumo, por lo que deberán estar protegidos contra la corrosión.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

El funcionamiento del sistema solar térmico se basa en la diferencia de temperaturas que se genera entre el captador y el tanque de inercia. Si la temperatura en el tanque baja 7°C con respecto al captador, se pondrán en marcha las bombas del primario y secundario a la par hasta que la diferencia se reduzca a unos 2-3°C.

De igual manera, en el tanque acumulador se garantiza que el agua se encuentra a la temperatura de servicio. Si baja su temperatura (principalmente al producirse consumo) entra en funcionamiento el subsistema de apoyo (caldera).

La contribución solar mínima para el caso de ACS será del 75%, según el *apartado 13.5.1.2 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 13.*

- Aparatos instalados en cada local o vivienda

CUARTO HÚMEDO	AF	ACS
Aseo hombres PB	4 lavabos	
	4 inodoros	-
	4 urinarios	-
	4 duchas	
Aseo mujeres PB	4 lavabos	
	3 inodoros	-
	3 duchas	
Cocina	3 fregaderos	
Aseo hombres P1	2 lavabos	
	2 inodoros	-
	3 urinarios	-
Aseo mujeres P1	2 lavabos	
	2 inodoros	-

Tabla 1. Resumen puntos de consumo

- Caudal previsto y tipo de suministro

Para determinar la demanda de caudales en cada aparato de consumo, se acude a la *Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana NEC-11, capítulo 16, apartado 16.5.3.2* en donde se establecen los siguientes valores para los puntos de consumo en cuestión:

Tipo de aparato	Agua fría Q (l/s)	ACS Q (l/s)
Lavabo	0,10	0,067
Ducha	0,20	0,134
Inodoro con depósito	0,10	0,067
Urinario con llave	0,15	0,101
Fregadero cocina	0,20	0,134

Tabla 2. Resumen demanda de caudales en aparatos de consumo

El mismo apartado demanda considerar como caudal instantáneo mínimo de agua caliente sanitaria el 67% del caudal instantáneo mínimo de agua fría.

- Resumen total del edificio

Considerando 40 puntos de consumo para agua fría, 22 puntos de consumo para agua caliente sanitaria y sus correspondientes coeficientes de simultaneidad, se requieren los siguientes caudales para el funcionamiento de la instalación:

Caudal de diseño Agua Fría: 2.683 l/s

Caudal de diseño ACS: 1.060 l/s

Caudal de diseño Total: 3.744 l/s

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. Bases de cálculos

El diseño de la instalación se realizará cumpliendo lo establecido en la *Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana NEC-11, capítulo 16*.

En todos los puntos de consumo se garantizará una presión entre 10 y 50 mca.

La velocidad mínima y máxima dentro de las conducciones será respectivamente de 0.6 m/s y 2.5 m/s, siendo la velocidad óptima de diseño 1.2 m/s.

Las demandas de caudales consideradas para cada aparato sanitario, corresponden a lo establecido en la *NEC-11, capítulo 16*.

Se buscará la mínima pérdida de carga al trazar el recorrido de las tuberías.

El caudal total de diseño será afectado por su correspondiente coeficiente de simultaneidad. Se tomará en como caudales especiales los que circulen en las conducciones que alimenten las duchas. Se establece una simultaneidad del 80% para estos casos.

Debido a que existen más de 30 m de separación entre el depósito de acumulación de ACS y el punto de consumo más alejado, se necesitará el uso de un circuito de retorno.

2.2. Dimensionamiento de la instalación

2.2.1. Coeficiente de simultaneidad

Para estimar el caudal de diseño, en el caso de agua fría, la *Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana NEC-11, capítulo 16*, en su apartado 16.5.3.3 determina que el coeficiente de simultaneidad se calculará con la expresión:

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + 0.04 \cdot F \cdot (1 + \log(\log n))$$

Dónde:

k_s : Coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

n : Número total de aparatos servidos

F : Factor que toma los siguientes valores:

$$F = 0, \text{ según Norma Francesa NFP 41204}$$

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

$F = 1$, para edificios de oficinas y semejantes

$F = 2$, para edificios habitacionales

$F = 3$, hoteles, hospitales y semejantes

$F = 4$, edificios académicos, cuarteles y semejantes

$F = 5$, edificios e inmuebles con valores de demanda superiores

Para el presente proyecto se adoptará un factor $F = 4$.

El coeficiente de simultaneidad para el caso de agua caliente, se calcula de acuerdo a lo establecido en el apartado 16.6.3 de la *NEC-11, capítulo 16*.

$$k_s = \frac{m}{\sqrt{n - 1}}$$

Dónde:

k_s : Coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

n : Número total de aparatos servidos

m : Factor entre 1.0 y 1.2. En los cálculos se considerará un factor $m = 1.2$.

2.2.2. Cálculo de caudales

Los valores de la demanda de caudales para cada aparato de consumo, se encuentran en la Tabla 16.1 de la *Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana NEC-11, capítulo 16*. A continuación se presenta la tabla citada:

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Tabla 3. Demandas de caudales en aparatos de consumo

Los caudales de diseño de cada uno de los tramos se obtienen al multiplicar el correspondiente coeficiente de simultaneidad con el caudal instantáneo que circula por el tramo analizado.

$$Q_{diseño} = Q_{instantáneo} \cdot k_s$$

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Se consideran caudales especiales a los requeridos en las duchas de los vestidores de hombres y mujeres. Como criterio de diseño se establece que el coeficiente de simultaneidad para estos puntos de consumo no debe ser inferior al 80%, tanto en agua fría como en agua caliente.

Así, para la red de consumo de agua fría se tienen los siguientes resultados:

Inicio	Fin	Aparato	Apar. tramo	Apar. acum	Q _{trans} (l/s)	Q _{dem} (l/s)	Q _{inst} (l/s)	n	k(n)	Q _{esp} (l/s)	Q _{dis} (l/s)
A	100	Nada	0	40	5,35	0	5,35	40	0,353	2,683	2,683
100	101	Nada	0	16	2,2	0	2,2	16	0,431	1,452	1,452
101	102	Nada	0	8	1	0	1	8	0,531		0,531
102	103	Urinario	1	0	0	0,15	0,15	1	1,000		0,150
102	104	Nada	0	7	0,85	0	0,85	7	0,557		0,473
104	105	Urinario	1	0	0	0,15	0,15	1	1,000		0,150
104	106	Nada	0	6	0,7	0	0,7	6	0,590		0,413
106	107	Urinario	1	0	0	0,15	0,15	1	1,000		0,150
106	108	Nada	0	5	0,55	0	0,55	5	0,635		0,349
108	109	Urinario	1	0	0	0,15	0,15	1	1,000		0,150
108	110	Nada	0	4	0,4	0	0,4	4	0,702		0,281
110	111	Lavabo	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
110	112	Nada	0	3	0,3	0	0,3	3	0,816		0,245
112	113	Lavabo	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
112	114	Nada	0	2	0,2	0	0,2	2	1,000		0,200
114	115	Lavabo	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
114	116	Lavabo	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
101	120	Nada	0	8	1,2	0	1,2	8	0,531	0,921	0,921
120	121	Nada	0	4	0,4	0	0,4	4	0,702		0,281
121	122	Inodoro	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
121	123	Nada	0	3	0,3	0	0,3	3	0,816		0,245
123	124	Inodoro	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
123	125	Nada	0	2	0,2	0	0,2	2	1,000		0,200
125	126	Inodoro	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
125	127	Inodoro	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
120	130	Nada	0	4	0,8	0	0,8	4	0,800		0,640
130	131	Ducha	1	0	0	0,2	0,2	1	1,000		0,200
130	132	Nada	0	3	0,6	0	0,6	3	0,816		0,489
132	133	Ducha	1	0	0	0,2	0,2	1	1,000		0,200
132	134	Nada	0	2	0,4	0	0,4	2	1,000		0,400
134	135	Ducha	1	0	0	0,2	0,2	1	1,000		0,200
134	136	Ducha	1	0	0	0,2	0,2	1	1,000		0,200
100	200	Nada	0	24	3,15	0	3,15	24	0,391		1,231
200	300	Nada	0	13	1,9	0	1,9	13	0,456		0,867
300	301	Nada	0	10	1,3	0	1,3	10	0,493		0,641
301	302	Nada	0	4	0,4	0	0,4	4	0,702		0,281
302	303	Lavabo	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
302	304	Nada	0	3	0,3	0	0,3	3	0,816		0,245

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Inicio	Fin	Aparato	Apar. tramo	Apar. acum	Q _{trans} (l/s)	Q _{dem} (l/s)	Q _{inst} (l/s)	n	k(n)	Q _{esp} (l/s)	Q _{dis} (l/s)
304	305	Lavabo	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
304	306	Nada	0	2	0,2	0	0,2	2	1,000		0,200
306	307	Lavabo	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
306	308	Lavabo	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
301	310	Nada	0	6	0,9	0	0,9	6	0,590		0,531
310	311	Nada	0	3	0,3	0	0,3	3	0,816		0,245
311	312	Inodoro	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
311	313	Nada	0	2	0,2	0	0,2	2	1,000		0,200
313	314	Inodoro	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
313	315	Inodoro	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
310	320	Nada	0	3	0,6	0	0,6	3	0,816		0,489
320	321	Ducha	1	0	0	0,2	0,2	1	1,000		0,200
320	322	Nada	0	2	0,4	0	0,4	2	1,000		0,400
322	323	Ducha	1	0	0	0,2	0,2	1	1,000		0,200
322	324	Ducha	1	0	0	0,2	0,2	1	1,000		0,200
300	400	Nada	0	3	0,6	0	0,6	3	0,816		0,489
400	401	Nada	0	3	0,6	0	0,6	3	0,816		0,489
401	402	Fregadero	1	0	0	0,2	0,2	1	1,000		0,200
401	403	Nada	0	2	0,4	0	0,4	2	1,000		0,400
403	404	Fregadero	1	0	0	0,2	0,2	1	1,000		0,200
403	405	Fregadero	1	0	0	0,2	0,2	1	1,000		0,200
200	500	Nada	0	11	1,25	0	1,25	11	0,479		0,599
500	600	Nada	0	4	0,4	0	0,4	4	0,702		0,281
600	601	Nada	0	2	0,2	0	0,2	2	1,000		0,200
601	602	Lavabo	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
601	603	Lavabo	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
600	610	Nada	0	2	0,2	0	0,2	2	1,000		0,200
610	611	Inodoro	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
610	612	Inodoro	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
500	700	Nada	0	7	0,85	0	0,85	7	0,557		0,473
700	701	Nada	0	2	0,2	0	0,2	2	1,000		0,200
701	702	Inodoro	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
701	703	Inodoro	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
700	710	Nada	0	5	0,65	0	0,65	5	0,635		0,413
710	711	Nada	0	2	0,2	0	0,2	2	1,000		0,200
711	712	Lavabo	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
711	713	Lavabo	1	0	0	0,1	0,1	1	1,000		0,100
710	720	Nada	0	3	0,45	0	0,45	3	0,816		0,367
720	721	Urinario	1	0	0	0,15	0,15	1	1,000		0,150
720	722	Nada	0	2	0,3	0	0,3	2	1,000		0,300
722	723	Urinario	1	0	0	0,15	0,15	1	1,000		0,150
722	724	Urinario	1	0	0	0,15	0,15	1	1,000		0,150

Tabla 4. Caudales de diseño red de agua fría

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Para la red de consumo de agua caliente sanitaria ACS se tienen los siguientes caudales de diseño:

Inicio	Fin	Aparato	Apar. tramo	Apar. Acum	Q _{trans} (l/s)	Q _{dem} (l/s)	Q _{inst} (l/s)	n	k(n)	Q _{esp} (l/s)	Q _{dis} (l/s)
10	20	Nada	0	22	2,144	0	2,144	22	0,262	1,06	1,060
20	21	Nada	0	8	0,804	0	0,804	8	0,454	0,6148	0,614
21	22	Nada	0	4	0,536	0	0,536	4	0,800		0,429
22	23	Ducha	1	0	0	0,134	0,134	1	1,000		0,134
22	24	Nada	0	3	0,402	0	0,402	3	0,849		0,341
24	25	Ducha	1	0	0	0,134	0,134	1	1,000		0,134
24	26	Nada	0	2	0,268	0	0,268	2	1,000		0,268
26	27	Ducha	1	0	0	0,134	0,134	1	1,000		0,134
26	28	Ducha	1	0	0	0,134	0,134	1	1,000		0,134
21	31	Nada	0	4	0,268	0	0,268	4	0,693		0,186
31	32	Lavabo	1	0	0	0,067	0,067	1	1,000		0,067
31	33	Nada	0	3	0,201	0	0,201	3	0,849		0,171
33	34	Lavabo	1	0	0	0,067	0,067	1	1,000		0,067
33	35	Nada	0	2	0,134	0	0,134	2	1,000		0,134
35	36	Lavabo	1	0	0	0,067	0,067	1	1,000		0,067
35	37	Lavabo	1	0	0	0,067	0,067	1	1,000		0,067
20	40	Nada	0	14	1,34	0	1,34	14	0,333		0,446
40	50	Nada	0	10	1,072	0	1,072	10	0,400		0,429
50	51	Nada	0	7	0,67	0	0,67	7	0,490		0,328
51	52	Nada	0	4	0,268	0	0,268	4	0,693		0,186
52	53	Lavabo	1	0	0	0,067	0,067	1	1,000		0,067
52	54	Nada	0	3	0,201	0	0,201	3	0,849		0,171
54	55	Lavabo	1	0	0	0,067	0,067	1	1,000		0,067
54	56	Nada	0	2	0,134	0	0,134	2	1,000		0,134
56	57	Lavabo	1	0	0	0,067	0,067	1	1,000		0,067
56	58	Lavabo	1	0	0	0,067	0,067	1	1,000		0,067
51	61	Nada	0	3	0,402	0	0,402	3	0,849		0,341
61	62	Ducha	1	0	0	0,134	0,134	1	1,000		0,134
61	63	Nada	0	2	0,268	0	0,268	2	1,000		0,268
63	64	Ducha	1	0	0	0,134	0,134	1	1,000		0,134
63	65	Ducha	1	0	0	0,134	0,134	1	1,000		0,134
50	70	Nada	0	3	0,402	0	0,402	3	0,849		0,341
70	71	Nada	0	3	0,402	0	0,402	3	0,849		0,341
71	72	Fregadero	1	0	0	0,134	0,134	1	1,000		0,134
71	73	Nada	0	2	0,268	0	0,268	2	1,000		0,268
73	74	Fregadero	1	0	0	0,134	0,134	1	1,000		0,134
73	75	Fregadero	1	0	0	0,134	0,134	1	1,000		0,134
40	80	Nada	0	4	0,268	0	0,268	4	0,693		0,186
80	81	Nada	0	2	0,134	0	0,134	2	1,000		0,134
81	82	Lavabo	1	0	0	0,067	0,067	1	1,000		0,067

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Inicio	Fin	Aparato	Apar. tramo	Apar. Acum	Q _{trans} (l/s)	Q _{dem} (l/s)	Q _{inst} (l/s)	n	k(n)	Q _{esp} (l/s)	Q _{dis} (l/s)
81	83	Lavabo	1	0	0	0,067	0,067	1	1,000		0,067
80	91	Nada	0	2	0,134	0	0,134	2	1,000		0,134
91	92	Lavabo	1	0	0	0,067	0,067	1	1,000		0,067
91	93	Lavabo	1	0	0	0,067	0,067	1	1,000		0,067

Tabla 5. Caudales de diseño red de consumo ACS

Como existe una separación superior a los 15 m entre el depósito de acumulación de ACS y los puntos de consumo más alejados, es necesario instalar un circuito de retorno o recirculación. Se consideran tres puntos en el circuito desde donde el agua recirculará para unirse a una sola conducción principal de retorno. Para evitar contraflujos se instalarán válvulas antirretorno en los puntos de conflicto.

De forma empírica se establece que el caudal que circula por este circuito corresponderá al 10% del caudal de ACS del punto en donde se realice el retorno.

De esta manera, se determinan los siguientes caudales de la red de retorno:

Inicio	Fin	Tramo ACS	Q acs (l/s)	Q dis (l/s)
01R	03R	50-70	0,341	0,034
02R	03R	50-51	0,328	0,033
03R	05R			0,067
04R	05R	40-80	0,186	0,019
05R	06R			0,086

Tabla 6. Caudales de diseño red de retorno ACS

Por último, se define el caudal que circula por el tramo inicial de tubería como la suma del caudal de diseño de agua fría más el caudal de diseño de ACS. Este tramo se encuentra entre la descarga de la estación de bombeo y la bifurcación de las conducciones de agua fría y ACS. No se considera el caudal de retorno porque al estar recirculando no implica un consumo de agua.

INICIO	FIN	Q dis (l/s)
B princ	A	3,744

Tabla 7. Caudal de diseño tubería tramo inicial

2.2.3. Cálculo de diámetros de tuberías

El dimensionado de las tuberías se realiza atendiendo el criterio de velocidad de diseño. El apartado 16.5.3.2 de la NEC-11, capítulo 16, establece que la velocidad de diseño del agua en las tuberías debe fluctuar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s, valores mínimo y máximo, respectivamente. Se considera óptimo el valor de velocidad de 1.2 m/s.

Por tanto, el diámetro de la tubería se calcula con la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Dónde:

D: Diámetro interno de la tubería [m]

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Q : Caudal de diseño [m³/s]

v : Velocidad de diseño [m/s] (Valor óptimo 1.2 m/s)

Luego de determinar el diámetro teórico de las conducciones, se elige el diámetro comercial, que es el valor inmediato superior al calculado.

Los diámetros comerciales para tuberías de polipropileno PP se detallan a continuación:

Tubos PP (NTE INEN ISO 15874-2)		
DN	e (mm)	D _{int} (mm)
PP 16	2,7	10,6
PP 20	3,4	13,2
PP 25	4,2	16,6
PP 32	5,4	21,2
PP 40	6,7	26,6
PP 50	8,4	33,2
PP 63	10,5	42,0
PP 75	12,5	50,0
PP 90	15	60

Tabla 8. Tubos de PP para agua fría y caliente

Después de seleccionar un diámetro comercial es necesario recalcular la velocidad de circulación del agua para garantizar que las velocidades se encuentran dentro del rango permitido por norma.

Los resultados obtenidos para la red de consumo de agua fría se presentan en la siguiente tabla:

Inicio	Fin	D _{TEORICO} (mm)	DN	D _{INT} (mm)	D _{min} (mm)	v (m/s)
A	100	53,36	PP 90	60	10,6	0,95
100	101	39,25	PP 63	42	10,6	1,05
101	102	23,73	PP 40	26,6	10,6	0,96
102	103	12,62	PP 20	13,2	10,6	1,10
102	104	22,40	PP 40	26,6	10,6	0,85
104	105	12,62	PP 20	13,2	10,6	1,10
104	106	20,93	PP 32	21,2	10,6	1,17
106	107	12,62	PP 20	13,2	10,6	1,10
106	108	19,25	PP 32	21,2	10,6	0,99
108	109	12,62	PP 20	13,2	10,6	1,10
108	110	17,26	PP 32	21,2	10,6	0,80
110	111	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
110	112	16,11	PP 25	16,6	10,6	1,13
112	113	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
112	114	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
114	115	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
114	116	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
101	120	31,26	PP 50	33,2	10,6	1,06
120	121	17,26	PP 32	21,2	10,6	0,80
121	122	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Inicio	Fin	D _{TEORICO} (mm)	DN	D _{INT} (mm)	D _{min} (mm)	v (m/s)
121	123	16,11	PP 25	16,6	10,6	1,13
123	124	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
123	125	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
125	126	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
125	127	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
120	130	26,06	PP 40	26,6	10,6	1,15
130	131	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
130	132	22,79	PP 40	26,6	10,6	0,88
132	133	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
132	134	20,60	PP 32	21,2	10,6	1,13
134	135	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
134	136	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
100	200	36,15	PP 63	42	10,6	0,89
200	300	30,33	PP 50	33,2	10,6	1,00
300	301	26,09	PP 40	26,6	10,6	1,15
301	302	17,26	PP 32	21,2	10,6	0,80
302	303	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
302	304	16,11	PP 25	16,6	10,6	1,13
304	305	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
304	306	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
306	307	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
306	308	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
301	310	23,73	PP 40	26,6	10,6	0,96
310	311	16,11	PP 25	16,6	10,6	1,13
311	312	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
311	313	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
313	314	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
313	315	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
310	320	22,79	PP 40	26,6	10,6	0,88
320	321	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
320	322	20,60	PP 32	21,2	10,6	1,13
322	323	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
322	324	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
300	400	22,79	PP 40	26,6	10,6	0,88
400	401	22,79	PP 40	26,6	10,6	0,88
401	402	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
401	403	20,60	PP 32	21,2	10,6	1,13
403	404	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
403	405	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
200	500	25,21	PP 40	26,6	10,6	1,08
500	600	17,26	PP 32	21,2	10,6	0,80
600	601	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
601	602	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
601	603	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Inicio	Fin	D _{TEORICO} (mm)	DN	D _{INT} (mm)	D _{min} (mm)	v (m/s)
600	610	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
610	611	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
610	612	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
500	700	22,40	PP 40	26,6	10,6	0,85
700	701	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
701	702	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
701	703	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
700	710	20,93	PP 32	21,2	10,6	1,17
710	711	14,57	PP 25	16,6	10,6	0,92
711	712	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
711	713	10,30	PP 16	10,6	10,6	1,13
710	720	19,73	PP 32	21,2	10,6	1,04
720	721	12,62	PP 20	13,2	10,6	1,10
720	722	17,84	PP 32	21,2	10,6	0,85
722	723	12,62	PP 20	13,2	10,6	1,10
722	724	12,62	PP 20	13,2	10,6	1,10

Tabla 9. Diámetros de tuberías para red de consumo de agua fría

Los diámetros calculados para las tuberías del circuito de consumo de agua caliente sanitaria se presentan a continuación:

Inicio	Fin	D _{TEORICO} (mm)	DN	D _{INT} (mm)	D _{min} (mm)	v (m/s)
10	20	33,54	PP 63	42	10,6	0,77
20	21	25,53	PP 40	26,6	10,6	1,11
21	22	21,33	PP 40	26,6	10,6	0,77
22	23	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
22	24	19,02	PP 32	21,2	10,6	0,97
24	25	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
24	26	16,86	PP 32	21,2	10,6	0,76
26	27	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
26	28	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
21	31	14,04	PP 25	16,6	10,6	0,86
31	32	8,43	PP 16	10,6	10,6	0,76
31	33	13,45	PP 25	16,6	10,6	0,79
33	34	8,43	PP 16	10,6	10,6	0,76
33	35	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
35	36	8,43	PP 16	10,6	10,6	0,76
35	37	8,43	PP 16	10,6	10,6	0,76
20	40	21,75	PP 40	26,6	10,6	0,80
40	50	21,33	PP 40	26,6	10,6	0,77
50	51	18,66	PP 32	21,2	10,6	0,93
51	52	14,04	PP 25	16,6	10,6	0,86
52	53	8,43	PP 16	10,6	10,6	0,76
52	54	13,45	PP 25	16,6	10,6	0,79
54	55	8,43	PP 16	10,6	10,6	0,76

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Inicio	Fin	D _{TEORICO} (mm)	DN	D _{INT} (mm)	D _{min} (mm)	v (m/s)
54	56	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
56	57	8,43	PP 16	10,6	10,6	0,76
56	58	8,43	PP 16	10,6	10,6	0,76
51	61	19,02	PP 32	21,2	10,6	0,97
61	62	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
61	63	16,86	PP 32	21,2	10,6	0,76
63	64	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
63	65	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
50	70	19,02	PP 32	21,2	10,6	0,97
70	71	19,02	PP 32	21,2	10,6	0,97
71	72	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
71	73	16,86	PP 32	21,2	10,6	0,76
73	74	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
73	75	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
40	80	14,04	PP 25	16,6	10,6	0,86
80	81	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
81	82	8,43	PP 16	10,6	10,6	0,76
81	83	8,43	PP 16	10,6	10,6	0,76
80	91	11,92	PP 20	13,2	10,6	0,98
91	92	8,43	PP 16	10,6	10,6	0,76
91	93	8,43	PP 16	10,6	10,6	0,76

Tabla 10. Diámetros de tuberías para red de consumo de ACS

La *Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana NEC-11, capítulo 16, apartado 16.6.3*, establece que, conociendo el caudal de recirculación se podrán seleccionar los diámetros del sistema de retorno en base a la *Tabla 16.7*, que se presenta a continuación:

Caudal recirculado (L/min)	Diámetro del conducto de retorno (mm)
2.50	16
5.00	20
10.00	25
18.50	32
30.00	40
55.00	50

Tabla 11. Diámetros del conducto de retorno en función del caudal recirculado

Por tanto, el diámetro interior mínimo de las conducciones es de 16 mm y se considera una velocidad máxima de 2 m/s.

Se obtienen los siguientes diámetros para la red de recirculación de ACS.

Inicio	Fin	Tramo ACS	Q _{dis} (l/s)	Q _{dis} (l/min)	D _{min} (mm)	DN (mm)	D _{int} (mm)	v (m/s)
01R	03R	50-70	0,034	2,05	16	PP 25	16,60	0,16
02R	03R	50-51	0,033	1,97	16	PP 25	16,60	0,15
03R	05R		0,067	4,02	20	PP 32	21,20	0,19
04R	05R	40-80	0,019	1,11	16	PP 25	16,60	0,09
05R	06R		0,086	5,13	25	PP 40	26,60	0,15

Tabla 12. Diámetros de las conducciones de retorno de ACS

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

El diámetro del tramo inicial de la instalación se calcula de la misma manera que los diámetros de las tuberías de agua fría y ACS.

Inicio	Fin	Q dis (l/s)	D _{TEORICO} (mm)	DN	D _{INT} (mm)	v (m/s)
B princ	A	3,744	63,02	PP 90	60	1,32

Tabla 13. Diámetro de la tubería del tramo inicial

2.2.4. Pérdidas de carga

- Pérdidas de carga por longitud (Primarias / Distribuidas)

Para el cálculo de pérdidas de carga por longitud, el apartado 16.5.3.4 de la *Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana NEC-11*, en su *capítulo 16*, determina que, se aplicará la siguiente fórmula:

$$h_f = m \cdot L \cdot \left(\frac{v^{1.75}}{D^{1.25}} \right)$$

Dónde:

h_f : Pérdida de carga por longitud [mca]

v : Velocidad [m/s]

D : Diámetro de la tubería [m]

L : Longitud de la tubería [m]

m : Constante del material del tubo, que adopta los siguientes valores:

$$m = 0.00070, \text{ acero}$$

$$m = 0.00092, \text{ acero galvanizado varios años de uso}$$

$$m = 0.00056, \text{ cobre}$$

$$m = 0.00054, \text{ plástico}$$

Otra manera de determinar las pérdidas de carga en tuberías es utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = \frac{8 \cdot f \cdot L}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \cdot Q^2$$

Sin embargo, se obtienen resultados similares a lo establecido por la *NEC-11*.

- Pérdidas de carga en accesorios (Secundarias / Localizadas)

Para determinar las pérdidas secundarias se elige el método del coeficiente adimensional de pérdida de carga, el cual se representa con la siguiente expresión:

$$h_1 = k \cdot \frac{v^2}{2g} = K \cdot Q^2$$

Dónde:

h_1 : Pérdida de carga por accesorios [mca]

k : Coeficiente adimensional de pérdida de carga

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

- v : Velocidad [m/s]
 g : Aceleración de la gravedad [9.81 m/s²]
 K : Coeficiente de caudal
 Q : Caudal [l/s]

Se analizan los accesorios que representen las mayores pérdidas (válvulas de retención, válvulas, contadores, filtros). Para el resto de accesorios (codos, tees, uniones, etc.) se asume una pérdida correspondiente al incremento del 25% de la longitud real de la tubería.

A continuación, se presentan valores del coeficiente adimensional de pérdida de carga.

Accesorio	Diámetro nominal (mm)						
	12	18	25	32	38	50	62
	Coeficiente K						
Codo roscado 90°	2,10	1,69	1,44	1,28	1,16	0,99	0,88
Codo roscado 90° (R.L.)	1,29	0,92	0,73	0,61	0,52	0,41	0,35
Codo bridado 90°	-	-	0,43	0,41	0,39	0,38	0,35
Codo bridado 90° (R.L.)	-	-	0,41	0,37	0,34	0,30	0,26
Codo roscado 45°	0,37	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30
Codo bridado 45°	-	-	0,25	0,24	0,22	0,20	0,19
Codo roscado 180°	2,10	1,69	1,45	1,29	1,17	1,00	0,89
Codo bridado 180°	-	-	0,42	0,40	0,38	0,35	0,33
Unión en T roscada (F.L.)	0,93	0,93	0,91	0,93	0,93	0,93	0,93
Unión en T roscada (F.T.)	2,69	2,49	2,23	2,05	1,92	1,72	1,58
Unión en T bridada (F.L.)	-	-	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17
Unión en T bridada (F.T.)	-	-	0,96	0,92	0,88	0,81	0,77
Válvula globo roscada (A)	13,09	10,67	9,23	8,25	7,52	6,50	5,61
Válvula globo bridada (A)	-	-	12,40	11,14	10,20	6,89	7,96
Válvula compuerta roscada (A)	0,34	0,26	0,21	0,18	0,16	0,13	0,11
Válvula compuerta bridada (A)	-	-	0,74	0,58	0,47	0,34	0,27
Válvula antirretorno roscada	7,11	6,84	6,08	4,56	4,17	3,63	3,25
Válvula antirretorno bridada	-	-	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Válvula angular roscada	9,72	6,23	4,54	3,55	2,91	2,12	1,66
Válvula angular bridada	-	-	3,84	3,43	3,13	2,71	2,42
Válvula de pie con colador	-	-	2,75	2,46	2,25	1,95	1,75
Acoples o Uniones	0,12	0,09	0,06	0,07	0,08	0,05	0,06

Tabla 14. Coeficiente adimensional de pérdida de carga

2.2.5. Rango de presiones de funcionamiento del calderín

La *NEC-11, capítulo 16*, expresa como requisito de diseño el garantizar en cualquier punto de consumo una presión mínima de 10 mca y una presión máxima de 50 mca.

Para determinar la presión mínima de funcionamiento del calderín, se aplica la ecuación de Bernoulli entre el calderín y el punto de consumo más alejado de la instalación (punto más desfavorable). Por tanto, el tramo crítico resulta ser desde el calderín al punto 724 (último urinario de la planta Nv. +3.475).

$$z_{cald} + \frac{P_{cald}}{\gamma} = z_{p+d} + \frac{P_{p+d}}{\gamma} + \sum h_{perdidas}$$

Dónde:

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

$Z_{cald.}$:	Altura geométrica nivel calderín [m]
$\frac{P_{cald.}}{\gamma}$:	Altura de presión en el calderín [m]
$Z_{p+d.}$:	Altura geométrica del punto más desfavorable [m]
$\frac{P_{p+d.}}{\gamma}$:	Altura de presión en el punto más desfavorable [m]
$h_{perdidas}$:	Pérdidas de carga distribuidas y localizadas [m]

Antes de aplicar la ecuación de Bernoulli es necesario calcular las pérdidas de carga primarias (distribuidas) y secundarias (localizadas) del tramo mencionado. Los accesorios relevantes en el tramo son una válvula de retención del montante y una válvula de corte del cuarto húmedo. Para el caso de pérdidas de carga en las conducciones (pérdidas primarias), la longitud de cálculo se incrementa un 25% con respecto a la longitud real.

La cota geométrica de agua dentro del calderín es de 0.8 m

El punto de consumo se encuentra a un metro sobre el suelo (Nv. +4.475 m).

La presión mínima en el punto de consumo es de 10 mca.

Las pérdidas localizadas de los accesorios relevantes se presentan a continuación:

VR	VR (mm)	k	Q(l/s)	v (m/s)	h (mca)
PP 90	60	3,25	2,68	0,949	0,149

Tabla 15. Pérdida de carga en la válvula de retención del montante de agua fría

Válvula	V (mm)	k	Q(l/s)	v (m/s)	h (mca)
PP 40	26,6	4,54	0,47	0,851	0,168

Tabla 16. Pérdida de carga en la válvula del cuarto húmedo

La rugosidad absoluta de la tubería de PP es $\varepsilon = 0.0015$ [mm].

Para el cálculo de las pérdidas en conducciones con el método de la *Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana NEC-11*, se toma un valor de la constante del material igual a $m = 0.00054$.

Con todos los datos expuestos anteriormente, se obtienen los siguientes valores de pérdidas:

Tramo	Lreal (m)	Lcalculo	Q (l/s)	Dint (mm)	v (m/s)	Re	f	hf (mca)	hf (mca)
Calderín - A	1,000	1,250	3,744	60,0	1,324	72218	0,01927	0,036	0,037
A - VR	5,300	6,625	2,683	60,0	0,949	51760	0,02070	0,105	0,110
Valv Reten								0,149	0,149
VR - 100	1,768	2,210	2,683	60,0	0,949	51760	0,02070	0,035	0,037
100 - 200	1,960	2,450	1,231	42,0	0,889	33935	0,02282	0,054	0,057
200 - 500	6,398	7,998	0,599	26,6	1,078	26057	0,02434	0,433	0,458
Valv								0,168	0,168
700 - 710	2,428	3,035	0,413	21,2	1,170	22540	0,02524	0,252	0,266
710 - 720	0,922	1,153	0,367	21,2	1,040	20041	0,02598	0,078	0,082
720 - 722	0,600	0,750	0,300	21,2	0,850	16380	0,02732	0,036	0,038
722 - 724	3,075	3,844	0,150	13,2	1,096	13153	0,02899	0,517	0,545
								1,862	1,947
								Darcy-W	NEC-11

Tabla 17. Resumen pérdidas de carga distribuidas y localizadas del tramo más desfavorable

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

A manera comparativa, se calculan las pérdidas de carga distribuidas con las ecuaciones de Darcy y Weisbach y de la *Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana NEC-11* dando valores muy semejantes.

Aplicando la ecuación de Bernoulli.

$$z_{cald} + \frac{P_{cald}}{\gamma} = Z_{p+d} + \frac{P_{p+d}}{\gamma} + \sum h_{perdidas}$$

0,8	15,622	4,475	10	1,947
-----	---------------	-------	----	-------

Según el apartado 16.5.4.2 de la *NEC-11, capítulo 16*, el máximo valor de presión en el grupo hidroneumático (apagado) deberá ser de hasta 20 m por arriba de la mínima presión (encendido). Se adopta un rango de funcionamiento de 15 m.

Por tanto:

$$P_{\min\ cald} : 15.622\ mca$$

$$P_{\max\ cald} : 30.622\ mca$$

Después de determinar el rango de presiones del calderín, es necesario verificar que la presión máxima en el punto de consumo más favorable no supere lo establecido en la norma. El caso más crítico se da cuando no hay consumo, por tanto, no hay pérdidas. El punto más cercano se encuentra en la planta baja a una altura geométrica de 0.5 m con respecto al piso.

Se obtienen los valores de presión mínima y máxima en el punto de consumo más cercano.

$$z_{cald} + \frac{P_{cald}}{\gamma} = Z_{p+d} + \frac{P_{p+d}}{\gamma} + \sum h_{perdidas}$$

0,8	15,622	0,5	15,922	0,000
0,8	30,622	0,5	30,922	0,000

Se comprueba que la máxima presión no supera el límite establecido por norma.

$$30.922\ mca < 50\ mca$$

2.2.6. Estación de bombeo

La estación de bombeo debe ser capaz de suministrar el caudal y la presión requeridas para todos los puntos de consumo, por lo que estos dos parámetros son indispensables para seleccionar las bombas.

El caudal de diseño, previamente calculado, es de 3.744 l/s. Debido a que este valor es relativamente bajo, se considera una sola bomba principal más una bomba de reserva de las mismas características. Las bombas a instalar serán de velocidad fija (BVF) y aspirarán del depósito de almacenamiento.

Para determinar las presiones de arranque y paro que debe suministrar la bomba, se calculan las pérdidas de carga existentes en el tramo comprendido entre el depósito de almacenamiento y el calderín y se aplica la ecuación de Bernoulli.

La rugosidad absoluta de la tubería de PP es $\varepsilon = 0.0015\ [mm]$.

Para el cálculo de las pérdidas en conducciones con el método de la *Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana NEC-11*, se toma un valor de la constante del material igual a $m = 0.00054$.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

A continuación, se presentan los valores de pérdidas de carga en el tramo cisterna – calderín:

Tramo	Lreal (m)	Lcalculo	Q (l/s)	Dint (mm)	v (m/s)	Re	f	hf (mca)	hf (mca)
Dep-Bomba	5,000	6,250	3,744	60	1,324	72218	0,01927	0,179	0,186
Bomba-Cald	1,455	1,819	3,744	60	1,324	72218	0,01927	0,052	0,054
Pérdidas EB								5,000	5,000
								5,232	5,240
								Darcy-W	NEC-11

Tabla 18. Pérdidas de carga distribuidas y localizadas del tramo cisterna - calderín

La altura geométrica del agua en el depósito es de -0.50 m.

El depósito de almacenamiento no es presurizado, por tanto, la altura de presión en la cisterna es nula.

Aplicando Bernoulli se determinan las presiones de encendido y apagado de la bomba.

$$z_{dep} + \frac{P_{dep}}{\gamma} + H_B = z_{cald} + \frac{P_{cald}}{\gamma} + \sum h_{perdidas}$$

-0,5	0	22,161	0,8	15,622	5,240
-0,5	0	37,161	0,8	30,622	5,240

En donde:

$$P_{encendido} : 22.161 \text{ mca}$$

$$P_{apagado} : 37.161 \text{ mca}$$

El equipo de bombeo se situará en el cuarto de máquinas ubicado en la planta baja de la nave adyacente.

El encendido y apagado de la bomba será gobernado por un sensor de presión o presostato, que mantendrá la fluctuación de presión entre los dos valores determinados.

Se presenta un resumen del número de bombas y sus presiones de funcionamiento.

	Principal	Reserva
N° bombas	1	1
Q diseño (l/s)	3,74	3,74
Hb min (mca)	22,161	22,161
Hb max (mca)	37,161	37,161

Tabla 19. Detalle de bombas y presiones de funcionamiento

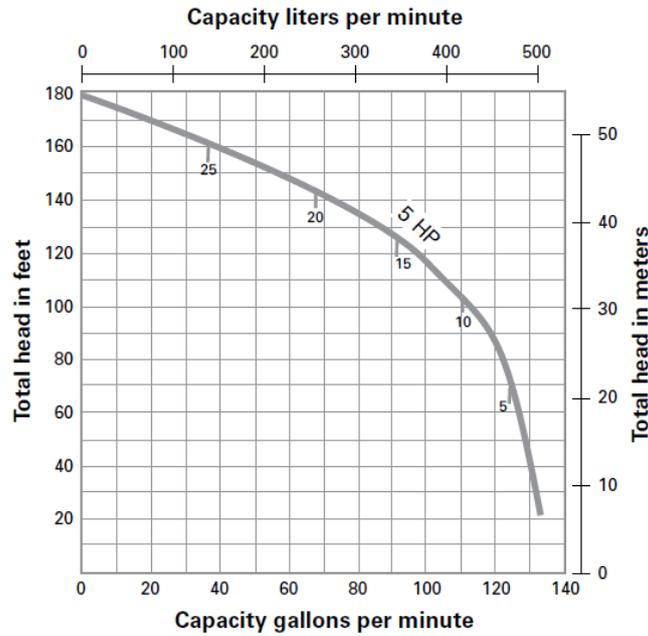
Conociendo el caudal de diseño y la altura máxima (presión de apagado), se selecciona la siguiente bomba:

Fabricante: **MYERS**

Modelo: **QP50B**

Potencia: **5 hp**

La curva de funcionamiento de este equipo se presenta a continuación:



Gráfica 1. Curva de funcionamiento bomba QP50B

La curva característica de la bomba sigue una ecuación de la forma:

$$H_b = A \cdot Q^2 + B \cdot Q + C$$

Dónde:

H_b : Altura de presión de la bomba

A : Constante 1 (valor negativo)

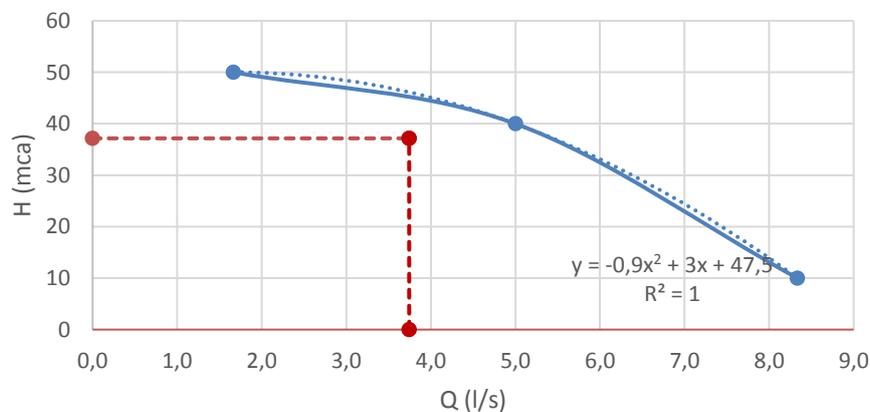
B y C : Constantes 2 y 3 (valores positivos)

Q : Caudal entregado por la bomba

Se toman 3 puntos de la gráfica para determinar las constantes de la ecuación. De esta forma, la ecuación de la bomba seleccionada, para caudales dados en (l/s) y alturas dadas en (m), es:

$$H_b = -0.9Q^2 + 3Q + 47.5$$

Bomba QP50B



Gráfica 2. Determinación de la ecuación de la bomba QP50B

Con la ecuación de la bomba, se encuentran los puntos de funcionamiento reales de la instalación.

PUNTOS DE FUNCIONAMIENTO		
	Hb (m)	Q (l/s)
Min	22,161	7,228
Max	37,161	5,444

Tabla 20. Puntos de funcionamiento reales

2.2.7. Volumen del calderín

La *Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana NEC-11, capítulo 16*, en su apartado 16.5.4.2, establece que el volumen del tanque hidroneumático se deberá calcular con la siguiente ecuación:

$$W_{thn} = \frac{19 \cdot R_{aire} \cdot Q_b (P_{OFF} + 10.33)}{N_{bombas} \cdot N_{ciclos} (P_{OFF} - P_{ON})}$$

Donde:

W_{thn} : Volumen total del tanque hidroneumático [litros]

Q_b : Caudal de bombeo medio [l/min]

N_{bombas} : Número de bombas en funcionamiento (excepto la de reserva)

N_{ciclos} : Número de ciclos por hora

P_{ON} : Presión de encendido o arranque [m]

P_{OFF} : Presión de apagado o paro [m]

R_{aire} : Coeficiente que relaciona el tipo de renovación de aire

1.0, tanque hidroneumático de membrana con revisión periódica de aire

1.5, para renovación de aire con compresor automático

2.0, para renovación de aire mediante inyección manual

El número máximo de arranques y paros del grupo motor-bomba debe estar referido a lo estipulado en la siguiente tabla:

Potencia (HP)	Máximo número de Ciclos / hora	Tiempo mínimo (minutos)
Hasta 10.0	20	3
De 10.0 a 20.0	15	4
De 20.0 a 30.0	12	5
De 30.0 a 50.0	10	6
Desde 50.0	6	10

Tabla 21. Ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba

La potencia de la bomba seleccionada es 5 hp, de ahí que, el máximo número de ciclos por hora es 20.

Se tiene una sola bomba principal con un caudal promedio de 380.16 l/min.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

El tanque hidroneumático es de membrana, en donde se realizarán revisiones periódicas de aire. Así, el coeficiente de renovación de aire es 1.

Por tanto, reemplazando los datos en la ecuación anterior se tiene:

$$W_{thn} = \frac{19 \cdot 1 \cdot 380.16(37.161 + 10.33)}{1 \cdot 20(37.161 - 22.161)}$$

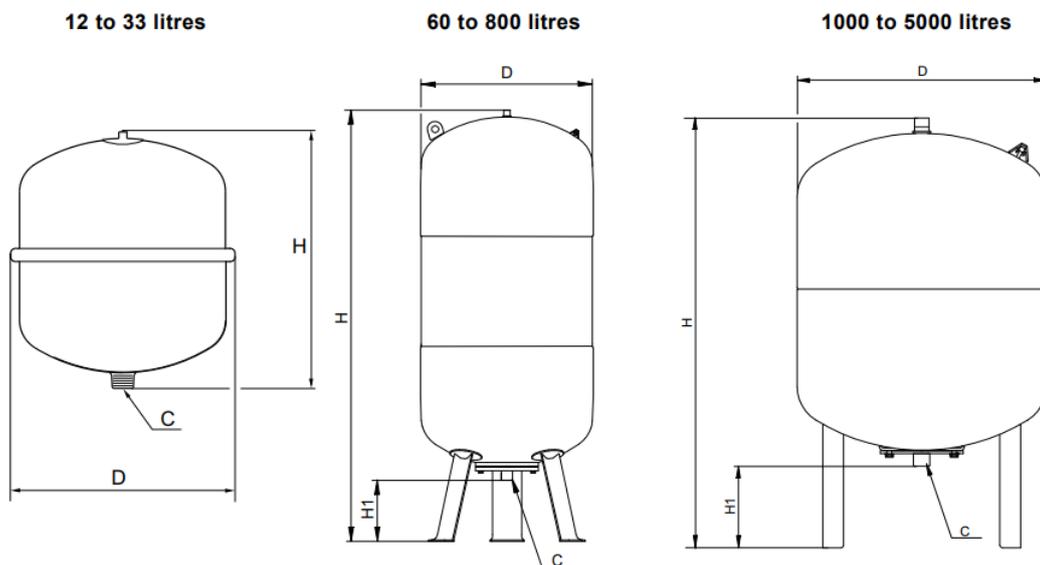
$$W_{thn} = 1143.43 \text{ litros}$$

A continuación, se presenta el catálogo del fabricante de tanques hidroneumáticos metálicos con vejiga GRUNDFOS.

GT-U, 10 bar

Vertical installation, maximum pressure 10 bar, pre-charge pressure 4 bar

Dimensions, weights and product numbers



Tank type	Size [l]	Dimensions [mm]				Gross weight [kg]		Replaceable bladder
		D	H	H1	C	Stainless-steel flange	Coated flange	
GT-U-12 PN 10 G 3/4 V	12	280	310	-	G 3/4	2.5	-	-
GT-U-25 PN 10 G 3/4 V	25	280	500	-	G 3/4	5.5	-	-
GT-U-33 PN 10 G 3/4 V	33	354	450	-	G 3/4	6.7	-	-
GT-U-60 PN 10 G 3/4 V	60	409	740	-	G 3/4	14.3	-	-
GT-U-80 PN 10 G 1 V	80	480	730	150	G 1	26	17	•
GT-U-100 PN 10 G 1 V	100	480	840	150	G 1	30	22	•
GT-U-200 PN 10 G 1 1/4 V	200	634	980	145	G 1 1/4	50	50	•
GT-U-300 PN 10 G 1 1/4 V	300	634	1267	145	G 1 1/4	50	55	•
GT-U-400 PN 10 G 1 1/4 V	400	740	1245	135	G 1 1/4	76	76	•
GT-U-500 PN 10 G 1 1/4 V	500	740	1485	135	G 1 1/4	85	78	•
GT-U-600 PN 10 G 1 1/2 V	600	740	1859	265	G 1 1/2	161	161	•

Tabla 22. Catálogo tanques hidroneumáticos metálicos GRUNDFOS

Se seleccionan dos tanques hidroneumáticos con las siguientes características:

Fabricante:	GRUNDFOS
Modelo:	GT-U-600 PN 10 G 1 1/2 V
Presión máx.:	10 bares (102 mca)
Volumen:	600 litros

2.2.8. Volumen del depósito de almacenamiento

El volumen del depósito de almacenamiento se estima en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente fórmula:

$$V = Q \cdot t \cdot 60$$

Donde:

V : Volumen del depósito [litros]

Q : Caudal máximo simultáneo [l/s]

t : Tiempo estimado de utilización [min]

El tiempo previsto de utilización, de manera general oscila entre 15 y 20 minutos. Sin embargo, para este caso se considera un tiempo de 60 minutos. Según *NEC-11*, por cuestiones de potabilidad, el agua no puede permanecer almacenada por más de 24 horas.

$$V = 3.74 \cdot 60 \cdot 60$$

$$V = 13.48 \text{ m}^3$$

Una cisterna de dimensiones 4 m x 1.5 m x 3.5 m cumple con el requerimiento de volumen.

2.3. Cuadro resumen de dimensionamiento de la instalación

En los apartados anteriores se detallaron todos los tramos de las redes de consumo de agua fría y agua caliente sanitaria ACS, su material y sus dimensiones.

2.4. Potencia eléctrica instalada

La potencia cedida al fluido, potencia de la bomba y potencia eléctrica consumida se determinan con las siguientes fórmulas:

$$P_{\text{fluido}} = \gamma \cdot Q_b \cdot H_b$$

$$P_{\text{bomba}} = \frac{\gamma \cdot Q_b \cdot H_b}{\eta_b}$$

$$P_{\text{eléctrica}} = \frac{\gamma \cdot Q_b \cdot H_b}{\eta_b \cdot \eta_{me}}$$

Dónde:

P : Potencia [W]

γ : Peso específico del agua [N/m³]

Q_b : Caudal de la bomba [m³/s]

H_b : Altura de la bomba [m]

η_b : Rendimiento de la bomba

η_{me} : Rendimiento del motor eléctrico

Considerando los puntos de funcionamiento reales de la instalación, el rendimiento de la bomba de 60% y el rendimiento del motor eléctrico de 90% se tiene:

POTENCIAS		
	MIN	MAX
P Fluido (kW)	1,571	1,984
P Bomba (kW)	2,619	3,307
P Eléctrica (kW)	2,910	3,675

Tabla 23. Resumen de potencias

2.5. Desagües

Toda la instalación de saneamiento para aguas pluviales y residuales se detalla en el ANEXO C: *Proyecto de instalación de saneamiento*.

2.6. Agua caliente

2.6.1. Procedimiento de cálculo

El procedimiento de cálculo a seguir se detalla a continuación:

- Seleccionar el esquema de distribución
- Calcular la demanda energética
- Calcular la contribución solar mínima
- Determinar la inclinación y separación de los captadores solares
- Calcular la superficie de captación
- Dimensionar el intercambiador
- Dimensionar las conducciones del circuito primario y secundario
- Dimensionar los vasos de expansión
- Dimensionar y seleccionar la caldera de apoyo

2.6.2. Esquema de la instalación

Es necesario tener en cuenta que puede haber varias alternativas hidráulicas para una misma instalación. En el presente proyecto se adopta como solución para la producción de agua caliente sanitaria ACS una instalación centralizada de mediana potencia con circuito de recirculación.

El circuito primario estará compuesto principalmente por:

- Captadores solares
- Bomba del primario
- Vaso de expansión

- Intercambiador de placas

El circuito secundario dispondrá de:

- Tanque de inercia
- Bomba del secundario
- Tanque acumulador
- Caldera
- Bomba caldera
- Vaso de expansión
- Bomba de recirculación

Debido a la corta longitud del circuito primario el volumen del fluido caloportador será pequeño. Esto es beneficioso para ambientes en donde la temperatura exterior baja de los 0°C y existe la posibilidad de que el fluido se congele, siendo obligatorio el uso de aditivos anticongelantes como el propilenglicol. Para el presente proyecto no se considera el uso de fluido anticongelante, ya que en la estación meteorológica más cercana (Izobamba), la temperatura media de mínima absoluta anual registrada (año 2015 - INAMHI) es de 3°C.

Por los depósitos de inercia y acumulador circulará agua de consumo, por lo que deberán estar protegidos contra la corrosión mediante tratamiento superficial (galvanizado) o deberán estar fabricados con un material resistente a la oxidación (acero inoxidable). Otro tema a considerar es la compatibilidad de materiales, por lo que se debe evitar a toda costa la formación de celdas galvánicas que corroan los elementos de la instalación.

El funcionamiento del sistema solar térmico se basa en la diferencia de temperaturas que se genera entre el captador y el tanque de inercia. Si la temperatura en el tanque baja 7°C con respecto al captador, se pondrán en marcha las bombas del primario y secundario a la par hasta que la diferencia se reduzca a unos 2-3°C.

De igual manera, en el tanque acumulador se garantiza que el agua se encuentra a la temperatura de servicio. Si baja su temperatura (principalmente al producirse consumo) entra en funcionamiento el subsistema de apoyo (caldera).

Se presenta a continuación el esquema hidráulico de la solución adoptada.

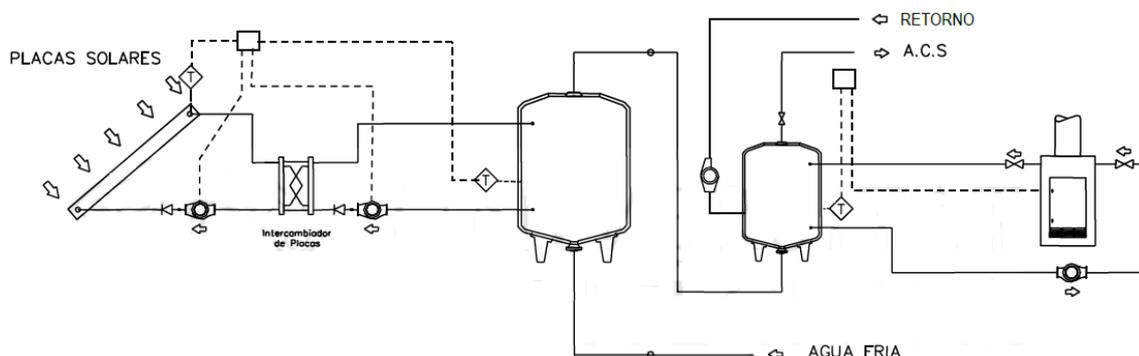


Figura 1. Esquema hidráulico de instalación centralizada con retorno

2.6.3. Demanda energética

La ocupación total del edificio industrial, incluidas las oficinas, es de 100 personas (20 en la parte administrativa y 80 en la parte de producción). En base a esta cantidad de personas y al consumo de agua caliente sanitaria ACS que realicen, se determinará la demanda energética de la instalación.

En Ecuador no existen estudios acerca del consumo medio de agua caliente de una persona, por lo que en el *apartado 14.C1.1.2* de la *NEC-11, capítulo 14*, se citan algunas fuentes que pueden ser tomadas como referencia, entre ellas está el Código Técnico de la Edificación CTE.

Del Documento Básico *CTE DB HE 4, Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, apartado 4.1, septiembre 2013*, se toman los valores de demanda de ACS.

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Tabla 24. Demanda de referencia de ACS a 60°C

Por tanto, para el caso de fábricas y talleres se tiene que la demanda de agua caliente sanitaria es de 21 litros/día/persona. Se observa que para oficinas la demanda es mucho menor, lo cual es lógico. Sin embargo, para calcular la demanda energética se considerará el caso más desfavorable, es decir, se asume que las 100 personas pertenecen al área de producción.

El trabajo se realizará en una sola jornada durante todo el año. Se toman los valores de la temperatura del agua de red para la ciudad de Quito.

La demanda energética se calcula mes a mes, según la tabla de necesidades de ACS.

$$L_{TOT} = C \cdot N_H \cdot N_M \cdot \rho_{H2O} \cdot C_{p_{H2O}} \cdot (T_{ACS} - T_{RED})$$

Dónde:

L_{TOT} : Demanda energética mensual [MJ]

C : Consumo específico de agua caliente a 60°C por persona por día [litros/persona/día]

N_H : Número de usuarios

N_M : Días del mes

ρ_{H_2O} : Densidad del agua [kg/m³]

$C_{p_{H_2O}}$: Capacidad calorífica del agua [4.18 kJ/kgK]

T_{ACS} : Temperatura del agua caliente [60°C]

T_{RED} : Temperatura del agua de la red

Aplicando la fórmula anterior, se tiene:

Mes	C	N _H	N _M	T _{RED}	L _{TOT}
Enero	21	100	31	11,6	13170,51
Febrero	21	100	28	11,9	11822,21
Marzo	21	100	31	11,8	13116,09
Abril	21	100	30	11,8	12692,99
Mayo	21	100	31	11,9	13088,88
Junio	21	100	30	12,1	12613,99
Julio	21	100	31	11,8	13116,09
Agosto	21	100	31	12,2	13007,24
Septiembre	21	100	30	11,8	12692,99
Octubre	21	100	31	11,6	13170,51
Noviembre	21	100	30	11,5	12771,99
Diciembre	21	100	31	11,5	13197,72
					154461,20

Tabla 25. Demanda energética mensual en [MJ]

2.6.4. Zona Climática

El Ecuador está ubicado entre las latitudes 1°30'N (Carchi) y 5°0'S (Zamora) y entre las longitudes 72°0'W (Salinas) y 75°10'W (Orellana) es decir, al oeste del meridiano de Greenwich. El Archipiélago de Galápagos se encuentra entre las latitudes 1°40'N y 1°30'S y entre las longitudes 89°10'W y 92°0'W. Al estar atravesado por la Línea Equinoccial, el Ecuador tiene poca variabilidad en la posición del sol durante todo el año, lo cual favorece la aplicación de la energía solar para producir electricidad y calor, ya que en promedio hay 12 horas de sol durante el día.

La variación en el zenit (cuando el sol está perpendicular a la tierra, a las 12:00) es de +/-23.5°, es decir, que el sol se desplaza 47° en el año entre el solsticio de verano (21 de junio) y el solsticio de invierno (21 de diciembre).

El recurso solar al ser un valor de energía se mide en Joules [J], es decir [W/s]. Un kWh equivale a 3.6 MJ.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Según datos del CONELEC, han sido definidas cinco zonas en el Ecuador (I a V), según la irradiación solar expresada en Wh/m²/día. Los rangos de cada zona se presentan en la siguiente tabla:

Zonas	Rango de radiación solar [Wh/m ² /día]
I	3500-4050
II	4050-4350
III	4350-4800
IV	4800-5250
V	5250-5700

Tabla 26. Zonas de irradiación solar del Ecuador según el CONELEC

De acuerdo a la *Tabla 14.2.5* de la *NEC-11, capítulo 14*, los valores de radiación solar global para las provincias del país y sus ciudades más importantes son:

PROVINCIA	CIUDAD	Wh/m ² /día	ZONA
Carchi	Tulcán	4200	II
Esmeraldas	Esmeraldas	4350	II
Imbabura	Ibarra	5250	IV
Manabí	Portoviejo	4650	III
Pichincha	Quito	5075	IV
Tsáchilas	Santo Domingo	4650	III
Cotopaxi	Latacunga	4800	IV
Napo	Tena	4350	II
Santa Elena	Salinas	4350	II
Guayas	Guayaquil	4513	III
Los Ríos	Babahoyo	4650	III
Bolívar	Guaranda	4800	IV
Tungurahua	Ambato	4650	III
Chimborazo	Riobamba	4200	II
Pastaza	Puyo	4200	II
Cañar	Azogues	4500	III
Morona Santiago	Macas	4050	II
Azuay	Cuenca	4350	II
El Oro	Machala	4200	II
Loja	Loja	4350	II
Zamora Chinchipe	Zamora	4350	II
Galápagos	Puerto Ayora	5835	V

Tabla 27. Radiación solar global de las provincias y ciudades más importantes de Ecuador

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Según la *Tabla 14.2.6* de la *NEC-11, capítulo 14*, para Quito y Guayaquil, los valores promedio mensuales de radiación solar global son:

MES	Wh/m ² / día promedio	
	Quito	Guayaquil
Enero	4950	3900
Febrero	4950	4200
Marzo	4950	4650
Abril	4800	4350
Mayo	4650	4500
Junio	4800	4200
Julio	5250	4350
Agosto	5400	4650
Septiembre	5550	5100
Octubre	5250	4500
Noviembre	5250	4950
Diciembre	5100	4800
Promedio	5075	4513

Tabla 28. Valores promedio mensuales de radiación solar global para Quito y Guayaquil

Además, en la *Tabla 14.C1.2* de la *NEC-11, capítulo 14*, se dispone de los datos meteorológicos de la ciudad de Quito.

MES	H (MJ/m ² /día)	T ambiente (°C)	T red (°C)	V viento media a 10 m (m/s)
ENERO	17.82	13,6	11,6	2
FEBRERO	17.82	13,9	11,9	1,9
MARZO	17.82	13,8	11,8	1,7
ABRIL	17.28	13,8	11,8	1,7
MAYO	16.74	13,9	11,9	1,8
JUNIO	17.28	14,1	12,1	2,3
JULIO	18.90	13,8	11,8	2,7
AGOSTO	19.44	14,2	12,2	2,9
SEPTIEMBRE	19.98	13,8	11,8	2,3
OCTUBRE	18.90	13,6	11,6	2
NOVIEMBRE	18.90	13,5	11,5	1,9
DICIEMBRE	18.36	13,5	11,5	2

Tabla 29. Datos meteorológicos de la ciudad de Quito

Con todo lo expuesto anteriormente, la ciudad de Quito pertenece a la zona IV, con una radiación solar aproximada de 5075 [Wh/m²/día]

2.6.5. Contribución solar mínima

De acuerdo al apartado 13.5.1.2 de la NEC-11, capítulo 13, Eficiencia Energética, la contribución mínima anual de energía renovable dependerá del uso final de la energía según la tabla que se presenta a continuación:

Uso final de la energía	Porcentaje de aporte con energía renovable
Calefacción	25%
ACS	75%
Piscinas cubiertas	60%
Piscina descubierta	90%

Tabla 30. Porcentaje de aporte de energía de acuerdo al uso

Por tanto, para ACS el aporte mínimo será del 75%.

2.6.6. Campo de captadores y sombras

El apartado 14.1.10 de la NEC-11, capítulo 14, establece que hay que tener en cuenta el ángulo de inclinación del colector y su orientación para aprovechar la mayor cantidad de energía solar durante el año y por labores de limpieza, en el Ecuador, el ángulo puede ser hasta de 15°, orientado hacia la Línea Equinoccial.

Los captadores se instalarán sobre la cubierta de la nave que contiene el puente grúa. Su pendiente es del 15%, por ende, el ángulo de inclinación será de 8.53°. Para realizar los cálculos posteriores se adoptan los valores correspondientes a una inclinación de 10°. La orientación de los captadores será hacia el sur. No existen edificaciones aledañas por lo que se descarta totalmente la presencia de sombras.

A continuación, se presenta un esquema típico de la disposición de los captadores.

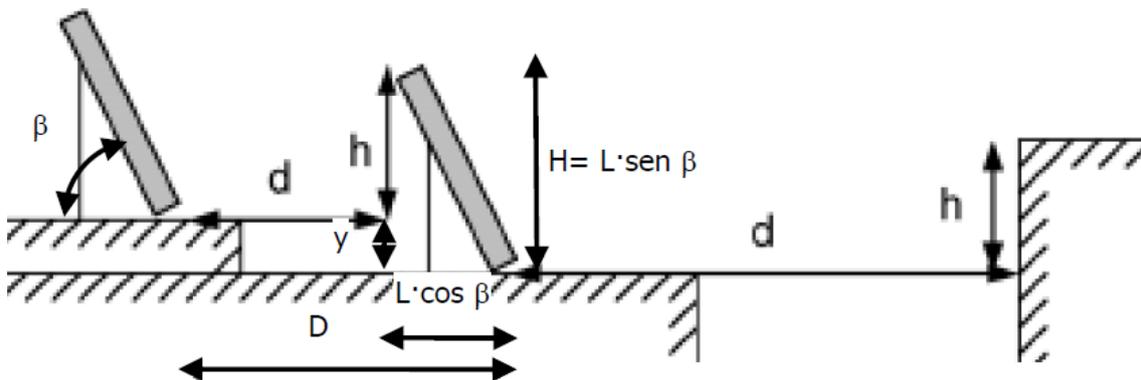


Figura 2. Inclinación y separación entre captadores

La separación mínima que debe existir entre los colectores se determina considerando que no existan obstáculos que proyecten sombra y viene dada con la fórmula:

$$d > \frac{h}{\tan(67^\circ - \text{latitud})}$$

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Para el caso del presente proyecto, como la cubierta tiene su propia pendiente y conociendo que los colectores van pegados a la cubierta, el valor de h es nulo, dando $d > 0$. Por cuestiones de facilidad de montaje y mantenimiento, se establece una separación de 0.50 m.

Los colectores se conectarán de preferencia en paralelo. Por motivos de mantenimiento, en filas de más de tres colectores se instalarán válvulas de cierre a la entrada y salida. No se recomienda la instalación de más de seis colectores en una misma fila.

Las coordenadas geográficas de la ciudad de Quito, en grados y minutos son:

Latitud: 0°13'S

Longitud: 78°31'W

Por tanto, se considera para los cálculos toda la información relevante a la latitud 0°.

En la realidad, por cuestiones de limpieza, mantenimiento o por localización geográfica, los captadores solares no van a instalarse horizontalmente por lo que es necesario calcular la radiación solar sobre su superficie inclinada.

La *NEC-11, capítulo 14*, en su *apartado 14.B1.1*, recomienda determinar la radiación media mensual diaria sobre la superficie del captador inclinado utilizando la siguiente ecuación:

$$\bar{H}_T = k \cdot \bar{H}$$

Dónde:

\bar{H}_T : Media mensual diaria de radiación incidente sobre superficie inclinada [MJ/m²]

\bar{H} : Media mensual diaria de radiación incidente sobre superficie horizontal [MJ/m²]

k : Coeficiente de corrección de la media mensual diaria de radiación para una superficie inclinada respecto a la superficie horizontal

Los valores de k se encuentran tabulados según la latitud, los meses del año y la inclinación de la superficie del captador. Los valores correspondientes al lugar de emplazamiento (latitud 0°), se detallan a continuación:

Latitud: 0°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.02	1.01	1	0.98	0.97	0.96	0.97	0.98	1	1.01	1.02	1.02
10	1.03	1.01	0.99	0.96	0.93	0.92	0.93	0.95	0.99	1.02	1.04	1.04
15	1.04	1.01	0.97	0.92	0.88	0.87	0.88	0.92	0.97	1.02	1.05	1.05
20	1.04	1	0.95	0.88	0.83	0.81	0.83	0.88	0.95	1.01	1.05	1.06
25	1.03	0.99	0.92	0.84	0.77	0.75	0.77	0.83	0.92	0.99	1.04	1.06
30	1.02	0.97	0.88	0.79	0.71	0.68	0.7	0.78	0.88	0.97	1.03	1.05
35	1	0.94	0.84	0.74	0.64	0.61	0.64	0.72	0.84	0.94	1.02	1.03
40	0.98	0.9	0.8	0.68	0.57	0.53	0.56	0.66	0.79	0.91	0.99	1.01
45	0.95	0.87	0.75	0.61	0.5	0.45	0.49	0.59	0.73	0.87	0.96	0.98

Tabla 31. Valor k según latitud y meses del año

2.6.7. Cálculo de superficie de captación y volumen de acumulación

Para determinar la superficie de captación solar, la *NEC-11, capítulo 14* recomienda el uso del método de las curvas *f* (F-Chart). Este algoritmo permite calcular la cobertura solar de un sistema en relación de la energía necesaria para cubrir las cargas térmicas. El método es bastante preciso para periodos largos de tiempo (cálculos anuales) pero su precisión decrece para estimaciones cortas, por lo que no se recomienda su uso para cálculos diarios o semanales.

F-Chart comprueba la contribución solar térmica de una superficie de captación dada, por ende, se convierte en un método de prueba y error.

La contribución solar de un sistema, que debe ser mayor que la requerida por la normativa, responde a la ecuación:

$$f = 1.029D_1 - 0.065D_2 - 0.245D_1^2 + 0.0018D_2^2 + 0.0215D_1^3$$

D_1 es un parámetro que expresa la relación de la energía absorbida por la placa del captador plano y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes.

$$D_1 = \frac{\text{Energía absorbida por el captador}}{\text{Carga calorífica mensual}}$$

La energía absorbida por el captador E_a se expresa como:

$$E_a = S_c \cdot F_r'(\tau\alpha)R_1 \cdot N$$

Donde:

S_c : Superficie del captador [m²]

R_1 : Radiación diaria media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área [kJ/m²]

N : Número de días del mes

$F_r'(\tau\alpha)$: Factor adimensional, que viene dado por la siguiente ecuación:

$$F_r'(\tau\alpha) = F_r'(\tau\alpha)_n \left[\frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \right] \left[\frac{F_r'}{F_r} \right]$$

$F_r'(\tau\alpha)_n$: Factor de eficiencia óptica del captador, ordenada en el origen de la curva característica del captador

$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$: Modificador del ángulo de incidencia. Por lo general se toma como valor constante 0.96 para superficies transparentes sencillas o 0.94 para superficies transparentes dobles

F_r'/F_r : Factor de corrección del conjunto captador intercambiador. Por lo general asume un valor de 0.95

D_2 es el parámetro que expresa la relación entre las pérdidas de energía en el captador para una determinada temperatura y la carga calorífica de calentamiento durante un mes.

$$D_2 = \frac{\text{Energía perdida por el captador}}{\text{Carga calorífica mensual}}$$

La energía perdida por el captador E_p se expresa como:

$$E_p = S_c \cdot F_r' U_L \cdot (100 - t_a) \Delta t \cdot K_1 \cdot K_2$$

$$F_r' U_L = F_r U_L \left[\frac{F_r'}{F_r} \right]$$

Donde:

$F_r U_L$: Pendiente de la curva característica del captador (Coeficiente global de pérdidas del captador)

t_a : Temperatura media mensual del ambiente

Δt : Periodo de tiempo [h]

K_1 : Factor de corrección por almacenamiento

$$K_1 = \left[\frac{kg \text{ acumulación}}{75 S_c} \right]^{-0.25}$$

$$37.5 < \frac{kg \text{ acumulación}}{m^2 \text{ captador}} < 300$$

K_2 : Factor de corrección para ACS que relaciona la temperatura mínima de ACS, la temperatura del agua de red y la temperatura media mensual ambiente

$$K_2 = \frac{11.6 + 1.18 t_{ac} + 3.86 t_r - 2.32 t_a}{100 - t_a}$$

t_{ac} : Temperatura mínima de ACS

t_r : Temperatura del agua de red

Ahora que ya se conocen los parámetros D_1 y D_2 , al aplicar la expresión inicial, se determina la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar.

La energía útil captada cada mes "i" es:

$$Q_{u,i} = f_i \cdot Q_{a,i}$$

Donde:

$Q_{u,i}$: Energía útil captada del mes "i"

f_i : Cobertura solar del sistema del mes "i"

$Q_{a,i}$: Carga calorífica mensual de ACS del mes "i"

Por último, la cobertura solar anual del sistema es la relación entre la suma de las coberturas mensuales y la suma de las necesidades mensuales de calor.

$$f = \frac{\sum_1^{12} Q_{u,i}}{\sum_1^{12} Q_{a,i}}$$

En la hoja electrónica de cálculo, diseñada para determinar la superficie de captación mediante el método de las curvas F-Chart, se ingresan los siguientes datos:

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Ciudad	Quito
Latitud de cálculo	0°
T_{ACS}	60°C
Acimut captadores	0°
Inclinación captadores	10°
Consumo diario a 60°C	2100 l/día

Tabla 32. Emplazamiento y posicionamiento

Longitud captadores	2,13 m
Altura de los captadores	0,37 m
Ancho en planta de una fila de captadores	1,97 m
Distancia mínima entre captadores	0,50 m
Ancho mínimo ocupado por fila de captadores	2,47 m
Área de 1 captador	2,00 m ²
Área predimensionada	30,00 m ²
Número de captadores predimensionados	15
Área redondeada	30 m ²

Tabla 33. Campo de captadores

F_R(Tα)_n	0,801
[(Tα)/(Tα)_n]	0,96
F'_R/F_R	0,95
F'_R(Tα)	0,730512
F_RU_L	3,93 W/m ² K
F'_R/F_R	0,95
F'_RU_L	0,0037 kW/m ² K

Tabla 34. Especificaciones técnicas de los captadores

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Mes	Días	T _{amb} °C	H _{día} MJ/m ² d	T _{red} °C	k _{inc}	k _{or}	k _{somb}	k _{Tot}	T _{acs} -T _r °C	Q _{mes} litros	DE _{mes} kWh
Enero	31	13,6	17,82	11,6	1,03	1,00	1,00	1,03	48,4	65100	3655,0
Febrero	28	13,9	17,82	11,9	1,01	1,00	1,00	1,01	48,1	58800	3280,8
Marzo	31	13,8	17,82	11,8	0,99	1,00	1,00	0,99	48,2	65100	3639,9
Abril	30	13,8	17,28	11,8	0,96	1,00	1,00	0,96	48,2	63000	3522,5
Mayo	31	13,9	16,74	11,9	0,93	1,00	1,00	0,93	48,1	65100	3632,3
Junio	30	14,1	17,28	12,1	0,92	1,00	1,00	0,92	47,9	63000	3500,5
Julio	31	13,8	18,90	11,8	0,93	1,00	1,00	0,93	48,2	65100	3639,9
Agosto	31	14,2	19,44	12,2	0,95	1,00	1,00	0,95	47,8	65100	3609,7
Septiembre	30	13,8	19,98	11,8	0,99	1,00	1,00	0,99	48,2	63000	3522,5
Octubre	31	13,6	18,90	11,6	1,02	1,00	1,00	1,02	48,4	65100	3655,0
Noviembre	30	13,5	18,90	11,5	1,04	1,00	1,00	1,04	48,5	63000	3544,4
Diciembre	31	13,5	18,36	11,5	1,04	1,00	1,00	1,04	48,5	65100	3662,5
Total anual	365									766500	42864,8
Med. anual	30,4	13,8	18,27	11,8	0,98	1,00	1,00	0,98	48,2	63875	3572,1

Mes	El _{mes} kWh/m ²	EA _{mes} kWh	D ₁	K ₁	K ₂	EP _{mes} kWh	D ₂	f _{mes}	EU _{mes} KWh	f _{anual}
Enero	158,1	4618	1,264	1,000	1,107	10625	2,907	0,779	2846,1	
Febrero	140,0	4090	1,247	1,000	1,116	9643	2,939	0,768	2520,5	
Marzo	151,9	4439	1,220	1,000	1,113	10659	2,928	0,755	2746,7	
Abril	138,2	4039	1,147	1,000	1,113	10315	2,928	0,715	2519,8	
Mayo	134,1	3917	1,078	1,000	1,116	10676	2,939	0,676	2456,4	
Junio	132,5	3871	1,106	1,000	1,122	10365	2,961	0,691	2417,9	
Julio	151,4	4423	1,215	1,000	1,113	10659	2,928	0,752	2738,1	
Agosto	159,0	4647	1,287	1,000	1,125	10727	2,972	0,787	2841,7	
Septiembre	164,8	4817	1,367	1,000	1,113	10315	2,928	0,829	2920,2	
Octubre	166,0	4851	1,327	1,000	1,107	10625	2,907	0,811	2962,9	
Noviembre	163,8	4786	1,350	1,000	1,104	10265	2,896	0,823	2915,5	
Diciembre	164,4	4805	1,312	1,000	1,104	10608	2,896	0,804	2943,3	
Total anual	1824,2	53304				125481			32829,0	
Med. anual	152,0	4442	1,243	1,000	1,113	10457	2,928	0,766	2735,8	0,766

Tabla 35. Cobertura solar anual del sistema

Datos del sistema de captación	
Número de captadores proyectados	20
Área de captadores proyectada	40,00 m ²

Tabla 36. Superficie de captación

Datos del sistema de acumulación	
Volumen predimensionado	3000
Volumen proyectado	3000 litros
V/Sc	75,00

Tabla 37. Volumen de acumulación

Como se puede apreciar, con la información ingresada, la contribución solar anual para la instalación de ACS alcanza el 76.6%, valor superior al mínimo establecido por la normativa ecuatoriana vigente (contribución solar mínima del 75% para ACS).

Para conseguir este porcentaje de contribución, en el cálculo han sido considerados 20 captadores solares planos de la marca TERMICOL, modelo T20US, que cubren un área de 40 m². La disposición a adoptar será de 4 grupos de 5 captadores en paralelo. También ha sido considerado un volumen de acumulación de 3000 litros.

Puesto que, el agua caliente sanitaria será de consumo humano, los tanques acumuladores deben garantizar un grado alimentario bien sea mediante un recubrimiento superficial interior o mediante un material que asegure esta condición.

El apartado 14.1.11.2 de la NEC-11, capítulo 14, establece que el volumen del tanque acumulador debe cumplir con la siguiente condición:

$$50 \leq \frac{V}{A_c} \leq 180$$

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Dónde:

V: Volumen del acumulador [litros]

A_c: Área de captación [m²]

Por tanto:

$$\frac{V}{A_c} = \frac{3000}{40} = 75$$

Cumpliendo así con los requerimientos de la normativa ecuatoriana y alcanzando el valor de relación óptimo ($V/A_c = 75$).

Debido a la solución hidráulica adoptada, son necesarios dos tanques hidroneumáticos. Uno de ellos servirá como tanque de inercia en donde se acumulará el agua caliente proveniente del intercambiador del circuito primario. El segundo, que se conectará en serie con el primer tanque, acumulará el agua caliente proveniente del tanque de inercia y de la caldera. Se determina que el segundo tanque tenga un volumen igual al primero. Por tanto, son necesarios dos tanques con una capacidad de 3000 litros cada uno.

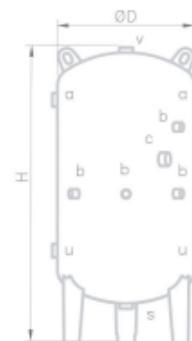
Para conocer los datos técnicos de los tanques hidroneumáticos requeridos, se utiliza el catálogo de productos del fabricante IBAIONDO, el cual se presenta a continuación:

DG (galvanizados)

Acumuladores hidroneumáticos sin membrana

Grupos de presión

- Depósitos sin membrana fabricados en acero galvanizado en caliente (interior y exterior)
- Se instalan en combinación a un equipo inyector
- Presión máxima de servicio: 8 bar
- Temperatura: -10° C +60° C
- Certificado CE, conforme a la Directiva 97/23/CE



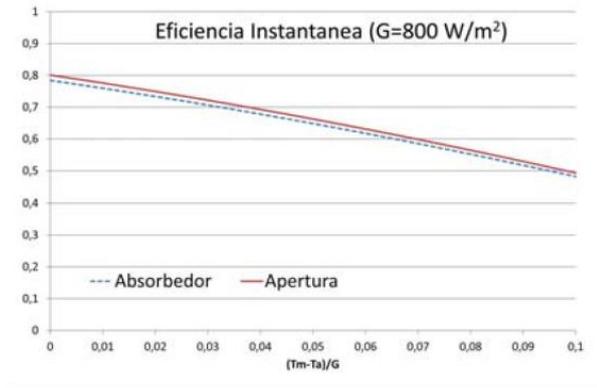
Peso (Kg)	Código	Modelo Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión de agua			
				Ø D (mm)	H (mm)	a - u	v - s	b	c
250	10125101	1250 DG	8	900	2300	2"	1 1/2"	1/2"	1 1/2"
264	10150101	1500 DG	8	950	2465	2"	1 1/2"	1/2"	1 1/2"
368	10200101	2000 DG	8	1100	2490	2"	1 1/2"	1/2"	1 1/2"
413	10250101	2500 DG	8	1100	3045	2 1/2"	1 1/2"	1/2"	1 1/2"
550	10300101	3000 DG	8	1200	3200	2 1/2"	2"	1/2"	1 1/2"
690	10400101	4000 DG	8	1400	3140	4"	2"	1/2"	1 1/2"
898	10500101	5000 DG	8	1400	3790	4"	2"	1/2"	1 1/2"

Tabla 38. Catálogo acumuladores hidroneumáticos sin membrana

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Por otra parte, la información técnica de los captadores solares modelo T20US, se presenta en la siguiente tabla:

Cap. Solar Plano T20US



Datos energéticos

Norma de ensayo EN -12975

Referida al área de apertura y T _m	
Factor óptico (h ₀)	0,801
Factor lineal pérdidas (a ₀₁) W/m ² K	3,93
Factor cuadrático pérdidas (a ₀₂) W/m ² K ²	0,026
Referida al área del absorbedor y T _m	
Factor óptico (h ₀)	0,784
Factor lineal pérdidas (a ₀₁) W/m ² K	3,84
Factor cuadrático pérdidas (a ₀₂) W/m ² K ²	0,002

Dimensiones

Dimensiones externas	
Largo (mm)	2130
Ancho (mm)	970
Fondo (mm)	83
Área del bruta(m ²)	2,0
Área neta (m ²)	1,9
Parámetros varios	
Peso en vacío (kg)	37
Volumen interior (litros)	1,02

Tabla 39. Datos técnicos captador solar plano T20US

2.6.8. Dimensionado del intercambiador

La *NEC-11, capítulo 14*, en su *apartado 14.1.15.5*, establece que los materiales del intercambiador de calor deberán resistir la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán de acero inoxidable o cobre.

Para dimensionar un intercambiador de placas independiente, se utiliza la relación:

$$P \geq 500 \cdot S_{CAP}$$

Donde:

P : Potencia del intercambiador [W]

S_{CAP} : Superficie de captación [m²]

Por tanto, la potencia del intercambiador debe ser igual o superior a:

$$P \geq 500 \frac{W}{m^2} \cdot 40m^2$$

$$P \geq 20 \text{ kW}$$

El caudal que circula por el circuito primario está en función de la superficie de captación. Lo óptimo es considerar un caudal entre 20-50 l/h/m², siendo 50 l/h/m² el valor más utilizado.

$$Q_{CP} = 50 \cdot S_{CAP}$$

$$Q_{CP} = 50 \frac{l}{hm^2} \cdot 40m^2$$

$$Q_{CP} = 2000 \text{ l/h}$$

El caudal que circula por la bomba del circuito secundario debe ser igual al caudal del primario, con un margen de +/- 10%.

$$Q_{CS} = Q_{CP}$$

$$Q_{CS} = 2000 \text{ l/h}$$

Conociendo los caudales del primario y secundario y la potencia necesaria, se selecciona el intercambiador de placas del catálogo del fabricante ADISA. Se toma en cuenta que la producción de ACS para este circuito es mediante captadores solares.

La información técnica del intercambiador seleccionado se detalla a continuación:

Marca: ADISA

Modelo: IT042/23

Potencia: 30 kW

Caudal primario: 2.55 m³/h

Caudal secundario: 2.17 m³/h

Pérdida de carga primario: 0.85 mca

Pérdida de carga secundario: 0.52 mca

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

4. PRODUCCIÓN A.C.S. MEDIANTE CAPTADORES SOLARES

- **Uso:** agua caliente sanitaria.
- **Producción:** mediante captadores solares.
- **Fluido primario:** agua con propilenglicol al 45%.
- **Temperatura:**
 - Temperaturas circuito 1º: 60-48 °C.
 - Temperaturas circuito 2º: 38-50 °C.

MODELO	POTENCIA kW	CAUDAL 1º m³/h	CAUDAL 2º m³/h	PÉRDIDA CARGA 1º m.c.a.	PÉRDIDA CARGA 2º m.c.a.
IT042/11	10	0,85	0,72	0,49	0,30
IT042/17	20	1,70	1,45	0,73	0,45
IT042/23	30	2,55	2,17	0,85	0,52
IT042/29	40	3,41	2,90	0,93	0,57
IT042/37	50	4,26	3,62	0,88	0,54
IT042/43	60	5,11	4,35	0,93	0,57
IT126A/15	80	6,81	5,80	3,95	2,41
IT126A/17	100	8,52	7,25	4,64	2,84
IT126A/21	120	10,20	8,70	4,31	2,64
IT126A/23	140	11,90	10,10	4,80	2,94
IT126A/27	160	13,60	11,60	4,51	2,76
IT126A/29	180	15,30	13,00	4,89	2,99
IT126A/33	200	17,00	14,50	4,64	2,84
IT126A/41	250	21,30	18,10	4,64	2,84
IT126A/49	300	25,60	21,70	4,64	2,84
IT126A/55	350	29,80	25,40	4,96	3,04
IT126A/63	400	34,10	29,00	4,92	3,01

Tabla 40. Catálogo de intercambiadores de placas para producción de ACS con captadores

2.6.9. Dimensionamiento de las tuberías del circuito primario

Las tuberías del circuito primario serán de cobre y se dimensionarán con una pérdida de carga unitaria de 100 mm/m, por lo que su diámetro se determina con la siguiente expresión:

$$D = 1000 \left[\frac{8 \cdot f \cdot Q^2}{1.296 \times 10^{10} \cdot j \cdot \pi^2 \cdot g} \right]^{0.2}$$

Donde:

D : Diámetro de la conducción [mm]

f : Factor de fricción [0.02]

Q : Caudal [l/h]

j : Pendiente de diseño [mm/m]

g : Gravedad [9.81 m/s²]

Por tanto, los resultados obtenidos para la red de tuberías del circuito primario son:

INICIO	FIN	Q (l/h)	D _{TEORICO} (mm)	D _{COMERCIAL} (mm)
BCP	A	2000	21,95	Cu 28
A	B	1500	19,57	Cu 22
B	C	1000	16,64	Cu 22
C	D	500	12,61	Cu 15
E	F	500	12,61	Cu 15
F	G	1000	16,64	Cu 22
G	H	1500	19,57	Cu 22
H	BCP	2000	21,95	Cu 28

Tabla 41. Dimensionamiento tuberías del circuito primario

Al tratarse de un circuito cerrado pequeño, se tiene la tubería principal de ida desde la bomba y la principal de retorno hacia la bomba, pasando primero por el intercambiador, las ramificaciones hacia los captadores no son de longitud considerable, no obstante, al disminuir el caudal que transportan, disminuyen su diámetro. Se han considerado cuatro grupos de captadores en cubierta, por lo que los caudales disminuyen en 500 [l/h] al pasar por cada grupo.

2.6.10. Dimensionado de las tuberías del circuito secundario

Se dimensionan de la misma manera que en el circuito primario. Considerando que el caudal del primario y secundario es 2000 l/h, en consecuencia, la tubería a instalar resulta del mismo diámetro comercial Cu 28.

Será de cobre el tramo desde y hacia el tanque de inercia, en el que se instalará la bomba del circuito secundario y que cruza a través del intercambiador de placas. El resto de tuberías son de polipropileno y se han calculado como circuito de consumo. Dichos resultados han sido presentados en el apartado 2.2.3. *Cálculo de diámetros de tuberías*, del presente proyecto.

2.6.11. Bomba circuito primario

En circuitos de agua caliente sanitaria, los materiales de las bombas deberán ser resistentes a la corrosión, compatibles con el fluido de trabajo y resistentes a la presión y temperatura máxima del circuito.

Para garantizar el funcionamiento continuo del grupo de bombeo, se considerarán dos bombas, una que actuará como principal y una, de las mismas características, que actuará de reserva.

Los parámetros de selección son caudal y altura. Sin embargo, al ser un circuito cerrado, estos equipos sólo deben vencer las pérdidas distribuidas y localizadas.

El intercambiador de placas, el vaso de expansión y las bombas del circuito primario, se instalarán en la terraza del bloque de oficinas, que se encuentra al nivel Nv. +6.950.

Las pérdidas que debe vencer la bomba son:

$$h_f = \sum h_{f,conducciones} + \sum h_{f,captadores} + h_{f,intercambiador}$$

En donde las pérdidas en conducciones se calculan con la misma expresión utilizada en fontanería (apartado 16.5.3.4 de la Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana NEC-11, capítulo 16).

INICIO	FIN	Q (l/h)	D _{COMERCIAL} (mm)	D _{INT} (mm)	v (m/s)	L _{REAL} (m)	L _{CAL} (m)	h _f (mca)
BCP	A	2000	Cu 28	26	1,05	10,49	13,11	0,76
A	B	1500	Cu 22	20	1,33	2,63	3,29	0,40
B	C	1000	Cu 22	20	0,88	2,63	3,29	0,20
C	D	500	Cu 15	13	1,05	2,63	3,29	0,45
E	F	500	Cu 15	13	1,05	2,63	3,29	0,45
F	G	1000	Cu 22	20	0,88	2,63	3,29	0,20
G	H	1500	Cu 22	20	1,33	2,63	3,29	0,40
H	BCP	2000	Cu 28	26	1,05	11,39	14,24	0,83
								3,69

Tabla 42. Pérdidas en conducciones del circuito primario

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Según datos del fabricante del captador, la pérdida de carga generada en cada colector alcanza los 6 mmca, por lo tanto, en veinte captadores se tiene una caída de presión de 0.12 mca.

La pérdida de carga en el intercambiador de placas seleccionado es de 0.85 mca, para el circuito primario.

Así, la pérdida de carga de todo el circuito es:

$$h_f = 3.69 + 0.12 + 0.85$$

$$h_f = 4.66 \text{ m}$$

Con el caudal (2000 l/h) y la altura (4.66 m), se selecciona la bomba:

Marca: WILO

Modelo: Stratos-Z 25/1-8

Wilo Stratos-Z



Wilo Stratos-Z

Bombas circuladoras simples de alta eficiencia con regulación electrónica, conexión roscada o embridada para A.C.S.

Claves del tipo

Ejemplo: **Wilo Stratos-Z 30/1-12**

Stratos

Serie

-Z

Para sistemas de recirculación de A.C.S.

30/

Diámetro de conexión (mm)

1-12

Rango de presión diferencial (m)

Grupo de producto - PG 2

Wilo Stratos-Z, 1~230 V, 50 Hz (ejecución simple)						
Referencia	Modelo	Material carcasa de la bomba	Longitud (mm)	PN	Rp/DN	Precio €
2090469	Stratos-Z 25/1-8	Bronce	180	10	1" / G 1½"	1.412,00
2090470	Stratos-Z 30/1-8	Bronce	180	10	1¼" / G 2"	1.490,00
2090471	Stratos-Z 30/1-12	Bronce	180	10	1¼" / G 2"	2.028,00
2090472	Stratos-Z 40/1-8	Bronce	220	6/10	40	2.525,00
2090473	Stratos-Z 40/1-12	Bronce	250	6/10	40	3.069,00
2090474	Stratos-Z 50/1-9	Bronce	280	6/10	50	3.548,00
2152257	Stratos-Z 65/1-12	Bronce	340	6/10	65	4.657,00

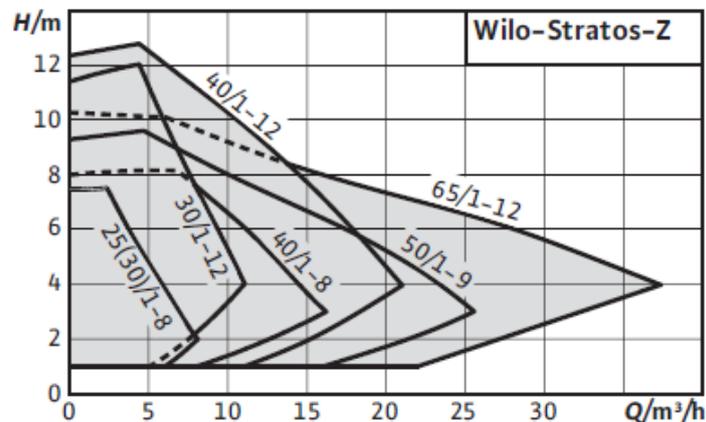


Tabla 43. Catálogo bomba circuito primario

2.6.12. Bomba circuito secundario

Para garantizar el funcionamiento continuo del grupo de bombeo, se considerarán dos bombas, una que actuará como principal y una, de las mismas características, que actuará de reserva.

Las pérdidas que debe vencer la bomba son:

$$h_f = \sum h_{f,conducciones} + h_{f,intercambiador}$$

El tramo a considerar inicia en la parte baja del tanque de inercia, atraviesa el equipo de presión, llega al intercambiador de placas (ubicado en el nivel Nv. +6.950 m) y retorna a la parte superior del tanque de inercia, que se encuentra en el cuarto de máquinas. Su longitud es de aproximadamente 20 m. Por consiguiente, se determina la pérdida de carga distribuida.

INICIO	FIN	Q (l/h)	D _{COMERCIAL} (mm)	D _{INT} (mm)	v (m/s)	L _{REAL} (m)	L _{CAL} (m)	h _f (mca)
X	Y	2000	Cu 28	26	1,05	20,00	25,00	1,45

Tabla 44. Pérdidas en conducciones del circuito secundario

La pérdida de carga en el intercambiador de placas seleccionado es de 0.52 mca, para el circuito secundario.

Así, la pérdida de carga de todo el circuito es:

$$h_f = 1.45 + 0.52$$

$$h_f = 1.97 \text{ m}$$

Con el caudal (2000 l/h) y la altura (1.97 m), se selecciona la bomba:

Marca: WILO

Modelo: Stratos PICO-Z 25/1-6

Wilo Stratos PICO-Z



Bomba circuladora simple con conexión roscada para A.C.S.

Claves del tipo

Ejemplo: **Wilo Stratos PICO-Z 20/1-4**

Stratos PICO Serie

-Z Para sistemas de recirculación de A.C.S.

20/ Diámetro de conexión (mm)

1-4 Rango de presión diferencial (m)

Grupo de producto - PG 1

Wilo Stratos PICO-Z, 1~230 V, 50 Hz					
Referencia	Modelo	Longitud (mm)	PN	Rp/DN	Precio €
4184690	Stratos PICO-Z 20/1-4	150	10	¾"/G1¼"	664,00
4184691	Stratos PICO-Z 20/1-6	150	10	¾"/G1¼"	764,00
4184692	Stratos PICO-Z 25/1-4	180	10	1"/G1½"	617,00
4184693	Stratos PICO-Z 25/1-6	180	10	1"/G1½"	710,00

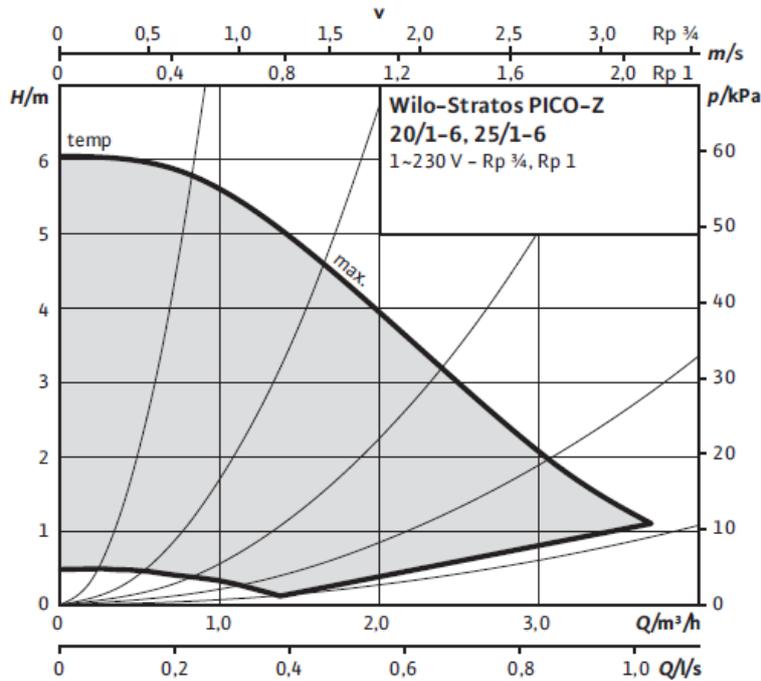


Tabla 45. Catálogo bomba circuito secundario

2.6.13. Vasos de expansión

Se construirán soldados o remachados en todas sus juntas y reforzados para evitar deformaciones, cuando su volumen lo exija. El material y tratamiento del vaso de expansión debe ser capaz de soportar la temperatura máxima de trabajo. Pueden ser con o sin membrana.

Para dimensionar el vaso de expansión del circuito primario se considera que el recipiente debe ser capaz de almacenar todo el fluido caloportador del interior de los captadores en situación de estancamiento más la expansión del volumen debido al aumento de temperatura. Se considera una expansión mínima del 10%.

La ecuación que determina el volumen del vaso de expansión con membrana del circuito primario es:

$$V_T = V_{EXP} \cdot \frac{P_{MAX}}{P_{MAX} - P_{MIN}}$$

Donde:

V_T : Volumen total del vaso de expansión [litros]

V_{EXP} : Volumen de expansión [litros]

$$V_{EXP} = V_{CAP} \cdot C_E$$

V_{CAP} : Volumen total captadores [litros]

C_E : Coeficiente de expansión. Se considera más un 10% para el caso del circuito primario

P_{MAX} : Presión máxima en el primario en condiciones de estancamiento [Bar absolutos]

P_{MIN} : Presión mínima en el primario para que no se produzca cavitación [Bar absolutos]

Por tanto, considerando que la presión máxima es de 3.5 bar relativos y la mínima es de 1 bar relativos, que son necesarios 20 captadores, que cada captador tiene un volumen interior de

1.02 litros y conociendo que en la ciudad de Quito existe una presión barométrica de 0.7 bar, se tiene un vaso de expansión para el circuito primario con un volumen de:

$$V_T = 20 \cdot 1.02 \cdot 1.1 \cdot \frac{3.5 + 0.7}{(3.5 + 0.7) - (1 + 0.7)}$$
$$V_T = 37.7 \text{ litros}$$

Para dimensionar el vaso de expansión del circuito secundario se considera únicamente la expansión que experimenta el fluido dentro del circuito. El volumen del secundario es el de las conducciones. El volumen del vaso se determina con la misma ecuación del circuito primario, pero considerando que:

$$V_{EXP} = V_{cond} \cdot C_E$$

Donde:

V_{cond} : Volumen de las conducciones [litros]

C_E : Coeficiente de expansión del agua que,

para temperaturas desde 30°C hasta 70°C (ambas incluidas):

$$C_E = (-1.75 + 0.064 \cdot T + 0.0036 \cdot T^2) \cdot 10^{-3}$$

para temperaturas desde 70°C hasta 140°C (ambas excluidas):

$$C_E = (-33.48 + 0.738 \cdot T) \cdot 10^{-3}$$

Se considera el coeficiente de expansión a 80°C ($C_E = 0.0267$).

Además, se tiene un volumen aproximado en las conducciones de 60 litros.

Con los valores anteriores, se calcula el volumen del vaso de expansión para el circuito secundario.

$$V_T = 60 \cdot 0.0267 \cdot \frac{3.5 + 0.7}{(3.5 + 0.7) - (1 + 0.7)}$$
$$V_T = 2.7 \text{ litros}$$

Los vasos de expansión con membrana seleccionados se detallan a continuación:

Circuito primario

Marca: IBAIONDO

Modelo: 50 SMR-P

Capacidad: 50 litros

Circuito secundario

Marca: IBAIONDO

Modelo: 3 CMR-T

Capacidad: 3 litros

Del mismo modo, se presentan los catálogos utilizados en la selección.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

VASOS DE EXPANSIÓN

SMF / SMR

Vasos de expansión de membrana

Sistemas cerrados de energía solar

- Membrana especial que soporta picos de temperatura de hasta 130° C durante una hora
- Para mayor seguridad se recomienda instalar un vaso intermedio disipador de temperatura (pag.33)
- Conexión de agua cincada (De 5 a 100 litros) y de latón (De 220 a 1000 litros)
- Temperatura: -10° C +100° C
- Aptos para uso de anticongelantes hasta el 50%
- Pintura epoxi blanca
- Precarga de aire: 2,5 bar
- Certificado CE, conforme a la Directiva 97/23/CE



Modelos con patas 10 bar (membrana recambiable)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
10	01035070	35 SMR-P	35	10	360	615	1"
12	01050070	50 SMR-P	50	10	360	750	1"
16	03080070	80 SMR-P	80	10	450	750	1"
18	03100070	100 SMR-P	100	10	450	850	1"

Tabla 46. Catálogo del vaso de expansión para el circuito primario

CMR

Vasos de expansión de membrana

Sistemas abiertos de agua caliente sanitaria

- Modelos hasta 24 litros: Membrana no recambiable, según EN 13831, apta para agua potable y manguito dieléctrico
- Modelos de 35 a 1000 litros: Membrana recambiable, según EN 13831, apta para agua potable y conexión de agua de acero inoxidable
- Temperatura: -10° C +100° C
- Pintura epoxi blanca
- Precarga de aire: 3 bar
- Certificado CE, conforme a la Directiva 97/23/CE



VASOS DE EXPANSIÓN

Modelos tubulares 8 bar (membrana no recambiable)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones			R Conexión agua
					A (mm)	L (mm)	H (mm)	
2	02002080	2 CMR-T	2	8	125	85	405	3/4"
2,8	02003080	3 CMR-T	3	8	125	85	515	3/4"
3,5	02004080	4 CMR-T	4	8	125	85	620	3/4"

Tabla 47. Catálogo del vaso de expansión para el circuito secundario

2.6.14. Caldera de apoyo

El apartado 14.1.12 de la NEC-11, capítulo 14, determina que la capacidad del sistema auxiliar debe dimensionarse para que cubra el 100% de la demanda térmica, como si no existiera el sistema solar térmico, puesto que la energía solar es disponible en forma aleatoria.

Dicho sistema funcionará solamente cuando sea necesario, dando prioridad a la generación de agua caliente mediante el sistema solar térmico. Se recomienda que, para instalaciones mayores a 720 litros, el sistema auxiliar sea basado en calentadores a gas, con una potencia que garantice la elevación de la temperatura total del volumen de agua, en un máximo de 4 horas.

Para determinar la potencia del equipo auxiliar, se utiliza la siguiente expresión:

$$W = \rho \cdot Q \cdot C_p(T_s - T_e)$$

Donde:

W : Potencia de la caldera [kW]

ρ : Densidad del agua [kg/m³]

Q : Caudal de ACS de diseño [m³/s]

C_p : Capacidad calorífica del agua [4.18 kJ/kgK]

T_s : Temperatura de entrada del agua fría [45°C]

T_e : Temperatura de entrada del agua fría [15°C]

El caudal de diseño de ACS con el que fueron dimensionadas las conducciones del circuito de consumo es de 1.06 l/s. Por tanto, la potencia requerida es:

$$W = 1000 \cdot 0.00106 \cdot 4.18(45 - 15)$$

$$W = 132.92 \text{ kW}$$

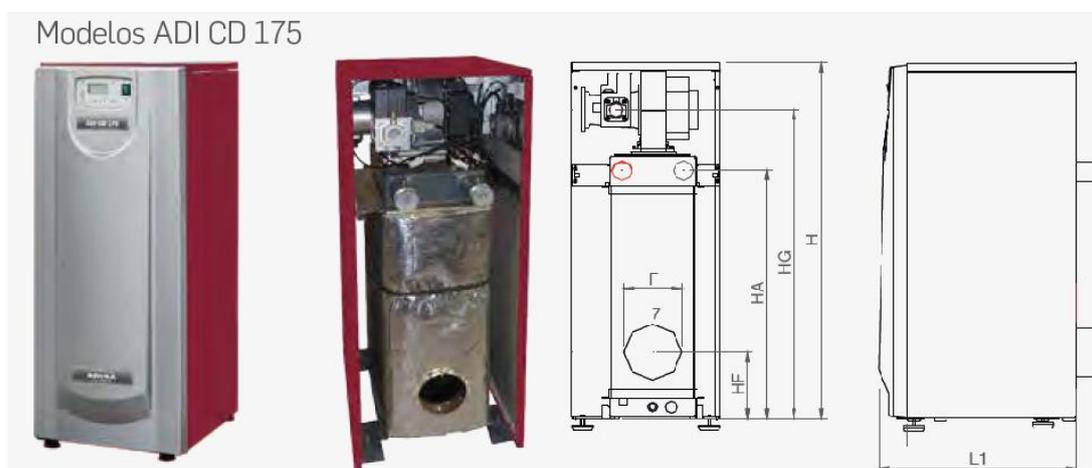
Con la potencia calculada se selecciona la siguiente caldera:

Marca: ADISA

Modelo: ADI CD 175

Potencia @40°C: 163.4 kW

Se presenta el catálogo del fabricante del sistema de apoyo.



Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

	CÓDIGO	MODELO ADI CD	POTENCIA ÚTIL MÁX. T = 40 °C	POTENCIA ÚTIL MÁX. T = 70 °C	POTENCIA ÚTIL MÍN. T = 40 °C	PESO SIN AGUA	VOLUMEN AGUA
			kW	kW	kW	kg	litros
	508403	70	71,2	70,5	23,3	110	30
	508404	85	86,1	85	27,5	116	33
	508405	105	105,6	104	34	120	34
	508408	120	121,3	120	39	135	34
	508409	175	163,4	161,8	52,3	138	35
	508410	200	204,5	197,5	63,1	330	86
	508411	250	244,7	241	77,4	350	90
	508412	325	302,6	294	94,4	440	112
	508413	375	358,7	354	113,6	445	118
	508414	450	443,5	440	141	460	118

	MODELO ADI CD	A	H	L1	F (7)	HA	HF	HG
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	70	350	1.110	595	150	774	208	915
	85	350	1.110	615	150	774	208	915
	105	350	1.110	635	150	774	208	915
	120	450	1.110	635	150	774	198	963
	175	450	1.110	655	150	774	198	963
	200	660	1.583	940	175	937	403	1.156
	250	660	1.583	940	175	937	403	1.156
	325	810	1.583	940	250	936	445	1.156
	375	810	1.583	940	250	936	445	1.190
	450	810	1.583	940	250	936	445	1.190

Tabla 48. Especificaciones técnicas de la caldera

3. PRESUPUESTO

Los precios descompuestos, presupuesto parcial y presupuesto total correspondientes a la instalación de fontanería y ACS se presentan a continuación.

3.1. Precios descompuestos

(m3)		Excavación manual a cielo abierto.			
Excavación a cielo abierto en suelo de arcilla semidura, con medios manuales, retirada de los materiales excavados y carga a camión.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF001	Mano de obra				
	h	Peón de albañil.	1,88	3,02	5,66
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	5,66	0,11
%	Costes indirectos		3,00	5,78	0,17
Costo Directo (1+2+3)					\$ 5,95

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)		Tubería para alimentación de agua potable AG DN 50 mm			
Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2" DN 50 mm de diámetro.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF002	Material				
	m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	0,10	14,42	1,41
	m	Tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2" DN 50 mm de diámetro, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	20,75	20,75
	m	Cinta anticorrosiva, de 5 cm de ancho, para protección de materiales metálicos enterrados, según DIN 30672.	5,44	0,81	4,40
	Mano de obra				
	h	Albañil.	0,09	6,69	0,58
	h	Peón de albañil.	0,09	4,05	0,35
	h	Plomero.	0,29	6,91	1,98
	h	Ayudante plomero.	0,29	4,22	1,21
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	30,69	0,61	
%	Costes indirectos	3,00	31,30	0,94	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 32,24

(Ud)		Acometida de abastecimiento de agua potable.			
Acometida enterrada de abastecimiento de agua potable de 5 m de longitud, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2" DN 50 mm de diámetro y llave de corte alojada en caja de revisión de obra de mampostería.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF003	Material				
	m ³	Hormigón simple f'c=210 kg/cm ² (21 MPa), clase de exposición F0 S0 P0 C0, tamaño máximo del agregado 19 mm, consistencia plástica, premezclado en planta, según NEC-11 y ACI 318.	0,52	82,00	42,80
	m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	0,59	14,42	8,51
	Ud	Collarín de toma en carga con brida, de fundición, para tubo de acero galvanizado sin soldadura, 2" DN 50 mm.	1,00	7,96	7,96
	m	Acometida de acero galvanizado sin soldadura, 2" DN 50 mm, incluso parte proporcional de accesorios de conexión y piezas especiales.	5,00	49,56	247,80
	m	Cinta anticorrosiva, de 5 cm de ancho, para protección de materiales metálicos enterrados, según DIN 30672.	27,19	0,81	22,03
	Ud	Ladrillo cerámico perforado (panal), para revestir, 24x11,5x9 cm.	56,00	0,21	11,76
	m ³	Agua.	0,01	1,60	0,02
	t	Arena de cantera, para mortero preparado en obra.	0,07	21,58	1,42

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

kg	Cemento gris en sacos.	15,36	0,15	2,30
kg	Aditivo hidrófugo para impermeabilización de morteros u hormigones.	0,21	1,28	0,27
Ud	Marco y tapa de fundición dúctil de 50x50 cm, según Compañía Suministradora.	1,00	26,91	26,91
Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 2", con mando de cuadradillo.	1,00	45,06	45,06
m	Tubo de PVC liso, de varios diámetros.	0,30	8,28	2,48
Equipo y maquinaria				
h	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de caudal.	1,51	6,79	10,25
h	Martillo neumático.	1,51	4,01	6,05
h	Concretera.	0,03	1,65	0,05
Mano de obra				
h	Albañil.	5,08	6,69	33,97
h	Peón de albañil.	2,93	4,05	11,85
h	Plomero.	17,05	6,91	117,83
h	Ayudante plomero.	8,64	4,22	36,44
Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	4,00	635,77	25,43
%	Costes indirectos	3,00	661,20	19,84
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 681,04

(Ud)	Contador para abastecimiento de agua potable				
Contador general de agua de 2" DN 50 mm, colocado en armario prefabricado, con llave de corte general de esfera.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF004	Material				
	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 2".	5,00	48,56	242,80
	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,5 mm de diámetro, con rosca de 2", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	2,00	56,39	112,78
	Ud	Grifo de comprobación de latón, para roscar, de 1".	1,00	12,19	12,19
	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 2".	1,00	14,85	14,85
	Ud	Armario de fibra de vidrio de 85x60x30 cm para alojar contador individual de agua de 50 a 65 mm, provisto de cerradura especial de cuadradillo.	1,00	169,19	169,19
	Ud	Válvula de venteo	1,00	295,00	295,00
	Ud	Contador general tipo Woltmann, DN 2".	1,00	365,00	365,00
	Ud	Material auxiliar para instalaciones de plomería.	1,00	10,86	10,86
	Mano de obra				
	h	Plomero.	1,32	5,14	6,81
	h	Ayudante plomero.	0,66	3,13	2,07
Herramienta menor					

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

	%	Medios auxiliares	4,00	1231,55	49,26
	%	Costes indirectos	3,00	1280,81	38,42
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 1.319,23

(Ud)	Equipo de elevación de presión				
Equipo de elevación de presión marca MYERS, modelo QP50B de 5hp.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF005	Material				
	Ud	Bomba centrífuga superficial MYERS, modelo QP50B, para suministrar un caudal de 3,7 l/s a 22 mca. de presión, con una potencia nominal de 5 hp, válvulas de corte y antirretorno.	1,00	1195,00	1195,00
	Ud	Material auxiliar para instalaciones de plomería.	1,00	1,77	1,77
	Mano de obra				
	h	Plomero.	9,70	6,91	67,05
	h	Ayudante plomero.	4,85	4,22	20,48
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	1284,30	25,69
%	Costes indirectos	3,00	1309,99	39,30	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 1.349,29

(Ud)	Calderín metálico con vejiga de 600 l				
Tanque hidroneumático metálico con vejiga GRUNDFOS GT-U-600 PN 10 G 1 1/2 V					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF006	Material				
	Ud	Calderín tipo membrana recambiable de caucho flexible, de 600 litros de capacidad y 10 bar de presión máxima de funcionamiento, con orificio de conexión de 1 1/2" de diámetro, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.	1,00	750,00	750,00
	Ud	Material auxiliar para instalaciones de plomería.	1,00	1,77	1,77
	Mano de obra				
	h	Plomero.	9,70	6,91	67,05
	h	Ayudante plomero.	4,85	4,22	20,48
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	4,00	839,30	33,57
%	Costes indirectos	3,00	872,87	26,19	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 899,06

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Tubería para montante agua fría. PP-RCT 90 mm				
Tubería para montante de plomería, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 90 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF007	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 90 mm de diámetro exterior.	1,00	1,69	1,69
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 90 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 10,1 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	37,68	37,68
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,12	6,91	0,84
	h	Ayudante plomero.	0,12	4,22	0,51
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	40,73	0,81	
%	Costes indirectos	3,00	41,54	1,25	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 42,79

(m)	Tubería para montante agua caliente. PP-RCT 63 mm				
Tubería para montante de plomería, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 63 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF008	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 63 mm de diámetro exterior.	1,00	0,85	0,85
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 63 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 7,1 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	19,04	19,04
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,10	6,91	0,68
	h	Ayudante plomero.	0,10	4,22	0,42
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	20,99	0,42	
%	Costes indirectos	3,00	21,41	0,64	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 22,05

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 90 mm de diámetro.				
Tubería para instalación interior de plomería, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 90 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF009	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 90 mm de diámetro exterior.	1,00	1,69	1,69
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 90 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 10,1 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	36,04	36,04
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,12	6,91	0,84
	h	Ayudante plomero.	0,12	4,22	0,51
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	39,08	0,78
%	Costes indirectos	3,00	39,86	1,20	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 41,05

(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 63 mm de diámetro.				
Tubería para instalación interior de plomería, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 63 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF010	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 63 mm de diámetro exterior.	1,00	0,85	0,85
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 63 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 7,1 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	18,21	18,21
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,10	6,91	0,68
	h	Ayudante plomero.	0,10	4,22	0,42
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	20,16	0,40
%	Costes indirectos	3,00	20,57	0,62	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 21,18

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 50 mm de diámetro.				
Tubería para instalación interior de plomería, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 50 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF011	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 50 mm de diámetro exterior.	1,00	0,51	0,51
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 50 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 5,6 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	11,01	11,01
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,09	6,91	0,61
	h	Ayudante plomero.	0,09	4,22	0,37
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	12,50	0,25	
%	Costes indirectos	3,00	12,75	0,38	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 13,13

(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 40mm de diámetro.				
Tubería para instalación interior de plomería, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 40 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF012	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 40 mm de diámetro exterior.	1,00	0,34	0,34
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 40 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 4,5 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	7,15	7,15
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,08	6,91	0,53
	h	Ayudante plomero.	0,08	4,22	0,32
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	8,35	0,17	
%	Costes indirectos	3,00	8,51	0,26	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 8,77

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)		Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 32 mm de diámetro.			
Tubería para instalación interior de plomería, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 32 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF013	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 32 mm de diámetro exterior.	1,00	0,27	0,27
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 32 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 3,6 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	5,65	5,65
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,07	6,91	0,46
	h	Ayudante plomero.	0,07	4,22	0,28
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	6,65	0,13
%	Costes indirectos	3,00	6,79	0,20	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 6,99

(m)		Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 25 mm de diámetro.			
Tubería para instalación interior de plomería, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 25 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF014	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 25 mm de diámetro exterior.	1,00	0,16	0,16
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 25 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 2,8 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	3,55	3,55
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,06	6,91	0,38
	h	Ayudante plomero.	0,06	4,22	0,23
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	4,32	0,09
%	Costes indirectos	3,00	4,41	0,13	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 4,54

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 20 mm de diámetro.				
Tubería para instalación interior de plomería, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 20 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF015	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 20 mm de diámetro exterior.	1,00	0,11	0,11
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 20 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 2,3 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	2,45	2,45
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,04	6,91	0,30
	h	Ayudante plomero.	0,04	4,22	0,19
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	3,05	0,06	
%	Costes indirectos	3,00	3,11	0,09	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 3,20

(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 16 mm de diámetro.				
Tubería para instalación interior de plomería, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 16 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF016	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 16 mm de diámetro exterior.	1,00	0,10	0,10
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 16 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 2,3 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	1,25	1,25
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,03	6,91	0,21
	h	Ayudante plomero.	0,03	4,22	0,13
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	1,68	0,03	
%	Costes indirectos	3,00	1,72	0,05	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 1,77

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)		Canalización interior empotrada en paramento PP-RCT, 25 mm de diámetro.			
Tubería para instalación interior de plomería, empotrada en paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 25 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF017	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 25 mm de diámetro exterior.	1,00	0,16	0,16
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 25 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 2,8 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	4,18	4,18
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,06	6,91	0,38
	h	Ayudante plomero.	0,06	4,22	0,23
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	4,95	0,10
%	Costes indirectos	3,00	5,05	0,15	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 5,20

(m)		Canalización interior empotrada en paramento PP-RCT, 20 mm de diámetro.			
Tubería para instalación interior de plomería, empotrada en paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 20 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio parcial
IAF018	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 20 mm de diámetro exterior.	1,00	0,11	0,11
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 20 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 2,3 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	2,89	2,89
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,04	6,91	0,30
	h	Ayudante plomero.	0,04	4,22	0,19
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	3,49	0,07
%	Costes indirectos	3,00	3,56	0,11	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 3,67

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Canalización interior empotrada en paramento PP-RCT, 16 mm de diámetro.				
Tubería para instalación interior de plomería, empotrada en paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 16 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF019	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 16 mm de diámetro exterior.	1,00	0,10	0,10
	m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de 16 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm y 2,3 mm de espesor, según ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	1,25	1,25
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,03	6,91	0,21
	h	Ayudante plomero.	0,03	4,22	0,13
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	1,68	0,03
%	Costes indirectos	3,00	1,72	0,05	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 1,77

(Ud)	Válvula de corte, de diámetro 63 mm.				
Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diámetro.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF020	Materiales				
	Ud	Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 63 mm de diámetro.	1,00	140,38	140,38
	Ud	Material auxiliar para instalaciones de plomería.	1,00	1,79	1,79
	Mano de Obra				
	h	Plomero.	0,55	6,91	3,81
	h	Ayudante plomero.	0,55	4,22	2,33
	Herramienta Menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	148,31	2,97
%	Costes indirectos	3,00	151,28	4,54	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 151,28

(Ud)	Válvula de corte, de diámetro 40 mm.				
Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diámetro.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF021	Materiales				
	Ud	Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diámetro.	1,00	65,43	65,43

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Ud	Material auxiliar para instalaciones de plomería.	1,00	1,79	1,79
Mano de Obra				
h	Plomero.	0,34	6,91	2,35
h	Ayudante plomero.	0,34	4,22	1,43
Herramienta Menor				
%	Medios auxiliares	2,00	71,00	1,42
%	Costes indirectos	3,00	72,42	2,17
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 74,60

(Ud)	Válvula de corte, de diámetro 32 mm.				
Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diámetro.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF022	Materiales				
	Ud	Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diámetro.	1,00	30,96	30,96
	Ud	Material auxiliar para instalaciones de plomería.	1,00	1,79	1,79
	Mano de Obra				
	h	Plomero.	0,27	6,91	1,84
	h	Ayudante plomero.	0,27	4,22	1,13
	Herramienta Menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	35,72	0,71
%	Costes indirectos	3,00	36,44	1,09	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 37,53

(Ud)	Válvula de corte, de diámetro 25 mm.				
Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diámetro.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF023	Materiales				
	Ud	Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diámetro.	1,00	22,54	22,54
	Ud	Material auxiliar para instalaciones de plomería.	1,00	1,79	1,79
	Mano de Obra				
	h	Plomero.	0,20	6,91	1,40
	h	Ayudante plomero.	0,20	4,22	0,84
	Herramienta Menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	26,57	0,53
%	Costes indirectos	3,00	27,10	0,81	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 27,91

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(Ud)	Válvula de corte, de diámetro 20 mm.				
Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 20 mm de diámetro.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
IAF024	Materiales				
	Ud	Válvula de esfera de polipropileno copolímero random (PP-R), de 20 mm de diámetro.	1,00	17,12	17,12
	Ud	Material auxiliar para instalaciones de plomería.	1,00	1,79	1,79
	Mano de Obra				
	h	Plomero.	0,16	6,91	1,08
	h	Ayudante plomero.	0,16	4,22	0,66
	Herramienta Menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	20,65	0,41
%	Costes indirectos	3,00	21,06	0,63	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 21,69

(m)	Tubería de distribución de agua Cu 28 mm, circuito primario				
Circuito primario de sistemas solares térmicos formado por tubo de cobre rígido, de 28 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con lámina de aluminio.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
ACS001	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 28 mm de diámetro.	1,00	0,63	0,63
	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 28 mm de diámetro, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	16,19	16,19
	m	Coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 42 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	1,00	8,67	8,67
	kg	Emulsión asfáltica para protección de coquillas de lana de vidrio.	0,58	3,01	1,73
	m ²	Lámina de aluminio de 0,6 mm de espesor, colocada, bordeada, solapada y remachada, para recubrimiento de tuberías previamente aisladas.	0,50	64,02	32,01
	Mano de obra				
	h	Técnico calefactor.	0,39	6,91	2,67
	h	Ayudante calefactor.	0,39	4,22	1,63
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	63,54	1,27
%	Costes indirectos	3,00	64,81	1,94	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 66,75

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Tubería de distribución de agua Cu 22 mm, circuito primario					
Circuito primario de sistemas solares térmicos formado por tubo de cobre rígido, de 22 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con lámina de aluminio.						
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial	
ACS002	Material					
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 22 mm de diámetro.	1,00	0,47	0,47	
	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 22 mm de diámetro, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	12,14	12,14	
	m	Coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 27 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	1,00	7,03	7,03	
	kg	Emulsión asfáltica para protección de coquillas de lana de vidrio.	0,50	3,01	1,52	
	m ²	Lámina de aluminio de 0,6 mm de espesor, colocada, bordeada, solapada y remachada, para recubrimiento de tuberías previamente aisladas.	0,44	64,02	28,17	
	Mano de obra					
	h	Técnico calefactor.	0,39	6,91	2,67	
	h	Ayudante calefactor.	0,39	4,22	1,63	
	Herramienta menor					
	%	Herramienta menor	2,00	53,63	1,07	
%	Costes indirectos	3,00	54,71	1,64		
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 56,35	

(m)	Tubería de distribución de agua Cu 15 mm, circuito primario				
Circuito primario de sistemas solares térmicos formado por tubo de cobre rígido, de 15mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con lámina de aluminio.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
ACS003	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 15 mm de diámetro.	1,00	0,31	0,31
	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 15 mm de diámetro, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	8,04	8,04
	m	Coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 21 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	1,00	6,18	6,18
	kg	Emulsión asfáltica para protección de coquillas de lana de vidrio.	0,48	3,01	1,43

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

m ²	Lámina de aluminio de 0,6 mm de espesor, colocada, bordeada, solapada y remachada, para recubrimiento de tuberías previamente aisladas.	0,41	64,02	26,25
Mano de obra				
h	Técnico calefactor.	0,34	6,91	2,33
h	Ayudante calefactor.	0,34	4,22	1,42
Herramienta menor				
%	Herramienta menor	2,00	45,96	0,92
%	Costes indirectos	3,00	46,88	1,41
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 48,29

(Ud)	Depósito de Acumulación de ACS de 3000 l				
Acumulador de acero vitrificado, de suelo, 3000 l, 1700 mm de diámetro y 2350 mm de altura.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
ACS004	Material				
	Ud	Acumulador de acero vitrificado, de suelo, 3000 l, 1700 mm de diámetro y 2350 mm de altura, forro acolchado con cubierta posterior, aislamiento de poliuretano inyectado libre de CFC y protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio.	1,00	6923,1	6923,10
	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/4".	4,00	19,55	78,20
	Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,00	2,14	2,14
	Mano de obra				
	h	Técnico calefactor.	2,76	6,91	19,09
	h	Ayudante calefactor.	2,76	4,22	11,66
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	7034,19	140,68
%	Costes indirectos	3,00	7174,88	215,25	
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 7.390,12	

(Ud)	Captador solar térmico para instalación colectiva, sobre cubierta inclinada. (Batería de 5 módulos)				
Captador solar térmico formado por batería de 5 módulos, compuesto cada uno de ellos de un captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1135x2115x112 mm, superficie útil 2,1 m ² , rendimiento óptico 0,75 y coeficiente de pérdidas primario 3,993 W/m ² K, colocados sobre estructura soporte para cubierta inclinada.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
ACS005	Material				
	Ud	Captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1135x2115x112 mm, superficie útil 2,1 m ² , rendimiento óptico 0,75 y coeficiente de pérdidas primario 3,993 W/m ² K, compuesto de: panel de vidrio templado de bajo contenido en hierro (solar granulado), de 3,2 mm de espesor y alta transmitancia (92%),	5,00	578,64	2893,20

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

		estructura trasera en bandeja de polietileno reciclable resistente a la intemperie (resina ABS), bastidor de fibra de vidrio reforzada con polímeros, absorbedor de cobre con revestimiento selectivo de cromo negro de alto rendimiento, parrilla de 8 tubos de cobre soldados en omega sin metal de aportación, aislamiento de lana mineral de 60 mm de espesor y uniones mediante manguitos flexibles con abrazaderas de ajuste rápido.			
Ud		Bastidor, para cubierta inclinada, para captador solar térmico.	5,00	118,39	591,95
Ud		Juego de fijación, para cubierta inclinada, para bastidor de captador solar térmico.	5,00	87,17	435,85
Ud		Kit de conexiones hidráulicas para captadores solares térmicos, con conexiones aisladas, tapones, pasacables y racores.	1,00	135,67	135,67
Ud		Purgador automático, especial para aplicaciones de energía solar térmica, equipado con válvula de esfera y cámara de acumulación de vapor.	1,00	107,66	107,66
Ud		Válvula de seguridad especial para aplicaciones de energía solar térmica, para una temperatura máxima de 130°C.	1,00	57,42	57,42
l		Solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico, para una temperatura de trabajo de -28°C a +200°C	5,75	5,92	34,04
Ud		Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	2,00	12,57	25,14
Mano de obra					
h		Técnico instalador de captadores solares	12,11	6,91	83,69
h		Ayudante instalador de captadores solares	12,11	4,22	51,11
Herramienta menor					
%		Herramienta menor	2,00	4415,73	88,31
%		Costes indirectos	3,00	4504,04	135,12
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 4.639,16

(Ud)	Intercambiador de placas circuito primario.				
Intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316, potencia 30 kW					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
ACS006	Material				
	Ud	Intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316, potencia 30 kW, presión máxima de trabajo 6 bar y temperatura máxima de 100°C.	1,00	126,31	126,31
	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	2,00	12,99	25,98
	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/4".	2,00	20,20	40,40

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	4,00	15,98	63,92
Ud	Termómetro bimetálico, diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, con vaina de 1/2", escala de temperatura de 0 a 120°C.	4,00	30,48	121,92
Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S	1,00	2,10	2,10
Mano de obra				
h	Técnico instalador de captadores solares	1,33	5,14	6,82
h	Ayudante instalador de captadores solares	1,33	3,13	4,15
Herramienta menor				
%	Herramienta menor	2,00	391,60	7,83
%	Costes indirectos	3,00	399,43	11,98
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 411,41

(Ud)	Bomba circuito primario				
Bomba recirculadora, de rotor húmedo, libre de mantenimiento, modelo Wilo-Stratos-Z 25/1-8					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
ACS007	Material				
	Ud	Bomba circuladora simple de alta eficiencia con regulación electrónica, conexión roscada, de 2000 l/h y 4,7 mca, modelo Wilo-Stratos-Z 25/1-8.	1,00	1412,00	1412,00
	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	2,00	12,57	25,14
	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	1,00	16,52	16,52
	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1".	1,00	6,64	6,64
	Ud	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	2,00	21,29	42,58
	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	1,00	16,28	16,28
	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	2,00	5,30	10,60
	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro.	0,35	6,18	2,16

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	3,00	1,26	3,78
m	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V)	9,00	0,59	5,31
Mano de obra				
h	Técnico instalador de climatización.	3,32	6,91	22,91
h	Ayudante instalador de climatización	3,32	4,22	13,99
Herramienta menor				
%	Herramienta menor	2,00	1577,91	31,56
%	Costes indirectos	3,00	1609,47	48,28
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 1.657,75

(Ud)	Bomba circuito secundario				
Bomba recirculadora, de rotor húmedo, libre de mantenimiento, Wilo-Stratos PICO-Z 25/1-6					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
ACS008	Material				
	Ud	Bomba circuladora simple de alta eficiencia con regulación electrónica, conexión roscada, de 2000 l/h y 4,7 mca, modelo Wilo-Stratos PICO-Z 25/1-6.	1,00	710,00	710,00
	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	2,00	12,57	25,14
	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	1,00	16,52	16,52
	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1".	1,00	6,64	6,64
	Ud	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	2,00	21,29	42,58
	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	1,00	16,28	16,28
	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	2,00	5,30	10,60

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro.	0,35	6,18	2,16
m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	3,00	1,26	3,78
m	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V)	9,00	0,59	5,31
Mano de obra				
h	Técnico instalador de climatización.	3,32	6,91	22,91
h	Ayudante instalador de climatización	3,32	4,22	13,99
Herramienta menor				
%	Herramienta menor	2,00	875,91	17,52
%	Costes indirectos	3,00	893,43	26,80
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 920,23

(Ud)	Vaso de expansión de 50 l para circuito primario de A.C.S				
Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 50 litros.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
ACS009	Material				
	Ud	Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 50 l, presión máxima 10 bar	1,00	148,64	148,64
	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	1,00	15,98	15,98
	Mano de obra				
	h	Técnico calefactor.	1,05	5,14	5,40
	h	Ayudante calefactor.	1,05	3,13	3,29
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	173,30	3,47
	%	Costes indirectos	3,00	176,77	5,30
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 182,07

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(Ud)	Vaso de expansión de 3 l para circuito secundario de A.C.S.				
Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 3 litros.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
ACS010	Material				
	Ud	Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 3 l, presión máxima 10 bar.	1,00	50,96	50,96
	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	1,00	15,98	15,98
	Mano de obra				
	h	Técnico calefactor.	0,72	5,14	3,69
	h	Ayudante calefactor.	0,72	3,13	2,25
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	72,88	1,46
%	Costes indirectos	3,00	74,34	2,23	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 76,57

(Ud)	Caldera de apoyo de A.C.S.				
Caldera ADISA, modelo ADI CD 175, potencia @40°C 163.4 kW					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
ACS011	Material				
	Ud	Caldera ADISA, modelo ADI CD 175, potencia @40°C 163.4 kW	1,00	9480,00	9480,00
	Ud	Material auxiliar para instalación de caldera.	1,00	25,30	25,30
	Mano de obra				
	h	Técnico calefactor.	24,50	5,14	125,93
	h	Ayudante calefactor.	24,50	3,13	76,69
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	9707,92	194,16
%	Costes indirectos	3,00	9902,07	297,06	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 10.199,14

3.2. Presupuesto Parcial

PRESUPUESTO PARCIAL INSTALACIÓN AGUA FRÍA Y CIRCUITO DE CONSUMO DE ACS				
Unidad	Detalle	Cantidad	P. Unitario	Importe
(m3)	Excavación manual a cielo abierto.	12,80	5,95	76,15
(m)	Tubería para alimentación de agua potable AG DN 50 mm	35,00	32,24	1128,35
(Ud)	Acometida de abastecimiento de agua potable.	1,00	681,04	681,04
(Ud)	Contador para abastecimiento de agua potable	1,00	1319,23	1319,23
(Ud)	Equipo de elevación de presión	2,00	1349,29	2698,57
(Ud)	Calderín metálico con vejiga de 600 l	2,00	899,06	1798,12
(m)	Tubería para montante agua fría. PP-RCT 90 mm	5,00	42,79	213,94
(m)	Tubería para montante agua caliente. PP-RCT 63 mm	5,00	22,05	110,27

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 90 mm de diámetro.	9,36	41,05	384,27
(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 63 mm de diámetro.	12,36	21,18	261,81
(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 50 mm de diámetro.	9,56	13,13	125,54
(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 40mm de diámetro.	75,03	8,77	657,97
(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 32 mm de diámetro.	60,79	6,99	425,00
(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 25 mm de diámetro.	46,28	4,54	210,15
(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 20 mm de diámetro.	8,60	3,20	27,55
(m)	Canalización interior colocado superficialmente PP-RCT, 16 mm de diámetro.	15,35	1,77	27,16
(m)	Canalización interior empotrada en paramento PP-RCT, 25 mm de diámetro.	24,60	5,20	127,99
(m)	Canalización interior empotrada en paramento PP-RCT, 20 mm de diámetro.	40,56	3,67	148,71
(m)	Canalización interior empotrada en paramento PP-RCT, 16 mm de diámetro.	104,10	1,77	184,16
(Ud)	Válvula de corte, de diámetro 63 mm.	1,00	151,28	151,28
(Ud)	Válvula de corte, de diámetro 40 mm.	4,00	74,60	298,39
(Ud)	Válvula de corte, de diámetro 32 mm.	3,00	37,53	112,59
(Ud)	Válvula de corte, de diámetro 25 mm.	10,00	27,91	279,14
(Ud)	Válvula de corte, de diámetro 20 mm.	54,00	21,69	1171,31
COSTO DIRECTO				\$ 12.618,68

PRESUPUESTO PARCIAL INSTALACIÓN ACS (SOLAR TÉRMICA)				
Unidad	Detalle	Cantidad	P. Unitario	Importe
(m)	Tubería de distribución de agua CU 28 mm, circuito primario	66,74	66,75	4455,10
(m)	Tubería de distribución de agua CU 22 mm, circuito primario	12,52	56,35	705,46
(m)	Tubería de distribución de agua CU 15 mm, circuito primario	58,46	48,29	2822,88
(Ud)	Depósito de Acumulación de ACS de 3000 l	2,00	7390,12	14780,24
(Ud)	Captador solar térmico para instalación colectiva, sobre cubierta inclinada. (Batería de 5 módulos)	4,00	4639,16	18556,64
(Ud)	Intercambiador de placas circuito primario.	1,00	411,41	411,41
(Ud)	Bomba circuito primario	2,00	1657,75	3315,50
(Ud)	Bomba circuito secundario	2,00	920,23	1840,46
(Ud)	Vaso de expansión de 50 l para circuito primario de A.C.S	1,00	182,07	182,07
(Ud)	Vaso de expansión de 3 l para circuito secundario de A.C.S.	1,00	76,57	76,57
(Ud)	Caldera de apoyo de A.C.S.	1,00	10199,14	10199,14
COSTO DIRECTO				\$ 57.345,48

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

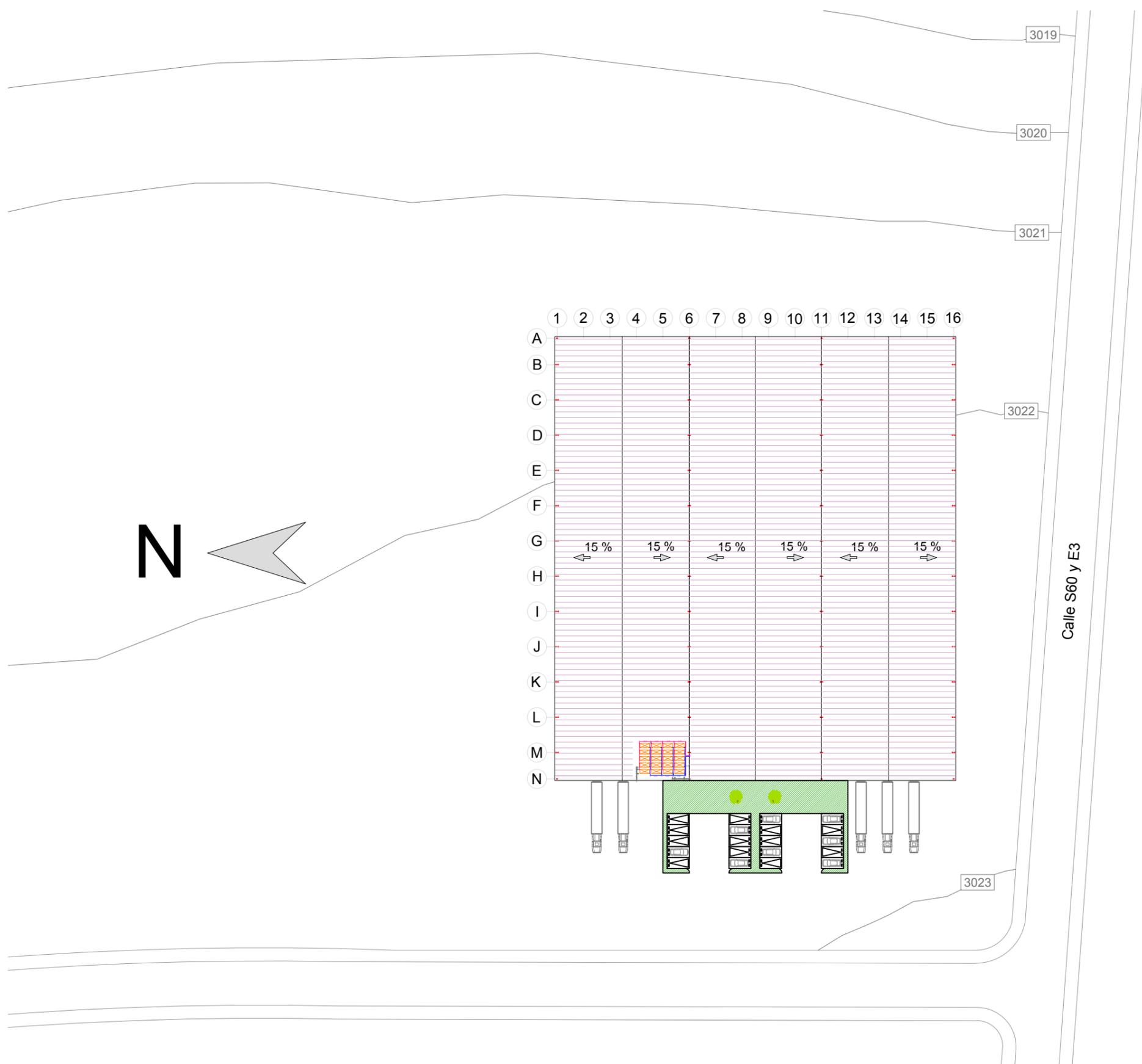
3.3. Presupuesto total

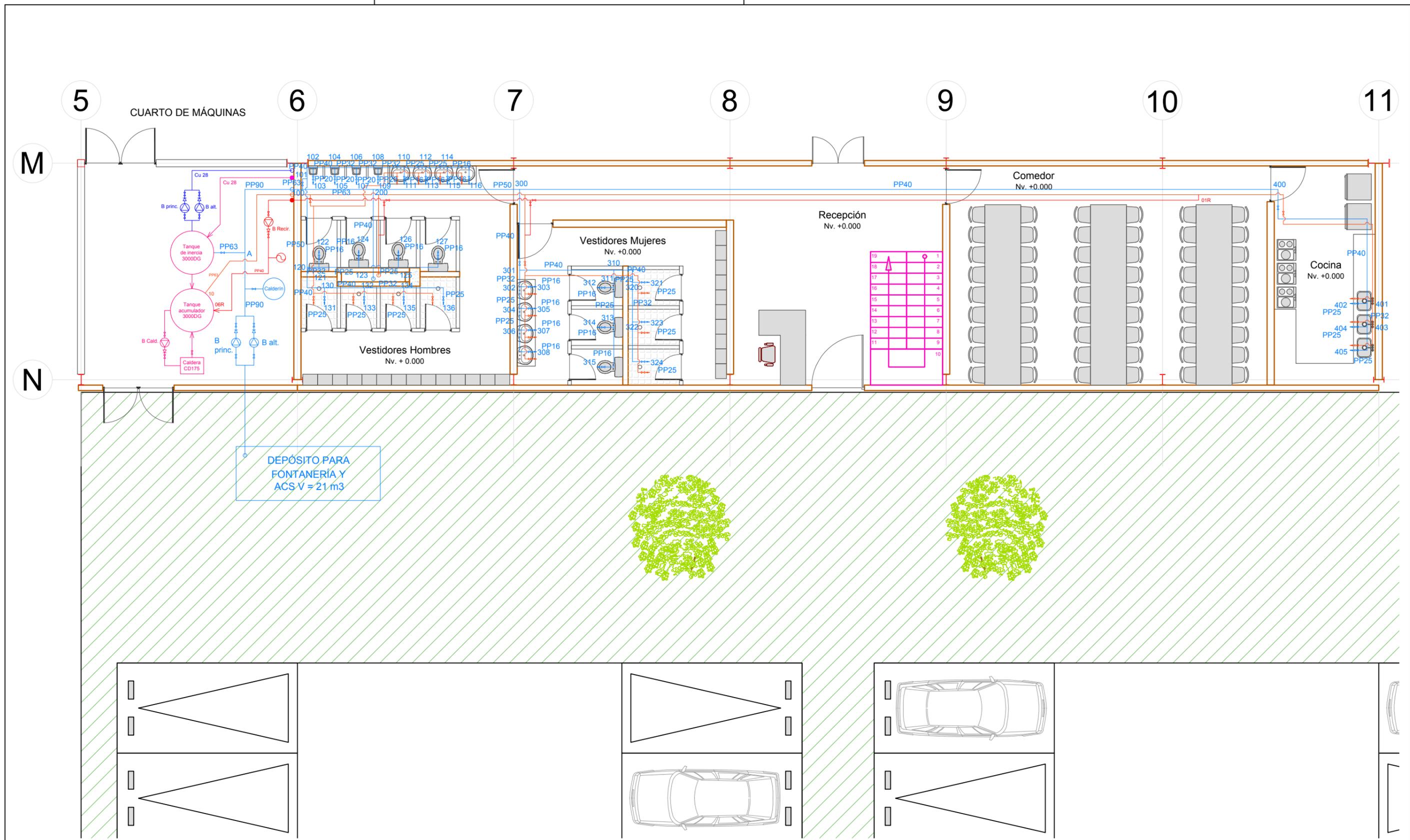
PRESUPUESTO TOTAL		
DETALLE		IMPORTE
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA Y CIRCUITO DE CONSUMO DE ACS		\$ 12.618,68
INSTALACIÓN ACS (SOLAR TÉRMICA)		\$ 57.345,48
PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE MATERIAL		\$ 69.964,17
GASTOS GENERALES	15%	\$ 10.494,63
BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	\$ 4.197,85
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		\$ 84.656,65
IMPUESTO DEL VALOR AÑADIDO (IVA)	12%	\$ 10.158,80
PRESUPUESTO DE LICITACIÓN		\$ 94.815,44

4. PLANOS

Los planos correspondientes a la instalación de fontanería y ACS se detallan a continuación:

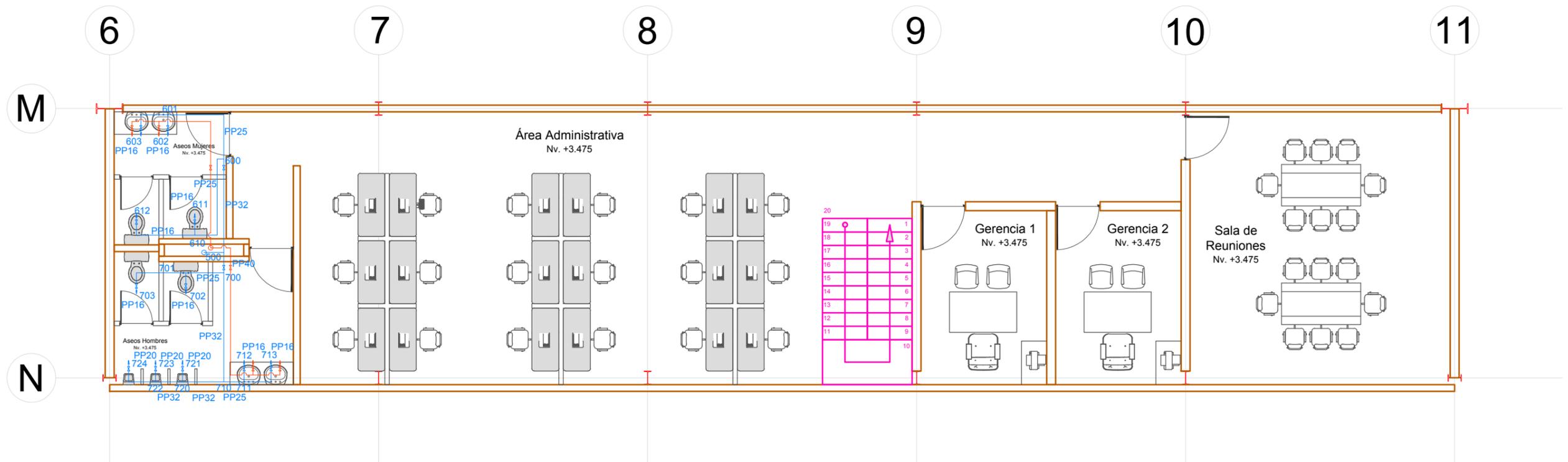
- B00** Emplazamiento instalación de fontanería y ACS
- B01** Planta baja instalación de fontanería
- B02** Primera planta instalación de fontanería
- B03** Planta baja instalación de ACS
- B04** Primera planta instalación de ACS
- B05** Esquema general de la instalación. Circuito de consumo
- B06** Distribución de captadores en cubierta
- B07** Cuarto de máquinas. Enlace circuitos primario y secundario
- B08** Esquema circuitos ACS
- B09** Planos de detalle





Planta Baja Nv. +0.000

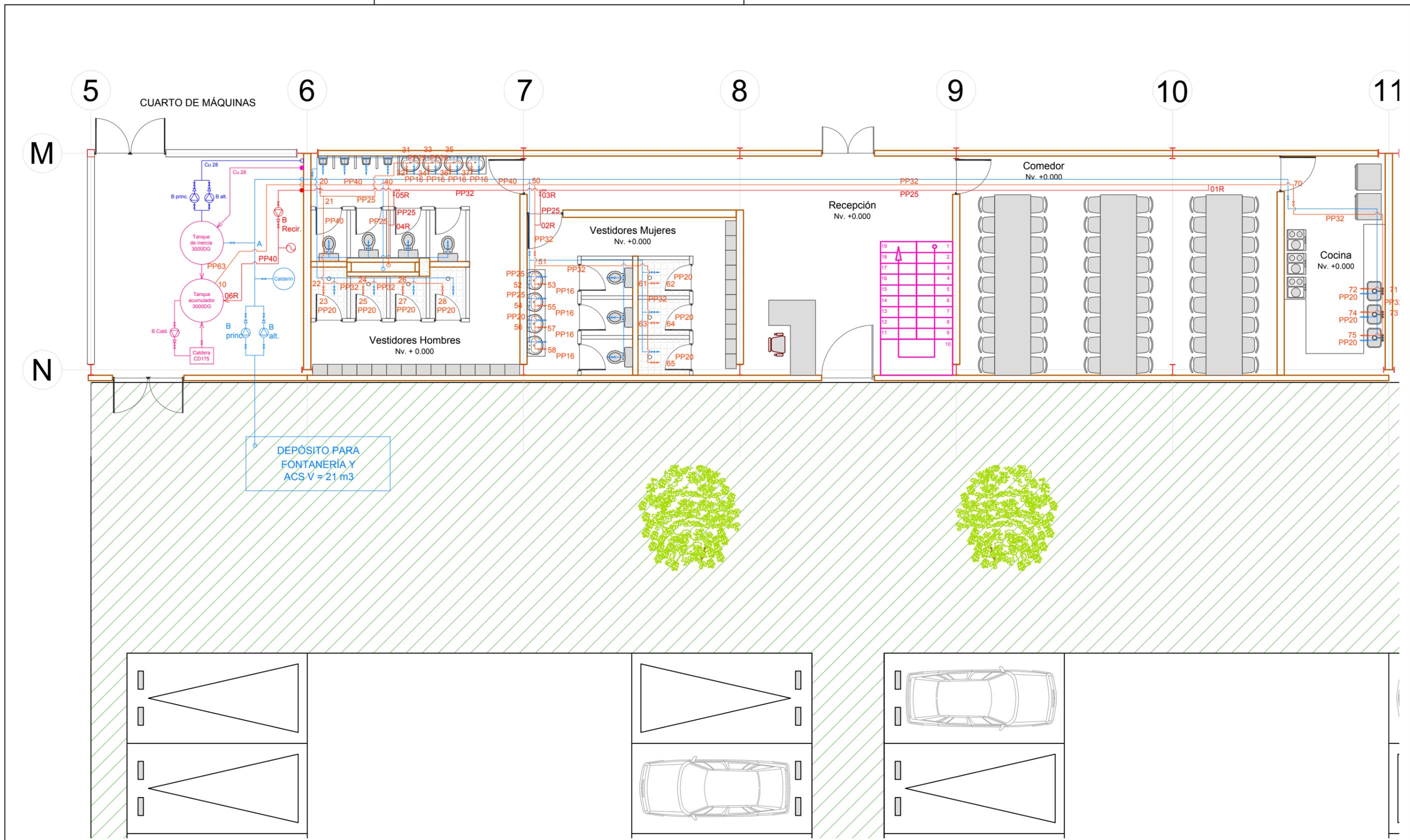
NOTA: ○ Tubería sube
● Tubería baja



Primera Planta Nv. +3.475

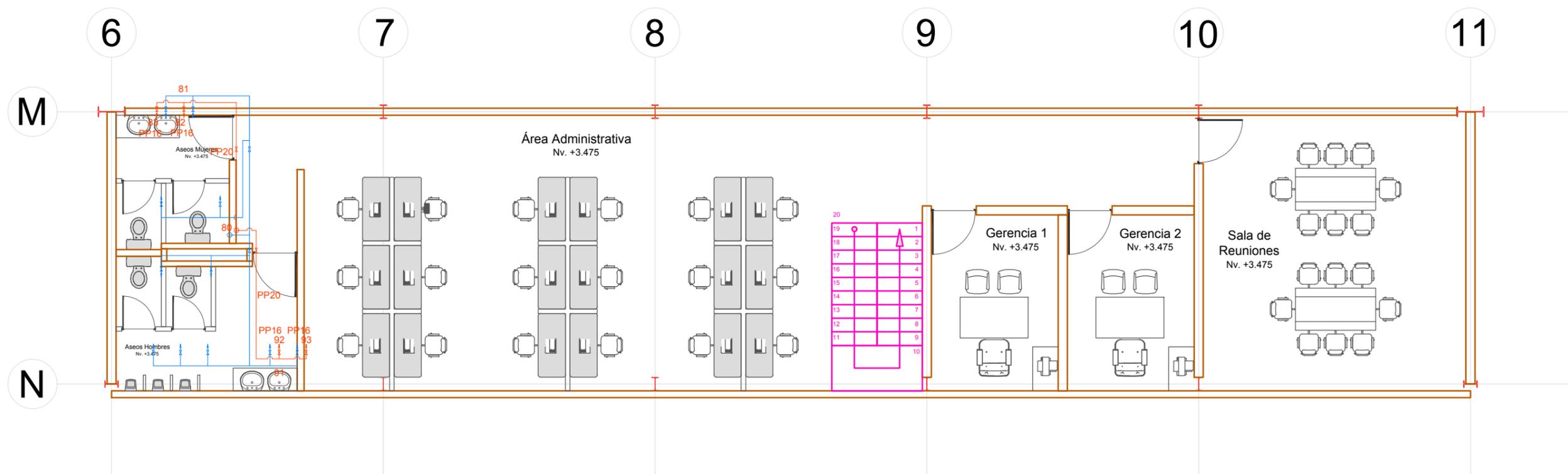
NOTA: ○ Tubería sube
● Tubería baja





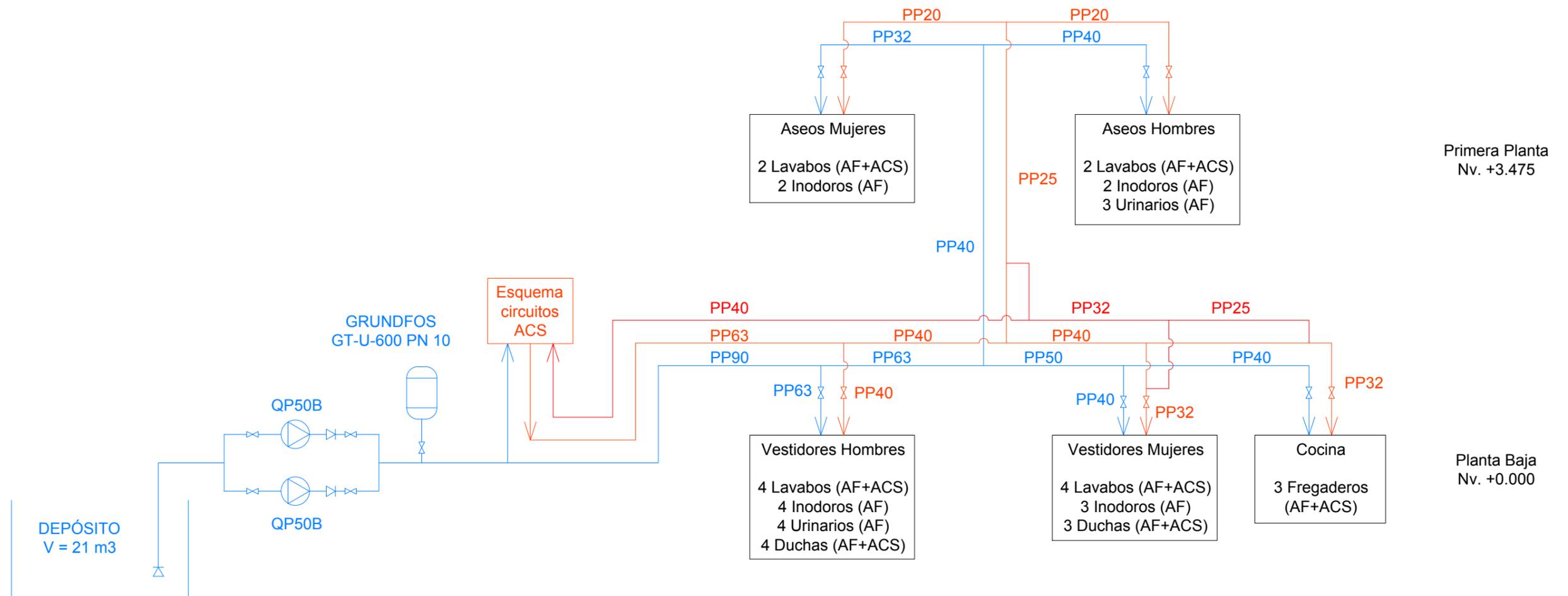
Planta Baja Nv. +0.000

NOTA: ○ Tubería sube
 ● Tubería baja

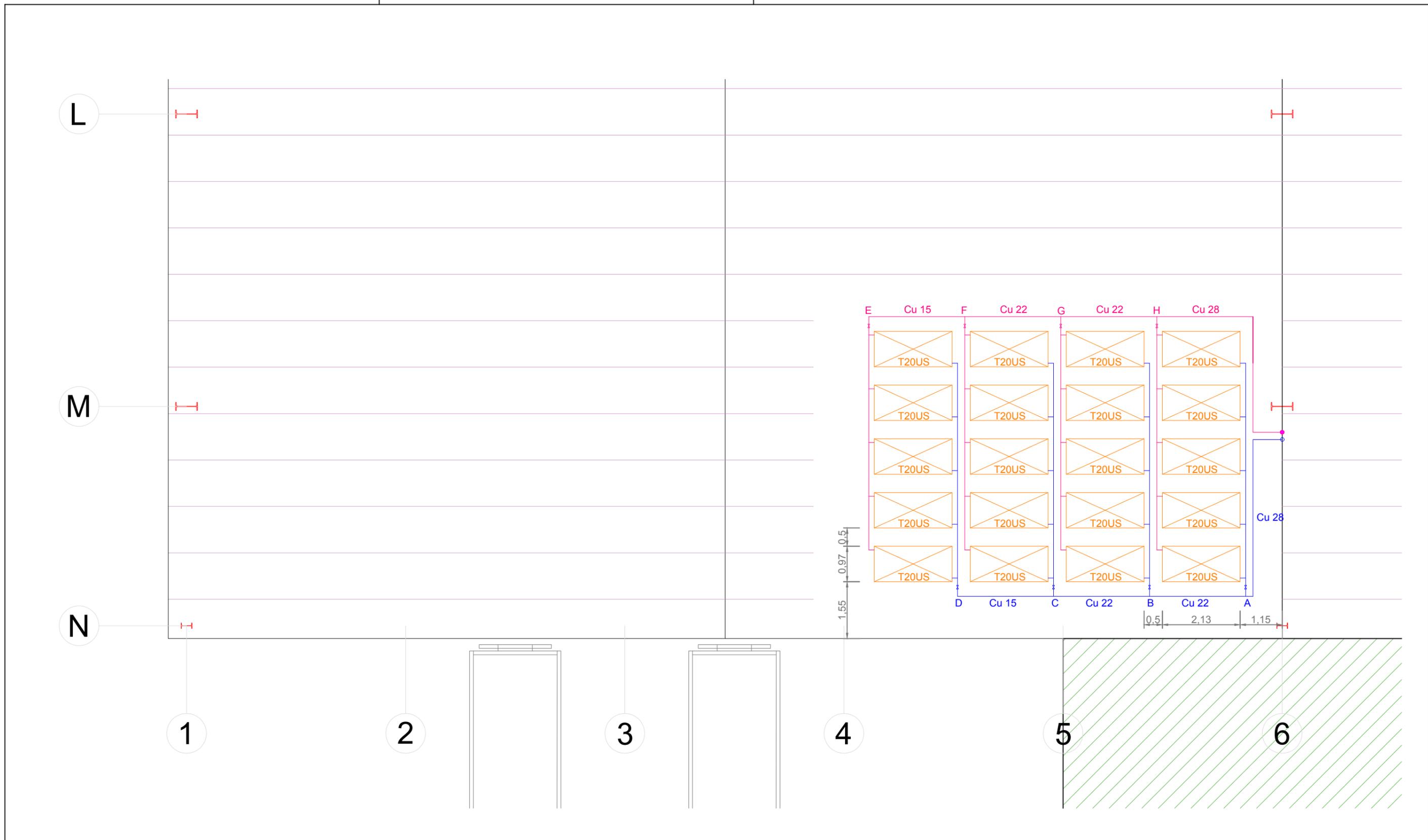


Primera Planta Nv. +3.475

NOTA: ○ Tubería sube
● Tubería baja

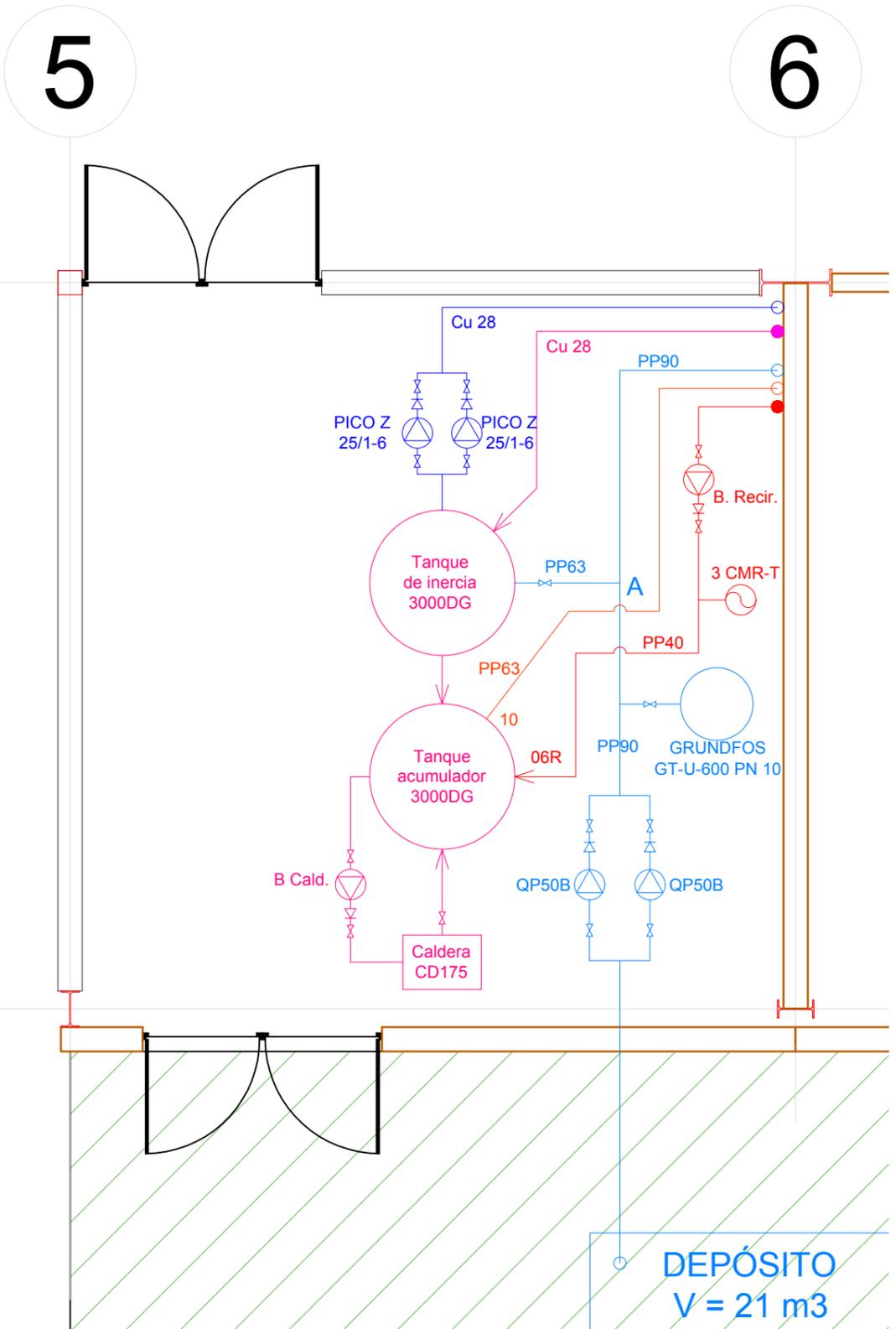


Esquema del circuito de consumo

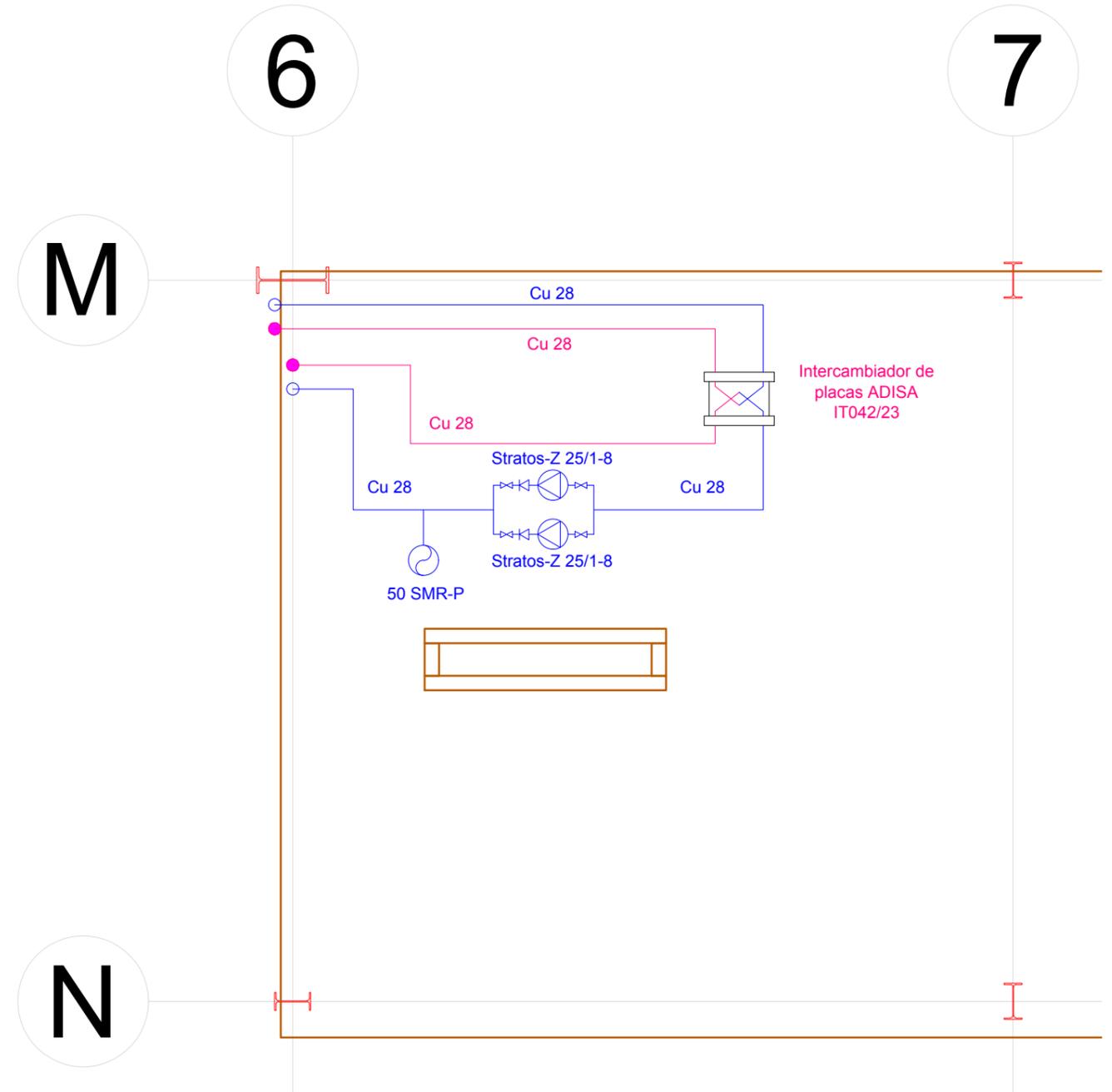


Cubierta $m = 15\%$

NOTA: ○ Tubería sube
● Tubería baja

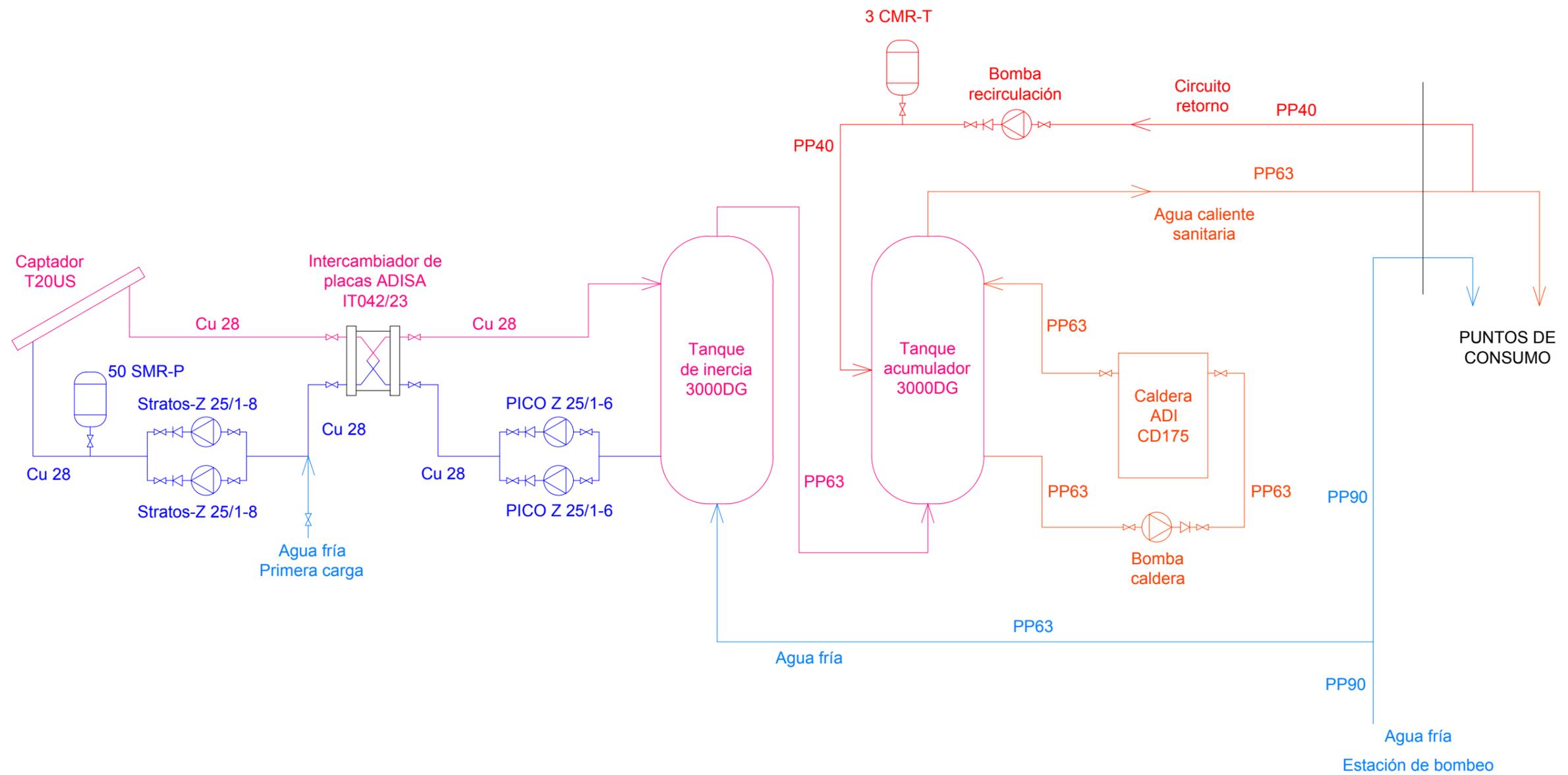


Cuarto de máquinas Nv. +0.000

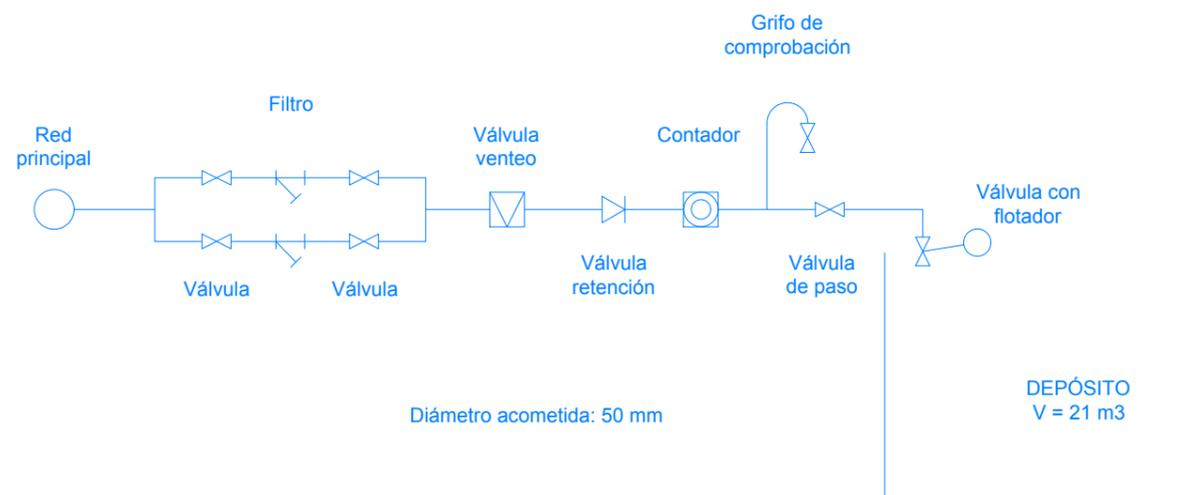


Planta terraza Nv. +6.950

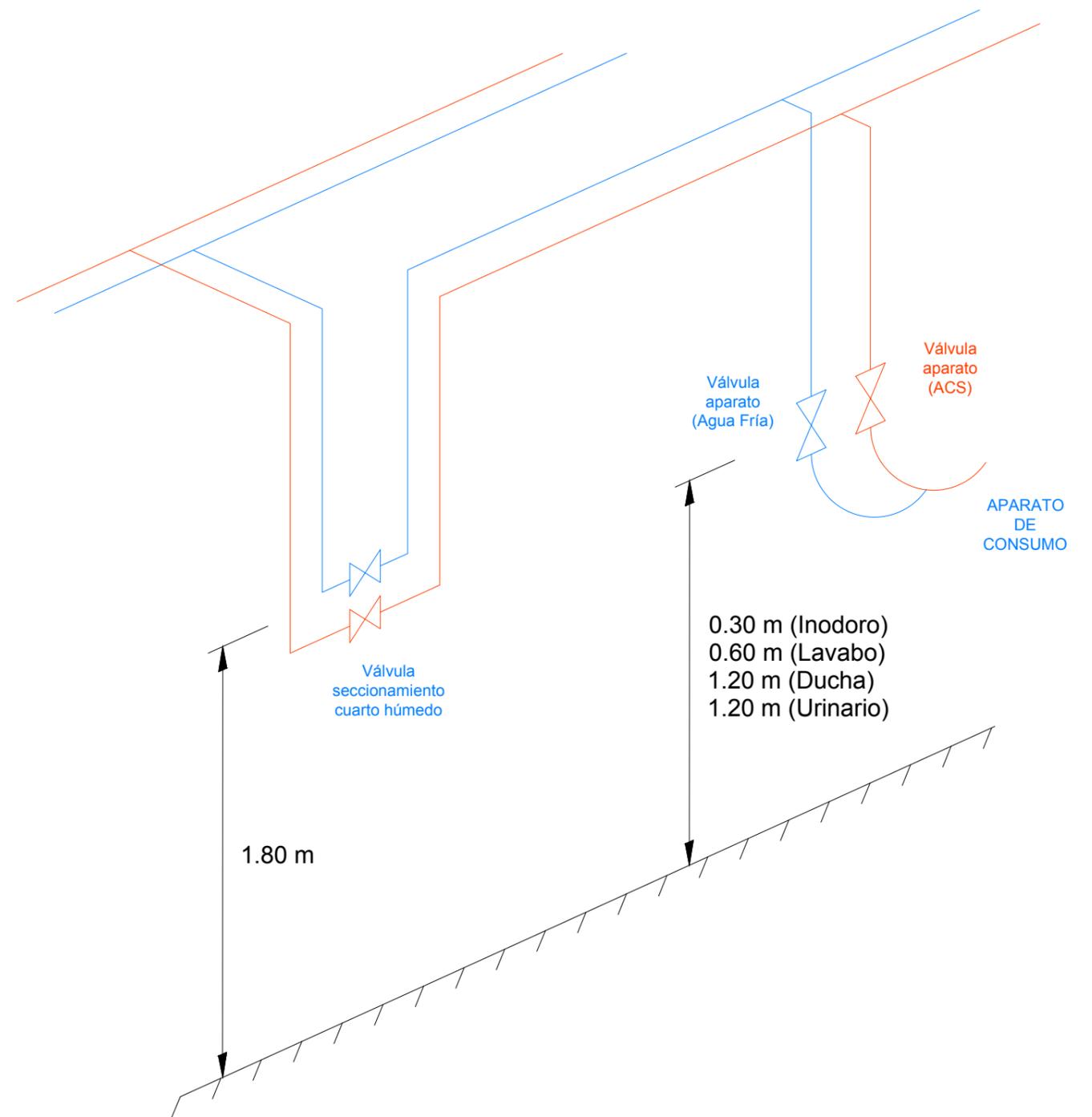
NOTA: ○ Tubería sube
● Tubería baja



Esquema circuitos primario, secundario y de consumo



Esquema acometida



Esquema isométrico de puntos de consumo



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES INDUSTRIALES

II. ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO C: Proyecto de instalación de saneamiento

AUTOR: LUIS ALEJANDRO NARANJO TONATO

TUTOR: HÉCTOR SAURA ARNAU

COTUTOR: GONZALO LÓPEZ PATIÑO

Curso Académico: 2017-18

ÍNDICE

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

1. Memoria	1
1.1. Resumen de características.....	1
1.1.1. Titular	1
1.1.2. Localidad	1
1.1.3. Situación de la instalación.....	1
1.1.4. Proyectista.....	1
1.1.5. Director de obra	1
1.1.6. Empresa instaladora.....	1
1.1.7. Tipo de edificación	2
1.1.8. Características de la instalación	2
1.1.9. Presupuesto Total	2
1.2. Antecedentes y objeto del proyecto	2
1.3. Legislación aplicada.....	2
1.4. Descripción pormenorizada	3
1.4.1. Descripción del edificio	3
1.4.2. Condiciones generales de evacuación	4
1.4.3. Materiales	4
1.4.4. Elementos que componen la red de evacuación	5
1.4.5. Elementos especiales	6
1.4.6. Sistemas de ventilación.....	6
2. Cálculos Justificativos	7
2.1. Bases de cálculo	7
2.1.1. Cálculo de caudales de aguas residuales	7
2.1.2. Cálculo de caudales de aguas pluviales.....	10
2.1.3. Dimensionamiento hidráulico de conductos horizontales	16

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

2.1.4. Dimensionamiento hidráulico de conductos verticales	17
2.2. Dimensionamiento de la instalación de evacuación de aguas residuales	18
2.2.1. Dimensionamiento de la red de pequeña evacuación.....	18
2.2.2. Dimensionamiento de los bajantes de aguas residuales	19
2.2.3. Dimensionamiento de los colectores de aguas residuales	19
2.3. Dimensionamiento de la instalación de evacuación de aguas pluviales.....	19
2.3.1. Dimensionamiento de los bajantes de aguas pluviales	19
2.3.2. Dimensionamiento de los colectores de aguas pluviales.....	21
2.4. Dimensionamiento de los sistemas de elevación y bombeo	23
3. Presupuesto.....	25
3.1. Precios descompuestos.....	25
3.2. Presupuesto parcial.....	37
3.3. Presupuesto total	38
4. Planos	39

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

1. MEMORIA

1.1. Resumen de características

1.1.1. Titular

Titular: Muebles de los Andes S.A.
Parque Industrial Sur
Quito - Ecuador

1.1.2. Localidad

Ubicación: Calle S60 y E3
Parque Industrial Sur
Quito EC170132, Ecuador

1.1.3. Situación de la instalación

Se trata de la instalación de saneamiento, para evacuación de aguas pluviales y residuales, a realizarse en la nave industrial y en el área de oficinas de la empresa Muebles de los Andes S.A. La futura edificación se emplazará en el Parque Industrial Sur de la ciudad de Quito – Ecuador, calle S60 y E3.

1.1.4. Projectista

Projectista: Luis Naranjo
Ingeniero Mecánico
Y-4845786-E

1.1.5. Director de obra

Director: Luis Naranjo
Ingeniero Mecánico
Y-4845786-E

1.1.6. Empresa instaladora

Se desconoce.

1.1.7. Tipo de edificación

El tipo de edificación es una nave industrial de nueva construcción destinada a una empresa que elabora muebles de madera. Dentro de la nave existe un área de oficinas.

1.1.8. Características de la instalación

La instalación de saneamiento del presente proyecto tiene una configuración semi separativa. Se diseñan y calculan la red de aguas pluviales y la red de aguas residuales por separado, sin embargo, debido a las condicionantes del lugar de emplazamiento, la descarga se realiza a la red general de saneamiento, a cargo de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de la ciudad de Quito.

Toda la evacuación, dentro de la parcela, se realiza mediante gravedad. En los cálculos se ha considerado una pendiente del 2%.

Existen tres acometidas (puntos de vertido) a los pozos de registro de la red de alcantarillado. Debido al gran recorrido y a la pendiente de los conductos la solera de la acometida queda por debajo del pozo de registro, haciéndose necesario el uso de equipos especiales de bombeo.

La red de aguas pluviales es más grande que la red de aguas residuales, debido a que en la primera se considera un área de cubierta de aproximadamente 9000 m² y en la segunda se recoge el agua residual de dos plantas, que juntas alcanzan un área de 360 m².

Las dos redes se componen de bajantes, arquetas y colectores que van enterrados.

1.1.9. Presupuesto Total

El presupuesto total de la instalación de saneamiento asciende a los \$95 808.01

El detalle de cada uno de los rubros del presupuesto que conforman la instalación, se presenta en el apartado 3. *PRESUPUESTO*.

1.2. Antecedentes y objeto del proyecto

Se tiene como objetivo, diseñar y dimensionar la instalación de saneamiento (aguas pluviales y residuales) de la nave industrial destinada a la elaboración de muebles de madera, de acuerdo a la normativa vigente ecuatoriana.

Se detallará el proceso de cálculo y dimensionamiento, así como las partes que componen la instalación junto con sus respectivos planos. Además, se presentarán presupuestos parciales y totales del proyecto.

1.3. Legislación aplicada

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria NHE Agua.
- Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 1 374:2009 Segunda Revisión, Tubería plástica. Tubería de PVC rígido para usos sanitarios en sistemas a gravedad. Requisitos.
- Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 2 474:2009, Tubería plástica. Tubería de PVC rígido para uso en ventilación de sistemas sanitarios. Requisitos.

- Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, publicado en el BOE número 74, de 28 de marzo de 2006).

Documento Básico HS – Salubridad, Sección HS5 Evacuación de aguas.

1.4. Descripción pormenorizada

1.4.1. Descripción del edificio

La nave industrial se compone de tres cubiertas a dos aguas, las cuales se encuentran adosadas, con una luz de 30 m cada una. Su longitud es de 100 m, dando así lugar a 14 pórticos separados por 6 m en los extremos y 8 m en los pórticos internos. El área cubierta es de 9000 m². Dentro de una de las cubiertas se dispone de un puente grúa.

En la parte frontal de la cubierta central, existe una estructura de dos plantas. En la planta baja (con Nivel +0.000) se tiene el vestíbulo con la recepción de la empresa, comedor para el personal, aseos-vestidores para el personal masculino y aseos-vestidores para el personal femenino. Se cubre un área de 180 m².

La primera planta (ubicada al Nivel +3.475) está formada por oficinas, una sala de reuniones, aseos para el personal masculino y aseos para el personal femenino. La planta en mención, cubre un área de 180 m².

La terraza de la edificación (con Nivel +6.950) es inaccesible. En total sumando las dos plantas se tiene un área de 360 m². Se dispone de un ducto por el cual discurren las bajantes de aguas residuales y la prolongación de la tubería para la ventilación de la red.

La parcela a ocupar tiene una superficie aproximada de 192780 m². La nave se ubicará en una de las esquinas del terreno para aprovechar la cercanía a la red principal de alcantarillado. Las descargas se realizarán en tres puntos.

Dentro del aseo de hombres de la planta baja se encuentran:

- 4 Lavabos
- 4 Inodoros con depósito
- 4 Urinarios con llave
- 4 Duchas

Dentro del aseo de mujeres de la planta baja se encuentran:

- 4 Lavabos
- 3 Inodoros con depósito
- 3 Duchas

En la cocina – comedor de la planta baja se tiene:

- 3 Fregaderos

En el aseo de hombres de la primera planta se tiene:

- 2 Lavabos
- 2 Inodoros con depósito

3 Urinarios con llave

Dentro del aseo de mujeres de la primera planta se encuentran:

2 Lavabos

2 Inodoros con depósito

1.4.2. Condiciones generales de evacuación

La tipología de la instalación es mixta, es decir que para el diseño se han considerado la red de aguas pluviales y la red de aguas residuales por separado. Sin embargo, justo antes de realizar la descarga a la red principal de alcantarillado, se unen las dos redes. Esto se debe a que en el lugar de emplazamiento la red de alcantarillado es única y transporta los dos tipos de aguas.

Todas las descargas se realizan por gravedad hasta las acometidas. Para alcanzar los pozos de registro es necesario el uso de equipos de bombeo. Se establecen tres puntos de acometida con la red de alcantarillado.

Para todas las tuberías con disposición horizontal se ha establecido una pendiente del 2%, cumpliendo con los requisitos para pendientes mínimas y garantizando la velocidad de autolimpieza dentro de los conductos.

Se disponen de arquetas de revisión en cada cambio de dirección y al pie de cada bajante de aguas pluviales, cuidando no superar 15 m de recorrido sin la presencia de uno de estos elementos de revisión y mantenimiento. El trazado de las tuberías se realiza evitando quiebres.

Los cierres hidráulicos dentro de los cuartos húmedos, para el caso de lavabos, urinarios y duchas, se garantizan con el uso de botes sifónicos. Los inodoros de la primera planta se conectan directamente a las bajantes de aguas residuales, mientras que los inodoros de la planta baja se conectan a los colectores más cercanos.

1.4.3. Materiales

Las instalaciones se llevarán a cabo con materiales que cumplan con:

- Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar
- Resistencia a cargas externas
- Impermeabilidad total a líquidos y gases
- Lisura interior
- Flexibilidad para absorber sus movimientos
- Resistencia a la abrasión
- Resistencia a la corrosión
- Absorción de ruidos, producidos y transmitidos

Los conductos a utilizar serán de policloruro de vinilo (PVC). Los requisitos que deben cumplir se establecen en la Norma Técnica Ecuatoriana *NTE INEN 1 374:2009 Tubería Plástica. Tubería de PVC rígido para usos sanitarios en sistemas a gravedad* y en la *NTE INEN 2 474:2009 Tubería Plástica. Tubos de PVC rígido para uso en ventilación de sistemas sanitarios*.

Sobre la composición, las dos normas expresan que el material de tubos y accesorios debe estar compuesto substancialmente de policloruro de vinilo, al cual se pueden añadir aquellos aditivos necesarios para facilitar el procesamiento de este polímero y la producción de tubos y accesorios con buen terminado en sus superficies, buena resistencia mecánica, opacidad y durabilidad. A continuación, se presenta información sobre los diámetros comerciales en el mercado ecuatoriano.

NTE INEN 1374 : 2009		
DN	e (mm)	Dint (mm)
PVC 50	2,0	46,0
PVC 75	2,2	70,6
PVC 110	2,5	105,0
PVC 160	3,5	153,0
PVC 200	4,2	191,6
PVC 250	6,2	237,6

Tabla 1. Diámetros comerciales en Ecuador

1.4.4. Elementos que componen la red de evacuación

- Cierres hidráulicos

También conocido como sello hidráulico. Es un dispositivo que retiene una determinada cantidad de agua, sin afectar el flujo de agua a través de él, con el fin de impedir el paso de olores y gases tóxicos de la red de evacuación a los locales dónde están instalados los aparatos sanitarios.

- Redes de pequeña evacuación

Es parte de la red de evacuación que conduce los residuos desde los cierres hidráulicos, excepto de los inodoros, hasta las bajantes.

- Bajantes

Son los conductos verticales que conducen las aguas pluviales desde los sumideros sifónicos y/o canalones en cubierta y las aguas residuales desde las redes de pequeña evacuación e inodoros hasta la arqueta a pie de bajante o hasta el colector.

- Ventilación primaria

Subsistema que tiene como función la evacuación del aire en la bajante para evitar sobrepresiones y subpresiones en la misma durante su funcionamiento y consiste en la prolongación de la bajante por encima de la última planta hasta la cubierta de forma que quede en contacto con la atmósfera exterior y por encima de los recintos habitables.

- Canalones

Canalización que conduce las aguas pluviales que recoge de la cubierta hasta las bajantes.

El CTE en su Documento Básico HS 5, en el apartado 4.2.2 *Canalones*, establece diámetros mínimos para canalones de sección semicircular, para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Tabla 2. Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

- Colectores

Canalización que conduce las aguas desde las bajantes hasta la red de alcantarillado público.

- Arquetas

Son pequeños depósitos utilizados para recibir, enlazar y distribuir canalizaciones subterráneas. Las mismas pueden ser de paso o registrables.

El CTE en su Documento Básico HS 5, en el apartado 4.5 *Accesorios*, establece dimensiones mínimas necesarias para arquetas en función del diámetro del colector de salida.

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Tabla 3. Dimensiones de las arquetas

- Válvulas antirretorno

Dispositivo que permite el paso del fluido en un solo sentido, impidiendo los retornos no deseados.

- Sistema de elevación y bombeo

Conjunto de dispositivos para la recogida y elevación automática de las aguas procedentes de las redes de evacuación, hasta la cota correspondiente de salida al alcantarillado.

1.4.5. Elementos especiales

La red de saneamiento es diseñada para trabajar totalmente a gravedad, dentro de la parcela. Las descargas se realizan a la red principal de alcantarillado del sector mediante equipos de elevación y bombeo, que transportan las aguas de evacuación desde la acometida hasta los pozos de registro pertenecientes al sistema de alcantarillado.

Por otra parte, se considera en el diseño válvulas antirretorno de seguridad para prevenir al sistema de posibles inundaciones cuando la red principal de alcantarillado se llegue a sobrecargar.

Debido a la tipología de la red de evacuación (semi separativa o mixta), se hace obligatorio el uso de estas válvulas de seguridad, las mismas que estarán instaladas en la tubería de descarga del sistema de bombeo.

1.4.6. Sistemas de ventilación

Como criterio de diseño se tiene que para edificios de menos de 7 plantas y con ramales de pequeña evacuación cortos (menores a 5 m), es suficiente considerar ventilación primaria.

Debido a que en el presente proyecto apenas hay dos plantas, se opta por considerar este tipo de sistema de ventilación.

El objetivo de la ventilación primaria es el de evitar sobrepresiones y depresiones durante las descargas de aguas residuales de los aparatos. Consiste en la prolongación de la bajante hasta alcanzar aire exterior. La ventilación garantiza los cierres hidráulicos evitando la presencia de malos olores y gases tóxicos.

La tubería de ventilación tendrá el mismo diámetro de las bajantes a las cuales se conecta. Discurre por el mismo ducto destinado para todas las instalaciones hidráulicas del proyecto.



Figura 1. Ventilación primaria

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. Bases de cálculo

2.1.1. Cálculo de caudales de aguas residuales

Existen dos métodos para determinar el caudal de evacuación de aguas residuales:

- Método de las unidades de desagüe
- Método de los caudales

El primer método, también conocido como unidades de descarga, asigna a cada aparato unidades de desagüe que varían de acuerdo al tipo de aparato y al uso que se le dé. Se fundamenta en tablas.

En el segundo método, se asigna un caudal de evacuación a cada aparato y a los caudales se les aplica un factor de simultaneidad para hallar el caudal de diseño.

Sin duda, el método de los caudales es la solución más óptima. Por esta razón, se elige este procedimiento para determinar los caudales de aguas residuales del presente proyecto.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Los caudales de descarga que se manejan en residuales son siempre mayores que los caudales considerados en fontanería y ACS para el mismo aparato. Los caudales de evacuación de los diferentes aparatos que hay en la instalación, se presentan a continuación:

Aparatos	Q (l/s)
Lavabos	0,75
Urinarios	1
Inodoros	1,5
Fregaderos	1
Duchas	0,5

Tabla 4. Caudal por aparato

Se contabilizan los aparatos por cada cuarto húmedo y/o por cada red de pequeña evacuación y los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Cuarto Húmedo	Lavabos	Urinarios	Inodoros	Fregaderos	Duchas
AM1-P1	2	0	0	0	0
AM2-P1	0	0	1	0	0
AM3-P1	0	0	1	0	0
AH1-P1	0	0	1	0	0
AH2-P1	0	0	1	0	0
AH3-P1	0	3	0	0	0
AH4-P1	2	0	0	0	0
AH1-PB	0	4	0	0	0
AH2-PB	4	0	0	0	0
AH3-PB	0	0	1	0	0
AH4-PB	0	0	1	0	0
AH5-PB	0	0	1	0	0
AH6-PB	0	0	1	0	0
AH7-PB	0	0	0	0	1
AH8-PB	0	0	0	0	1
AH9-PB	0	0	0	0	1
AH10-PB	0	0	0	0	1
AM1-PB	4	0	0	0	0
AM2-PB	0	0	1	0	0
AM3-PB	0	0	1	0	0
AM4-PB	0	0	1	0	0
AM5-PB	0	0	0	0	3
COCINA	0	0	0	3	0

Tabla 5. Número de aparatos por cuarto húmedo

El caudal de diseño se determina considerando los caudales instantáneos de todos los aparatos que pertenecen al ramal y se les multiplica el correspondiente coeficiente de simultaneidad. La expresión de cálculo se presenta a continuación:

$$Q_{diseño}(\text{para } n \text{ aparatos}) = k_n \cdot \sum_n Q_{instantáneo}$$

El coeficiente de simultaneidad debe ser el mismo que se utiliza para el caso de cálculo de caudales en fontanería y ACS. Según la *Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana NEC-11*, en su capítulo 16, determina el cálculo del coeficiente con la siguiente ecuación:

$$k_n = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \cdot (0.04 + 0.04 \log(\log(n)))$$

Dónde:

n : Número total de aparatos servidos

k_n : Coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

F : Factor que toma los siguientes valores:

$F = 0$, según Norma Francesa NFP 41204

$F = 1$, para edificios de oficinas y semejantes

$F = 2$, para edificios habitacionales

$F = 3$, hoteles, hospitales y semejantes

$F = 4$, edificios académicos, cuarteles y semejantes

$F = 5$, edificios e inmuebles con valores de demanda superiores

Para el caso de la instalación analizada, se considerará un factor $F = 4$, debido a que los aseos y vestidores van a estar a su máxima capacidad en ciertos horarios. Se asemejaría al uso que se dan a las instalaciones de un cuartel.

Considerando que las duchas de los vestidores manejan un caudal especial de evacuación debido a la posibilidad de que todas entran en funcionamiento a la vez, en principio no se podría utilizar la misma fórmula de simultaneidad y se asumiría un coeficiente de simultaneidad del 80%, pero al tratarse un máximo de tres duchas para la red de pequeña evacuación y al aplicar la fórmula que establece la norma, resultan coeficientes mayores al 80% (escenario con mayor restricción). Por tanto, se trabaja normalmente sin considerar las duchas como caudales especiales.

Una vez definida la forma de cálculo, se presentan los resultados en la siguiente tabla. La información presentada incluye los caudales de diseño de las bajantes y colectores.

Conducto	Q net (l/s)	n	Kn	Q simul (l/s)	Q diseño (l/s)
AM1-P1	1,5	2	1,077	1,61	1,61
AM2-P1	1,5	1	1,000	1,50	1,50
AM3-P1	1,5	1	1,000	1,50	1,50
AH1-P1	1,5	1	1,000	1,50	1,50
AH2-P1	1,5	1	1,000	1,50	1,50
AH3-P1	3	3	0,816	2,45	2,45
AH4-P1	1,5	2	1,077	1,61	1,61
AH1-PB	4	4	0,702	2,81	2,81
AH2-PB	3	4	0,702	2,11	2,11
AH3-PB	1,5	1	1,000	1,50	1,50
AH4-PB	1,5	1	1,000	1,50	1,50

Conducto	Q net (l/s)	n	Kn	Q simul (l/s)	Q diseño (l/s)
AH5-PB	1,5	1	1,000	1,50	1,50
AH6-PB	1,5	1	1,000	1,50	1,50
AH7-PB	0,5	1	1,000	0,50	0,50
AH8-PB	0,5	1	1,000	0,50	0,50
AH9-PB	0,5	1	1,000	0,50	0,50
AH10-PB	0,5	1	1,000	0,50	0,50
AM1-PB	3	4	0,702	2,11	2,11
AM2-PB	1,5	1	1,000	1,50	1,50
AM3-PB	1,5	1	1,000	1,50	1,50
AM4-PB	1,5	1	1,000	1,50	1,50
AM5-PB	1,5	3	0,816	1,22	1,22
COCINA	3	3	0,816	2,45	2,45
BAR-1	4,5	4	0,702	3,16	3,16
BAR-2	3	2	1,077	3,23	3,23
BAR-3	4,5	5	0,635	2,86	2,86
CAR-1	3	2	1,077	3,23	3,23
CAR-2	4,5	5	0,635	2,86	2,86
CAR-3	15,5	14	0,447	6,93	6,93
CAR-4	11,5	13	0,456	5,25	5,25
CAR-5	27	27	0,381	10,29	10,29
CAR-6	7,5	7	0,557	4,17	4,17
CAR-7	34,5	34	0,364	12,55	12,55
CAR-8	36	37	0,358	12,89	12,89
CAR-9	36	37	0,358	12,89	12,89
CAR-10	39	40	0,353	13,76	13,76
CAR-11	39	40	0,353	13,76	13,76
CAR-12	39	40	0,353	13,76	13,76
CAR-13	39	40	0,353	13,76	13,76
CAR-14	39	40	0,353	13,76	13,76

Tabla 6. Caudales de aguas residuales

2.1.2. Cálculo de caudales de aguas pluviales

Para estimar los caudales de aguas pluviales, se tienen dos métodos:

- Método de las superficies a evacuar de aguas pluviales
- Método racional

En el primer método no se calculan caudales, se utilizan tablas con las que se dimensionan los conductos en función de la intensidad pluviométrica del lugar de emplazamiento del edificio y de la superficie que abarca el mismo.

Con el método racional se determina el caudal máximo que circulará por un conducto considerando un coeficiente de escorrentía, la superficie en proyección horizontal expuesta y la intensidad de lluvia de diseño obtenida para un tiempo de retorno y duración determinada. Se elige éste método por ser el más óptimo.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

La siguiente fórmula es la que se utiliza en el método racional:

$$Q_{max} = C \cdot I_{diseño} \cdot A$$

Dónde:

Q_{max} : Caudal máximo de aguas pluviales

C : Coeficiente de escorrentía

$I_{diseño}$: Intensidad de lluvia de diseño para un periodo de retorno y una duración determinada

A : Área en proyección horizontal expuesta

El coeficiente de escorrentía es un valor adimensional entre 0 y 1, que relaciona la parte de la precipitación que circula sobre la superficie y la precipitación total. Para el caso de la cubierta toma un valor de $C = 1$.

Según el CTE en su Documento Básico HS 5, en su apartado 4.2.1 *Red de pequeña evacuación de aguas pluviales*, para cubiertas de más de 500 m² debe existir mínimo 1 sumidero por cada 150 m² de superficie de cubierta en proyección horizontal.

La crujía de la nave industrial es de 8 m entre pórticos internos y de 6 m para los pórticos externos. Como criterio de diseño se tiene que por cada pilar habrá una bajante. Además, al tratarse de 3 cubiertas adosadas a dos aguas con una luz de 30 m cada una, resultan tres áreas tributarias que considerar (50.25 m², 105 m² y 120 m²).

Para dimensionar las bajantes de los pilares internos, se considera el doble de área (100.5 m², 210 m² y 240 m²), debido a que recogerán el doble de caudal. Como no es posible exceder los 150 m² con un solo sumidero, se coloca un sumidero adicional, conectado a dichas bajantes.

La intensidad de lluvia de diseño para el lugar de emplazamiento, es un valor que se presenta en (mm/h) y que está en función del periodo de retorno y de la duración de la tormenta. Se analizará con un periodo de retorno $T = 25$ años y una duración de tormenta $t = 10$ min.

El proyecto estará emplazado en el Parque Industrial Sur de la ciudad de Quito – Ecuador, por lo que es necesario recopilar información pluviométrica de una estación cercana al sector.

De la red de estaciones meteorológicas de la provincia de Pichincha (35 equipos localizados en sitios estratégicos), se trabaja con la información de la estación M0003 Izobamba, debido a que es la más cercana al lugar donde va a estar emplazada la nave industrial.

En la siguiente tabla, se presenta la ubicación de la estación meteorológica en cuestión. Los datos han sido tomados de la página web del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/red-de-estaciones-meteorologicas/>

COD	COD.NVO.	NOMBRE	TIPO	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
1	M002	M0002	LA TOLA	AG 00 13 54.44 S	78 22 13.56 W	2480 msnm
2	M003	M0003	IZOBAMBA	AG 00 21 57.33 S	78 33 18.46 W	3058 msnm
4	MA2T	M1094	TOMALON	AG 00 00 40.16 N	78 15 18.19 W	2790 msnm
5	xxx	M1267	PEDRO VICENTE MALDONADO	AG 00 04 36.00 N	79 01 30.00 W	705 msnm
3	M025	M0025	LA CONCORDIA	CP 00 01 29.2 S	79 22 49 W	0379 msnm
6	M024	M0024	IÑAQUITO	CP 00 10 41.89 S	78 29 15.83 W	2789 msnm

Tabla 7. Estaciones meteorológicas

Además, se presenta el mapa de la estación a considerar.

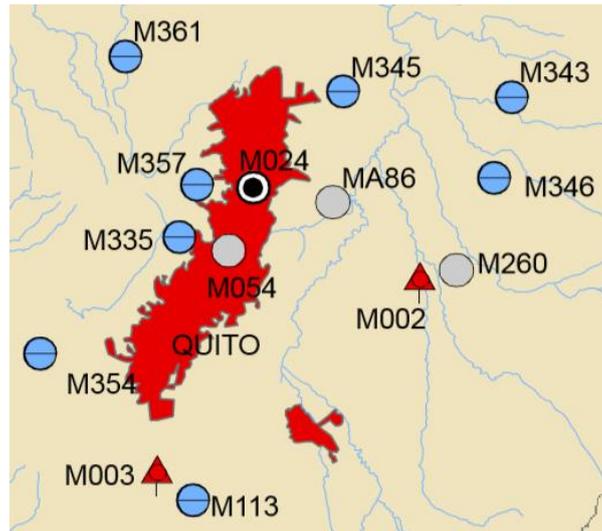


Figura 2. Mapa de las estaciones meteorológicas del sector

El INAMHI presenta las ecuaciones para graficar las curvas IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia) para la estación M0003 Izobamba.

STACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²
CÓDIGO	NOMBRE				
M0003	IZOBAMBA	5 < 30	$i = 164.212 * T^{0.1650} * t^{-0.4326}$	0.9825	0.9652
		30 < 120	$i = 371.072 * T^{0.1575} * t^{-0.6771}$	0.9947	0.9895
		120 < 1440	$i = 929.503 * T^{0.1614} * t^{-0.8773}$	0.9990	0.9981

Tabla 8. Ecuaciones IDF de la estación M0003 Izobamba

Con las ecuaciones anteriores, considerando periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años y duraciones de tormenta entre 5 y 1440 minutos, se obtienen las curvas IDF para la estación Izobamba.

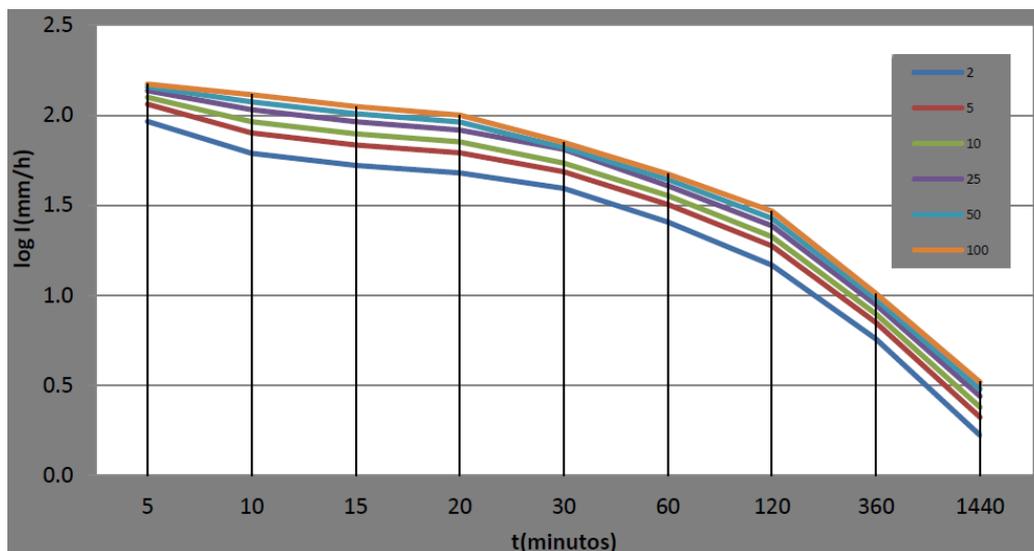


Figura 3. Curvas IDF de la estación M0003 Izobamba

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

La grafica anterior se resume en la siguiente tabla, también facilitada por el INAMHI.

t (min)	Período de Retorno T (años)					
	2	5	10	25	50	100
5	91.8	106.7	119.7	139.2	156.1	175.0
10	68.0	79.1	88.7	103.1	115.6	129.7
15	57.1	66.4	74.4	86.6	97.0	108.8
20	50.4	58.6	65.7	76.4	85.7	96.1
30	41.4	47.8	53.3	61.6	68.7	76.6
60	25.9	29.9	33.3	38.5	43.0	47.9
120	15.6	18.1	20.2	23.4	26.2	29.3
360	5.9	6.9	7.7	8.9	10.0	11.2
1440	1.8	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3

INTENSIDAD MAXIMA (mm/h)

Tabla 9. Intensidad de diseño máxima para la estación M0003 Izobamba

Como se aprecia en la tabla anterior, considerando un periodo de retorno $T = 25$ años y una duración de tormenta $t = 10$ min, se tiene que para el sector de emplazamiento del proyecto la intensidad de diseño máxima a considerar en los cálculos es $I_{diseño} = 103.1$ mm/h.

Conocidas todas las variables de la ecuación del método racional, se calcula el caudal de diseño para cada bajante y colector de aguas pluviales. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

CONDUCTO	A (m ²)	Q diseño (l/s)
BAP-1	50,25	1,44
BAP-2	105,00	3,01
BAP-3	120,00	3,44
BAP-4	120,00	3,44
BAP-5	120,00	3,44
BAP-6	120,00	3,44
BAP-7	120,00	3,44
BAP-8	120,00	3,44
BAP-9	120,00	3,44
BAP-10	120,00	3,44
BAP-11	120,00	3,44
BAP-12	120,00	3,44
BAP-13	105,00	3,01
BAP-14	50,25	1,44
BAP-21	100,50	2,88
BAP-22	210,00	6,01
BAP-23	240,00	6,87
BAP-24	240,00	6,87
BAP-25	240,00	6,87
BAP-26	240,00	6,87
BAP-27	240,00	6,87
BAP-28	240,00	6,87
BAP-29	240,00	6,87
BAP-30	240,00	6,87

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

CONDUCTO	A (m²)	Q diseño (l/s)
BAP-31	240,00	6,87
BAP-32	240,00	6,87
BAP-33	210,00	6,01
BAP-34	100,50	2,88
BAP-41	100,50	2,88
BAP-42	210,00	6,01
BAP-43	240,00	6,87
BAP-44	240,00	6,87
BAP-45	240,00	6,87
BAP-46	240,00	6,87
BAP-47	240,00	6,87
BAP-48	240,00	6,87
BAP-49	240,00	6,87
BAP-50	240,00	6,87
BAP-51	240,00	6,87
BAP-52	240,00	6,87
BAP-53	210,00	6,01
BAP-54	100,50	2,88
BAP-61	50,25	1,44
BAP-62	105,00	3,01
BAP-63	120,00	3,44
BAP-64	120,00	3,44
BAP-65	120,00	3,44
BAP-66	120,00	3,44
BAP-67	120,00	3,44
BAP-68	120,00	3,44
BAP-69	120,00	3,44
BAP-70	120,00	3,44
BAP-71	120,00	3,44
BAP-72	120,00	3,44
BAP-73	105,00	3,01
BAP-74	50,25	1,44
SAP-1	105,00	3,01
SAP-2	120,00	3,44
SAP-3	120,00	3,44
SAP-4	120,00	3,44
SAP-5	120,00	3,44
SAP-6	120,00	3,44
SAP-7	120,00	3,44
SAP-8	120,00	3,44
SAP-9	120,00	3,44
SAP-10	120,00	3,44
SAP-11	120,00	3,44
SAP-12	105,00	3,01

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

CONDUCTO	A (m²)	Q diseño (l/s)
SAP-21	105,00	3,01
SAP-22	120,00	3,44
SAP-23	120,00	3,44
SAP-24	120,00	3,44
SAP-25	120,00	3,44
SAP-26	120,00	3,44
SAP-27	120,00	3,44
SAP-28	120,00	3,44
SAP-29	120,00	3,44
SAP-30	120,00	3,44
SAP-31	120,00	3,44
SAP-32	105,00	3,01
CAP-14	50,25	1,44
CAP-13	155,25	4,45
CAP-12	275,25	7,88
CAP-11	395,25	11,32
CAP-10	515,25	14,76
CAP-9	635,25	18,19
CAP-8	755,25	21,63
CAP-7	875,25	25,07
CAP-6	995,25	28,50
CAP-5	1115,25	31,94
CAP-4	1235,25	35,38
CAP-3	1355,25	38,81
CAP-2	1460,25	41,82
CAP-1	1510,50	43,26
CAP-15	1510,50	43,26
CAP-27	240,00	6,87
CAP-26	480,00	13,75
CAP-25	720,00	20,62
CAP-24	960,00	27,49
CAP-23	1200,00	34,37
CAP-22	1410,00	40,38
CAP-20	1410,00	40,38
CAP-21	1510,50	43,26
CAP-19	1510,50	43,26
CAP-18	1510,50	43,26
CAP-17	1510,50	43,26
CAP-16	3021,00	86,52
CAP-28	240,00	6,87
CAP-29	480,00	13,75
CAP-30	720,00	20,62
CAP-31	960,00	27,49
CAP-32	1200,00	34,37

CONDUCTO	A (m ²)	Q diseño (l/s)
CAP-33	1410,00	40,38
CAP-34	1510,50	43,26
CAP-35	1510,50	43,26
CAP-48	240,00	6,87
CAP-49	480,00	13,75
CAP-50	720,00	20,62
CAP-51	960,00	27,49
CAP-52	1200,00	34,37
CAP-53	1410,00	40,38
CAP-36	2920,50	83,64
CAP-54	3021,00	86,52
CAP-55	3021,00	86,52
CAP-56	3021,00	86,52
CAP-57	3021,00	86,52
CAP-74	50,25	1,44
CAP-73	155,25	4,45
CAP-72	275,25	7,88
CAP-71	395,25	11,32
CAP-70	515,25	14,76
CAP-69	635,25	18,19
CAP-68	755,25	21,63
CAP-67	875,25	25,07
CAP-66	995,25	28,50
CAP-65	1115,25	31,94
CAP-64	1235,25	35,38
CAP-63	1355,25	38,81
CAP-62	1460,25	41,82
CAP-47	240,00	6,87
CAP-46	480,00	13,75
CAP-45	720,00	20,62
CAP-44	960,00	27,49
CAP-43	1200,00	34,37
CAP-42	1410,00	40,38
CAP-40	1410,00	40,38
CAP-41	1510,50	43,26
CAP-39	1510,50	43,26
CAP-61	1560,75	44,70
CAP-60	3021,00	86,52

Tabla 10. Caudales de aguas pluviales

2.1.3. Dimensionamiento hidráulico de conductos horizontales

El flujo en tuberías horizontales depende principalmente de la pendiente y del grado de llenado. Se comprueba también la velocidad, que debe estar en un rango de 0.5 a 3 m/s, siendo la menor la más crítica ya que se trata de la velocidad de auto limpieza del conducto.

Para dimensionar colectores se considera flujo uniforme.

Se utiliza la fórmula de Manning, en donde se considera un coeficiente de Manning de $n = 0.01$ para el caso de tuberías de PVC.

La pendiente (s) y el grado de llenado (y/D) son valores que se deben fijar en un inicio. Para conducciones que transportan aguas residuales el grado de llenado será del 50%, mientras que para el caso de aguas pluviales el grado de llenado será del 80%. La pendiente se ha fijado en un 2%.

La fórmula de Manning se expresa a continuación:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot s^{1/2} \cdot R_h^{2/3} \cdot A$$

Dónde:

Q : Caudal

n : Coeficiente de Manning (0.01 para PVC)

s : Pendiente

R_h : Radio hidráulico

A : Sección transversal ocupada por el fluido

Para conductos de sección circular totalmente llenos se tiene:

$$Q_{lleno} = \frac{1}{n} \cdot s^{1/2} \cdot \frac{\pi \cdot D^{8/3}}{4^{5/3}}$$

Al diseñar con un grado de llenado del 50% se tiene:

$$\frac{y}{D} = 0.5 \quad \rightarrow \quad \frac{Q}{Q_{lleno}} = 0.5$$

Despejando el diámetro de la conducción y considerando el grado de llenado al 50%, se tiene:

$$D = \left[\frac{Q_{dis} \cdot 4^{5/3} \cdot n}{0.5 \cdot s^{1/2} \cdot \pi} \right]^{3/8}$$

Las tablas de Thorman y Franke establecen la relación del grado de llenado de una tubería de sección circular con el caudal real y el caudal de la tubería llena (Q/Q_{ll}) y de la velocidad real con la velocidad de la tubería llena (v/v_{ll}).

2.1.4. Dimensionamiento hidráulico de conductos verticales

El flujo en tuberías verticales depende principalmente del caudal, es decir está ligado al grado de llenado. Por ende, el caudal se relaciona con el diámetro de la conducción.

En tuberías verticales para aguas pluviales y residuales, se recomienda considerar un grado de llenado $\frac{y}{D} = 1/3$.

Para el cálculo se utiliza la fórmula de Dawson – Hunter.

$$Q = 3.15 \times 10^{-4} \cdot r^{5/3} \cdot D^{8/3}$$

Dónde:

Q : Caudal en l/s

r : Grado de llenado (se recomienda 1/3)

D : Diámetro interno de la tubería (mm)

2.2. Dimensionamiento de la instalación de evacuación de aguas residuales

2.2.1. Dimensionamiento de la red de pequeña evacuación

El grado de llenado de la tubería es del 50% para aguas residuales ($y/D = 0.5$). La relación de caudal de diseño con caudal de la tubería llena es 0.5 ($Q/Q_{II} = 0.5$), Thorman y Franke.

Se considera un coeficiente de Manning de 0.01 para tuberías de PVC ($n = 0.01$).

La pendiente de diseño es del 2% ($s = 0.02$).

Con los datos anteriores, se calcula el caudal para la tubería totalmente llena utilizando la fórmula de Manning. Luego, con las tablas de Thorman y Franke y ya definido el grado de llenado (y/D) se obtiene el caudal real. Por último, se realiza la relación de caudales entre el real y con la tubería totalmente llena, obteniéndose así el grado de llenado real (considerando los diámetros de tubería comercial) y la velocidad del fluido.

Conducto	Q dis (l/s)	D teo (mm)	DN	D int (mm)	Qlleno (l/s)	Vlleno (m/s)	Q/QII	y/D	V/VII	y/D (%)	V (m/s)
AM1-P1	1,61	66,73	PVC 75	70,6	3,75	0,96	0,430	0,458	0,96	45,8	0,920
AM2-P1	1,50	64,91	PVC 110	105	10,82	1,25	0,139	0,245	0,71	24,5	0,887
AM3-P1	1,50	64,91	PVC 110	105	10,82	1,25	0,139	0,245	0,71	24,5	0,887
AH1-P1	1,50	64,91	PVC 110	105	10,82	1,25	0,139	0,245	0,71	24,5	0,887
AH2-P1	1,50	64,91	PVC 110	105	10,82	1,25	0,139	0,245	0,71	24,5	0,887
AH3-P1	2,45	77,99	PVC 110	105	10,82	1,25	0,226	0,316	0,81	31,6	1,012
AH4-P1	1,61	66,73	PVC 75	70,6	3,75	0,96	0,430	0,458	0,96	45,8	0,920
AH1-PB	2,81	82,12	PVC 110	105	10,82	1,25	0,260	0,339	0,84	33,9	1,049
AH2-PB	2,11	73,73	PVC 110	105	10,82	1,25	0,195	0,293	0,78	29,3	0,974
AH3-PB	1,50	64,91	PVC 110	105	10,82	1,25	0,139	0,245	0,71	24,5	0,887
AH4-PB	1,50	64,91	PVC 110	105	10,82	1,25	0,139	0,245	0,71	24,5	0,887
AH5-PB	1,50	64,91	PVC 110	105	10,82	1,25	0,139	0,245	0,71	24,5	0,887
AH6-PB	1,50	64,91	PVC 110	105	10,82	1,25	0,139	0,245	0,71	24,5	0,887
AH7-PB	0,50	42,99	PVC 50	46	1,20	0,72	0,418	0,445	0,95	44,5	0,684
AH8-PB	0,50	42,99	PVC 50	46	1,20	0,72	0,418	0,445	0,95	44,5	0,684
AH9-PB	0,50	42,99	PVC 50	46	1,20	0,72	0,418	0,445	0,95	44,5	0,684
AH10-PB	0,50	42,99	PVC 50	46	1,20	0,72	0,418	0,445	0,95	44,5	0,684
AM1-PB	2,11	73,73	PVC 110	105	10,82	1,25	0,195	0,293	0,78	29,3	0,974
AM2-PB	1,50	64,91	PVC 110	105	10,82	1,25	0,139	0,245	0,71	24,5	0,887
AM3-PB	1,50	64,91	PVC 110	105	10,82	1,25	0,139	0,245	0,71	24,5	0,887
AM4-PB	1,50	64,91	PVC 110	105	10,82	1,25	0,139	0,245	0,71	24,5	0,887
AM5-PB	1,22	60,14	PVC 75	70,6	3,75	0,96	0,326	0,387	0,89	38,7	0,853
COCINA	2,45	77,99	PVC 110	105	10,82	1,25	0,226	0,316	0,81	31,6	1,012

Tabla 11. Dimensionamiento red de pequeña evacuación

2.2.2. Dimensionamiento de los bajantes de aguas residuales

Para tuberías verticales se recomienda un grado de llenado de 1/3 ($r = 0.3333$).

En el dimensionamiento de las tuberías se utiliza la fórmula de Dawson – Hunter.

Conducto	Q diseño(l/s)	D teorico (mm)	DN	D int (mm)	r	A mojada (m ²)	V (m/s)
BAR-1	3,16	62,91	PVC 110	105	0,147	0,0013	2,485
BAR-2	3,23	63,43	PVC 110	105	0,149	0,0013	2,507
BAR-3	2,86	60,58	PVC 110	105	0,138	0,0012	2,387

Tabla 12. Dimensionamiento bajantes aguas residuales

2.2.3. Dimensionamiento de los colectores de aguas residuales

El grado de llenado de la tubería es del 50% para aguas residuales ($y/D = 0.5$).

La relación de caudal de diseño con caudal de la tubería llena es 0.5 ($Q/Q_{II} = 0.5$), Thorman y Franke.

Se considera un coeficiente de Manning de 0.01 para tuberías de PVC ($n = 0.01$).

La pendiente de diseño es del 2% ($s = 0.02$).

Con los datos anteriores, se calcula el caudal para la tubería totalmente llena utilizando la fórmula de Manning. Luego, con las tablas de Thorman y Franke y ya definido el grado de llenado (y/D) se obtiene el caudal real. Por último, se realiza la relación de caudales entre el real y con la tubería totalmente llena, obteniéndose así el grado de llenado real (considerando los diámetros de tubería comercial) y la velocidad del fluido.

Conducto	Q dis (l/s)	D teo (mm)	DN	D int (mm)	Qlleno (l/s)	Vlleno (m/s)	Q/QII	y/D	V/VII	y/D (%)	V (m/s)
CAR-1	3,23	86,54	PVC 110	105	10,82	1,25	0,299	0,367	0,87	36,7	1,087
CAR-2	2,86	82,67	PVC 110	105	10,82	1,25	0,264	0,346	0,85	34,6	1,062
CAR-3	6,93	115,21	PVC 160	153	29,52	1,61	0,235	0,324	0,82	32,4	1,316
CAR-4	5,25	103,81	PVC 110	105	10,82	1,25	0,485	0,488	0,99	48,8	1,237
CAR-5	10,29	133,64	PVC 160	153	29,52	1,61	0,349	0,401	0,91	40,1	1,461
CAR-6	4,17	95,28	PVC 110	105	10,82	1,25	0,386	0,426	0,93	42,6	1,162
CAR-7	12,55	143,97	PVC 160	153	29,52	1,61	0,425	0,451	0,96	45,1	1,541
CAR-8	12,89	145,41	PVC 160	153	29,52	1,61	0,437	0,458	0,96	45,8	1,541
CAR-9	12,89	145,41	PVC 160	153	29,52	1,61	0,437	0,458	0,96	45,8	1,541
CAR-10	13,76	149,04	PVC 160	153	29,52	1,61	0,466	0,476	0,98	47,6	1,573
CAR-11	13,76	149,04	PVC 160	153	29,52	1,61	0,466	0,476	0,98	47,6	1,573
CAR-12	13,76	149,04	PVC 160	153	29,52	1,61	0,466	0,476	0,98	47,6	1,573
CAR-13	13,76	149,04	PVC 160	153	29,52	1,61	0,466	0,476	0,98	47,6	1,573
CAR-14	13,76	149,04	PVC 160	153	29,52	1,61	0,466	0,476	0,98	47,6	1,573

Tabla 13. Dimensionamiento colectores de aguas residuales

2.3. Dimensionamiento de la instalación de evacuación de aguas pluviales

2.3.1. Dimensionamiento de los bajantes de aguas pluviales

Para tuberías verticales se recomienda un grado de llenado de 1/3 ($r = 0.3333$).

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

En el dimensionamiento de las tuberías se utiliza la fórmula de Dawson – Hunter.

Conducto	Q diseño (l/s)	D teorico (mm)	DN	D int (mm)	r	A mojada (m ²)	V (m/s)
BAP-1	1,44	46,84	PVC 75	70,6	0,173	0,00067683	2,126
BAP-2	3,01	61,75	PVC 75	70,6	0,269	0,0010532	2,855
BAP-3	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-4	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-5	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-6	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-7	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-8	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-9	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-10	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-11	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-12	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-13	3,01	61,75	PVC 75	70,6	0,269	0,0010532	2,855
BAP-14	1,44	46,84	PVC 75	70,6	0,173	0,00067683	2,126
BAP-21	2,88	60,74	PVC 75	70,6	0,262	0,00102589	2,806
BAP-22	6,01	80,08	PVC 110	105	0,216	0,00187105	3,214
BAP-23	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-24	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-25	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-26	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-27	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-28	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-29	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-30	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-31	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-32	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-33	6,01	80,08	PVC 110	105	0,216	0,00187105	3,214
BAP-34	2,88	60,74	PVC 75	70,6	0,262	0,00102589	2,806
BAP-41	2,88	60,74	PVC 75	70,6	0,262	0,00102589	2,806
BAP-42	6,01	80,08	PVC 110	105	0,216	0,00187105	3,214
BAP-43	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-44	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-45	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-46	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-47	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-48	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-49	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-50	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-51	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-52	6,87	84,19	PVC 110	105	0,234	0,00202712	3,391
BAP-53	6,01	80,08	PVC 110	105	0,216	0,00187105	3,214
BAP-54	2,88	60,74	PVC 75	70,6	0,262	0,00102589	2,806

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Conducto	Q diseño (l/s)	D teorico (mm)	DN	D int (mm)	r	A mojada (m ²)	V (m/s)
BAP-61	1,44	46,84	PVC 75	70,6	0,173	0,00067683	2,126
BAP-62	3,01	61,75	PVC 75	70,6	0,269	0,0010532	2,855
BAP-63	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-64	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-65	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-66	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-67	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-68	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-69	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-70	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-71	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-72	3,44	64,92	PVC 75	70,6	0,291	0,00114106	3,012
BAP-73	3,01	61,75	PVC 75	70,6	0,269	0,0010532	2,855
BAP-74	1,44	46,84	PVC 75	70,6	0,173	0,00067683	2,126

Tabla 14. Dimensionamiento bajantes aguas pluviales

2.3.2. Dimensionamiento de los colectores de aguas pluviales

El grado de llenado de la tubería es del 80% para aguas pluviales ($y/D = 0.8$).

La relación de caudal de diseño con caudal de la tubería llena es 0.91 ($Q/Q_{ll} = 0.91$), Thorman y Franke.

Se considera un coeficiente de Manning de 0.01 para tuberías de PVC ($n = 0.01$).

La pendiente de diseño es del 2% ($s = 0.02$).

Con los datos anteriores, se calcula el caudal para la tubería totalmente llena utilizando la fórmula de Manning. Luego, con las tablas de Thorman y Franke y ya definido el grado de llenado (y/D) se obtiene el caudal real. Por último se realiza la relación de caudales entre el real y con la tubería totalmente llena, obteniéndose así el grado de llenado real (considerando los diámetros de tubería comercial) y la velocidad del fluido.

Conducto	Q dis (l/s)	D teo (mm)	DN	Dint (mm)	Qlleno (l/s)	Vlleno (m/s)	Q/Qll	y/D	V/Vll	y/D (%)	V (m/s)
SAP-1	3,01	67,31	PVC 75	70,6	3,75	0,96	0,801	0,697	1,07	69,7	1,026
SAP-2	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-3	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-4	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-5	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-6	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-7	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-8	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-9	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-10	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-11	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-12	3,01	67,31	PVC 75	70,6	3,75	0,96	0,801	0,697	1,07	69,7	1,026
SAP-21	3,01	67,31	PVC 75	70,6	3,75	0,96	0,801	0,697	1,07	69,7	1,026

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Conducto	Q dis (l/s)	D teo (mm)	DN	Dint (mm)	Qlleno (l/s)	Vlleno (m/s)	Q/Qll	y/D	V/Vll	y/D (%)	V (m/s)
SAP-22	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-23	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-24	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-25	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-26	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-27	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-28	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-29	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-30	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-31	3,44	70,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,318	0,381	0,89	38,1	1,112
SAP-32	3,01	67,31	PVC 75	70,6	3,75	0,96	0,801	0,697	1,07	69,7	1,026
CAP-14	1,44	51,06	PVC 75	70,6	3,75	0,96	0,383	0,426	0,93	42,6	0,892
CAP-13	4,45	77,94	PVC 110	105	10,82	1,25	0,411	0,445	0,95	44,5	1,187
CAP-12	7,88	96,61	PVC 110	105	10,82	1,25	0,729	0,64	1,07	64	1,337
CAP-11	11,32	110,65	PVC 160	153	29,52	1,61	0,383	0,426	0,93	42,6	1,493
CAP-10	14,76	122,22	PVC 160	153	29,52	1,61	0,500	0,494	1	49,4	1,605
CAP-9	18,19	132,20	PVC 160	153	29,52	1,61	0,616	0,568	1,04	56,8	1,670
CAP-8	21,63	141,06	PVC 160	153	29,52	1,61	0,733	0,646	1,07	64,6	1,718
CAP-7	25,07	149,08	PVC 160	153	29,52	1,61	0,849	0,734	1,07	73,4	1,718
CAP-6	28,50	156,44	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,530	0,512	1,01	51,2	1,884
CAP-5	31,94	163,27	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,594	0,556	1,03	55,6	1,921
CAP-4	35,38	169,64	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,658	0,594	1,05	59,4	1,959
CAP-3	38,81	175,65	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,722	0,64	1,07	64	1,996
CAP-2	41,82	180,63	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,778	0,675	1,07	67,5	1,996
CAP-1	43,26	182,94	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,804	0,697	1,07	69,7	1,996
CAP-15	43,26	182,94	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,804	0,697	1,07	69,7	1,996
CAP-27	6,87	91,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,635	0,581	1,05	58,1	1,312
CAP-26	13,75	119,01	PVC 160	153	29,52	1,61	0,466	0,476	0,98	47,6	1,573
CAP-25	20,62	138,56	PVC 160	153	29,52	1,61	0,699	0,62	1,06	62	1,702
CAP-24	27,49	154,34	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,511	0,506	1	50,6	1,865
CAP-23	34,37	167,81	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,639	0,581	1,05	58,1	1,959
CAP-22	40,38	178,27	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,751	0,66	1,07	66	1,996
CAP-20	40,38	178,27	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,751	0,66	1,07	66	1,996
CAP-21	43,26	182,94	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,804	0,697	1,07	69,7	1,996
CAP-19	43,26	182,94	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,804	0,697	1,07	69,7	1,996
CAP-18	43,26	182,94	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,804	0,697	1,07	69,7	1,996
CAP-17	43,26	182,94	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,804	0,697	1,07	69,7	1,996
CAP-16	86,52	237,24	PVC 250	237,6	95,46	2,15	0,906	0,791	1,07	79,1	2,304
CAP-28	6,87	91,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,635	0,581	1,05	58,1	1,312
CAP-29	13,75	119,01	PVC 160	153	29,52	1,61	0,466	0,476	0,98	47,6	1,573
CAP-30	20,62	138,56	PVC 160	153	29,52	1,61	0,699	0,62	1,06	62	1,702
CAP-31	27,49	154,34	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,511	0,506	1	50,6	1,865
CAP-32	34,37	167,81	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,639	0,581	1,05	58,1	1,959

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Conducto	Q dis (l/s)	D teo (mm)	DN	Dint (mm)	Qlleno (l/s)	Vlleno (m/s)	Q/Qll	y/D	V/Vll	y/D (%)	V (m/s)
CAP-33	40,38	178,27	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,751	0,66	1,07	66	1,996
CAP-34	43,26	182,94	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,804	0,697	1,07	69,7	1,996
CAP-35	43,26	182,94	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,804	0,697	1,07	69,7	1,996
CAP-48	6,87	91,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,635	0,581	1,05	58,1	1,312
CAP-49	13,75	119,01	PVC 160	153	29,52	1,61	0,466	0,476	0,98	47,6	1,573
CAP-50	20,62	138,56	PVC 160	153	29,52	1,61	0,699	0,62	1,06	62	1,702
CAP-51	27,49	154,34	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,511	0,506	1	50,6	1,865
CAP-52	34,37	167,81	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,639	0,581	1,05	58,1	1,959
CAP-53	40,38	178,27	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,751	0,66	1,07	66	1,996
CAP-36	83,64	234,25	PVC 250	237,6	95,46	2,15	0,876	0,761	1,07	76,1	2,304
CAP-54	86,52	237,24	PVC 250	237,6	95,46	2,15	0,906	0,791	1,07	79,1	2,304
CAP-55	86,52	237,24	PVC 250	237,6	95,46	2,15	0,906	0,791	1,07	79,1	2,304
CAP-56	86,52	237,24	PVC 250	237,6	95,46	2,15	0,906	0,791	1,07	79,1	2,304
CAP-57	86,52	237,24	PVC 250	237,6	95,46	2,15	0,906	0,791	1,07	79,1	2,304
CAP-74	1,44	51,06	PVC 75	70,6	3,75	0,96	0,383	0,426	0,93	42,6	0,892
CAP-73	4,45	77,94	PVC 110	105	10,82	1,25	0,411	0,445	0,95	44,5	1,187
CAP-72	7,88	96,61	PVC 110	105	10,82	1,25	0,729	0,64	1,07	64	1,337
CAP-71	11,32	110,65	PVC 160	153	29,52	1,61	0,383	0,426	0,93	42,6	1,493
CAP-70	14,76	122,22	PVC 160	153	29,52	1,61	0,500	0,494	1	49,4	1,605
CAP-69	18,19	132,20	PVC 160	153	29,52	1,61	0,616	0,568	1,04	56,8	1,670
CAP-68	21,63	141,06	PVC 160	153	29,52	1,61	0,733	0,646	1,07	64,6	1,718
CAP-67	25,07	149,08	PVC 160	153	29,52	1,61	0,849	0,734	1,07	73,4	1,718
CAP-66	28,50	156,44	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,530	0,512	1,01	51,2	1,884
CAP-65	31,94	163,27	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,594	0,556	1,03	55,6	1,921
CAP-64	35,38	169,64	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,658	0,594	1,05	59,4	1,959
CAP-63	38,81	175,65	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,722	0,64	1,07	64	1,996
CAP-62	41,82	180,63	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,778	0,675	1,07	67,5	1,996
CAP-47	6,87	91,77	PVC 110	105	10,82	1,25	0,635	0,581	1,05	58,1	1,312
CAP-46	13,75	119,01	PVC 160	153	29,52	1,61	0,466	0,476	0,98	47,6	1,573
CAP-45	20,62	138,56	PVC 160	153	29,52	1,61	0,699	0,62	1,06	62	1,702
CAP-44	27,49	154,34	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,511	0,506	1	50,6	1,865
CAP-43	34,37	167,81	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,639	0,581	1,05	58,1	1,959
CAP-42	40,38	178,27	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,751	0,66	1,07	66	1,996
CAP-40	40,38	178,27	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,751	0,66	1,07	66	1,996
CAP-41	43,26	182,94	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,804	0,697	1,07	69,7	1,996
CAP-39	43,26	182,94	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,804	0,697	1,07	69,7	1,996
CAP-61	44,70	185,20	PVC 200	191,6	53,78	1,87	0,831	0,721	1,08	72,1	2,014
CAP-60	86,52	237,24	PVC 250	237,6	95,46	2,15	0,906	0,791	1,07	79,1	2,304

Tabla 15. Dimensionamiento colectores de aguas pluviales

2.4. Dimensionamiento de los sistemas de elevación y bombeo

Debido a las distancias de las conducciones y a la pendiente de diseño, en las soleras de las arquetas finales (pozos de bombeo) se tienen desniveles considerables, por lo que es necesario

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

disponer de equipos de presión para evacuar las aguas pluviales y residuales hacia los pozos de registro del sistema de alcantarillado.

Para el presente proyecto se tienen tres acometidas. La profundidad mínima desde ras de piso a la parte superior de cualquier tubería es de 0.50 m. Como criterio de diseño se establece que la descarga se hará con una presión mínima de 3 mca. Además, se considera que la solera del pozo de bombeo está 2 m por debajo de la parte inferior del tubo.

Pozo de bombeo 1.- Recoge agua de origen pluvial de 136.10 m de colectores (longitud más desfavorable). La cota de solera del pozo de bombeo es de -5.47 m con respecto al Nv. +0.00 de la solera de la nave. Se ha considerado el 2% de pendiente, la profundidad mínima de la tubería (0.50 m) y el diámetro de la conducción (PVC 250). La descarga en el pozo de registro se realizará a una cota de -0.50 m.

Los parámetros para seleccionar las bombas son:

Caudal: 86.52 l/s.

Altura: 7.97 m (2.72+0.5+0.25+2-0.5+3)

Pozo de bombeo 2.- Recoge aguas de origen pluvial y residual de 108.82 m de colectores (longitud más desfavorable). La cota de solera del pozo de bombeo es de -4.93 m con respecto al Nv. +0.00 de la solera de la nave. Se ha considerado el 2% de pendiente, la profundidad mínima de la tubería (0.50 m) y el diámetro de la conducción (PVC 250). La descarga se realizará a una cota de -0.50 m.

El caudal de diseño corresponde a la suma del caudal de aguas pluviales con el caudal de aguas residuales que llegan a la acometida analizada.

Los parámetros para seleccionar las bombas son:

Caudal: 100.28 l/s.

Altura: 7.43 m (2.18+0.5+0.25+2-0.5+3)

Pozo de bombeo 3.- Recoge agua de origen pluvial de 125.55 m de colectores (longitud más desfavorable). La cota de solera del pozo de bombeo es de -5.26 m con respecto al Nv. +0.00 de la solera de la nave. Se ha considerado el 2% de pendiente, la profundidad mínima de la tubería (0.50 m) y el diámetro de la conducción (PVC 250). La descarga se realizará a una cota de -1.50 m.

Los parámetros para seleccionar las bombas son:

Caudal: 86.52 l/s.

Altura: 6.76 m (2.51+0.5+0.25+2-1.5+3)

Por tanto, se requieren bombas de evacuación de aguas negras. La principal característica de estos equipos es el manejo de sólidos inmersos en el fluido. A continuación, se presenta las especificaciones técnicas del equipo seleccionado para los tres puntos de descarga:

Fabricante: MYERS

Modelo: 6VC

Descarga: 6"

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Tamaño máximo de sólidos: 3-3/16"

Velocidad: 1750 RPM

Diámetro del impulsor: 9"

Potencia: 15 hp

Se presentan las curvas de funcionamiento proporcionadas por el fabricante:

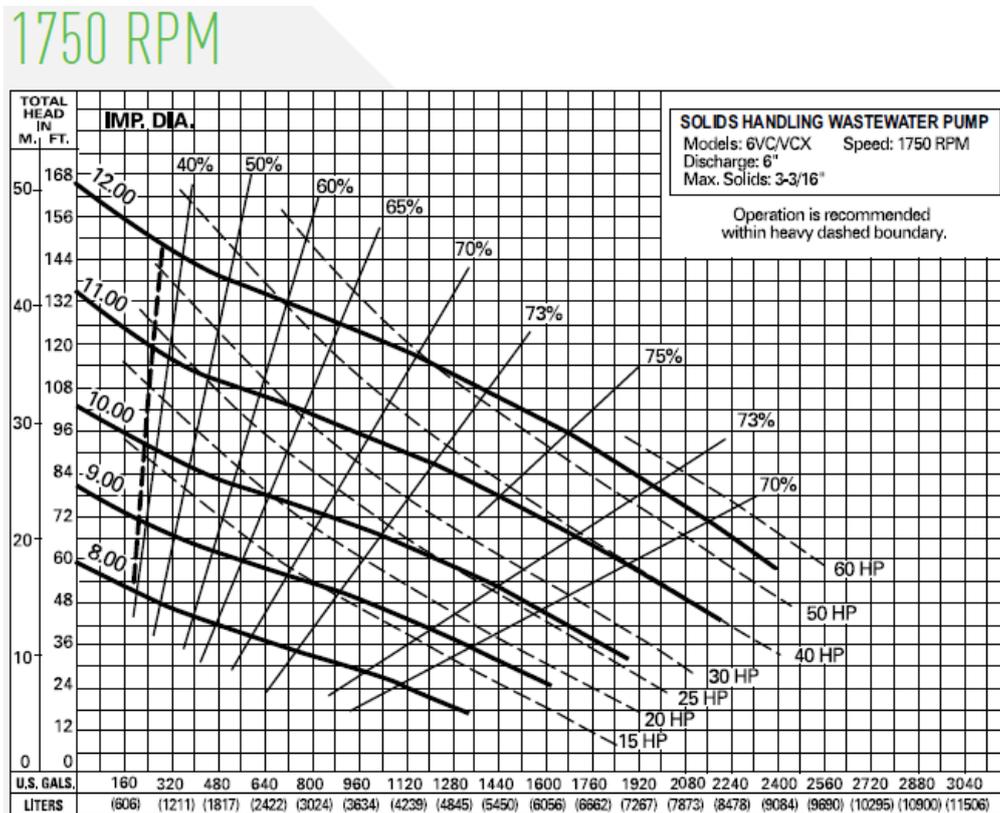


Figura 4. Curva de funcionamiento de la bomba 6VC

3. PRESUPUESTO

A continuación, se presentan los precios descompuestos, presupuesto parcial y total correspondientes a la instalación de saneamiento para aguas pluviales y residuales.

3.1. Precios descompuestos

(m3)		Excavación manual a cielo abierto.			
Excavación a cielo abierto en suelo de arcilla semidura, con medios manuales, retirada de los materiales excavados y carga a camión.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN001	Mano de obra				
	h	Peón de albañil.	1,88	3,02	5,66
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	5,66	0,11
%	Costes indirectos		3,00	5,78	0,17
Costo Directo (1+2+3)					\$ 5,95

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Bajante interior de la red de desagüe de aguas residuales y pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN002	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro.	1,00	1,86	1,86
	m	Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	16,08	16,08
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC	0,02	15,56	0,37
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,01	23,72	0,28
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,17	6,91	1,15
	h	Ayudante plomero.	0,08	4,22	0,35
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	20,10	0,40
%	Costes indirectos	3,00	20,50	0,61	
Costo Directo (1+2+3)					\$ 21,11

(m)	Bajante vista en el exterior del edificio para aguas pluviales. Bajante circular de PVC, de Ø 75 mm, color blanco.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN003	Material				
	m	Bajante circular de PVC de Ø 75 mm, color blanco. Incluso conexiones, codos y piezas especiales.	1,10	8,83	9,71
	Ud	Abrazadera para bajante circular de PVC de Ø 80 mm, color blanco.	0,50	1,86	0,93
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC	0,03	15,56	0,47
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,02	23,72	0,36
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,11	6,91	0,76
	h	Ayudante plomero.	0,11	4,22	0,46
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	12,71	0,25
%	Costes indirectos	3,00	12,94	0,39	
Costo Directo (1+2+3)					\$ 13,33

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Bajante vista en el exterior del edificio para aguas pluviales. Bajante circular de PVC, de Ø 110 mm, color blanco.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN004	Material				
	m	Bajante circular de PVC de Ø 75 mm, color blanco. Incluso conexiones, codos y piezas especiales.	1,10	11,18	12,30
	Ud	Abrazadera para bajante circular de PVC de Ø 80 mm, color blanco.	0,50	2,44	1,22
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC	0,04	15,56	0,59
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,02	23,72	0,45
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,11	6,91	0,76
	h	Ayudante plomero.	0,11	4,22	0,46
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	15,80	0,32
%	Costes indirectos	3,00	16,10	0,48	
Costo Directo (1+2+3)					\$ 16,58

(m)	Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN005	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro.	1,00	1,86	1,86
	m	Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales	1,05	16,08	16,88
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	0,04	15,56	0,62
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,02	23,72	0,47
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,17	6,91	1,15
	h	Ayudante plomero.	0,08	4,22	0,35
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	21,34	0,43
%	Costes indirectos	3,00	21,76	0,65	
Costo Directo (1+2+3)					\$ 22,42

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN006	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro.	1,00	1,21	1,21
	m	Tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,05	10,45	10,97
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	0,03	15,56	0,44
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,01	23,72	0,33
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,11	6,91	0,77
	h	Ayudante plomero.	0,06	4,22	0,23
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	13,95	0,28
%	Costes indirectos	3,00	14,23	0,43	
Costo Directo (1+2+3)					\$ 14,66

(m)	Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN007	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro.	1,00	0,80	0,80
	m	Tubo de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,05	5,85	6,14
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	0,03	15,56	0,39
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,01	23,72	0,31
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,10	6,91	0,68
	h	Ayudante plomero.	0,05	4,22	0,21
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	8,53	0,17
%	Costes indirectos	3,00	8,71	0,26	
Costo Directo (1+2+3)					\$ 8,97

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Colector enterrado de saneamiento, de PVC liso, de 250 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN008	Material				
	m3	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	0,44	14,82	6,45
	m	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , de 250 mm de diámetro exterior y 7.7 mm de espesor	1,05	20,91	21,96
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	0,10	16,06	1,57
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,05	24,48	1,20
	Equipo y maquinaria				
	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,04	8,97	0,33
	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	0,27	3,39	0,93
	h	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad	0,00	38,80	0,16
	Mano de obra				
	h	Albañil	0,19	4,97	0,95
	h	Peón albañil	0,24	3,02	0,73
	h	Plomero.	0,21	5,14	1,07
	h	Ayudante plomero.	0,10	3,13	0,33
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	35,67	0,71
%	Costes indirectos	3,00	36,38	1,09	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 37,48

(m)	Colector enterrado de saneamiento, de PVC liso, de 200 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN009	Material				
	m3	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	0,39	14,82	5,71
	m	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , de 200 mm de diámetro exterior y 4,9 mm de espesor	1,05	13,22	13,88
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	0,08	16,06	1,27
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,04	24,48	0,95
	Equipo y maquinaria				
	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,03	8,97	0,29
	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	0,24	3,39	0,81
	h	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad	0,00	38,80	0,12
	Mano de obra				
	h	Albañil	0,15	4,97	0,76

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

	h	Peón albañil	0,21	3,02	0,64
	h	Plomero.	0,17	5,14	0,86
	h	Ayudante plomero.	0,08	3,13	0,26
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	25,55	0,51
	%	Costes indirectos	3,00	26,06	0,78
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 26,84

(m)	Colector enterrado de saneamiento, de PVC liso, de 160 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN010	Material				
	m3	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	0,35	14,82	5,13
	m	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , de 160 mm de diámetro exterior y 4 mm de espesor.	1,05	8,65	9,08
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	0,06	16,06	1,01
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,03	24,48	0,76
	Equipo y maquinaria				
	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,03	8,97	0,26
	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	0,21	3,39	0,73
	h	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad	0,00	38,80	0,12
	Mano de obra				
	h	Albañil	0,12	4,97	0,61
	h	Peón albañil	0,19	3,02	0,57
	h	Plomero.	0,13	5,14	0,69
	h	Ayudante plomero.	0,07	3,13	0,21
		Herramienta menor			
	%	Herramienta menor	2,00	19,16	0,38
	%	Costes indirectos	3,00	19,54	0,59
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 20,12

(m)	Colector enterrado de saneamiento, de PVC liso, de 110 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN011	Material				
	m3	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	0,30	14,82	4,43
	m	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor.	1,05	4,23	4,44

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	0,04	16,06	0,69
l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,02	24,48	0,54
Equipo y maquinaria				
h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,02	8,97	0,22
h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	0,18	3,39	0,62
h	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad	0,00	38,80	0,08
Mano de obra				
h	Albañil	0,08	4,97	0,42
h	Peón albañil	0,16	3,02	0,48
h	Plomero.	0,09	5,14	0,47
h	Ayudante plomero.	0,05	3,13	0,14
Herramienta menor				
%	Herramienta menor	2,00	12,53	0,25
%	Costes indirectos	3,00	12,78	0,38
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 13,16

(m)	Colector enterrado de saneamiento, de PVC liso, de 75 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN012	Material				
	m3	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	0,30	14,82	4,43
	m	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , de 75 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor.	1,05	3,25	3,41
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	0,03	15,56	0,47
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,02	23,72	0,52
	Equipo y maquinaria				
	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,02	8,97	0,22
	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	0,16	3,39	0,54
	h	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad	0,00	38,80	0,08
	Mano de obra				
	h	Albañil	0,08	4,97	0,42
	h	Peón albañil	0,16	3,02	0,48
	h	Plomero.	0,09	5,14	0,47
	h	Ayudante plomero.	0,05	3,13	0,14
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	11,19	0,22
	%	Costes indirectos	3,00	11,41	0,34
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 11,75	

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Colector suspendido de PVC, serie B de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P.Unitario	Precio Parcial
SAN013	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro.	1,00	1,86	1,86
	m	Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3.2 mm de espesor, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,05	16,08	16,88
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	0,04	15,56	0,62
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,03	23,72	0,76
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,25	6,91	1,72
	h	Ayudante plomero.	0,12	4,22	0,52
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	22,37	0,45
%	Costes indirectos	3,00	22,82	0,68	
Costo Directo (1+2+3)				\$	23,50

(m)	Colector suspendido de PVC, serie B de 75 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P.Unitario	Precio Parcial
SAN014	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro.	1,00	1,21	1,21
	m	Tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,05	10,45	10,97
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	0,03	15,56	0,44
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC	0,02	23,72	0,52
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,17	6,91	1,15
	h	Ayudante plomero.	0,08	4,22	0,35
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	14,64	0,29
%	Costes indirectos	3,00	14,93	0,45	
Costo Directo (1+2+3)				\$	15,38

Caja de revisión de obra de mampostería de ladrillo cerámico de 60x60x70 cm.					
(Ud)	Formación de caja de revisión de paso, registrable, enterrada, construida con mampostería de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, confeccionado en obra, dosificación 1:6, de dimensiones interiores 60x60x70 cm, previa excavación con medios manuales y posterior relleno del trasdós con material granular. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Material					
SAN015	m3	Hormigón simple f'c=310 kg/cm ² (31 MPa), clase de exposición F0 S2 P1 C0, tamaño máximo del agregado 19 mm, consistencia blanda, premezclado en planta, según NEC-11 y ACI 318	0,22	97,37	20,93
	Ud	Ladrillo cerámico macizo de elaboración mecánica para revestir, 25x12x5 cm.	146,00	0,28	40,88
	m3	Agua	0,02	1,60	0,03
	t	Arena de cantera, para mortero preparado en obra.	0,13	21,58	2,89
	kg	Cemento gris en sacos.	27,35	0,15	4,10
	Ud	Colector de conexión de PVC, con tres entradas y una salida, con tapa de registro	1,00	47,77	47,77
	kg	Aditivo hidrófugo para impermeabilización de morteros u hormigones.	0,28	1,28	0,35
	Ud	Conjunto de elementos necesarios para garantizar el cierre hermético al paso de olores mefíticos en cajas de revisión sanitaria, compuesto por: angulares y láminas metálicas con sus elementos de fijación y anclaje, junta de neopreno, aceite y demás accesorios.	1,00	10,51	10,51
	Ud	Marco y tapa de fundición, 70x70 cm, para caja de revisión registrable, carga de rotura 125 kN.	1,00	136,43	136,43
	t	Grava de cantera, de 19 a 25 mm de diámetro.	0,89	8,67	7,75
Equipo y maquinaria					
h	Concreteira.	0,06	1,65	0,10	
Mano de obra					
h	Albañil	1,91	6,69	12,76	
h	Peón albañil	4,40	4,05	17,84	
Herramienta menor					
%	Herramienta menor	2,00	302,34	6,05	
%	Costes indirectos	3,00	308,39	9,25	
Costo Directo (1+2+3+4)				\$	317,64

Caja de revisión de obra de mampostería de ladrillo cerámico de 60x60x60 cm.					
(Ud)	Formación de caja de revisión de paso, registrable, enterrada, construida con mampostería de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, confeccionado en obra, dosificación 1:6, de dimensiones interiores 60x60x60 cm, previa excavación con medios manuales y posterior relleno del trasdós con material granular. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN016	Material				
	m3	Hormigón simple f'c=310 kg/cm ² (31 MPa), clase de exposición F0 S2 P1 C0, tamaño máximo del agregado 19 mm, consistencia blanda, premezclado.	0,22	97,37	20,93

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Ud	Ladrillo cerámico macizo de elaboración mecánica para revestir, 25x12x5 cm.	122,00	0,28	34,16
m3	Agua	0,02	1,60	0,02
t	Arena de cantera, para mortero preparado en obra.	0,11	21,58	2,46
kg	Cemento gris en sacos.	23,50	0,15	3,52
Ud	Colector de conexión de PVC, con tres entradas y una salida, con tapa de registro	1,00	47,77	47,77
kg	Aditivo hidrófugo para impermeabilización de morteros u hormigones.	0,24	1,28	0,31
Ud	Conjunto de elementos necesarios para garantizar el cierre hermético al paso de olores mefíticos en cajas de revisión sanitaria, compuesto por: angulares y láminas metálicas con sus elementos de fijación y anclaje, junta de neopreno, aceite y demás accesorios.	1,00	10,51	10,51
Ud	Marco y tapa de fundición, 70x70 cm, para caja de revisión registrable, carga de rotura 125 kN.	1,00	136,43	136,43
t	Grava de cantera, de 19 a 25 mm de diámetro.	0,89	8,67	7,75
Equipo y maquinaria				
h	Concreteira.	0,05	1,65	0,08
Mano de obra				
h	Albañil	1,91	6,69	12,76
h	Peón albañil	4,40	4,05	17,84
Herramienta menor				
%	Herramienta menor	2,00	171,87	3,44
%	Costes indirectos	3,00	297,99	8,94
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 306,93

Caja de revisión de obra de mampostería de ladrillo cerámico de 50x50x50 cm.					
(Ud)	Formación de caja de revisión de paso, registrable, enterrada, construida con mampostería de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, confeccionado en obra, dosificación 1:6, de dimensiones interiores 50x50x50 cm, previa excavación con medios manuales y posterior relleno del trasdós con material granular. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN017	Material				
	m3	Hormigón simple f'c=310 kg/cm ² (31 MPa), clase de exposición F0 S2 P1 C0, tamaño máximo del agregado 19 mm, consistencia blanda, premezclado en planta, según NEC-11 y ACI 318	0,18	97,37	17,72
	Ud	Ladrillo cerámico macizo de elaboración mecánica para revestir, 25x12x5 cm.	100,00	0,28	28,00
	m3	Agua	0,01	1,60	0,02

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

t	Arena de cantera, para mortero preparado en obra.	0,09	21,58	1,90
kg	Cemento gris en sacos.	17,74	0,15	2,66
Ud	Colector de conexión de PVC, con tres entradas y una salida, con tapa de registro	1,00	47,77	47,77
kg	Aditivo hidrófugo para impermeabilización de morteros u hormigones.	0,17	1,28	0,22
Ud	Conjunto de elementos necesarios para garantizar el cierre hermético al paso de olores mefíticos en cajas de revisión sanitaria, compuesto por: angulares y láminas metálicas con sus elementos de fijación y anclaje, junta de neopreno, aceite y demás accesorios.	1,00	10,51	10,51
Ud	Marco y tapa de fundición, 60x60 cm, para caja de revisión registrable, carga de rotura 125 kN.	1,00	70,90	70,90
t	Grava de cantera, de 19 a 25 mm de diámetro.	0,57	8,67	4,98
Equipo y maquinaria				
h	Concretera.	0,04	1,65	0,06
Mano de obra				
h	Albañil	1,72	6,69	11,51
h	Peón albañil	3,18	4,05	12,89
Herramienta menor				
%	Herramienta menor	2,00	209,14	4,18
%	Costes indirectos	3,00	213,33	6,40
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 219,73

(Ud)	Válvula antirretorno de PVC, de 250 mm de diámetro, con clapeta de polipropileno.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN018	Material				
	Ud	Válvula antirretorno de PVC, de 250 mm de diámetro, con clapeta de polipropileno, bloqueo manual, junta labiada y registro en la parte superior.	1,00	1236,99	1236,99
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,61	6,91	4,20
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	1241,19	24,82
%	Costes indirectos	3,00	1266,02	37,98	
Costo Directo (1+2+3)				\$ 1.304,00	

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(Ud)	Válvula antirretorno de PVC, de 160 mm de diámetro, con clapeta de polipropileno.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN019	Material				
	Ud	Válvula antirretorno de PVC, de 160 mm de diámetro, con clapeta de polipropileno, bloqueo manual, junta labiada y registro en la parte superior.	1,00	650,00	650,00
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,61	6,91	4,20
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	654,20	13,08
	%	Costes indirectos	3,00	667,29	20,02
Costo Directo (1+2+3)					\$ 687,30

(Ud)	Bote sifónico de PVC, de 110 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo la losa.				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN020	Material				
	Ud	Bote sifónico de PVC, de 110 mm de diámetro, con cinco entradas de 50 y 75 mm de diámetro y una salida de 50 y 75 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable	1,00	24,00	24,00
	m	Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, con extremo abocardado, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,70	8,13	5,69
	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC	0,04	16,06	0,64
	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	0,08	24,48	1,96
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,28	6,91	1,91
		Ayudante Plomero.	0,14	4,22	0,58
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	2,00	34,78	0,70
	%	Costes indirectos	3,00	35,48	1,06
Costo Directo (1+2+3)					\$ 36,54

(Ud)	Sumidero sifónico de PVC con rejilla de acero inoxidable de 100x100 mm y salidas vertical y horizontal de 50 mm de diámetro, para desagüe de ducha de obra				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN021	Material				
	Ud	Sumidero sifónico de PVC con rejilla de acero inoxidable de 100x100 mm y salidas vertical y horizontal de 50 mm de diámetro, para ducha de obra.	1,00	17,64	17,64

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Mano de obra				
h	Plomero.	0,17	6,91	1,15
	Ayudante Plomero.	0,08	4,22	0,35
Herramienta menor				
%	Herramienta menor	2,00	19,14	0,38
%	Costes indirectos	3,00	19,52	0,59
Costo Directo (1+2+3)				\$ 20,11

(Ud)	Sistema de bombeo de aguas residuales				
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SAN022	Material				
	Ud	Sistema de bombeo de aguas negras, formado por bomba sumergible, con una potencia de 15 hp, tamaño máximo de sólidos 3-3/16", tablero eléctrico para la operación totalmente automática del grupo, válvula antirretorno y sensor de nivel	1,00	3450,00	3450,00
	Ud	Material auxiliar para instalaciones de plomería	1,00	25,50	25,50
	Mano de obra				
	h	Plomero.	5,45	6,91	37,66
	h	Ayudante Plomero.	2,73	4,22	11,50
	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	4,00	3524,66	140,99
	%	Costes indirectos	3,00	3665,65	109,97
Costo Directo (1+2+3)				\$ 3.775,61	

3.2. Presupuesto parcial

PRESUPUESTO PARCIAL INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO				
Unidad	Detalle	Cantidad	P. Unitario	Importe
(m3)	Excavación manual a cielo abierto.	506,48	5,95	3013,06
(m)	Bajante interior de la red de desagüe de aguas residuales y pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.	24,45	21,11	516,19
(m)	Bajante vista en el exterior del edificio para aguas pluviales. Bajante circular de PVC, de Ø 75 mm, color blanco.	320,00	13,33	4266,38
(m)	Bajante vista en el exterior del edificio para aguas pluviales. Bajante circular de PVC, de Ø 110 mm, color blanco.	240,00	16,58	3979,98
(m)	Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.	15,14	22,42	339,41

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo	5,85	14,66	85,73
(m)	Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo	56,39	8,97	505,64
(m)	Colector enterrado de saneamiento, de PVC liso, de 250 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo	67,84	37,48	2542,40
(m)	Colector enterrado de saneamiento, de PVC liso, de 200 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo	300,13	26,84	8056,07
(m)	Colector enterrado de saneamiento, de PVC liso, de 160 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo	219,54	20,12	4418,18
(m)	Colector enterrado de saneamiento, de PVC liso, de 110 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo	70,03	13,16	921,82
(m)	Colector enterrado de saneamiento, de PVC liso, de 75 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo	15,00	11,75	176,27
(m)	Colector suspendido de PVC, serie B de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo	80,00	23,50	1880,10
(m)	Colector suspendido de PVC, serie B de 75 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo	16,00	15,38	246,05
(Ud)	Caja de revisión de obra de mampostería de ladrillo cerámico de 60x60x70 cm.	7,00	317,64	2223,48
(Ud)	Caja de revisión de obra de mampostería de ladrillo cerámico de 60x60x60 cm.	62,00	306,93	19029,68
(Ud)	Caja de revisión de obra de mampostería de ladrillo cerámico de 50x50x50 cm.	10,00	219,73	2197,26
(Ud)	Válvula antirretorno de PVC, de 250 mm de diámetro, con clapeta de polipropileno.	3,00	1304,00	3911,99
(Ud)	Válvula antirretorno de PVC, de 160 mm de diámetro, con clapeta de polipropileno.	1,00	687,30	687,30
(Ud)	Bote sifónico de PVC, de 110 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo la losa.	8,00	36,54	292,33
(Ud)	Sumidero sifónico de PVC con rejilla de acero inoxidable de 100x100 mm y salidas vertical y horizontal de 50 mm de diámetro, para desagüe de ducha de obra	4,00	20,11	80,42
(Ud)	Sistema de bombeo de aguas residuales	3,00	3775,61	11326,84
			COSTO DIRECTO	\$ 70.696,59

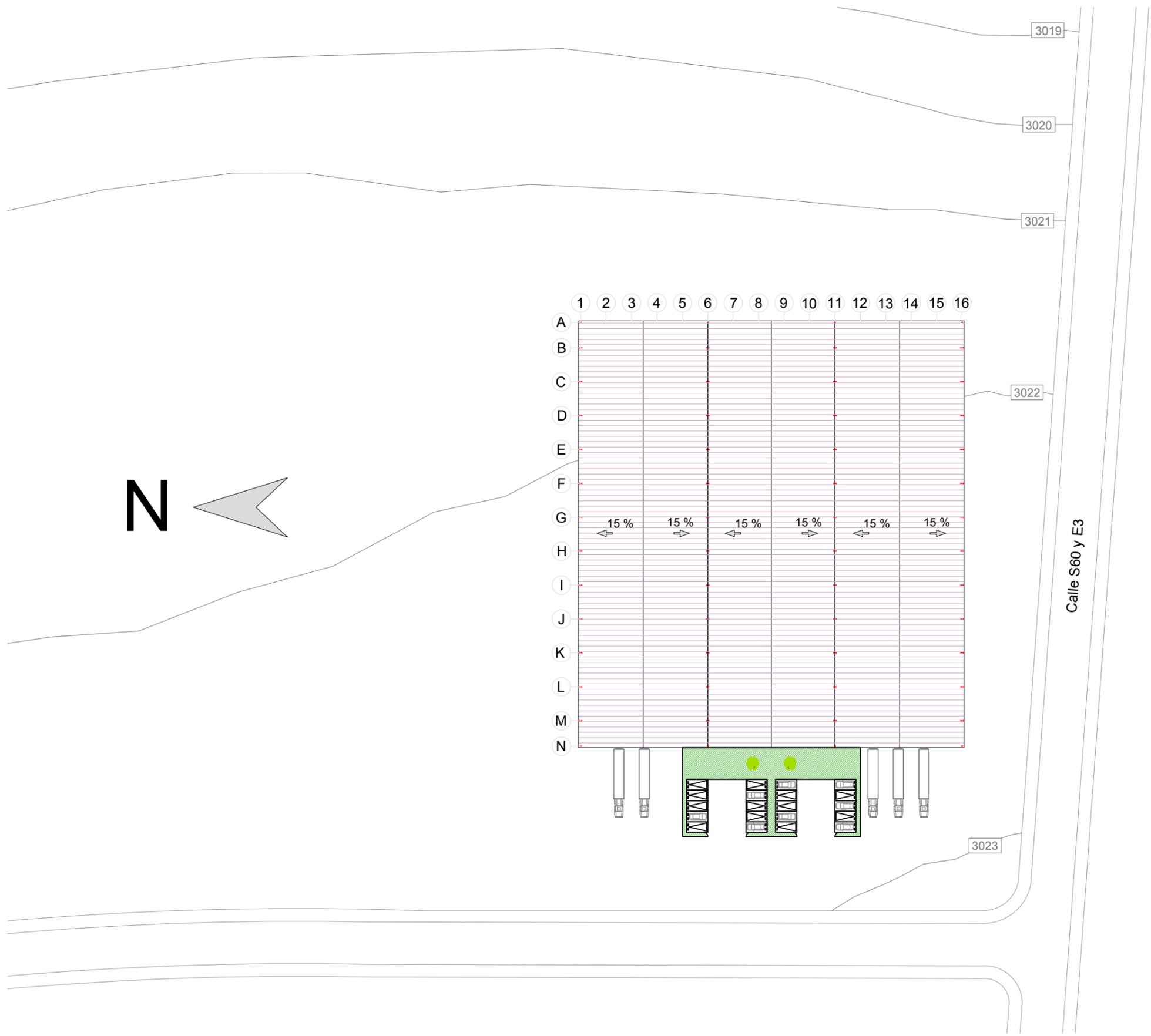
3.3. Presupuesto total

PRESUPUESTO TOTAL			
DETALLE			IMPORTE
PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE MATERIAL			\$ 70.696,59
GASTOS GENERALES		15%	\$ 10.604,49
BENEFICIO INDUSTRIAL		6%	\$ 4.241,80
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA			\$ 85.542,87
IMPUESTO DEL VALOR AÑADIDO (IVA)		12%	\$ 10.265,14
PRESUPUESTO DE LICITACIÓN			\$ 95.808,01

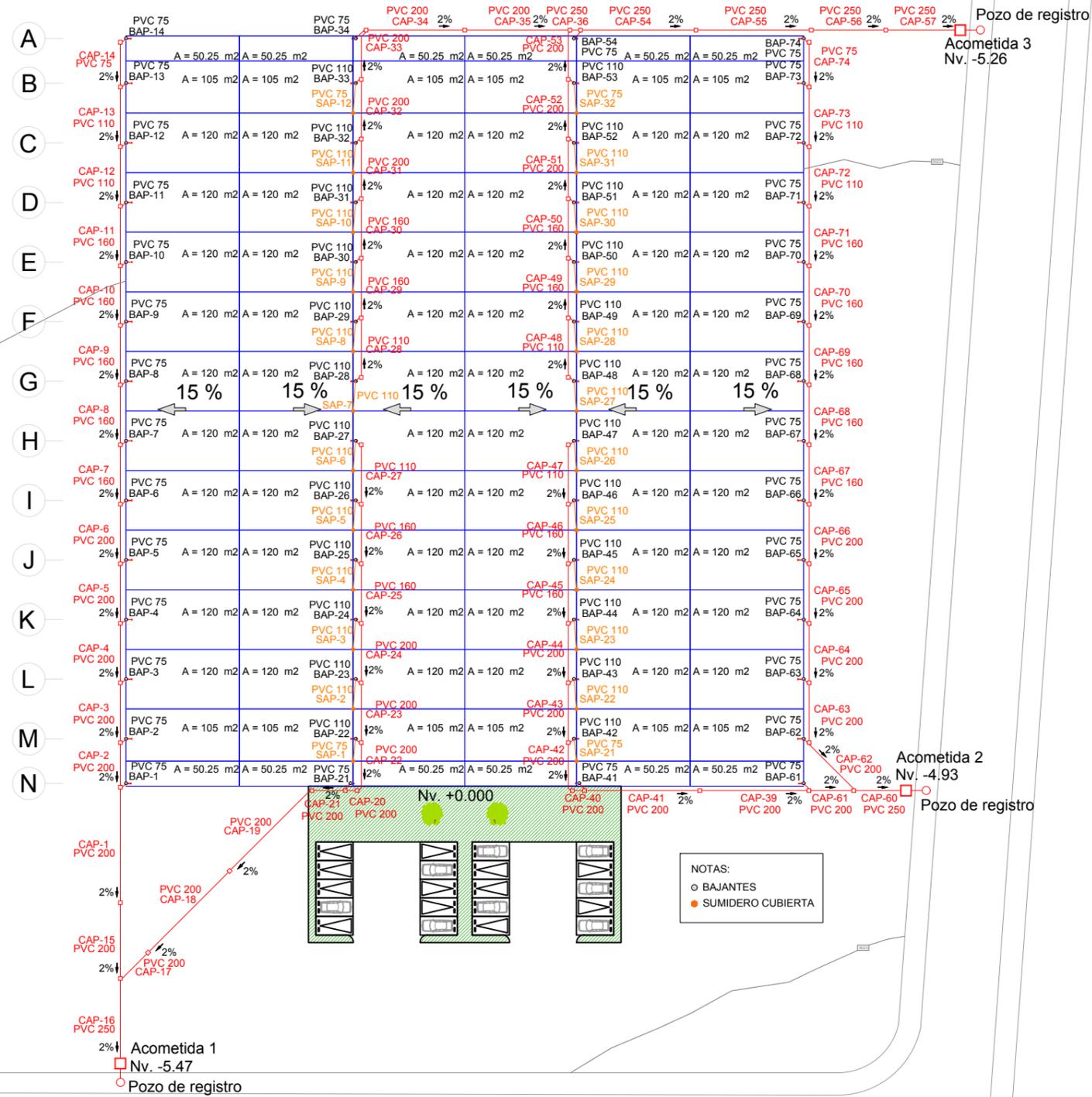
4. PLANOS

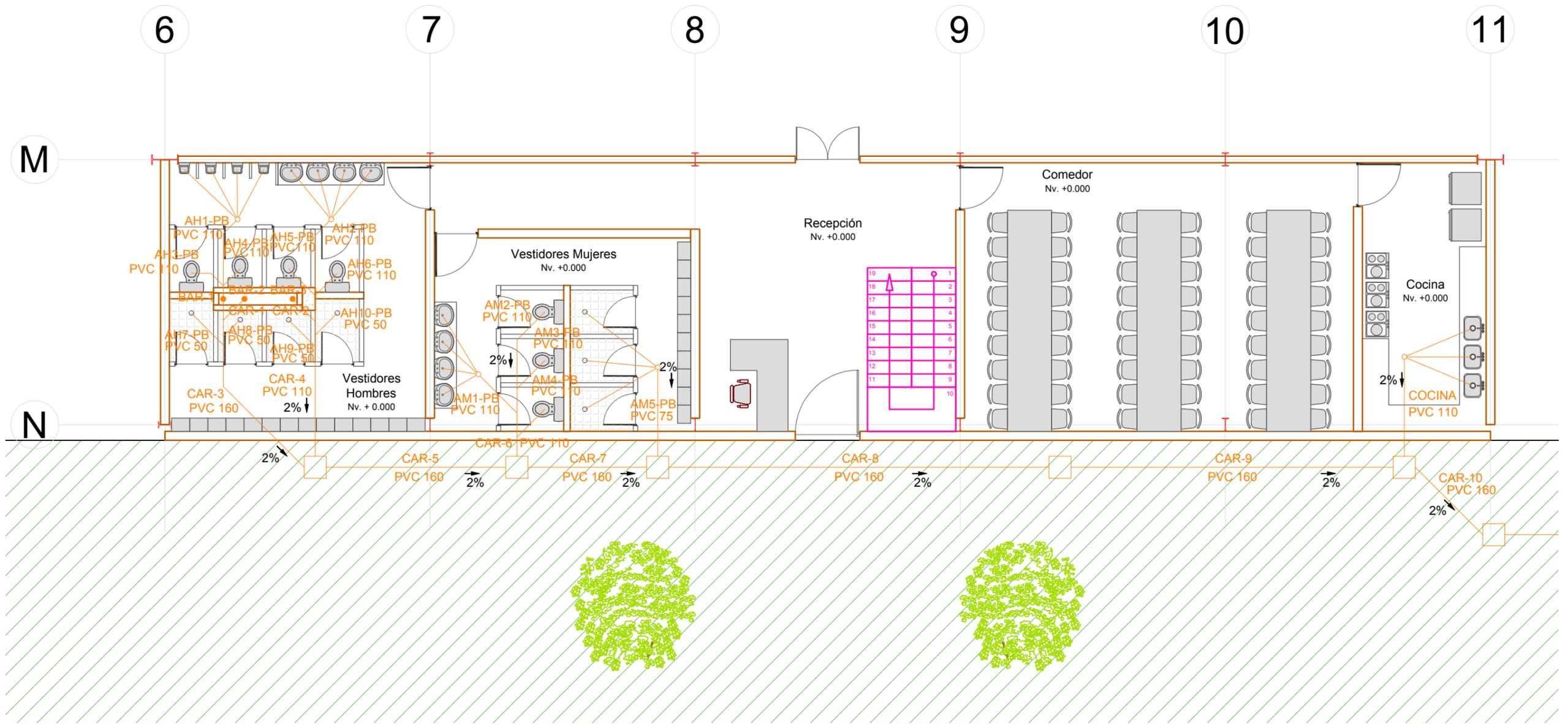
Los planos correspondientes a la instalación de saneamiento para aguas pluviales y residuales se detallan a continuación:

- C00** Emplazamiento instalación de saneamiento
- C01** Cubierta. Bajantes, sumideros y colectores de aguas pluviales
- C02** Planta baja. Aguas residuales
- C03** Primera planta. Aguas residuales
- C04** Colectores aguas residuales
- C05** Esquema red aguas pluviales
- C06** Esquema red aguas residuales
- C07** Plano de detalle de los cuartos húmedos
- C08** Plano de detalle del pozo de bombeo



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16



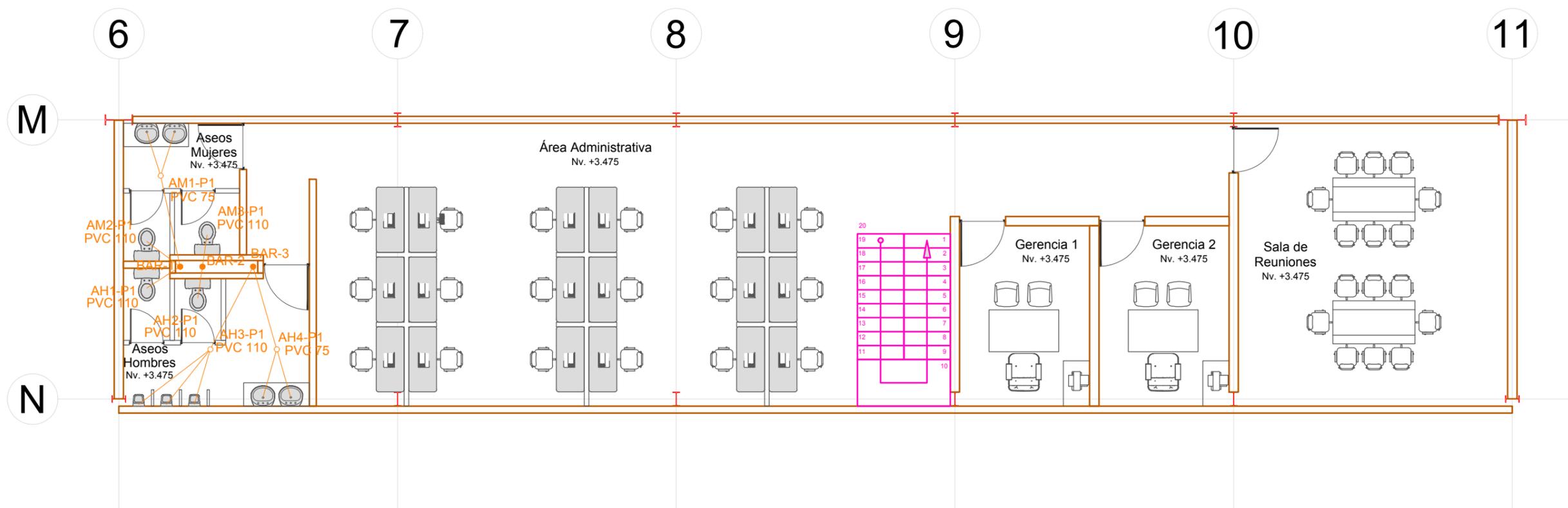


Planta Baja Nv. +0.000

Diámetro bajantes y colectores:

- BAR1 = PVC 110
- BAR2 = PVC 110
- BAR3 = PVC 110
- CAR1 = PVC 110
- CAR2 = PVC 110

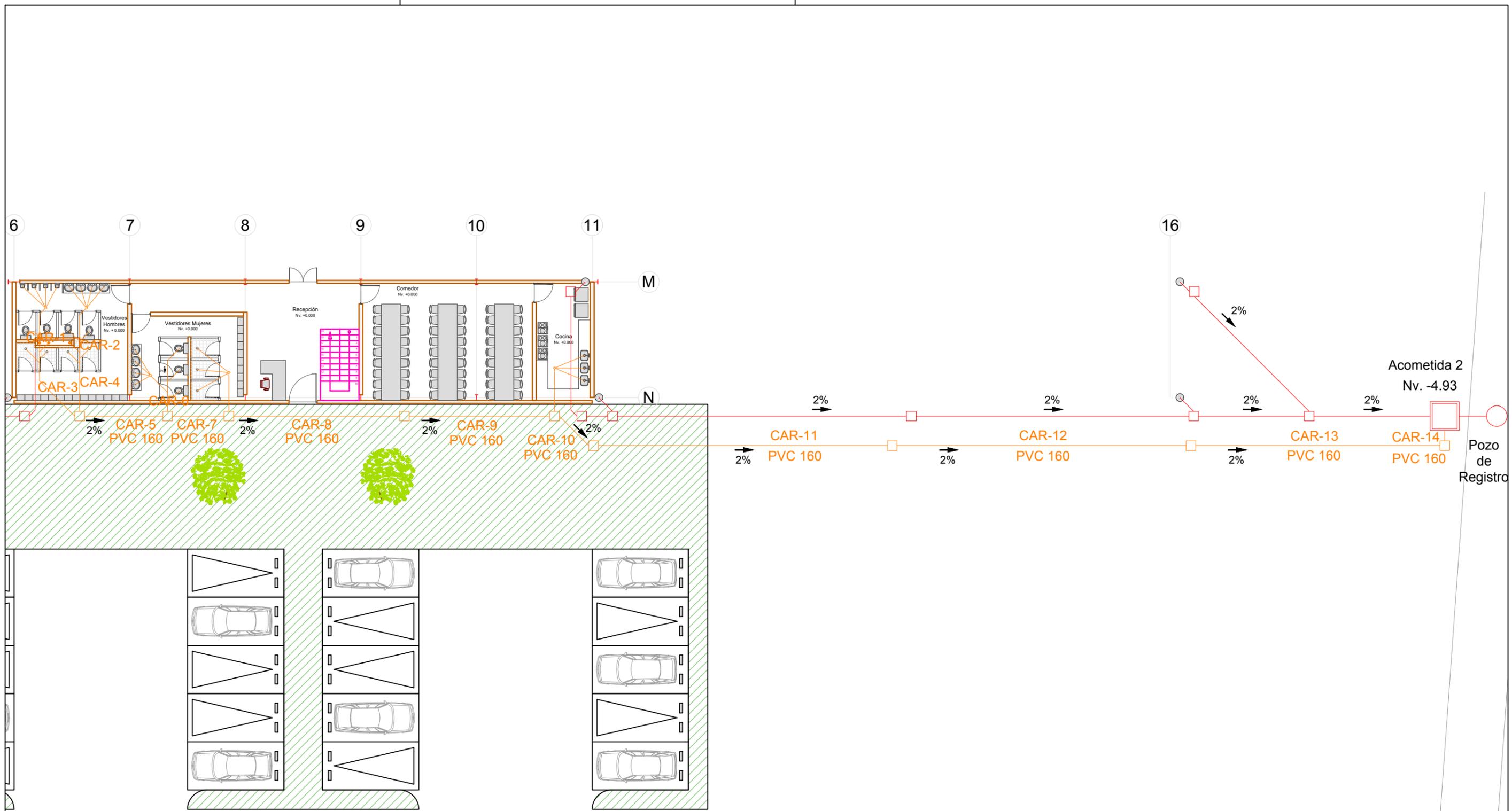
- NOTAS:
- BAJANTES
 - BOTE SIFÓNICO



Primera Planta Nv. +3.475

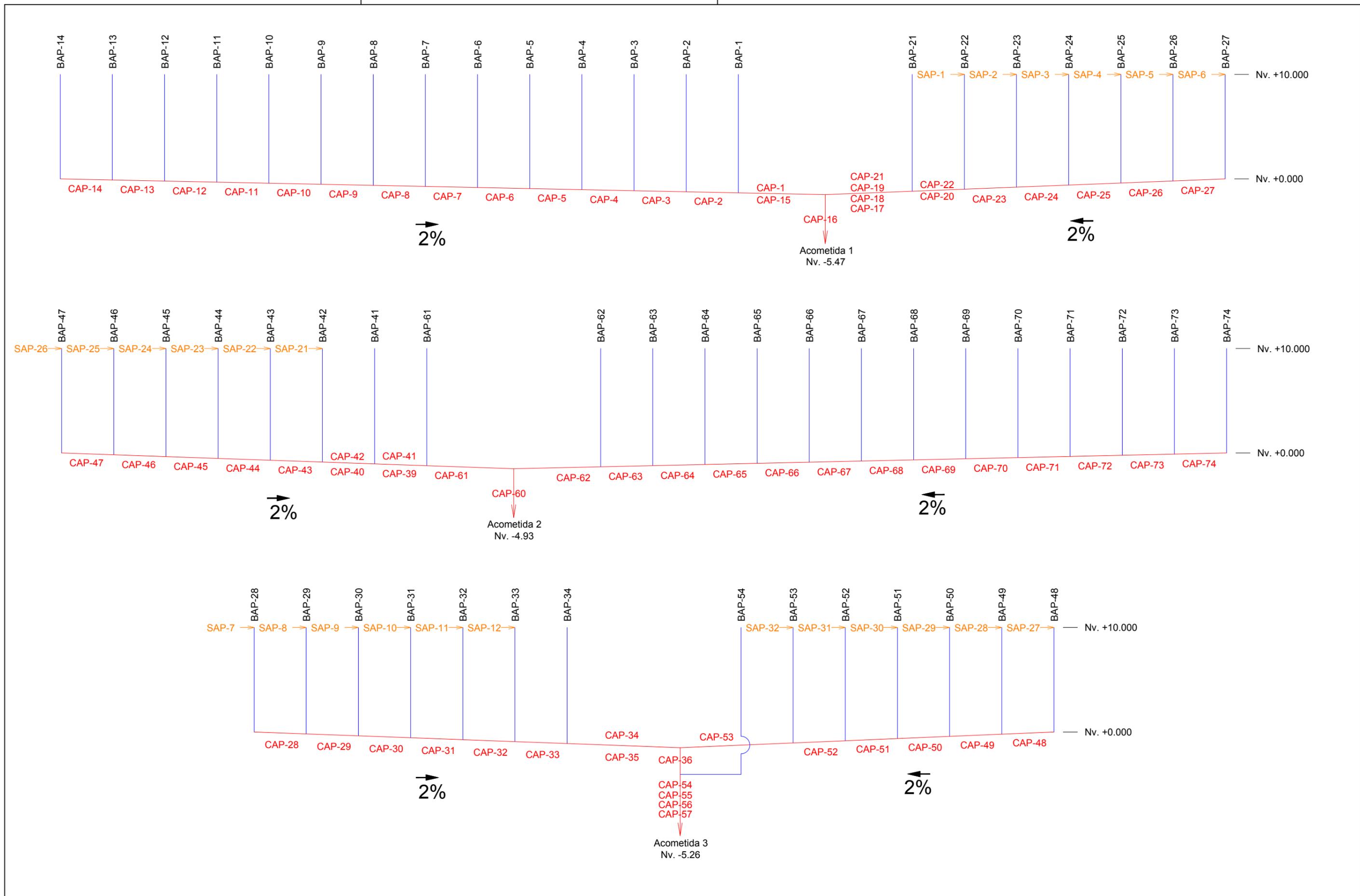
- NOTAS:
- BAJANTES
 - BOTE SIFÓNICO

Diámetro bajantes: BAR1 = PVC 110
 BAR2 = PVC 110
 BAR3 = PVC 110



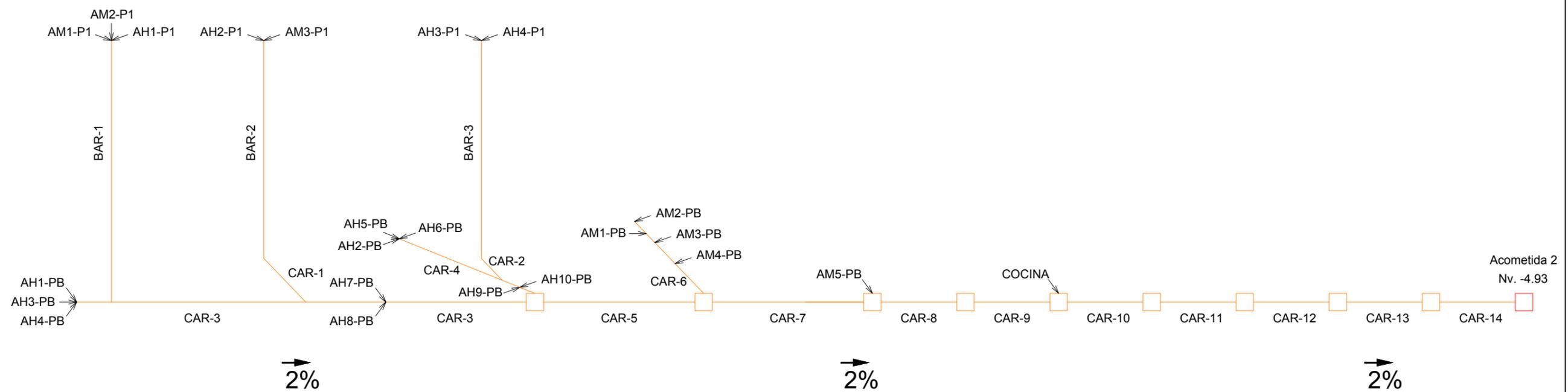
Planta Baja Nv. +0.000

- Diámetro colectores:
- CAR1 = PVC 110
 - CAR2 = PVC 110
 - CAR3 = PVC 160
 - CAR4 = PVC 110
 - CAR6 = PVC 110

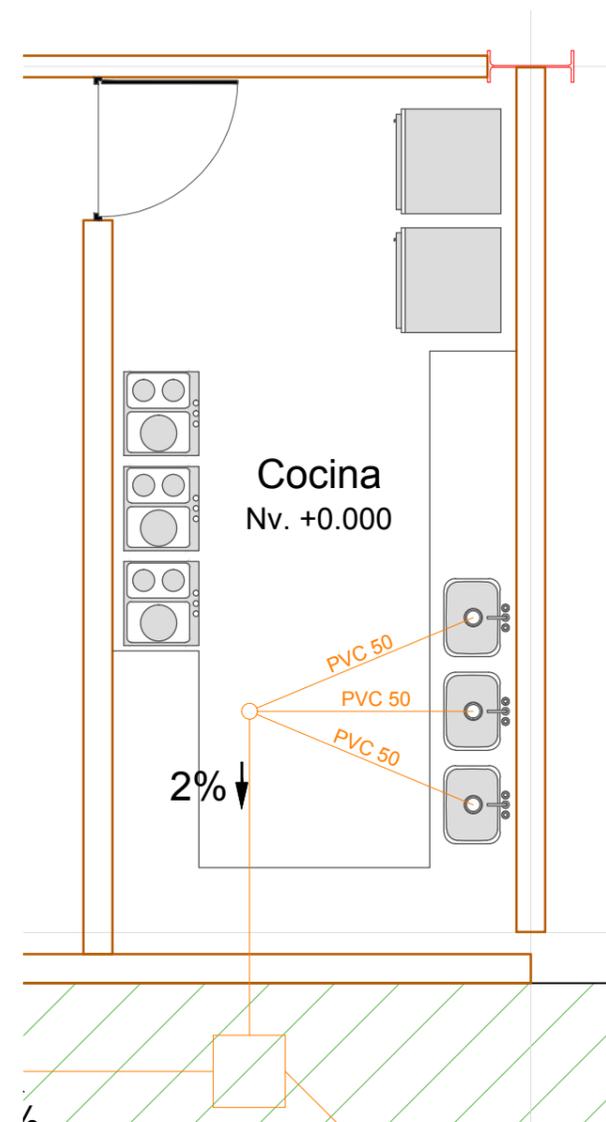
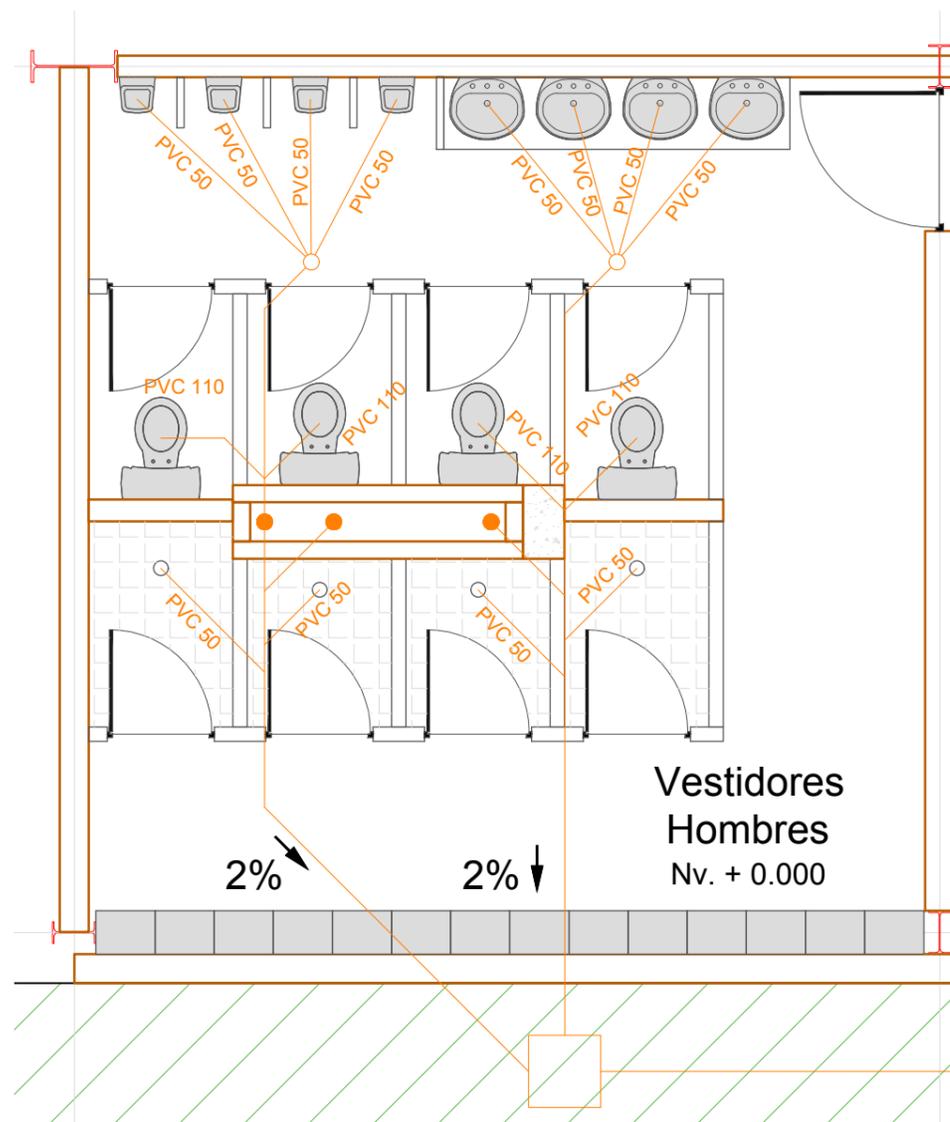


Nv. +3.475

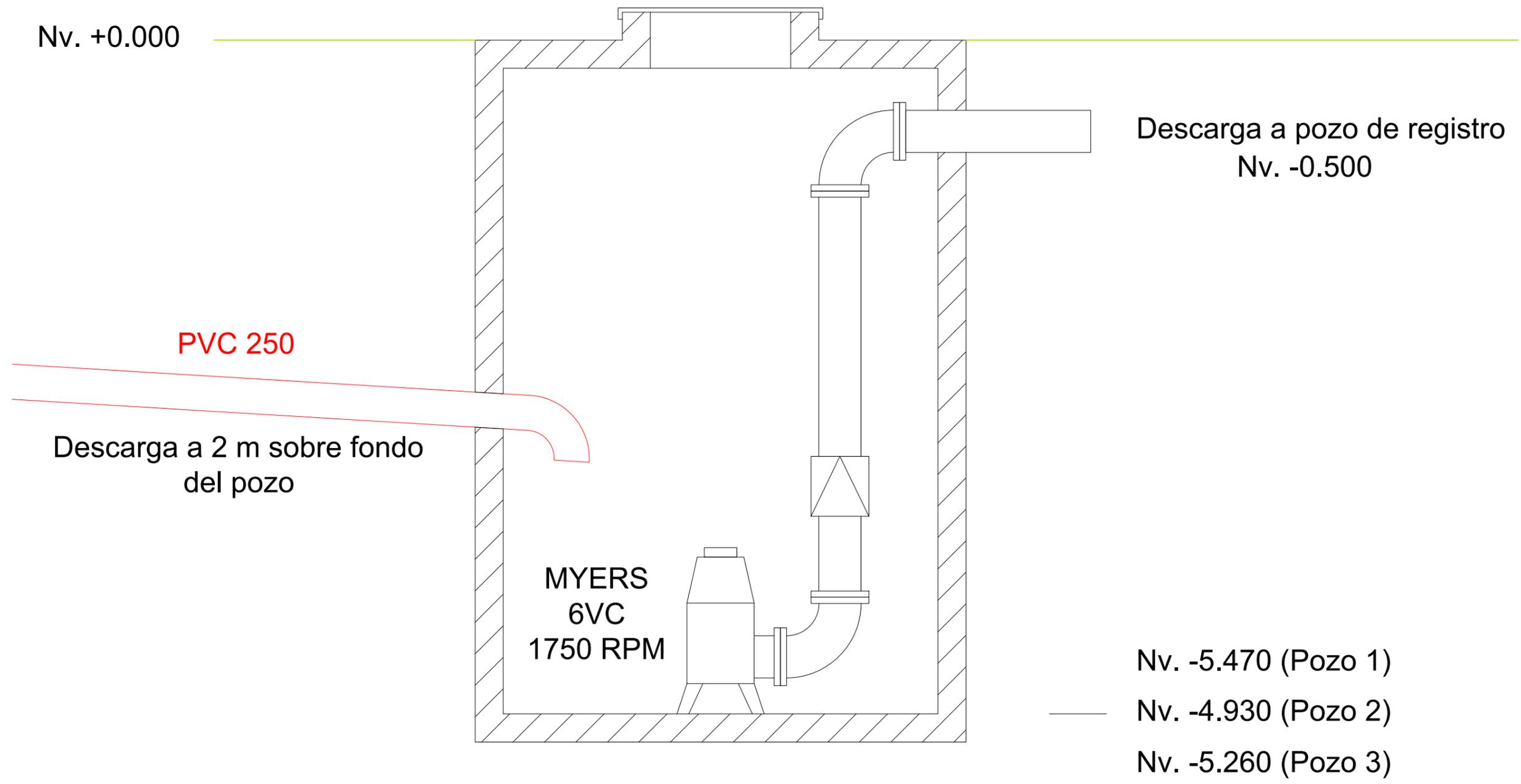
Nv. +0.000



Red de aguas residuales



Planta Baja Nv. +0.000



Pozos de bombeo 1, 2 y 3



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES INDUSTRIALES

II. ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO D: Proyecto de instalación de sistema contra incendios (SCI)

AUTOR: LUIS ALEJANDRO NARANJO TONATO

TUTOR: HÉCTOR SAURA ARNAU

COTUTOR: GONZALO LÓPEZ PATIÑO

Curso Académico: 2017-18

ÍNDICE

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS (SCI)

1. Memoria.....	1
1.1. Memoria resumida: características principales	1
1.1.1. Titular y NIF/CIF.....	1
1.1.2. Tipo de establecimiento, según Art. 2 del Reglamento	1
1.1.3. Emplazamiento y localidad	1
1.1.4. Actividad principal.....	1
1.1.5. Configuración del establecimiento, según Anexo I.....	1
1.1.6. Sectores de incendio, áreas de incendio, superficies construidas y usos.....	1
1.1.7. Nivel de riesgo intrínseco de cada uno de los sectores o áreas de incendio.....	2
1.1.8. Nivel de riesgo intrínseco de cada edificio o conjunto de sectores y/o áreas de incendio	2
1.1.9. Nivel de riesgo intrínseco del conjunto del establecimiento industrial. Superficie total construida.....	2
1.1.10. Clase de comportamiento al fuego de los revestimientos: suelos, paredes, techos....	2
1.1.11. Clase de productos en falsos techos o suelos elevados.....	2
1.1.12. Tipo de cables eléctricos en el interior de falsos techos.....	2
1.1.13. Tipo de cubierta (si es ligera)	2
1.1.14. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta.....	2
1.1.15. Resistencia al fuego de los elementos constructivos del cerramiento.....	2
1.1.16. Ocupación de los sectores de incendio.....	2
1.1.17. Número de salidas de cada sector	3
1.1.18. Distancia máxima de los recorridos de evacuación de cada sector.....	3
1.1.19. Características de las puertas de salida de los sectores	3
1.1.20. Para configuraciones D/E: anchura de los caminos de acceso de emergencia, separación entre caminos de emergencia, anchura de pasillos entre pilas	3

1.1.21. Sistema de evacuación de humos	3
1.1.22. Sistema de almacenaje (solo para almacenamientos).....	4
1.1.23. Clase de comportamiento al fuego de la estantería metálica de almacenaje	4
1.1.24. Clase de estabilidad al fuego de la estructura principal del sistema de almacenaje con estructuras metálicas	4
1.1.25. Tipo de las instalaciones técnicas de servicios del establecimiento y normativa específica de aplicación.....	4
1.1.26. Riesgo de fuego forestal. Anchura de la franja perimetral libre de vegetación baja y arbustiva.....	4
1.1.27. Sistema automático de detección de incendio	4
1.1.28. Sistema manual de alarma de incendio	4
1.1.29. Sistema de comunicación de alarma.....	4
1.1.30. Sistema de abastecimiento de agua contra incendios. Categoría del abastecimiento según UNE 23500 o UNE-EN 12845	4
1.1.31. Sistema de hidrantes exteriores. Número de hidrantes	5
1.1.32. Extintores de incendio portátiles. Número, tipo de agente extintor clase de fuego y eficacia	5
1.1.33. Sistema de bocas de incendio equipadas. Tipo de BIE y número	5
1.1.34. Sistemas de columna seca.....	5
1.1.35. Sistema de rociadores automáticos de agua	5
1.1.36. Sistema de agua pulverizada.....	5
1.1.37. Sistema de espuma seca	5
1.1.38. Sistema de extinción por polvo.....	5
1.1.39. Sistema de extinción por agentes extintores gaseosos	5
1.1.40. Sistema de alumbrado de emergencia.....	6
1.1.41. Señalización.....	6
1.2. Antecedentes y objeto. Justificación de la necesidad del presente proyecto	6
1.3. Titular, domicilio social, emplazamiento y representante autorizado	7
1.4. Actividad principal y secundarias, según clasificación de la tabla 1.2 del Anexo I	7
1.5. Reglamentación y normas técnicas de aplicación.....	7
1.6. Caracterización del establecimiento industrial.....	8
1.6.1. Características del establecimiento: configuración y relación con el entorno	8
1.6.2. Sectores y áreas de incendio, superficie construida y usos.....	9
1.6.3. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco.....	11

1.6.3.1. Cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, así como del nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio.....	11
1.6.3.2. Cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, así como del nivel de riesgo intrínseco de cada edificio o conjunto de sectores y/o áreas de incendio	15
1.6.3.3. Cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, así como del nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial	15
1.7. Requisitos constructivos del establecimiento industrial.....	15
1.7.1. Fachadas accesibles. Justificación según Anexo II	15
1.7.2. Descripción y características de la estructura portante de los edificios: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta.....	16
1.7.3. Cálculos justificativos de la condición de cubierta ligera	16
1.7.4. Justificación de la ubicación del establecimiento como permitida	16
1.7.5. Justificación de que la superficie construida de cada sector de incendio es admisible	16
1.7.6. Justificación de que la distribución de los materiales combustibles en las áreas de incendio cumple los requisitos exigibles.....	17
1.7.7. Justificación de la condición de reacción al fuego de los elementos constructivos	17
1.7.7.1. Justificación de la reacción al fuego de los revestimientos: suelos, paredes, techos, lucernarios y revestimiento exterior de fachadas. Productos incluidos en paredes y cerramientos	17
1.7.7.2. Justificación de la reacción al fuego de los productos interiores en falsos techos o suelos elevados. Tipo de cables eléctricos.....	17
1.7.8. Justificación de la estabilidad al fuego de los elementos de la estructura portante de los edificios: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta	18
1.7.9. Justificación de la resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de los sectores de incendio: forjados, medianeras, cubiertas, puertas de paso, huecos, compuertas, orificios de paso de canalizaciones, tapas de registro de patinillos, galerías de servicios, compuertas o pantallas de cierre automático de huecos verticales de manutención	18
1.7.10. Justificación y cálculo de la evacuación del establecimiento industrial	18
1.7.10.1. Justificación y cálculo de la ocupación de cada uno de los sectores de incendio ...	18
1.7.10.2. Justificación de los elementos de la evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, rampas, ascensores, escaleras, pasillos y salidas.....	19
1.7.10.3. Justificación y cálculo del número y disposición de las salidas.....	19
1.7.10.4. Justificación y cálculo de la longitud máxima de los recorridos de evacuación	20
1.7.10.5. Justificación del dimensionamiento de las puertas, pasillos, escaleras, escaleras protegidas, vestíbulos previos, ascensores y rampas	20

1.7.10.6. Justificación y cálculo de la evacuación en establecimientos industriales con configuración D y E.....	22
1.7.11. Justificación y cálculo de la ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales	23
1.7.12. Almacenamientos. Justificación del sistema de almacenamiento.....	24
1.7.13. Justificación del cumplimiento de los requisitos del sistema de almacenaje en estanterías metálicas	24
1.7.13.1. Características de reacción al fuego de los elementos de las estanterías metálicas	24
1.7.13.2. Características de estabilidad al fuego de la estructura principal de las estanterías metálicas	24
1.7.14. Descripción de las instalaciones técnicas de servicios del establecimiento. Justificación del cumplimiento de los reglamentos vigentes específicos que les afectan	25
1.7.15. Riesgo forestal. Justificación del dimensionamiento de la franja perimetral libre de vegetación baja y arbustiva.....	25
1.8. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios.....	25
1.8.1. Descripción y justificación del sistema automático de detección de incendio.....	25
1.8.2. Descripción y justificación del sistema manual de alarma de incendio.....	25
1.8.3. Descripción y justificación del sistema de comunicación de alarma	25
1.8.4. Justificación y descripción del tipo y número de bocas de incendio equipadas.....	26
1.8.5. Descripción y justificación del sistema de hidrantes exteriores	33
1.8.6. Justificación, cálculo y descripción del sistema de rociadores automáticos de agua...	34
1.8.7. Justificación, cálculo y descripción del sistema de agua pulverizada	47
1.8.8. Descripción y justificación del sistema de abastecimiento de agua contra incendios. Cálculo del caudal mínimo y reserva de agua. Categoría del abastecimiento.....	47
1.8.9. Justificación y cálculo del tipo y número de extintores portátiles.....	50
1.8.10. Justificación, cálculo y descripción del sistema de columna seca.....	53
1.8.11. Justificación, cálculo y descripción del sistema de espuma física.....	53
1.8.12. Justificación, cálculo y descripción del sistema de extinción por polvo	53
1.8.13. Justificación, cálculo y descripción del sistema de extinción por agentes extintores gaseosos	53
1.8.14. Justificación y descripción del sistema de alumbrado de emergencia	54
1.8.15. Justificación y descripción de la señalización.....	54
2. Anexo de resultados del programa EPANET	55
2.1. Red de bocas de incendio equipadas con reservorio.....	55

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

2.2. Red de rociadores automáticos con bomba (área de operación más desfavorable)	57
2.3. Red de rociadores automáticos con bomba (área de operación más favorable)	61
3. Presupuesto.....	66
3.1. Precios descompuestos.....	66
3.2. Presupuesto parcial.....	79
3.3. Presupuesto total	80
4. Planos	80

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS (SCI)

1. MEMORIA

1.1. Memoria resumida: características principales

1.1.1. Titular y NIF/CIF

Titular: Muebles de los Andes S.A.
Parque Industrial Sur
Quito - Ecuador

1.1.2. Tipo de establecimiento, según Art. 2 del Reglamento

Industria.

1.1.3. Emplazamiento y localidad

Ubicación: Calle S60 y E3
Parque Industrial Sur
Quito EC170132, Ecuador

1.1.4. Actividad principal

Elaboración de muebles de madera.

1.1.5. Configuración del establecimiento, según Anexo I

Establecimiento industrial ubicado en un edificio TIPO C.

1.1.6. Sectores de incendio, áreas de incendio, superficies construidas y usos

Sector de incendio	Actividad	Área proceso [m²]	Área sector [m²]
NAVE 1	Fabricación muebles, carpintería	1860	3000
	Almacenamiento madera, vigas y tablas	720	
	Descarga materia prima	420	
NAVE 2	Fabricación muebles de madera, barnizado	420	3180
	Fabricación muebles, carpintería	2400	
	Oficinas comerciales	360	
NAVE 3	Almacenamiento muebles de madera	3000	3000

Tabla 1. Resumen de sectores de incendio

1.1.7. Nivel de riesgo intrínseco de cada uno de los sectores o áreas de incendio

Sector de incendio	Nivel de riesgo intrínseco
NAVE 1	MEDIO 5
NAVE 2	MEDIO 3
NAVE 3	MEDIO 5

Tabla 2. Niveles de riesgo intrínseco por sector de incendio

1.1.8. Nivel de riesgo intrínseco de cada edificio o conjunto de sectores y/o áreas de incendio

No procede.

1.1.9. Nivel de riesgo intrínseco del conjunto del establecimiento industrial. Superficie total construida

ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	
Nivel de riesgo intrínseco	Superficie total [m ²]
MEDIO 5	9180

Tabla 3. Nivel de riesgo intrínseco del establecimiento

1.1.10. Clase de comportamiento al fuego de los revestimientos: suelos, paredes, techos

En suelos: M2 (C_{FL}-s1) o más favorable

En paredes y techos: M1 (B-s3 d0) o más favorable

1.1.11. Clase de productos en falsos techos o suelos elevados

Clase M1 (B-s3 d0) o más favorable.

1.1.12. Tipo de cables eléctricos en el interior de falsos techos

No propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

1.1.13. Tipo de cubierta (si es ligera)

Nave industrial en planta baja + entreplanta.

1.1.14. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta

Resistencia al fuego RF-120 (R-120) (EF-120)

1.1.15. Resistencia al fuego de los elementos constructivos del cerramiento

Paredes divisorias entre sectores de incendio: RF-120 (EI-120)

Paredes delimitadoras de oficinas: RF-60 (EI-60)

1.1.16. Ocupación de los sectores de incendio

De acuerdo al proceso industrial a realizar en el establecimiento, la ocupación por cada sector de incendio es:

Nave 1: 30 personas

Nave 2: 40 personas

Nave 3: 30 personas

1.1.17. Número de salidas de cada sector

Para cumplir con los recorridos de evacuación máximos, para los sectores de incendio 1 y 3, al encontrarse en los extremos del establecimiento se disponen de 3 salidas. Así, en la parte lateral habrá 2 puertas y en la parte posterior 1 puerta.

Para el sector de incendio 2, se disponen de 2 salidas en la parte posterior.

1.1.18. Distancia máxima de los recorridos de evacuación de cada sector

60 metros.

1.1.19. Características de las puertas de salida de los sectores

Las puertas de salida de los sectores deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- Fácilmente identificables
- Deben tener una resistencia al fuego de 60 minutos a 1100°C.
- Deben abrir con barra de pánico en la dirección de la evacuación.
- Deben poseer umbrales cortahumos.
- Deben abrirse también desde las escaleras.
- Nunca deben estar con llaves.
- Deben disponer de dispositivo autocerrante.
- Deberán contar con certificación y placa de identificación.
- Deberán girar mínimo 90°, en el sentido de la dirección de la evacuación de las personas que estén dentro del edificio.

1.1.20. Para configuraciones D/E: anchura de los caminos de acceso de emergencia, separación entre caminos de emergencia, anchura de pasillos entre pilas

No procede.

1.1.21. Sistema de evacuación de humos

Se dispondrá de sistema de evacuación de humos debido a que los sectores de incendio de producción y almacenaje, que tienen un riesgo intrínseco medio, superan las superficies admisibles de 2000 m² y 1000 m², respectivamente.

La ventilación será natural. Los huecos se dispondrán uniformemente repartidos en la parte alta del sector (cubierta).

Los huecos deberán ser practicables de manera manual o automática. Deberá disponerse de huecos para entrada de aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos, y se podrán computar los huecos de las puertas de acceso al sector.

1.1.22. Sistema de almacenaje (solo para almacenamientos)

A ras de piso o sobre pallets.

1.1.23. Clase de comportamiento al fuego de la estantería metálica de almacenaje

No procede.

1.1.24. Clase de estabilidad al fuego de la estructura principal del sistema de almacenaje con estructuras metálicas

No procede.

1.1.25. Tipo de las instalaciones técnicas de servicios del establecimiento y normativa específica de aplicación

No procede.

1.1.26. Riesgo de fuego forestal. Anchura de la franja perimetral libre de vegetación baja y arbustiva

No procede.

1.1.27. Sistema automático de detección de incendio

El sistema automático de detección de incendio, estará compuesto por:

- Tablero central
- Fuente de alimentación eléctrica
- Detectores de humo
- Alarmas manuales
- Difusores de sonido
- Sistema de comunicación y señal de alarma sonora y visual

1.1.28. Sistema manual de alarma de incendio

Se instalará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación de incendio y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.

1.1.29. Sistema de comunicación de alarma

La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por emergencia parcial o por emergencia general y será preferente el uso de un sistema de megafonía.

1.1.30. Sistema de abastecimiento de agua contra incendios. Categoría del abastecimiento según UNE 23500 o UNE-EN 12845

Abastecimiento mediante cisterna para red de BIEs y rociadores automáticos. Categoría II.

1.1.31. Sistema de hidrantes exteriores. Número de hidrantes

No procede.

1.1.32. Extintores de incendio portátiles. Número, tipo de agente extintor clase de fuego y eficacia

Cantidad: 32 unidades

Agente extintor: PQS (Polvo Químico Seco)

Clasificación de incendio: Clase A

Clasificación extintor: 10 A

Capacidad extintor: 10 lb

1.1.33. Sistema de bocas de incendio equipadas. Tipo de BIE y número

Cantidad: 23 BIEs

Clasificación: BIE Tipo II

Manguera contra incendio de 1 ½" (38 mm) de 100 pies (30 m)

Boquilla de Chorro Neblina de 1 ½"

Hacha pico, llave Spanner y extintor PQS de 10 lb

1.1.34. Sistemas de columna seca

No procede.

1.1.35. Sistema de rociadores automáticos de agua

Sistema: Tubería mojada

Tipo de rociador: De ampolla con temperatura de disparo de 68°C (código rojo). Diámetro ½".

Posición del deflector: Colgante

Cantidad: 784 rociadores

Patrón de separación rociadores: Normal

1.1.36. Sistema de agua pulverizada

No procede.

1.1.37. Sistema de espuma seca

No procede.

1.1.38. Sistema de extinción por polvo

No procede.

1.1.39. Sistema de extinción por agentes extintores gaseosos

No procede.

1.1.40. Sistema de alumbrado de emergencia

Los medios de egreso como escaleras, pasillos, corredores, rampas, deben estar provistos de iluminación.

El sistema de iluminación de emergencia debe disponerse para proporcionar automáticamente la iluminación requerida en cualquiera de los siguientes casos:

- Corte de suministro de energía eléctrica
- Apertura de un disyuntor, interruptor de circuito o fusible
- Cualquier acto manual, incluyendo la apertura de un conmutador que controla las instalaciones de iluminación manual

1.1.41. Señalización

Todo medio de egreso por recorrer debe ser claramente visible e identificable de tal manera que todos los ocupantes de la edificación física y mentalmente capaces, puedan encontrar rápidamente la dirección de escape desde cualquier punto hacia la salida.

Todos los sistemas de extinción de incendios manuales, deben estar claramente señalizados.

1.2. Antecedentes y objeto. Justificación de la necesidad del presente proyecto

Se trata de la instalación hidráulica del sistema contra incendios para un establecimiento industrial de nueva construcción destinado a la empresa Muebles de los Andes S.A., que elabora muebles de madera. La futura edificación se emplazará en el Parque Industrial Sur de la ciudad de Quito – Ecuador, calle S60 y E3.

La nave industrial se compone de tres cubiertas a dos aguas, las cuales se encuentran adosadas. Cada cubierta tiene una luz de 30 m x 100 m de longitud (3000 m²), dando así lugar a 14 pórticos separados por 6 m en los extremos y 8 m en la parte interna. El área total de cubierta ligera es de 9000 m².

Dentro de la primera cubierta existe un puente grúa. En esta nave se descarga la materia prima y en la parte trasera existen máquinas para la producción de muebles.

En la parte frontal de la cubierta central (nave que también ha sido destinada para la producción de muebles), existe una estructura de dos plantas. En la planta baja (con Nivel +0.000) se tiene el vestíbulo con la recepción de la empresa, comedor para el personal, aseos-vestidores para el personal masculino y aseos-vestidores para el personal femenino. Se cubre un área de 180 m².

La primera planta (ubicada al Nivel +3.475) está formada por oficinas, una sala de reuniones, aseos para el personal masculino y aseos para el personal femenino. La planta en mención, cubre un área de 180 m².

La terraza de la edificación (con Nivel +6.950) es inaccesible. En total sumando las dos plantas se tiene un área de 360 m².

La tercera nave es utilizada para el almacenamiento y despacho del producto terminado.

La parcela a ocupar tiene una superficie aproximada de 192780 m². La nave se ubicará en una de las esquinas del terreno para aprovechar la cercanía a las redes de servicios básicos.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Por tanto, se tiene como objetivo, diseñar y dimensionar las instalaciones hidráulicas del sistema contra incendios para prevenir, dar respuesta oportuna, limitar y posibilitar la extinción de fuego, de acuerdo a la normativa vigente y así anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda causar a personas o bienes.

De acuerdo al área de construcción, el tipo de actividad a realizar, la carga de fuego total, la configuración del establecimiento, entre otros factores, es obligatorio realizar el presente proyecto.

1.3. Titular, domicilio social, emplazamiento y representante autorizado

Titular: Muebles de los Andes S.A.
Parque Industrial Sur
Quito - Ecuador

Ubicación: Calle S60 y E3
Parque Industrial Sur
Quito EC170132, Ecuador

Director: Luis Naranjo
Ingeniero Mecánico
Y-4845786-E

1.4. Actividad principal y secundarias, según clasificación de la tabla 1.2 del Anexo I

Como actividad industrial principal se tiene la elaboración de muebles de madera:

- Muebles, carpintería
- Muebles de madera, barnizado

Como actividad secundaria se tiene el almacenamiento de la materia prima y productos terminados:

- Madera, vigas y tablas
- Muebles de madera

También se considera como actividad secundaria la realizada en:

- Oficinas comerciales

1.5. Reglamentación y normas técnicas de aplicación

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 16, Norma Hidrosanitaria NHE Agua.
- Registro Oficial, Acuerdo N° 01257 del Ministerio de Inclusión Económica y Social, Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios; Quito, 2 de abril del 2009.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción, Habitabilidad y Salud, Contra Incendios NEC-HS-CI:2015.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

- Regla Técnica Metropolitana, RTQ 3/2015, Prevención de incendios: Reglas técnicas en función del riesgo derivado del destino u ocupación de la edificación, establecimiento o local o de la actividad que se realiza en ellos.
- Regla Técnica Metropolitana, RTQ 5/2015, Prevención de incendios: Medios de egreso, Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.
- Regla Técnica Metropolitana, RTQ 7/2015, Prevención de incendios: Sistemas de extinción de incendios, Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.
- Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 731:2009, Extintores portátiles y estacionarios contra incendios. Definiciones y clasificación.
- Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 802:2017, Extintores portátiles. Selección y distribución en edificaciones.
- NFPA 101:2000 Código de Seguridad Humana, el Fuego en Estructuras y Edificios.
- NFPA 10:2007 Extintores Portátiles.
- NFPA 13:2006 Instalación de Sistemas de Rociadores y estándares de fabricación.
- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.
- Norma Española UNE-EN 671-2:2013, Instalaciones fijas de lucha contra incendios, Bocas de incendios equipadas con mangueras planas.
- Norma Española UNE-EN 12845:2016, Sistemas fijos de lucha contra incendios, Sistemas de rociadores automáticos. Diseño instalación y mantenimiento.
- Norma Española UNE 23410-1:1994, Lanzas-boquilla de agua para la lucha contra incendios. Parte 1: Lanzas convencionales.
- Norma Española UNE 23500:2012, Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
- Norma Española UNE 23585:2017, Seguridad contra incendios, Sistemas de control de humo y calor.
- Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, publicado en el BOE, de 11 de marzo de 2010).

Documento Básico SI – Seguridad en caso de incendio, Sección SI1 Propagación interior.

1.6. Caracterización del establecimiento industrial

1.6.1. Características del establecimiento: configuración y relación con el entorno

El establecimiento industrial está conformado por tres naves adosadas, con una superficie en planta de 9000 m². La parcela a ocupar tiene una superficie aproximada de 192780 m². No existen otras edificaciones cercanas. Por ende, según el *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, se trata de un establecimiento industrial ubicado en un edificio del TIPO C.

TIPO C

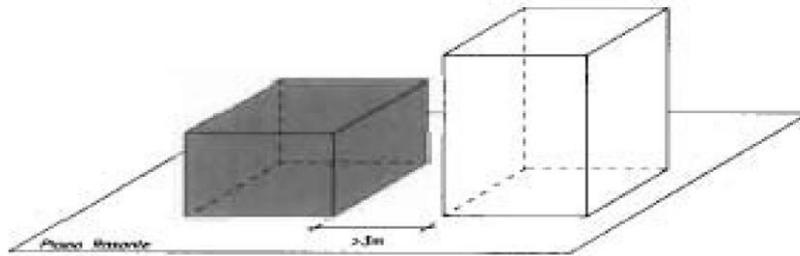


Figura 1. Configuración y ubicación TIPO C

1.6.2. Sectores y áreas de incendio, superficie construida y usos

El sector de incendio se define como el espacio de un edificio separado de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un periodo de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar (o excluir) el incendio para que no se pueda propagar a (o desde) otra parte del edificio.

La máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio, será las que se indican en la siguiente tabla:

<i>Riesgo intrínseco del sector de incendio</i>	<i>Configuración del establecimiento</i>		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO	NO ADMITIDO	(3)	(3)(4)
6		2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Tabla 4. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

Tal y como se comprobará en el apartado siguiente, cada una de las naves se considera un sector de incendio diferente. Por tanto, existen tres sectores de incendio definidos con un nivel de riesgo intrínseco que va desde MEDIO 3 a MEDIO 5, teniendo, en el caso más desfavorable, un área máxima construida admisible de 3500 m². Las superficies de cada sector y sus usos se detallan a continuación:

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL			
Sector de incendio	Actividad	Área proceso [m²]	Área sector [m²]
NAVE 1	Fabricación muebles, carpintería	1860	3000
	Almacenamiento madera, vigas y tablas	720	
	Descarga materia prima	420	
NAVE 2	Fabricación muebles de madera, barnizado	420	3180
	Fabricación muebles, carpintería	2400	
	Oficinas comerciales	360	
NAVE 3	Almacenamiento muebles de madera	3000	3000

Tabla 5. Superficies y usos de cada sector de incendio

En los pasos internos que comunican las diferentes naves, se instalarán puertas corredoras cortafuegos. Las puertas están formadas por un conjunto de paneles, fabricados por un compuesto de materiales que le permiten aislar el fuego y mantener la integridad durante un tiempo mínimo de 120 minutos.

Los paneles están unidos entre sí mediante un sistema que les permite soportar las elevadas temperaturas de un incendio sin deformarse y tienen la capacidad de exposición al fuego por ambas caras. Estos paneles están guiados en la parte superior por unos rieles de acero galvanizado y en el suelo por un rodamiento por el que se corre la hoja. Con la combinación de diferentes materiales aislantes térmicos se evita el paso de las llamas y los gases por las juntas.

El cierre de las puertas corredoras cortafuegos es automático en caso de incendio y se produce con un contrapeso que se libera mediante un electroimán que debe ir conectado a la central de incendios o un sistema de detección homologado. Las puertas corredoras no serán utilizadas como puertas industriales de uso diario.



Figura 2. Puerta corredora cortafuegos

1.6.3. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco

1.6.3.1. Cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, así como del nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio

El *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, establece dos métodos para el cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida. Se utilizará el método alternativo en función de las actividades.

Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento se tiene:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a$$

Donde:

Q_s : Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio [MJ/m²] o [Mcal/m²]

q_{si} : Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio [MJ/m²] o [Mcal/m²]

S_i : Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego [m²]

C_i : Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles i que existen en el sector de incendio

R_a : Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha activación ocupe al menos el 10% de la superficie del sector

A : Superficie construida del sector de incendio u ocupada del área de incendio [m²]

Para actividades de almacenamiento se tiene:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot s_i}{A} \cdot R_a$$

Donde:

q_{vi} : Carga de fuego aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento i existente en el sector de incendio [MJ/m³] o [Mcal/m³]

h_i : Altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles i [m]

s_i : Superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento i existente en el sector de incendio [m²]

El coeficiente de peligrosidad por combustibilidad C_i , toma los siguientes valores:

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, C_i		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1 - Líquidos clasificados como subclase B₁, en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C. - Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente. - Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como subclase B₂ en la ITC MIE-APQ1. - Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C. - Sólidos que emiten gases inflamables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Tabla 6. Grado de peligrosidad de los combustibles

Los valores de q_{vi} , q_{si} y R_a para los combustibles que intervienen en el análisis han sido tomados de la *Tabla 1.2 del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* y se presentan a continuación:

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	qs		Ra	qv		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Madera, vigas y tablas	-	-	-	4200	1010	1,5
Muebles de madera	500	120	1,5	800	192	1,5
Muebles de madera, barnizado	500	120	1,5	-	-	-
Muebles, carpintería	600	144	1,5	-	-	-
Oficinas comerciales	800	192	1,5	-	-	-

Tabla 7. Valores de densidad de carga de fuego media, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado

Una vez determinada la densidad de carga de fuego ponderada, y corregida de un sector o área de incendio, el nivel de riesgo intrínseco se deduce de la siguiente tabla:

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 8. Nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio

Primer sector de incendio – Nave 1

Estará compuesto por una zona de descarga de 420 m², una zona de almacenamiento de materia prima de 720 m² y una zona de producción de muebles de 1860 m². El sector de incendio tiene un área total construida de 3000 m². Dispone de un puente grúa que recorre a lo largo de toda la nave desde el segundo hasta el penúltimo pórtico, siendo imposible separar este ambiente en más sectores de incendio.

En la zona de descarga se estacionarán los vehículos cargados con la materia prima por lo que deberá permanecer libre de todo obstáculo.

Se establece una altura de almacenamiento máxima de 2 m y una superficie útil de almacenaje del 60%. La materia prima será vigas y tablas de madera.

El proceso a desarrollar en la zona de producción será el de carpintería.

Por tanto, la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del área de producción es:

$$Q_s = \frac{600 \cdot 1860 \cdot 1.3}{1860} \cdot 1.5$$

$$Q_s = 1170 \text{ MJ/m}^2$$

Además, la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del área de almacenamiento de materia prima es:

$$Q_s = \frac{4200 \cdot 1.3 \cdot 2 \cdot 720 \cdot 0.6}{720} \cdot 1.5$$

$$Q_s = 9828 \text{ MJ/m}^2$$

Luego, se determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del primer sector de incendio.

$$Q_{s,1} = \frac{1170 \cdot 1860 + 9828 \cdot 720}{3000}$$

$$Q_{s,1} = 3084.12 \text{ MJ/m}^2$$

Finalmente, el nivel de riesgo intrínseco del primer sector de incendio es:

$$1700 < 3084.12 \leq 3400$$

MEDIO 5

Segundo sector de incendio – Nave 2

Estará compuesto por una zona de producción (barnizado) de 420 m², una zona de producción (carpintería) de 2400 m² y una zona de oficinas comerciales de 360 m², dispuestas en dos plantas cada una de 180 m². El sector de incendio tiene un área total construida de 3180 m².

La compatibilidad reglamentaria se trata en el *artículo 3, apartado 2 del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*. Cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación el CTE DB-SI, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando se trate de, entre otras, una zona administrativa con superficie superior a 250 m². La zona a la que por su superficie sea de aplicación las prescripciones de las referidas normativas deberá constituir un sector de incendios diferente.

Por otra parte, el *CTE DB-SI 1*, en su *apartado 1* establece que toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o establecimiento en el que esté integrada debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere, para el caso de alojamiento o de uso administrativo, comercial o docente, una superficie de 500 m².

Por consiguiente, no es necesario considerar la zona de oficinas como un sector de incendios diferente y se la debe tratar dentro del mismo sector de incendio al que pertenece la nave.

Luego, la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, para el segundo sector de incendio se determina a continuación:

$$Q_{s,2} = \frac{500 \cdot 420 \cdot 1.6 + 600 \cdot 2400 \cdot 1.3 + 800 \cdot 360 \cdot 1.3}{3180} \cdot 1.5$$
$$Q_{s,2} = 1218.11 \text{ MJ/m}^2$$

En conclusión, el nivel de riesgo intrínseco del segundo sector de incendio es:

$$850 < 1218.11 \leq 1275$$

MEDIO 3

Tercer sector de incendio – Nave 3

El tercer sector de incendio se destina únicamente al almacenamiento del producto terminado. En la parte frontal de la nave se realizará el despacho de los muebles. El sector de incendio tiene un área total construida de 3000 m².

Se establece una altura de almacenamiento máxima de 2.5 m y una superficie útil de almacenaje del 80%.

Se calcula la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del tercer sector de incendio, correspondiente al almacenamiento del producto terminado.

$$Q_{s,3} = \frac{800 \cdot 1.3 \cdot 2.5 \cdot 3000 \cdot 0.8}{3000} \cdot 1.5$$

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

$$Q_{s,3} = 3120 \text{ MJ/m}^2$$

Por tanto, el nivel de riesgo intrínseco del tercer sector de incendio es:

$$1700 < 3120 \leq 3400$$

MEDIO 5

1.6.3.2. Cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, así como del nivel de riesgo intrínseco de cada edificio o conjunto de sectores y/o áreas de incendio

No procede.

1.6.3.3. Cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, así como del nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial

El nivel de riesgo intrínseco de un establecimiento industrial, se evaluará calculando la siguiente expresión:

$$Q_E = \frac{\sum_1^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i}$$

Donde:

Q_E : Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial [MJ/m²] o [Mcal/m²]

Q_{si} : Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio i que componen el establecimiento industrial [MJ/m²] o [Mcal/m²]

A_i : Superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio i que componen el establecimiento industrial [m²]

La densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial se determina a continuación:

$$Q_E = \frac{3084.12 \cdot 3000 + 1218.11 \cdot 3180 + 3120 \cdot 3000}{3000 + 3180 + 3000}$$
$$Q_E = 2449.45 \text{ MJ/m}^2$$

Finalmente, el nivel de riesgo intrínseco de todo el establecimiento industrial es:

$$1700 < 2449.45 \leq 3400$$

MEDIO 5

1.7. Requisitos constructivos del establecimiento industrial

1.7.1. Fachadas accesibles. Justificación según Anexo II

El anexo II del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, establece como fachadas accesibles de un establecimiento industrial, aquellas que dispongan de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal de servicio de extinción de incendios.

Las condiciones que deben cumplir los huecos de fachada son:

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

- Facilitar el acceso a cada planta del edificio, de forma que la altura del antepecho respecto del nivel de la planta no exceda 1.20m.
- Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser al menos 0.80 m y 1.20 m, respectivamente. La separación entre dos huecos consecutivos no debe exceder 25 m.
- No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos.

Además, también deben cumplirse condiciones del entorno y de aproximación al edificio, tales como:

- Anchura mínima libre de 6 m
- Altura libre equivalente a la altura del edificio
- Separación máxima del edificio de 10 m
- Distancia máxima hasta cualquier acceso principal al edificio de 30 m
- Pendiente máxima del 10%
- Ancho mínimo libre de vial de aproximación al edificio de 5 m

El establecimiento industrial cumple con todas las condiciones para que sus fachadas sean consideradas como accesibles.

1.7.2. Descripción y características de la estructura portante de los edificios: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta

Se trata de tres naves industriales en planta baja, las mismas que se encuentran adosadas. La nave central tiene una entreplanta de 180 m² y su respectiva cubierta, destinada a oficinas y servicios varios. Toda la estructura metálica está compuesta por perfiles de acero laminado en caliente, tubería estructural y correas dobladas en frío. El forjado de la entreplanta y la cubierta de las oficinas, es placa colaborante.

En el *Anexo A* del presente proyecto, se describen las características de todos los elementos de la estructura.

1.7.3. Cálculos justificativos de la condición de cubierta ligera

La cantidad, disposición y propiedades de los elementos metálicos estructurales utilizados en la cubierta, se detallan en el *ANEXO A: Diseño y cálculo estructural*. Sin embargo, se comprueba que en conjunto su peso propio no excede los 100 kg/m².

1.7.4. Justificación de la ubicación del establecimiento como permitida

En el apartado *1.7.1. Fachadas accesibles*, del presente proyecto, ya se ha justificado que el establecimiento industrial cumple con las condiciones de entorno y aproximación requeridas.

1.7.5. Justificación de que la superficie construida de cada sector de incendio es admisible

Como se ha determinado en los apartados anteriores, la configuración del establecimiento industrial es TIPO C. las superficies construidas de cada sector de incendio no exceden las

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

máximas superficies admisibles establecidas por el *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*. Se comparan las superficies en la siguiente tabla:

Sector de incendio	Superficie construida [m ²]	Superficie admisible [m ²]	Nivel de riesgo intrínseco
NAVE 1	3000	3500	MEDIO 5
NAVE 2	3180	5000	MEDIO 3
NAVE 3	3000	3500	MEDIO 5

Tabla 9. Superficie construida por sector de incendio

1.7.6. Justificación de que la distribución de los materiales combustibles en las áreas de incendio cumple los requisitos exigibles

La distribución de maquinaria y herramientas en las zonas de producción se hace de manera que guardan espacios suficientes entre ellas para garantizar la fluidez del proceso.

Para el primer sector de incendio, en el área destinada a la materia prima (720 m²) se determina una altura de almacenamiento máxima de 2 m y una superficie útil de almacenaje del 60%.

En el tercer sector de incendio se establece una altura de almacenamiento máxima de 2.5 m y una superficie útil de almacenaje del 80%.

1.7.7. Justificación de la condición de reacción al fuego de los elementos constructivos

1.7.7.1. Justificación de la reacción al fuego de los revestimientos: suelos, paredes, techos, lucernarios y revestimiento exterior de fachadas. Productos incluidos en paredes y cerramientos

El artículo 227 del *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios* del Ministerio de Inclusión Económica y Social, determina que la reacción al fuego de los revestimientos de suelos debe ser M2 y en paredes y techos M1, como máximo. La reacción al fuego del mobiliario y de las unidades de butacas debe ser M2 en la estructura, en el relleno M3 y en el recubrimiento M1, como máximo.

Conforme la siguiente clasificación:

Material M0. Incombustible

Material M1. Combustible no inflamable

Material M2. Baja inflamabilidad

Material M3. Inflamabilidad media

Material M4. Altamente inflamable

1.7.7.2. Justificación de la reacción al fuego de los productos interiores en falsos techos o suelos elevados. Tipo de cables eléctricos

Los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislante térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado, ventilación, etc., deben ser de clase M1 o más favorable.

Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

1.7.8. Justificación de la estabilidad al fuego de los elementos de la estructura portante de los edificios: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta

El *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios* del Ministerio de Inclusión Económica y Social, en su apartado *Edificios industriales y fabriles, artículo 263*, establece que las edificaciones de este uso que empleen estructura metálica, deben contar con un sistema de descargas estáticas atmosféricas (pararrayos), y debe garantizar una resistencia a fuego RF-120 y presentar certificaciones de la soldadura de acuerdo a la norma AWS D1.1.

1.7.9. Justificación de la resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de los sectores de incendio: forjados, medianeras, cubiertas, puertas de paso, huecos, compuertas, orificios de paso de canalizaciones, tapas de registro de patinillos, galerías de servicios, compuertas o pantallas de cierre automático de huecos verticales de manutención

Según el *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios* del Ministerio de Inclusión Económica y Social, las construcciones de una sola planta, serán de materiales ignífugos y dotados de muros cortafuego en sus colindancias, para impedir la propagación del incendio de un local a otro y que garanticen un RF-120.

Además, en edificaciones nuevas, las paredes delimitadoras de las oficinas deben ser al menos RF-60 y las puertas RF-30.

De acuerdo al diseño, la red de tuberías del sistema de bocas de incendio equipadas, atraviesa los muros que delimitan los sectores de incendio. En estos puntos de conflicto se garantizará la integridad al paso de llamas y gases calientes. Dichos tramos de tubería quedarán embebidos en los muros y se unirán al resto de la red mediante conexiones flexibles que absorban los posibles movimientos de las conducciones.

1.7.10. Justificación y cálculo de la evacuación del establecimiento industrial

1.7.10.1. Justificación y cálculo de la ocupación de cada uno de los sectores de incendio

La *Regla Técnica Metropolitana RTQ 5/2015*, en su numeral 5. *Capacidad de los medios de egreso*, determina que los medios de egreso tendrán la capacidad mínima necesaria para evacuar a los usuarios en caso de emergencia y dependerán de la carga de ocupantes de la edificación.

La carga de ocupantes de un edificio o parte del mismo será determinada de acuerdo a lo establecido en la relación:

$$CO = \frac{AP}{FCO}$$

Donde:

CO: Carga de ocupantes

AP: Área de piso

FCO: Factor de carga de ocupantes

Todos los factores de carga de ocupantes se encuentran en la *RTQ 5/2015*. Los valores del *FCO*, para el caso de industrias y oficinas, se presentan en la siguiente tabla:

Uso	Factor de carga (m ² /persona)
Grupo Industrial	9.3
Grupo Oficinas	9.3

Tabla 10. Factor de carga de ocupantes

Se expresan los factores en función del área bruta, que consiste en la superficie de piso dentro del perímetro interior de las paredes exteriores del edificio sin deducir los pasillos, escaleras, columnas u otras características.

Es importante considerar que la densidad de ocupación (factor de carga) establecida por la *Regla Técnica Metropolitana RTQ 5/2015*, da como resultado la ocupación máxima del establecimiento industrial. Debido al proceso industrial que se va a llevar a cabo dentro de las instalaciones, se ha definido que la ocupación total será de 100 personas, 20 en la zona administrativa y 80 en la zona de producción (repartidos 30 en la Nave 1, 20 en la Nave 2 y 30 en la Nave 3).

Por tanto, en la siguiente tabla se presenta la ocupación del establecimiento industrial por cada sector de incendio.

Sector de incendio	Superficie construida [m ²]	CO [Personas] RTQ 5/2015	CO [Personas] Proceso
NAVE 1	3000	323	30
NAVE 2	3180	342	40
NAVE 3	3000	323	30

Tabla 11. Ocupación de cada sector de incendio

Se consideran los medios de egreso de acuerdo a la ocupación definida por el proceso industrial.

1.7.10.2. Justificación de los elementos de la evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, rampas, ascensores, escaleras, pasillos y salidas

Al tratarse de una nave industrial con la mayoría de su superficie en planta baja y disponer de una pequeña entreplanta para oficinas, los medios de egreso o elementos de evacuación serán puertas, pasillos y escaleras. Todos los requerimientos para estos medios de evacuación se describen en sus respectivos apartados.

1.7.10.3. Justificación y cálculo del número y disposición de las salidas

Según la *Regla Técnica Metropolitana RTQ 3/2015, Prevención de incendios: reglas técnicas en función del riesgo derivado del destino u ocupación de la edificación, establecimiento o local o de la actividad que se realiza en ellos*, en su apartado correspondiente a industrias 11.2. *Medios de egreso*, determina que todos los establecimientos deben contar con no menos de dos salidas, separadas entre sí, exceptuándose aquellos de riesgo bajo u ordinario que podrán contar con una sola salida, siempre que todos los ocupantes la puedan alcanzar con un recorrido igual o menor a 15 metros.

Obviamente, dichas salidas son contabilizadas por cada sector de incendio.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Para cumplir con los recorridos de evacuación máximos, para los sectores de incendio 1 y 3, al encontrarse en los extremos del establecimiento se disponen de 3 salidas. Así, en la parte lateral habrá 2 puertas y en la parte posterior 1 puerta.

Para el sector de incendio 2, se disponen de 2 salidas en la parte posterior.

1.7.10.4. Justificación y cálculo de la longitud máxima de los recorridos de evacuación

La *RTQ 3/2015*, establece que, en edificios industriales de riesgo bajo y ordinario, la distancia de recorrido hasta la salida no deberá superar los 45 metros. En caso de que la edificación esté protegida por un sistema de rociadores automáticos la distancia no deberá exceder los 60 metros.

1.7.10.5. Justificación del dimensionamiento de las puertas, pasillos, escaleras, escaleras protegidas, vestíbulos previos, ascensores y rampas

De acuerdo a la *Regla Técnica Metropolitana RTQ 5/2015*, la capacidad de los medios de egreso la determinará la carga de ocupantes y dependerá de un factor, el cual se asumirá según el tipo de instalación.

$$CME = FC \cdot CO$$

Donde:

CME: Capacidad del medio de egreso

FC: Factor de capacidad

La *CME* de todas las edificaciones se deberá basar en los factores *FC* que se indican en la siguiente tabla.

Área	Ancho por Persona	
	Escaleras (centímetros)	Puertas, Rampas y otros Componentes (centímetros)
Edificios en general, excepto los especificados en esta tabla	0.76	0.50
Edificios de salud sin sistema de rociadores automáticos	1.50	1.30
Asilos y centros de acogida	1.00	0.50
Edificios de Alto Riesgo	1.80	1.00

Tabla 12. Factores de capacidad para tamaño medios de egreso

Cuando se requiera más de un medio de egreso en edificaciones nuevas, los mismos deben ser de un ancho y capacidad tales que la pérdida de alguno de los medios de egreso deje disponible no menos del 50% de la capacidad requerida.

La capacidad del medio de egreso para el sector de incendio con mayor ocupación (Nave 2), se determina a continuación:

$$CME = 1 \cdot 40$$

$$CME = 40 \text{ cm}$$

El ancho mínimo requerido para los componentes de los medios de egreso no será en ningún caso menor que el especificado en la siguiente tabla:

Aplicación	Ancho Mínimo (metros)
Puertas (tanto de acceso a la salida, como de descarga de la salida)	0.86
Escaleras como medio de egreso (internas y externas)	1.20

Tabla 13. Ancho mínimo requerido de componentes de medios de egreso

Por tanto, los anchos mínimos de los medios de egreso son los indicados en la tabla anterior.

Exclusivamente en edificaciones existentes en ocupaciones inferiores a 50 personas, se permitirá un ancho mínimo de escaleras de 90 cm libres de obstrucciones y proyecciones.

Donde se requiera la instalación de puertas cortafuego estas cumplirán los siguientes requisitos:

- Deben tener una resistencia al fuego de 60 minutos a 1100°C.
- Deben abrir con barra de pánico en la dirección de la evacuación.
- Deben poseer umbrales cortahumos.
- Deben abrirse también desde las escaleras.
- Nunca deben estar con llaves.
- Deben disponer de dispositivo autocerrante.
- Deberán contar con certificación y placa de identificación.

Las puertas, tanto de acceso a la salida como de descarga de la salida deberán estar ubicadas de modo que el camino del recorrido de egreso sea obvio y directo. Todas las puertas que son parte de los medios de egreso deberán ser estancas al humo y tener, como mínimo, una RF-60. Deberán estar libres de cualquier objeto que obstaculice su identificación con facilidad.

La holgura entre la hoja de la puerta y el piso no deberá ser mayor de 6.4 mm (1/4 pulgada), para evitar tanto el ingreso de humo a través de ella, como la despresurización del recinto protegido (escalera y espacios estancos para refugio).

Todas las puertas que sean de acceso a la salida o descarga en una vía de egreso, deberán girar mínimo 90°, en el sentido de la dirección de la evacuación de las personas que estén dentro del edificio.

Las puertas de emergencia deben estar siempre listas para ser abiertas. Las cerraduras desde el lado interior no deberán requerir el uso de llave, herramienta ni de un conocimiento especial para su accionamiento. Cuando se usen barras antipánico, éstas deberán ser de simple uso, operación obvia y estar colocadas entre 0.75 m y 1.10 m por encima del nivel del piso.

En las puertas donde se utilicen pestillos, estos no deberán estar colocados mientras el lugar esté ocupado.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Las puertas con control de acceso eléctrico o electrónico deben permitir la evacuación sin necesidad de utilizar códigos, tarjetas magnéticas u otros dispositivos y dispondrán de medios de apertura manual en casos de emergencia.

Las dimensiones mínimas de las escaleras de emergencia deben cumplir lo establecido en la siguiente tabla:

Característica	Escaleras Nuevas
	Dimensiones Mínimas (Metros)
Ancho mínimo	(de acuerdo a la tabla 3)
Altura mínima contrahuella	0.10
Altura máxima contrahuella	0.18
Profundidad mínima de la huella	0.28
Altura libre mínima	2.20

Tabla 14. Dimensiones mínimas de las escaleras

El ancho mínimo de las escaleras será determinado de acuerdo a la *Tabla 13*.

Las escaleras deberán ser ubicadas estratégicamente, dentro del área de construcción y cumplirán con las distancias de recorrido establecidas, según el tipo de ocupación.

La superficie de los escalones y descansos de las escaleras deberán ser sólidos, uniformemente resistentes al deslizamiento y libres de proyecciones o bordes que puedan hacer tropezar a los usuarios.

Las barandas de protección, incluido el pasamano, deberán tener por lo menos 0.90 m de altura y no deberán tener ningún punto de enganche.

La separación libre de las barras de las barandas abiertas, en ningún caso, será mayor a 10 cm.

Se colocarán barandas en caso de que haya diferencias de nivel mayor o igual a 54 cm o tres escalones.

Toda rampa que constituya el único medio de egreso en edificios nuevos deberá cumplir lo siguiente:

- Pendiente máxima del 12% en tramos de hasta 3 metros.
- Ancho mínimo libre 1.20 m excepto las proyecciones inferiores a 1.14 m a la altura de los pasamanos o por debajo del mismo a cada lado.
- Las rampas deberán estar señalizadas y serán antideslizantes.

1.7.10.6. Justificación y cálculo de la evacuación en establecimientos industriales con configuración D y E

No procede.

1.7.11. Justificación y cálculo de la ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales

Según el *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, la eliminación de los humos y gases de la combustión, y con ellos el calor generado, de los espacios ocupados por sectores de incendio de establecimientos industriales debe realizarse de acuerdo con la tipología del edificio en relación con las características que determinan el movimiento del humo.

Dispondrán de sistema de evacuación de humos los sectores con actividades de producción o almacenaje, de riesgo intrínseco medio y superficie construida superior a 2000 m² y 1000 m², respectivamente.

La ventilación será natural a no ser que el sector lo impida, en tal caso podrá ser forzada. Los huecos se dispondrán uniformemente repartidos en la parte alta del sector (cubierta de la cubierta).

Los huecos deberán ser practicables de manera manual o automática. Deberá disponerse de huecos para entrada de aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos, y se podrán computar los huecos de las puertas de acceso al sector.

De la norma *UNE 23585:2017 Sistemas de control de humo y calor*, se extraen los criterios de diseño a ser utilizados en el presente proyecto.

Los gases calientes de los humos extraídos desde el edificio por el sistema de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH) deben ser todavía peligrosos en muchos casos hasta que hayan sido diluidos con grandes cantidades de aire. Por lo tanto, se deben proporcionar por el proyectista instrucciones para reducir los riesgos potenciales en el entorno exterior del edificio, así como en otras partes del mismo edificio donde los humos y el calor externo pueden afectarle.

Cualquier aireador natural instalado sobre una cubierta, debe ser capaz de abrirse contra un viento lateral de 10 m/s (+/-1m/s).

Si los aireadores de extracción natural están montados en la parte superior del tejado, pendiente que no debe exceder de 25°, pueden considerarse como si no estuviesen sometidos a sobrepresión y el tejado puede tratarse como si fuese plano, salvo en ciertos casos.

La distancia entre aireadores adaptados para diferentes compartimentos de incendio debe ser suficiente para evitar la amenaza de desarrollo y propagación del incendio entre compartimentos.

Los aireadores de entrada natural y las aberturas para entrada de aire del edificio (también calificadas como "aberturas de admisión") no deben estar previstas en zonas de succión a menos que estén apoyadas en evidencias proporcionadas por ensayos de túnel de viento o por cálculos que demuestren que el SCTEH funcionará efectivamente para todas las velocidades del viento por encima de la velocidad de diseño del mismo. Los aireadores de admisión natural de aire no se deben situar en zonas de succión severa.

Cualquier sistema de ventilación de humos y calor debe estar previsto del apoyo suficiente de entrada de aire frío al edificio, reemplazando la cantidad de gases calientes de los humos extraída.

Esto puede conseguirse mediante:

- Aberturas de admisión permanentemente abiertas
- Aberturas de admisión que se abren automáticamente
- Aireadores naturales de extracción de humos y calor en depósitos de humos adyacentes como mínimo en uno de los lados
- Una combinación de cualquiera de estos
- Utilizando ventiladores mecánicos de alimentación de aire de admisión (y conductos si es necesario)

El reemplazo de aire debe ser siempre debajo de la capa de humos donde éste entra en contacto con el humo.

No se debe utilizar la misma abertura como entrada y salida de aire simultáneamente.

Para evitar que la entrada de aire distorsione la capa de humos o empuje los humos hacia abajo desde la capa (efecto Venturi), se deben respetar las siguientes velocidades máximas en función de la distancia desde el borde superior de una abertura de admisión hasta la base de la capa de humos y por debajo de ella.

- Velocidad máxima de 1 m/s para una distancia inferior a 2 m
- Velocidad máxima de 5 m/s para una distancia de entre 2 m y 5 m
- Velocidad máxima de 10 m/s para una distancia superior a los 5 m, siempre y cuando no discorra una vía de evacuación por delante de la abertura de ventilación

1.7.12. Almacenamientos. Justificación del sistema de almacenamiento

Los almacenamientos se caracterizan por los sistemas de almacenaje, cuando se realizan en estanterías metálicas. Se clasifican en autoportantes e independientes, que, en ambos casos, podrán ser automáticos y manuales.

La materia prima y de los muebles terminados se almacenarán a ras de piso o sobre pallets, con alturas máximas permitidas de 2 m y 2.5 m, respectivamente. Por tanto, no será necesario el uso de algún sistema de almacenamiento.

1.7.13. Justificación del cumplimiento de los requisitos del sistema de almacenaje en estanterías metálicas

1.7.13.1. Características de reacción al fuego de los elementos de las estanterías metálicas

No procede.

1.7.13.2. Características de estabilidad al fuego de la estructura principal de las estanterías metálicas

No procede.

1.7.14. Descripción de las instalaciones técnicas de servicios del establecimiento. Justificación del cumplimiento de los reglamentos vigentes específicos que les afectan

No procede.

1.7.15. Riesgo forestal. Justificación del dimensionamiento de la franja perimetral libre de vegetación baja y arbustiva

No procede.

1.8. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios

1.8.1. Descripción y justificación del sistema automático de detección de incendio

Según el *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios* del Ministerio de Inclusión Económica y Social, el sistema de detección de incendio es una instalación fija que localiza un fuego insipiente por sus fenómenos propios (gases de combustión, humo, llama y calor). La instalación da la alarma y pone en funcionamiento los mandos programados de antemano.

Estos sistemas automáticos, deben tener los siguientes componentes:

- Tablero central (central de incendios)
- Fuente de alimentación eléctrica
- Detectores de humo
- Alarmas manuales
- Difusores de sonido
- Sistema de comunicación y señal de alarma sonora y visual

El mismo reglamento en su apartado *Edificios industriales o fabriles, artículo 267*, determina que todo establecimiento de trabajo en el cual exista riesgo potencial de incendio, dispondrá de sistemas automáticos de detección, alarma y extinción de incendios, cuyo funcionamiento esté asegurado aun cuando no exista personal o fluido eléctrico.

1.8.2. Descripción y justificación del sistema manual de alarma de incendio

Los sistemas de alarma manual se contemplan dentro de los componentes del sistema automático de detección de incendio.

Se instalará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación de incendio y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.

1.8.3. Descripción y justificación del sistema de comunicación de alarma

El *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios* del Ministerio de Inclusión Económica y Social, determina que el sistema de comunicación de alarma se encuentra dentro de los componentes del sistema automático de detección de incendio.

La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por emergencia parcial o por emergencia general y será preferente el uso de un sistema de megafonía.

1.8.4. Justificación y descripción del tipo y número de bocas de incendio equipadas

De acuerdo al *artículo 261 del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios* del Ministerio de Inclusión Económica y Social (Normativa Ecuatoriana), todo edificio destinado a labores industriales o fabriles contará con:

- Reserva de agua exclusiva contra incendios en un volumen mínimo de abastecimiento de 60 minutos, para la estimación del cálculo se considerará el empleo de dos (2) BIE de uso simultáneo.
- Sistema de presurización con doble fuente energética, que asegure una presión mínima.
- Una red de agua contra incendios, cuya tubería central o principal tenga un diámetro de 3 pulgadas (75 mm), construida de acero galvanizado ASTM 120 cédula 40.

Según la *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, capítulo 16*, las bocas de incendio equipadas (gabinetes contra incendios) constan de: llave de hidrante, manguera, llave de sujeción, hacha y extintor, todo ordenado en un armario metálico empotrado en el muro o pared.

Se instalará mínimo un gabinete por cada planta, dotadas con conexiones para mangueras las que deberán ser en un número tal que cada manguera cubra un radio de 30 metros. Su separación no deberá ser mayor que 60 m.

Las mangueras deberán ser tipo standard de 38 mm (1 ½") de diámetro, fabricadas en material sintético, con uniones de bronce y deberá colocarse plegadas para facilitar su uso, estarán previstas en el extremo de una boquilla de niebla (chiflones de neblina).

La ubicación del armario debe ser a una altura de 1.20 m sobre el piso de la planta, con una puerta batiente, con vidrio estirado y transparente de 3 mm de espesor. En el vidrio debe tener la indicación "RÓMPASE EN CASO DE INCENDIO".

Las características hidráulicas de las bocas de incendio equipadas con mangueras planas se especifican en la norma UNE-EN 671-2.

Para el cálculo de pérdidas de carga se deberá aplicar la ecuación de Hazen – Williams.

Se deberá mantener una velocidad del flujo mínima de 3.0 m/s y máxima de 4.57 m/s.

La *Regla Técnica Metropolitana RTQ 7/2015*, señala que cada conexión de manguera proporcionada para el uso de los ocupantes del establecimiento (sistemas Clase 2 y Clase 3) deberá estar equipada con una manguera de 1 ½" pulgadas de diámetro, específica para este uso, con una longitud no mayor a 100 pies (30.5 m), emplazada para su uso inmediato.

El sistema de mangueras deberá tener la presión mínima indicada en la siguiente tabla. La presión mínima deberá estar presente en la conexión hidráulicamente más desfavorable de la instalación.

Sistema	Presión Mínima
Clase I y III	100 psi (690 KPa)
Clase II	65 psi (450KPa)

Tabla 15. Presión mínima en el sistema

La presión máxima en el sistema deberá ser controlada según las siguientes disposiciones:

Cuando la **presión residual** a la salida de una conexión de manguera Clase II exceda 100 psi (690 kPa), se deberá proveer una válvula reductora de la presión para limitar la presión residual en el flujo a 100 psi.

Cuando la **presión estática** en la conexión de manguera exceda 175 psi (1.21 MPa), se deberá proveer un dispositivo reductor de presión para limitar las presiones estática y residual a la salida de la conexión de la manguera a 100 psi para Clase II y 175 psi para Clase I y III. La presión a la entrada del dispositivo regulador de la presión no deberá exceder a la presión de trabajo del dispositivo.

Se deberán cumplir las siguientes disposiciones sobre el flujo mínimo de agua para las conexiones de manguera, de acuerdo a:

Sistemas Clase I y III. El flujo mínimo de agua para la conexión de manguera hidráulicamente más desfavorable deberá ser 250GPM (946.4 l/min).

Sistemas Clase II. El flujo mínimo de agua para la conexión de manguera hidráulicamente más desfavorable deberá ser 100GPM (379 l/min). No se requerirá flujo adicional cuando haya más de una conexión.

A continuación, se detallan cada una de las clases de conexiones de manguera.

Clase I. Sistema con conexión para manguera de 2 ½ pulgadas (63.5 mm) de diámetro, para suplir agua de uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos y personal adiestrado en el manejo de fuertes chorros de agua contra incendios.

Clase II. Sistema con conexión para manguera de 1 ½ pulgadas (38 mm) de diámetro, para suplir agua en la extinción de incendios por parte de los ocupantes del establecimiento o por parte del Cuerpo de Bomberos, durante la etapa inicial de respuesta.

Clase III. Sistema con dos conexiones, una para mangueras de 1 ½ pulgadas (38 mm) para el uso de los ocupantes del establecimiento en caso de incendio y otra manguera de 2 ½ pulgadas (63.5 mm) de diámetro, para suministrar grandes volúmenes de agua al Cuerpo de Bomberos o personal entrenado en extinción de incendios.

Por tanto, el gabinete contra incendio a utilizar en el proyecto es de Clase II.



- BIE TIPO II**
- Gabinete para equipo contra incendio 77 x 77 x 22
 - Válvula tipo globo 1 1/2" x 1 1/2"
 - Soporte tipo canastilla para manguera gabinetera
 - Manguera contra incendio de 1 1/2" de 100 pies (30 m)
 - Boquilla de Chorro Neblina de 1 1/2"
 - Hacha pico de 4 1/2 lb
 - Llave Spanner de un servicio
 - Extintor de polvo químico seco BC M-10

Figura 3. Boca de incendio equipada Clase II

Para cubrir todo el establecimiento industrial son necesarias 21 bocas de incendio equipadas, las cuales tienen un radio de acción de 30 m.

Caracterización Hidráulica de la BIE

Durante los ensayos sobre la boca de incendio equipada realizados conforme a lo indicado en la norma *UNE-EN 671-2:2013, Instalaciones fijas de lucha contra incendios, Bocas de incendios equipadas con mangueras planas*, los caudales mínimos en las posiciones de chorro compacto y de agua pulverizada no deben ser inferiores a los valores correspondientes que se establecen en la siguiente tabla:

Lanza-boquilla o diámetro equivalente mm	Caudal mínimo Q l/min			Coeficiente K ^a
	P = 0,2 MPa	P = 0,4 MPa	P = 0,6 MPa	
9	65	92	113	46
10	78	110	135	55
11	96	136	167	68
12	102	144	176	72
13	120	170	208	85

^a El caudal Q a la presión P se obtiene por la ecuación $Q = K\sqrt{10P}$, donde Q se expresa en l/min y P en MPa.

Tabla 16. Caudales mínimos y coeficiente K_{BIE} mínimo según la presión

Considerando una boquilla con un agujero de 13 mm de diámetro, el coeficiente K_{BIE} debe ser mayor o igual a 85.

El caudal mínimo se determina con la siguiente expresión:

$$Q = K_{BIE}\sqrt{10P}$$

Donde:

Q: Caudal [l/min]

P: Presión manométrica [MPa]

K_{BIE}: Factor que corresponde a toda la BIE (boquilla, manguera, válvula, etc.)

Red de tuberías del sistema de bocas de incendio equipadas

Se debe cumplir con los siguientes requerimientos en el BIE hidráulicamente más desfavorable:

- Presión mínima: 65 psi (450 kPa) (45.88 mca)
- Presión máxima: 100 psi (690 kPa) (70.38 mca)
- Caudal mínimo: 100 GPM (379 l/min) (6.32 l/s). No se requerirá flujo adicional cuando haya más de una conexión.
- Simultaneidad: 2 BIEs

Se definen las ubicaciones de las BIEs y de la estación de bombeo y se realiza el trazado de las conducciones considerando las separaciones máximas (60 m) y los radios de acción (30 m).

El dimensionamiento de las conducciones se realiza con un criterio funcional que puede ser considerando una velocidad o unas pérdidas unitarias de diseño.

Para dimensionar las tuberías con el criterio de velocidad de diseño se utiliza la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Donde:

D : Diámetro de la conducción [m]

Q : Caudal de diseño [m³/s]

v : Velocidad de diseño [m/s] (3 m/s – 4.57 m/s)

Para dimensionar las tuberías con el criterio de pérdidas unitarias de diseño se utiliza la siguiente expresión:

$$D = \sqrt[5]{\frac{8 \cdot f \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot j}}$$

Donde:

f : Factor de fricción (0.03)

g : Aceleración de la gravedad [9.81 m/s²]

j : Pendiente unitaria de diseño [mca/m] (0.05 mca/m – 0.3 mca/m)

Los diámetros comerciales de tubería de acero galvanizado se detallan en la siguiente tabla:

DN [in]	DN [mm]	e (mm)	Dint (mm)
AG 3/4"	19,05	2,6	21,7
AG 1"	25,4	3,2	27,3
AG 1¼"	31,75	3,2	36,0
AG 1½"	38,1	3,2	41,9
AG 2"	50,8	3,6	53,1
AG 2½"	63,5	3,6	68,9

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

AG 3"	76,2	4,0	80,9
AG 4"	101,6	4,5	105,3
AG 5"	127	5,0	129,7
AG 6"	152,4	5,0	155,1

Tabla 17. Diámetros comerciales de tubería de acero galvanizado

Por consiguiente, la tubería que alimenta un gabinete se calcula, recordando que la BIE tiene una conexión de 1 ½" y la tubería a instalar no debe ser menor que dicho diámetro.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.1895}{\pi \cdot 4 \cdot 60}}$$

$$D = 31.7 \text{ mm (ACERO GALVANIZADO DN 1 ½")}$$

La *Regla Técnica Metropolitana RTQ 7/2015* señala explícitamente que no se requerirá considerar flujo adicional cuando haya más de una conexión. Para el caso de industrias se pide una simultaneidad de 2 bocas de incendio equipadas, así el caudal de 379 l/min se divide para ambos gabinetes (189.5 l/min).

La tubería que alimenta dos gabinetes se calcula a continuación:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.379}{\pi \cdot 4 \cdot 60}}$$

$$D = 44.8 \text{ mm (ACERO GALVANIZADO DN 2")}$$

Debido a los grandes recorridos que presenta la red y para conectar con la tubería principal que, por norma, debe ser de 3", se reducirá paulatinamente las conducciones hasta llegar al tramo final de la BIE. La red de conducciones toma la siguiente configuración:

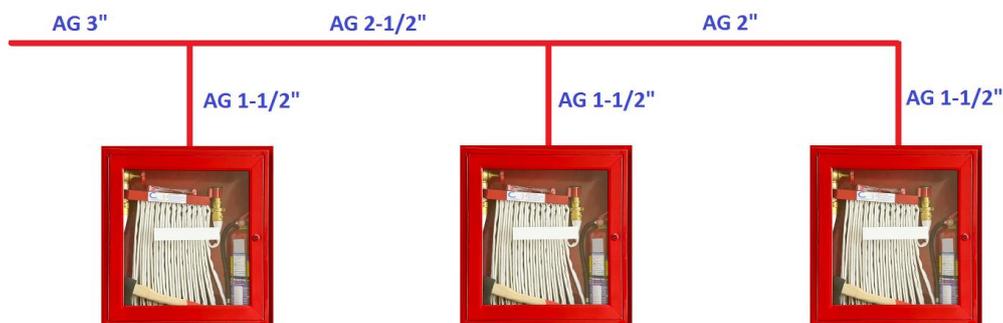


Figura 4. Dimensionado conducciones BIEs

Las pérdidas por fricción se determinan empleando la fórmula de Hazen – Williams.

$$h_f = 6.05 \cdot 10^5 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}}$$

Donde:

h_f : Pérdida de carga en el tubo [Bar]

L : Longitud equivalente del tubo y accesorios [m]

Q : Caudal que pasa por el tubo [l/min]

C: Contante que depende de la rugosidad del tubo

$$C = 100 \text{ para fundición gris } (f = 0.03 \sim 0.04)$$

$$C = 120 \text{ para acero al carbono y acero galvanizado } (f = 0.02 \sim 0.03)$$

$$C = 140 \text{ para acero inoxidable } (f = 0.15 \sim 0.25)$$

Etc.

El dimensionamiento de la estación de bombeo se realiza para la situación más desfavorable mientras que el volumen del depósito se determina con la condición más favorable.

La presión necesaria a la salida de la estación de bombeo se calcula con la siguiente expresión:

$$\frac{P_{sal.bomba}}{\gamma} + z_{sal.bomba} = \frac{P_{BIE}}{\gamma} + z_{BIE} + \sum h_f$$

La altura de bomba necesaria se determina:

$$\frac{P_{asp}}{\gamma} + z_{asp} + H_{bomba} = \frac{P_{sal.bomba}}{\gamma} + z_{sal.bomba} + \sum h_{perd.est.bombeo}$$

Se mayoran las longitudes reales en un 20% para considerar las pérdidas en accesorios. La información de los tramos de la red y sus diámetros se presentan en la siguiente tabla:

Inicio	Fin	L _{REAL} [m]	L _{CALCULO} [m]	DN [in]
A	10	9	10,8	AG 3"
10	11	28,35	34,02	AG 3"
11	BIE 01	3,5	4,2	AG 1-1/2"
11	12	20	24	AG 3"
12	BIE 02	3,5	4,2	AG 1-1/2"
12	13	40	48	AG 2-1/2"
13	BIE 03	3,5	4,2	AG 1-1/2"
13	14	10	12	AG 2"
14	BIE 04	3,5	4,2	AG 1-1/2"
10	20	11,3	13,56	AG 3"
20	21	18,65	22,38	AG 3"
21	BIE 05	3,5	4,2	AG 1-1/2"
21	22	6	7,2	AG 3"
22	BIE 06	3,5	4,2	AG 1-1/2"
22	23	44	52,8	AG 3"
23	BIE 07	3,5	4,2	AG 1-1/2"
23	24	2	2,4	AG 2-1/2"
24	BIE 08	3,5	4,2	AG 1-1/2"
24	25	37,15	44,58	AG 2"
25	BIE 09	3,5	4,2	AG 1-1/2"
20	30	13,5	16,2	AG 3"
30	BIE 10	3,5	4,2	AG 1-1/2"
30	31	4	4,8	AG 3"
31	BIE 11	0,5	0,6	AG 1-1/2"

Inicio	Fin	L _{REAL} [m]	L _{CALCULO} [m]	DN [in]
31	32	2	2,4	AG 3"
32	BIE 12	10,2	12,24	AG 1-1/2"
32	40	11,5	13,8	AG 3"
40	41	18,65	22,38	AG 3"
41	BIE 13	3,5	4,2	AG 1-1/2"
41	42	6	7,2	AG 3"
42	BIE 14	3,5	4,2	AG 1-1/2"
42	43	44	52,8	AG 3"
43	BIE 15	3,5	4,2	AG 1-1/2"
43	44	2	2,4	AG 2-1/2"
44	BIE 16	3,5	4,2	AG 1-1/2"
44	45	37,15	44,58	AG 2"
45	BIE 17	3,5	4,2	AG 1-1/2"
40	50	39,65	47,58	AG 3"
50	BIE 18	3,5	4,2	AG 1-1/2"
50	51	20	24	AG 3"
51	BIE 19	3,5	4,2	AG 1-1/2"
51	52	40	48	AG 2-1/2"
52	BIE 20	3,5	4,2	AG 1-1/2"
52	53	10	12	AG 2"
53	BIE 21	3,5	4,2	AG 1-1/2"

Tabla 18. Red de tuberías del sistema de BIEs

La simulación de la red de tuberías se hace con la ayuda del programa EPANET. Es necesario definir las cotas a las que se encuentran las conducciones. Toda la red principal discurre a una altura de 5.00 m sobre el nivel de la solera de la nave. Las conexiones de los BIEs se encuentran a una cota de 1.50 m.

Para la simulación se consideran las bocas de incendio equipadas más desfavorables (BIE 20 y BIE 21) y las más favorables (BIE 01 y BIE 10).

Para relacionar la caracterización hidráulica de la BIE en EPANET, es necesario realizar un cambio de unidades utilizando la siguiente expresión:

$$K_{EPANET} = \frac{1}{60\sqrt{10.2}} \cdot K_{BIE}$$

$$K_{EPANET} = 0.005218 \cdot 85$$

$$K_{EPANET} = 0.44$$

Valor que se introduce en el nudo de la BIE con el nombre de *coeficiente emisor*.

En el tramo inicial que corresponde al montante, se asume un coeficiente de pérdidas de 15 debido a la válvula de retención y demás accesorios.

El modelo dispondrá de un depósito (en lugar de la bomba) con una altura tal que garantice la presión mínima y el caudal mínimo en los BIEs más desfavorables. Con esto se determinan los

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

parámetros (altura y caudal) que debe suministrar el equipo de presión. Después de introducir todos los valores, se obtienen los siguientes resultados:

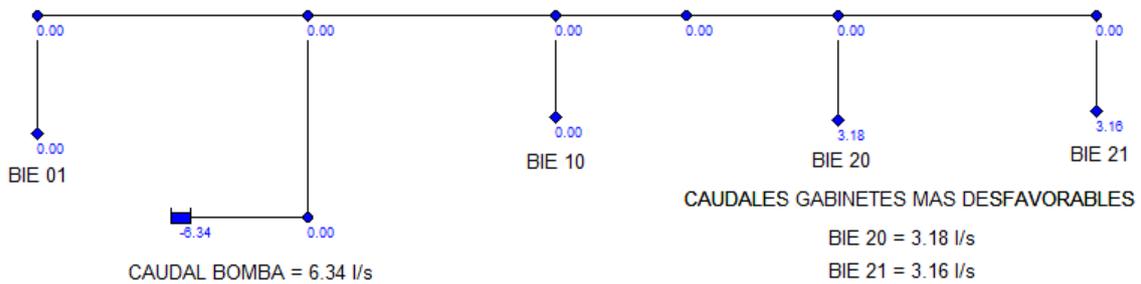


Figura 5. Caudales en los BIEs más desfavorables

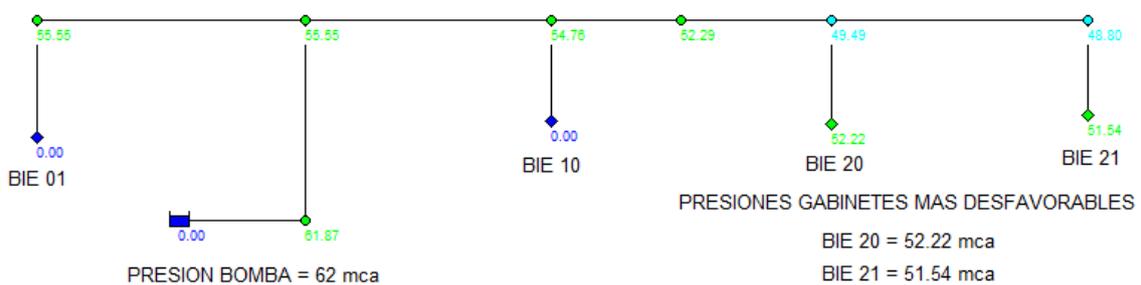


Figura 6. Presiones en los BIEs más desfavorables

En consecuencia, se necesitaría un equipo de bombeo que garantice:

Altura: 62 mca

Caudal: 6.34 l/s

Se puede observar que las dos BIEs más desfavorables no tienen la misma presión y no demandan el mismo caudal. Este resultado es indiscutible, ya que, si tienen el mismo comportamiento hidráulico, es imposible que tengan presiones y caudales iguales.

Para determinar el volumen del depósito, se analizarían los dos BIEs más favorables. No obstante, existe otro sistema automático de extinción de incendios (rociadores) que demanda mayor caudal y presión y que será utilizado para calcular el volumen de agua requerido.

1.8.5. Descripción y justificación del sistema de hidrantes exteriores

De acuerdo al *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios* del Ministerio de Inclusión Económica y Social, un hidrante es una conducción de agua de gran sección, de diámetro igual o mayor que 100 mm, conectado a la red general de suministro público de agua o a la red del sistema contra incendios del establecimiento industrial. Existen dos clases de hidrantes, los de tipo columna con varias tomas de agua o conexión de mangueras y los que forman una arqueta con dispositivo de rosca de tipo subterráneo, provistos de una tapa al ras del suelo.

También pueden clasificarse como hidrantes secos y húmedos, que se caracterizan por no disponer o si disponer de agua en su interior, respectivamente.

Los sistemas de hidrantes en vía pública deben instalarse a una distancia de 200 metros entre ellos y de acuerdo al número y diseño de las necesidades de la ciudad. La válvula de paso del

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

hidrante se ubicará a una distancia de 1 m con caja de válvula que permita su fácil manipulación. Los hidrantes se ubicarán debidamente señalizados, en lugares accesibles para los vehículos del Cuerpo de Bomberos.

Desde una instalación de hidrantes no debe hacerse ninguna conexión de agua que no sea para otro propósito que la lucha contra el fuego.

Para determinar la necesidad del sistema de hidrantes exteriores, el *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, dispone la siguiente información:

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m ²)	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥300 ≥1000	NO SÍ*	SÍ SÍ	
B	≥1000 ≥2500 ≥3500	NO NO SÍ	NO SÍ SÍ	SÍ SÍ SÍ
C	≥2000 ≥3500	NO NO	NO SÍ	SÍ SÍ
D o E	≥5000 ≥15000	SÍ	SÍ SÍ	SÍ SÍ

Tabla 19. Hidrantes exteriores en función de la configuración, superficie y riesgo intrínseco

Con una superficie del sector de incendio más desfavorable equivalente a 3180 m², con un riesgo intrínseco medio y una configuración del establecimiento TIPO C, no es necesario considerar un sistema de hidrantes exteriores propios de la instalación.

1.8.6. Justificación, cálculo y descripción del sistema de rociadores automáticos de agua

Según el *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

Actividades de producción, montajes, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es 3500 m² o superior.

Actividades de almacenamiento si están ubicados en edificios tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m² o superior.

Por tanto, se necesitaría instalar el sistema de rociadores en la nave 3 (almacenamiento con 3000 m² de superficie). Sin embargo, se instalará el sistema en los tres sectores de incendio.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

La Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, capítulo 16, en el apartado 16.7.2.5 Extinción por rociadores, establece lo siguiente:

El diseño, instalación y mantenimiento de un sistema de rociadores automáticos, se deberá referir a lo dispuesto en la norma UNE-EN 12845.

El diseño de los componentes para sistemas de rociadores automáticos para protección contra incendios se deberá basar a lo dispuesto por la norma UNE-EN 12259-1.

El diseño de los conjuntos de válvulas de alarma de tubería mojada y cámaras de retardo para los sistemas de protección contra incendios se debe diseñar con base a lo dispuesto por la norma UNE-EN 12259-2, y para tubería seca lo dispuesto por la norma UNE-EN 12259-3.

Lo que se refiere a las alarmas hidromecánicas se deberá diseñar según lo dispuesto por la norma UNE-EN 12259-4 y los detectores de flujo de agua con la UNE-EN 12259-5.

El proceso de diseño de un sistema de rociadores para lucha contra incendio es:

1) Se debe determinar la clase de riesgo.

RIESGO LIGERO (RL), para usos no industriales, con superficies menores que 126 m², con poca combustibilidad y con resistencia al fuego de 30 minutos o más. Por ejemplo, centros de enseñanza escolar, oficinas pequeñas, cárceles y otros similares.

RIESGO ORDINARIO (RO), para sitios con materiales combustibles, cuya carga de fuego y combustibilidad es media, además usos comerciales e industriales.

RO1: Centros de salud y hospitales, colegios hoteles, restaurantes, bibliotecas, salas de ordenadores.

RO2: Talleres, panaderías, laboratorios, lavanderías, museos, parqueaderos.

RO3: Centros comerciales, fábricas de telas, carpinterías, fábricas de inyección de plásticos y derivados de petróleo.

RO4: Salas de cine, teatros, recintos feriales, salones de baile y conciertos, destilerías de alcohol, talleres de pintura, entre otros.

RIESGO EXTRAORDINARIO (REP 1, 2, 3, 4), edificaciones en donde se manipulan materiales sumamente peligrosos y muy combustibles, que pueden generar incendios violentos y muy intensos. Zonas o bodegas que excedan las alturas de almacenamiento preestablecidas.

2) Se deberá determinar los valores de:

A : Superficie que cubren los rociadores cuando se activan [m²]

Den : Densidad de diseño [l/min/m²]

A_r : Área máxima que cubre un rociador automático [m²]

L, D : Separación entre rociadores [m]

t : Tiempo de funcionamiento del sistema [min]

3) Calcular el número mínimo de rociadores N_r , con la ecuación:

$$N_r = \frac{A_T}{A_r}$$

Donde:

A_T : Área total del local [m²]

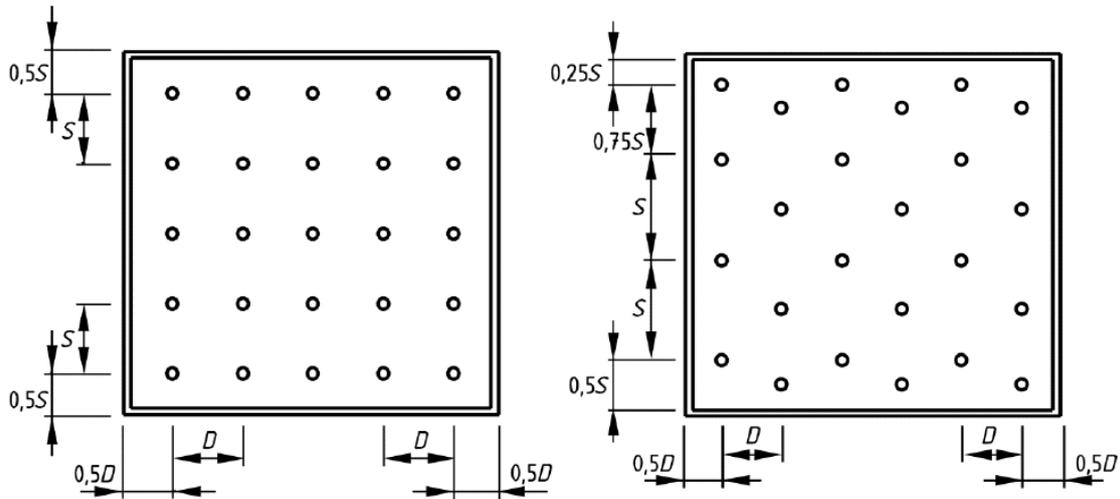


Figura 7. Separación para rociadores de techo

Clase de riesgo	Superficie máxima por rociador m ²	Distancias máximas como se muestran en la figura 8 m		
		Distribución normal S y D	Distribución al tresbolillo S D	
RL	21,0	4,6	4,6	4,6
RO	12,0	4,0	4,6	4,0
REP y REA	9,0	3,7	3,7	3,7

Tabla 20. Cobertura máxima y separación para rociadores diferentes de los de pared

4) Selección del tamaño del rociador por el tipo de riesgo.

Tipo de riesgo	Densidad de diseño (L/ min/ m ²)	Diámetro del rociador (pulg)	Coefficiente de descarga K	Q (L/s)
RL	2.25	3/8"	57	0.790
RO	5.00	1/2"	80	0.790
REA y REP (rociadores de techo)	≤ 10	1/2"	80	0.943
	> 10	3/4"	115	1.360
REA (rociadores intermedios)	---	1/2"	80	1.890
		3/4"	115	2.710

Tabla 21. Tamaño de rociadores según el tipo de riesgo

5) El caudal mínimo de cada rociador se deberá determinar multiplicando la densidad de diseño Den por el área cubierta por el rociador A_r . Este valor se compara con el caudal propuesto en la tabla anterior y se diseña con el mayor de ellos.

6) El caudal total requerido se deberá obtener con la suma de los caudales que se vierten por cada uno de ellos obtenidos del análisis hidráulico respectivo.

- 7) Se debe comprobar que la densidad real de cada rociador es mayor que la densidad mínima.
- 8) El grupo motor bomba se deberá seleccionar con base en el requerimiento de caudal y presión a la entrada del sistema, dadas para el cálculo hidráulico del área más desfavorable.
- 9) La velocidad máxima en las conducciones deberá ser menor que 10 m/s y en los dispositivos de control y válvulas menores que 6 m/s.
- 10) Las pérdidas de carga se deberán calcular con la expresión de Hazen – Williams.
- 11) El cálculo del volumen de reserva se obtiene de multiplicar el caudal requerido para el área de funcionamiento y el tiempo de autonomía del sistema, según la siguiente tabla:

Tipo de riesgo	Tiempo de autonomía (minutos)
RL	30
RO	60
REA y REP	90

Tabla 22. Tiempos de funcionamiento del sistema para volumen de reserva

- 12) Las tuberías aéreas deben ser de acero o cobre. Las de acero deben ser protegidas externamente con pintura anticorrosiva, del color que dicta la norma *NTE INEN 440*.
- 13) Las válvulas de control, se deberán instalar según la norma *UNE-EN 12259*.
- 14) Las válvulas de seccionamiento deben abrir hacia la izquierda.
- 15) La presión de prueba debe ser de 120 mca.

De acuerdo al proceso que se llevará a cabo en el establecimiento industrial, se tiene un riesgo ordinario tipo 3 (RO3).

Los sistemas de rociadores automáticos pueden clasificarse en:

- Sistemas de tubería mojada
- Sistemas de tubería seca
- Sistemas de tubería de uso alterno (mojada y seca)
- Sistemas de acción previa

Se opta por la instalación de un sistema de tubería mojada. La principal característica de este sistema es que la red de tuberías está cargada permanentemente con agua bajo presión. Se deben instalar sólo cuando no hay posibilidad de daños a la instalación por helada y donde la temperatura ambiente no excederá los 95°C.

Por tanto, para una clase de riesgo ordinario la superficie máxima que puede cubrir un rociador son 12 m². La distribución de los rociadores en planta a seguir es normal, con unas separaciones de 4 m y 3 m entre ellos y separaciones con respecto a las paredes de 2 m y 1.5 m.

La norma *UNE-EN 12845:2016, Sistemas de rociadores automáticos*, señala que la superficie cubierta por cada rociador se debe definir por los ejes dibujados a mitad de camino entre rociadores adyacentes en ángulos rectos respecto a la línea uniendo los rociadores y por el

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

perímetro de la superficie cubierta o la mitad de la distancia hasta el rociador más cercano, lo que sea mayor.

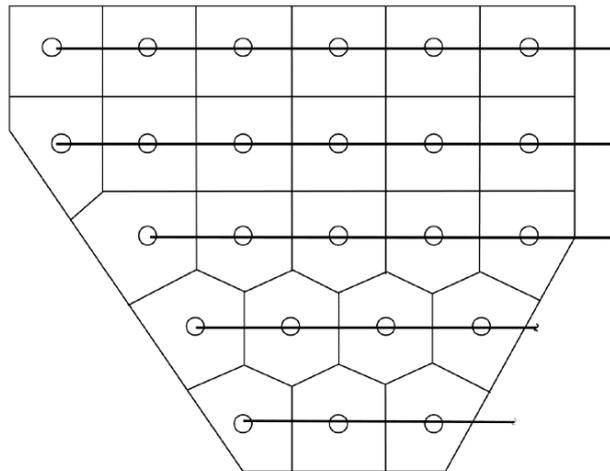


Figura 8. Determinación de la superficie cubierta por rociador

Además, determina como criterio de diseño que la densidad debe ser no menor que el valor correspondiente, dado en la siguiente tabla, cuando todos los rociadores de techo o cubierta en la sala implicada o en el área de operación, lo que sea menor, estén en funcionamiento.

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm/min	Área de operación m ²	
		Mojada o acción previa	Seca o alterna
RL	2,25	84	No permitida Se usa RO1
RO1	5,0	72	90
RO2	5,0	144	180
RO3	5,0	216	270
RO4	5,0	360	No permitida Se usa REP1
REP1	7,5	260	325
REP2	10,0	260	325
REP3	12,5	260	325
REP4	diluvio (véase la NOTA)		

NOTA Necesita consideración especial. Los sistemas de diluvio no están cubiertos por esta norma.

Tabla 23. Criterios de diseño según la clase de riesgo

Según el sistema de disparo, los rociadores pueden clasificarse en:

- Disparo mediante ampollas
- Disparo mediante fusibles.

De acuerdo al tipo de riesgo, se determina el uso de rociadores de ampolla con temperatura de disparo de 68°C (código rojo), de diámetro ½" y con Coeficiente de descarga K igual a 80.

A partir de la tabla anterior, se establece que para una clase de riesgo RO3 se tiene una densidad de diseño de 5 l/min/m² y el área máxima de operación son 216 m². El número mínimo de rociadores para todo el establecimiento se determina a continuación:

$$N_{r,nave} = \frac{9000}{12}$$

$$N_{r,nave} = 750 \text{ rociadores}$$

Por otra parte, para el área administrativa (planta baja + primera planta), debido a la distribución de espacio, son necesarios 18 y 16 rociadores, respectivamente, dando una cantidad total de:

$$N_r = 750 + 18 + 16$$

$$N_r = 784 \text{ rociadores}$$

La presión en el rociador más desfavorable, para el caso de riesgo ordinario, cuando todos los rociadores en el área de operación están funcionando, no puede ser menor a 0.35 bar o aquella requerida para lograr la densidad de diseño, la que sea mayor.

El caudal mínimo que circula por el rociador sigue la siguiente expresión:

$$Q_{min} = K\sqrt{P_{min}}$$

Donde:

Q_{min} : Caudal mínimo [l/min]

P_{min} : Presión manométrica mínima [bar]

K : Coeficiente de descarga del rociador

Por consiguiente, el caudal mínimo del rociador será el mayor entre el caudal calculado con la densidad de diseño y el caudal calculado con la presión mínima (valor que corresponde al propuesto en la Tabla 21).

- Caudal de acuerdo a la densidad de diseño

$$Q_{min} = Den \cdot A_r$$

$$Q_{min} = 5 \frac{l}{min \cdot m^2} \cdot 12 m^2$$

$$Q_{min} = 60 l/min$$

- Caudal de acuerdo a la presión mínima

$$Q_{min} = 80\sqrt{0.35}$$

$$Q_{min} = 47.33 l/min$$

$$Q_{min} = 0.79 l/s \text{ (Tabla 21)}$$

Entonces resulta que, el caudal mínimo por cada rociador son 60 l/min.

Del mismo modo, la presión mínima en cada rociador es:

$$P_{min} = \left[\frac{Q_{min}}{K} \right]^2$$

$$P_{min} = \left[\frac{60}{80} \right]^2$$

$$P_{min} = 0.56 \text{ bar}$$

Red de tuberías del sistema de rociadores automáticos

Se definen las ubicaciones de los rociadores considerando el área máxima de cobertura y las separaciones mínimas y máximas. La tipología de la red es ramificada.

Para el caso de las zonas de producción y almacenamiento, la tubería principal discurre a lo largo de la cumbrera de cada nave y de ella salen ramales por ambos lados que alimentan 5 rociadores por ramal. Las conducciones se instalarán colgadas de las vigas de cubierta.

Para el caso de la zona administrativa, se distribuyen rociadores de acuerdo a la arquitectura de las plantas. Los conductos discurrirán sobre el falso techo.

El dimensionamiento de las conducciones se realiza con un criterio funcional de velocidad de diseño.

El diámetro de las conducciones no puede ser menor que los valores señalados en el *apartado 13.4.5* de la norma *UNE-EN 12845:2016*.

Riesgo	Diámetro mm
RL	20
RO y RE tubo horizontal y montante conectando un rociador teniendo un factor K no mayor que 80	20
Todos los otros	25

Tabla 24. Diámetros mínimos de conducciones

Se debe cumplir con los siguientes requerimientos en todos los rociadores del área de operación hidráulicamente más desfavorable:

- Presión mínima por rociador: 0.56 bar (5.71 mca)
- Caudal mínimo por rociador: 60 l/min (1 l/s)
- Velocidad mínima: 2.5 m/s
- Velocidad máxima: 6 m/s
- Diámetro mínimo ramal: 20 mm

A manera de ejemplo se calcula el diámetro del ramal que alimenta los 5 rociadores:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5 \cdot 0.001}{\pi \cdot 4}}$$

$$D = 39.9 \text{ mm (ACERO GALVANIZADO DN 1 1/2")}$$

Con el fin de realizar un pre dimensionado, se proponen los siguientes diámetros en función del número de rociadores que pueden alimentar. No obstante, los diámetros finales se obtendrán del cálculo hidráulico.

DN 1":	1-2 Rociadores
DN 1-1/4":	3 Rociadores
DN 1-1/2":	4-5 Rociadores

DN 2":	6-10 Rociadores
DN 2-1/2":	11-20 Rociadores
DN 3":	21-30 Rociadores

Diámetros mayores a 3" no son necesarios utilizar debido que a partir de 18 rociadores ya se cumple con el área de operación.

Por otra parte, el *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios* del Ministerio de Inclusión Económica y Social, señala que para las tuberías de la red principal el diámetro será de 2 a 6 pulgadas.

Las pérdidas por fricción en tuberías se calculan con la fórmula de Hazen – Williams, descrita anteriormente.

El dimensionamiento de la estación de bombeo se realiza para la situación más desfavorable (área de operación más lejana) mientras que el volumen del depósito se determina con la condición más favorable.

La presión necesaria a la salida de la estación de bombeo se calcula con la siguiente expresión:

$$\frac{P_{sal.bomba}}{\gamma} + z_{sal.bomba} = \frac{P_{rociador}}{\gamma} + z_{rociador} + \sum h_f$$

La altura de bomba necesaria se determina:

$$\frac{P_{asp}}{\gamma} + z_{asp} + H_{bomba} = \frac{P_{sal.bomba}}{\gamma} + z_{sal.bomba} + \sum h_{perd.est.bombeo}$$

Debido a que todos los rociadores tienen las mismas características hidráulicas, es imposible que todos consuman el mismo caudal. De forma aproximada se podría calcular asumiendo que todos consumen el caudal mínimo, pero realmente se puede calcular de forma exacta con la ayuda de un computador.

La simulación de la red de tuberías se hace con la ayuda del programa EPANET. Es necesario definir las cotas a las que se encuentran las conducciones. En la zona de almacenamiento y producción los ramales tienen la misma pendiente que la cubierta. Para la parte administrativa, los rociadores van sobre el cielo falso de sus correspondientes plantas.

Se considera el área de operación más desfavorable (la más lejana) y el área más favorable (planta baja del edificio administrativo).

Para relacionar la caracterización hidráulica del rociador en EPANET, es necesario realizar un cambio de unidades utilizando la siguiente expresión:

$$K_{EPANET} = \frac{1}{60\sqrt{10.2}} \cdot K$$

$$K_{EPANET} = 0.005218 \cdot K$$

$$K_{EPANET} = 0.42$$

Valor que se introduce en los nudos de los rociadores con el nombre de *coeficiente emisor*.

En el tramo inicial que corresponde al montante, se asume un coeficiente de pérdidas de 15 debido a la válvula de retención y demás accesorios.

El montante de la instalación de rociadores se comparte con la red de bocas de incendios equipadas.

Se mayoran las longitudes reales en un 20% para considerar las pérdidas en accesorios. A continuación, se presenta la información de los tramos de la red y sus diámetros.

- Red de rociadores (Planta baja)

Toda la red discurre sobre el cielo falso a una cota de 3.00 m.

ROCIADORES PLANTA BAJA

Inicio	Fin	L _{REAL} [m]	L _{CALCULO} [m]	DN [in]
A	5	7,00	8,40	AG 3"
5	50	11,53	13,83	AG 2-1/2"
50	R1	0,75	0,90	AG 1"
R1	R2	3,00	3,60	AG 3/4"
50	51	4,00	4,80	AG 2-1/2"
51	R1	0,75	0,90	AG 1"
R1	R2	3,00	3,60	AG 3/4"
51	52	1,86	2,23	AG 2-1/2"
52	R3	3,94	4,73	AG 1"
R3	R4	2,98	3,58	AG 3/4"
52	R5	2,34	2,81	AG 2-1/2"
R5	53	4,45	5,34	AG 2-1/2"
53	R1	0,75	0,90	AG 1"
R1	R2	3,00	3,60	AG 3/4"
53	54	2,90	3,48	AG 2"
54	R1	0,75	0,90	AG 3/4"
54	55	3,12	3,74	AG 2"
55	R1	0,75	0,90	AG 1"
R1	R2	3,00	3,60	AG 3/4"
55	56	2,93	3,52	AG 2"
56	R1	0,75	0,90	AG 1"
R1	R2	3,00	3,60	AG 3/4"
56	57	2,93	3,52	AG 1-1/2"
57	R1	0,75	0,90	AG 1"
R1	R2	3,00	3,60	AG 3/4"
57	58	3,07	3,68	AG 1"
58	R1	0,75	0,90	AG 1"
R1	R2	3,00	3,60	AG 3/4"

Tabla 25. Red de rociadores de la planta baja

- Red de rociadores (Primera Planta)

Toda la red discurre sobre el cielo falso a una cota de 6.43 m.

ROCIADORES PRIMERA PLANTA

Inicio	Fin	L _{REAL} [m]	L _{CALCULO} [m]	DN [in]
5	6	3,43	4,12	AG 3"
6	60	7,90	9,48	AG 2-1/2"
60	R1	0,98	1,18	AG 1"
R1	R2	3,93	4,72	AG 3/4"
60	61	3,98	4,78	AG 2-1/2"
61	R1	1,00	1,20	AG 1"
R1	R3	3,00	3,60	AG 3/4"
61	62	4,00	4,80	AG 2-1/2"
62	R1	1,00	1,20	AG 1"
R1	R3	3,00	3,60	AG 3/4"
62	63	4,00	4,80	AG 2"
63	R1	1,00	1,20	AG 1"
R1	R3	3,00	3,60	AG 3/4"
63	64	4,79	5,75	AG 2"
64	65	1,44	1,73	AG 1-1/2"
65	R4	0,64	0,77	AG 1"
R4	R5	3,00	3,60	AG 3/4"
65	66	3,14	3,77	AG 1"
66	R6	0,83	1,00	AG 3/4"
66	R7	3,08	3,70	AG 3/4"
64	67	6,14	7,37	AG 1-1/2"
67	R1	1,00	1,20	AG 1"
R1	R3	3,00	3,60	AG 3/4"
67	68	4,00	4,80	AG 1"
68	R1	1,00	1,20	AG 1"
R1	R3	3,00	3,60	AG 3/4"

Tabla 26. Red de rociadores de la primera planta

- Red de rociadores (Cubierta)

Las cotas de los rociadores dependen de la inclinación de la cubierta y toman los siguientes valores:

R1: 12.025 m

R2: 11.575 m

R3: 11.125 m

R4: 10.675 m

R5: 10.225 m

La distribución en planta de los rociadores es simétrica en toda la cubierta, por lo que se resume la información en tres grupos (Red principal, Colectores y Ramales). Se debe considerar que existen 1 red principal, 3 colectores y 150 ramales.

ROCIADORES CUBIERTA (RED PRINCIPAL)

Inicio	Fin	L _{REAL} [m]	L _{CALCULO} [m]	DN [in]
6	7	5,82	6,98	AG 3"
7	8	20,80	24,96	AG 3"
8	11	1,65	1,98	AG 3"
8	9	30,00	36,00	AG 3"
9	11	1,65	1,98	AG 3"
7	10	9,20	11,04	AG 3"
10	11	1,65	1,98	AG 3"

Tabla 27. Rociadores de cubierta (red principal)

ROCIADORES CUBIERTA (1 de 3 COLECTORES)

Inicio	Fin	L _{REAL} [m]	L _{CALCULO} [m]	DN [in]
11	12	4,00	4,80	AG 3"
12	13	4,00	4,80	AG 3"
13	14	4,00	4,80	AG 3"
14	15	4,00	4,80	AG 3"
15	16	4,00	4,80	AG 3"
16	17	4,00	4,80	AG 3"
17	18	4,00	4,80	AG 3"
18	19	4,00	4,80	AG 3"
19	20	4,00	4,80	AG 3"
20	21	4,00	4,80	AG 3"
21	22	4,00	4,80	AG 3"
22	23	4,00	4,80	AG 3"
23	24	4,00	4,80	AG 3"
24	25	4,00	4,80	AG 3"
25	26	4,00	4,80	AG 3"
26	27	4,00	4,80	AG 3"
27	28	4,00	4,80	AG 3"
28	29	4,00	4,80	AG 3"
29	30	4,00	4,80	AG 3"
30	31	4,00	4,80	AG 3"
31	32	4,00	4,80	AG 3"
32	33	4,00	4,80	AG 3"
33	34	4,00	4,80	AG 3"
34	35	4,00	4,80	AG 3"

Tabla 28. Rociadores de cubierta (1 de 3 colectores)

ROCIADORES CUBIERTA (1 de 150 RAMALES)

Inicio	Fin	L _{REAL} [m]	L _{CALCULO} [m]	DN [in]
(11-35)	R1	1,50	1,80	AG 1-1/2"
R1	R2	3,00	3,60	AG 1-1/2"
R2	R3	3,00	3,60	AG 1-1/4"
R3	R4	3,00	3,60	AG 1"
R4	R5	3,00	3,60	AG 3/4"

Tabla 29. Rociadores de cubierta (1 de 150 ramales)

El modelo dispondrá de un depósito (en lugar de la bomba) con una altura tal que garantice la presión mínima y el caudal mínimo en el grupo de rociadores más desfavorable. Con esto se determinan los parámetros con los que se seleccionarán el equipo de presión. Después de introducir todos los valores, se obtienen los siguientes resultados:

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

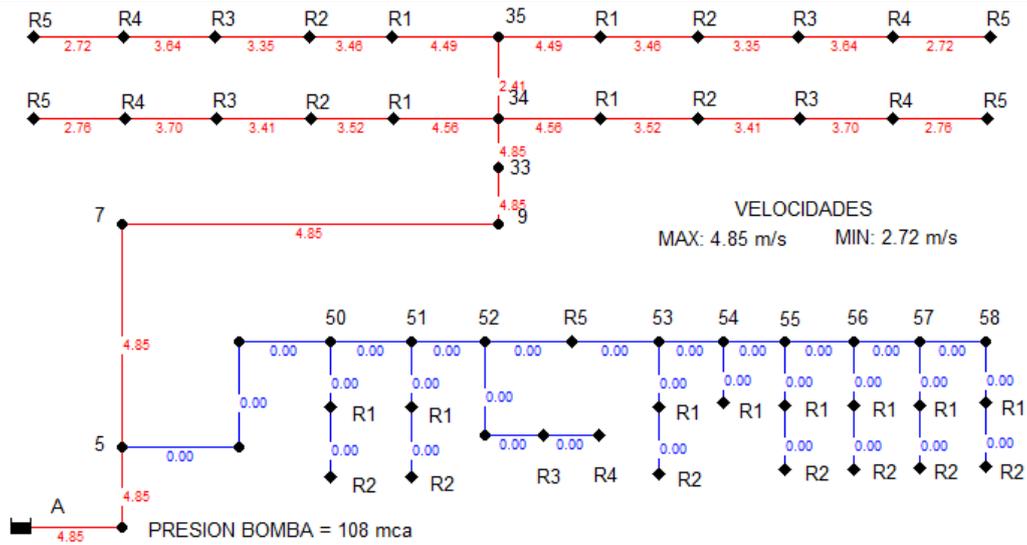


Figura 9. Velocidades para el área de operación más desfavorable

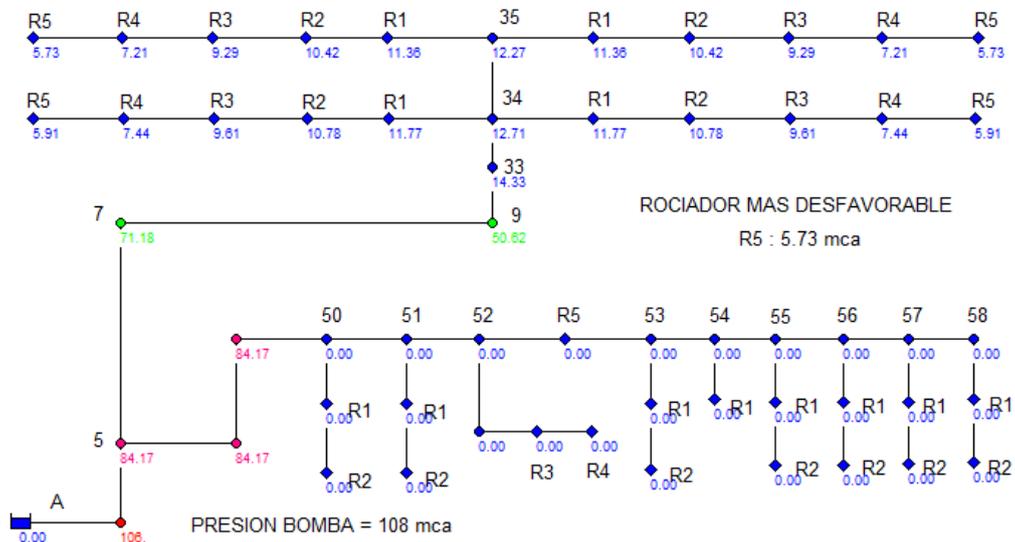


Figura 10. Presiones para el área de operación más desfavorable

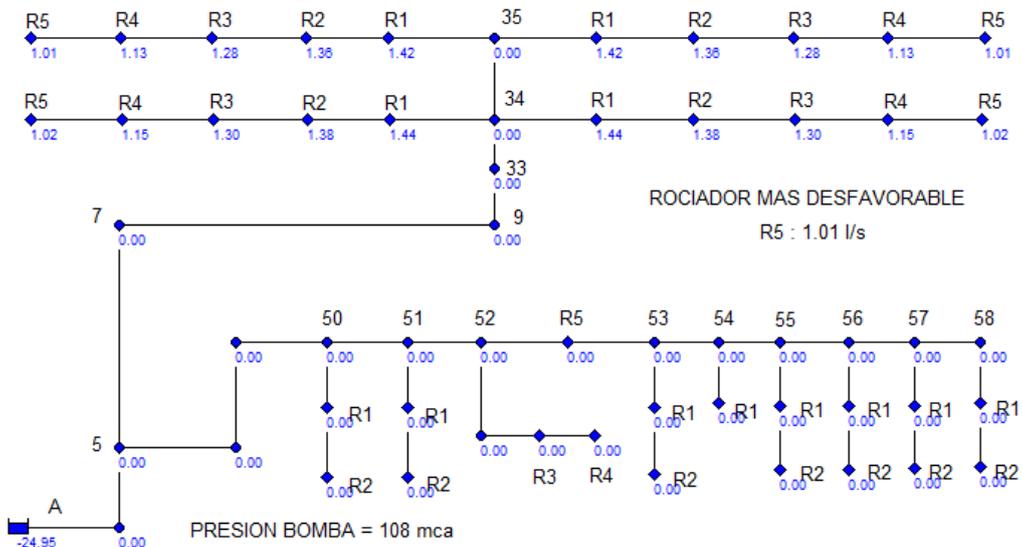


Figura 11. Caudales para el área de operación más desfavorable

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Por lo tanto, se necesita un equipo de presión que garantice:

Altura: 108 mca

Caudal: 24.95 l/s (89.82 m³/h)

A partir del catálogo del fabricante de equipos contra incendios IDEAL, se selecciona el siguiente grupo de presión con bombas eléctrica, diésel y jockey:

FOC N 96/115 E+D+J

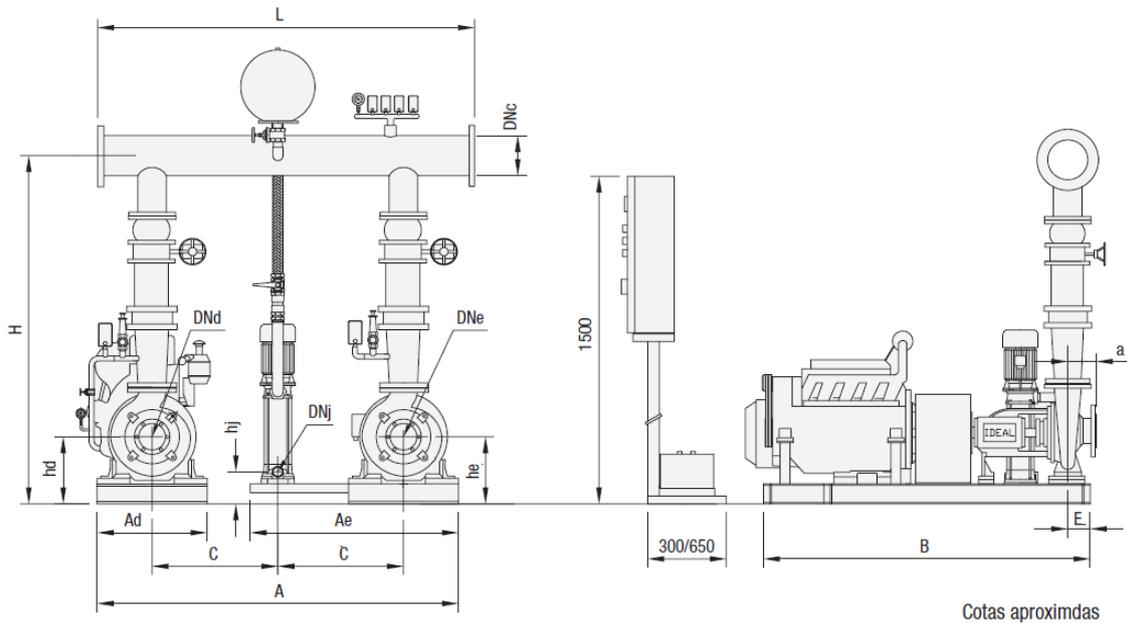
CAUDAL: 96 m³/h

PRESIÓN: 115 mca

En las siguientes tablas se presentan las características técnicas del equipo de presión.

Tipo Type	Q m ³ /h	H m.c.a.	Composición/Composition Bombas/Pumps/Pompes		
			Princ./Main	HP	Jockey
FOC N	96	80	RNI 65-26	50	VIP 35 T-3
FOC N	96	85	RNI 65-26	60	VIP 35 T-3
FOC N	96	90	RNI 65-26	60	VIP 40 T-4
FOC N	96	100	RNI 65-26	75	VIP 40 T-4
FOC N	96	115	RNI 65-32H	100	VIP 45 T-4

Tabla 30. Características hidráulicas bomba FOC N 96/115



Cotas aproximadas

Tipo Type	Q m ³ /h	H mca	Composición/Composition Bombas/Pumps/Pompes			Dimensiones / Dimensions																	
			Princ./Main	HP	Jockey	E + J				D		J		E + D + J				Colec.					
						L	Ae	Be	He	DN	Ad	Bd	Hd	DN	hj	Dnj	L	A	C	E	a	H	DNc
FOC-N	96	90	RNI 65-26	60	V40T	1100	930	1400	355	80	660	1875	410	80	159	1 1/2"	1650	1660	550	83	100	1335	100
FOC-N	96	95	RNI 65-26	75	V40T	1200	1130	1875	410	80	660	1875	410	80	159	1 1/2"	1850	1960	650	83	100	1335	100
FOC-N	96	100	RNI 65-26	75	V40T	1200	1130	1875	410	80	660	1875	410	80	159	1 1/2"	1850	1960	650	83	100	1335	100
FOC-N	96	105	RNI 65-32H	100	V45T	1200	1130	1875	445	80	660	2000	445	80	159	1 1/2"	1850	1960	650	83	125	1400	100
FOC-N	96	115	RNI 65-32H	100	V45T	1200	1130	1875	445	80	660	2000	445	80	159	1 1/2"	1850	1960	650	83	125	1400	100

Tabla 31. Dimensiones bomba FOC N 96/115

Ahora, ingresando las características hidráulicas de la bomba FOC N 96/115 en el modelo de EPANET, se determina que la demanda en el área de operación más favorable es de 33.93 l/s.

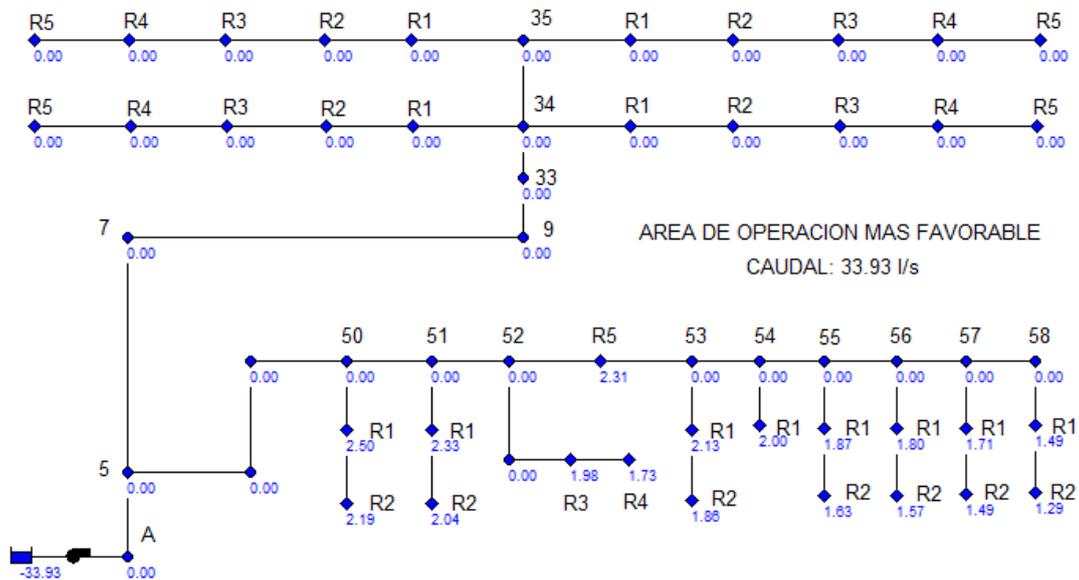


Figura 12. Caudales para el área de operación más favorable

1.8.7. Justificación, cálculo y descripción del sistema de agua pulverizada

El Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, establece que se instalarán sistemas de agua pulverizada cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de la estructura y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

También, se instalarán este tipo de sistemas en aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.

En consecuencia, no procede realizar la instalación de un sistema de agua pulverizada.

1.8.8. Descripción y justificación del sistema de abastecimiento de agua contra incendios. Cálculo del caudal mínimo y reserva de agua. Categoría del abastecimiento.

La norma *UNE 23500:2012, Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios*, define un sistema de abastecimiento como el conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y red general de incendios destinado a asegurar, para uno o varios sistemas específicos de protección, el caudal y presión de agua necesarios durante el tiempo de autonomía requerido.

Los sistemas de extinción que requieren abastecimiento de agua son:

- Red de bocas de incendio equipadas (BIE)
- Red de hidrantes exteriores
- Rociadores automáticos
- Agua pulverizada
- Espuma

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

El abastecimiento de agua debe estar reservado exclusivamente para la instalación de protección contra incendios.

Un abastecimiento de agua no debe verse afectado por eventuales heladas, sequías, inundaciones u otras condiciones que podrían reducir el caudal, la capacidad efectiva o dejar el abastecimiento fuera de servicio. Se deben tomar las medidas prácticas para asegurar la continuidad y fiabilidad de los abastecimientos de agua.

La categorización de abastecimientos de agua se realiza según la siguiente tabla:

Rociadores (RL) según la Norma UNE-EN 12845	Rociadores (RO) según la Norma UNE-EN 12845	Rociadores (RE) según la Norma UNE-EN 12845	BIEs	Hidrantes	Espuma física	Agua pulverizada	Categoría
			×				III
×							III
				×			II
×			×				II
	×		×				II
×				×			II
			×	×			II
	×		×	×			II
×			×	×			II
		×					I
					×		I
						×	I
		×	×				I
		×	×	×			I

NOTA El resto de combinaciones de los sistemas instalados son de categoría I.

Tabla 32. Categorización de abastecimientos según sistemas instalados

De acuerdo al *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios* del Ministerio de Inclusión Económica y Social, en su apartado *Reserva de agua exclusiva para incendios*, determina que en aquellas edificaciones donde el servicio de protección contra incendios requiera de instalación estacionaria de agua para este fin, se debe prever del caudal y presión suficientes, aún en caso de suspensión del suministro energético o de agua de la red general (municipal) por un periodo no menor a una hora.

La reserva de agua para incendios estará determinada por el cálculo que efectuará el profesional responsable del proyecto, considerando un volumen mínimo de trece metros cúbicos (13 m³).

Se construirá una cisterna exclusiva para incendios, en el lugar graficado en los planos aprobados, con materiales resistentes al fuego y que no puedan afectar la calidad del agua. Cuando la presión de la red municipal o su caudal no sean suficientes, el agua provendrá de una fuente o tanque de reserva, asegurándose que dicho volumen calculado para incendios sea permanente.

Si la cisterna de reserva es de uso mixto (servicio sanitario y para la red de protección contra incendios) debe asegurarse que la acometida para cada una de ellos se ubique a alturas que

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

justifiquen las respectivas reservas, colocándose siempre la toma para incendios desde el fondo mismo de la cisterna de reserva.

La *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, capítulo 16*, en su apartado 16.7.2.6 *Equipo de bombeo*, señala que las estaciones de bombeo para extinción de incendios deben contar con:

Equipo principal: Suministra el caudal y presión nominales. Puede conformarse por una o más bombas en paralelo.

Puede ser bomba única cuando el motor funciona a diésel o eléctrico con fuente de energía independiente.

Puede ser bomba doble (una diésel y otra eléctrica), o dos a diésel o dos eléctricas con grupo electrógeno.

Equipo auxiliar: Para mantener la presión en el sistema (bomba jockey), enciende y apaga según la presión en el depósito hidroneumático del colector de impulsión.

Los grupos motor-bomba principales podrán arrancar automática o manualmente. La parada debe ser únicamente manual.

El *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, señala que cuando coexistan varios sistemas en un establecimiento industrial, el caudal y la reserva de agua se calcularán considerando la simultaneidad de operación mínima, que se resume en la siguiente tabla:

TIPO DE INSTALACIÓN	BIE [1]		HIDRANTES [2]	ROCIADORES AUTOMÁTICOS [3]	AGUA PULVERIZADA [4]	ESPUMA [5]
[1] BIE	Q _B /R _B		(a) Q _H /R _H (b) Q _B +Q _H /R _B +R _H	Q _{RA} /R _{RA}		
			----- 0,5 Q _H +Q _{RA} 0,5 R _H +R _{RA}			
[2] HIDRANTES	(a) Q _H /R _H (b) Q _B +Q _H / R _B +R _H	0,5 Q _H + Q _{RA} 0,5 R _H + R _{RA}	Q _H /R _H	Q mayor R mayor (una instal.)	0,5 Q _H + Q _{AP} / 0,5 R _H + R _{AP}	Q mayor, R mayor (una instalación)
					----- Q _{AP} + Q _E R _{AP} + R _E	
[3] ROCIADORES AUTOMÁTICOS	Q _{RA} /R _{RA}		Q mayor R mayor (una instal.)	Q _{RA} /R _{RA}	Q mayor R mayor (una instalación)	Q mayor R mayor (una instalación)
[4] AGUA PULVERIZADA			0,5 Q _H + Q _{AP} / 0,5 R _H + R _{AP}	Q _{AP} + Q _E R _{AP} + R _E	Q mayor R mayor (una instalación)	Q _{AP} /R _{AP}
[5] ESPUMA			Q mayor R mayor (una instal.)		Q mayor R mayor (una instalación)	Q _{AP} + Q _E R _{AP} + R _E
					Q _{AP} + Q _E R _{AP} + R _E	Q _E /R _E

Tabla 33. Resumen para el cálculo de caudal y reserva de agua para varios sistemas

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Para el presente proyecto, se justifica el uso de los sistemas de BIE y rociadores automáticos. Por tanto, la categorización del abastecimiento, el caudal y la reserva requeridos son:

Categoría de abastecimiento II

Caudal de agua requerido para rociadores automáticos Q_{RA}

Reserva de agua requerida para rociadores automáticos R_{RA}

La reserva de agua se determina a partir del caudal requerido para el funcionamiento de los rociadores del área de operación más favorable (33.93 l/s ; 2.0358 m³/min) y del tiempo de autonomía del sistema (60 minutos).

$$V_{RESERVA} = Q_{max} \cdot t_{autonomia}$$

$$V_{RESERVA} = 2.0358 \frac{m^3}{min} \cdot 60 min$$

$$V_{RESERVA} = 122.15 m^3$$

Se dispone de una cisterna de 137 m³ que garantiza el volumen requerido por el sistema contra incendios de mayor consumo (rociadores automáticos).

1.8.9. Justificación y cálculo del tipo y número de extintores portátiles

Los artículos 29, 30 y 31 del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios del Ministerio de Inclusión Económica y Social (Normativa Ecuatoriana), señalan que todo establecimiento de trabajo, comercio, prestación de servicios, alojamiento, concentración de público, parqueaderos, industrias, transportes, instituciones educativas públicas y privadas, hospitalarios, almacenamiento y expendio de combustibles, productos químicos peligrosos, de toda actividad que representen riesgos de incendio, deben contar con extintores de incendio del tipo adecuado a los materiales usados y a la clase de riesgo.

Se colocará extintores de incendios de acuerdo a la siguiente tabla, esta exigencia es obligatoria para cualquier uso y para el cálculo de la cantidad de extintores a instalarse. No se tomará en cuenta aquellos que formen parte de las bocas de incendios equipadas (BIE).

UBICACION DE EXTINTORES						
Área máxima protegida por extintores m ² y recorrido hasta extintores m						
Riesgo	Ligero		Ordinario		Extra	
Clasificación Extintor	Área protegida (m ²)	Recorrido a extintor (m)	Área protegida (m ²)	Recorrido a extintor	Área protegida (m ²)	Recorrido a extintor
1 A						
2 A	557	16,7	278,7	11,8		
3 A	836	20,4	418	14,46		
4 A	1045	22,7	557	16,7	371,6	13,62
6 A	1045	22,7	836	20,4	557,4	16,7
10 A	1045	22,7	1045	22,7	929	21,56
20 A	1045	22,7	1045	22,7	1045	22,7
30 A	1045	22,7	1045	22,7	1045	22,7
40 A	1045	22,7	1045	22,7	1045	22,7
5B	162	9,15				
10B	452	15,25	162	9,15		
20B			452	15,25	162	9,15
40B					452	15,25

Tabla 34. Área máxima protegida por extintores y recorrido

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

El Cuerpo de Bomberos de cada jurisdicción, determinará el tipo de agente extintor que corresponda de acuerdo a la edificación y su funcionalidad, estos se instalarán en las proximidades de los sitios de mayor riesgo o peligro, de preferencia junto a las salidas y en lugares fácilmente identificables, accesibles y visibles desde cualquier punto del local, además no se debe obstaculizar la circulación.

Los valores presentados en la tabla anterior son un resumen de la información que se encuentra en la *NFPA 10:2007 Extintores portátiles*.

La *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 731:2009*, establece que, la identificación de extintores de incendio debe consistir en una letra que indique la clase de incendio sobre la cual el extintor ha probado ser efectivo.

Se requerirá que los extintores de incendio clasificados para uso en riesgos de Clase A o Clase B tengan un número de denominación antes de la letra de clasificación que indique la efectividad relativa de extinción.

No se requerirá que los extintores de incendios clasificados para uso en riesgos Clase C, Clase D o Clase K tengan un número antes de la letra de clasificación.

Por la clase de incendio a la que se destinan, los extintores se clasifican en:

- Extintores clase A, para la protección de riesgos Clase A
- Extintores clase B, para la protección de riesgos Clase B
- Extintores clase C, para la protección de riesgos Clase C
- Extintores clase D, para la protección de riesgos Clase D
- Extintores clase K, para la protección de riesgos Clase K

De acuerdo al tipo de combustible en el que se produce, los incendios pueden clasificarse en:

- **Clase A:** Son incendios de materiales combustibles comunes como madera, tela, papel, caucho, plásticos y muchos derivados sintéticos.
- **Clase B:** Son incendios de líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceites, disolventes, lacas, alcoholes y grasas inflamables.
- **Clase C:** Son incendios que involucran equipos eléctricos energizados.
- **Clase D:** Son incendios de metales combustibles como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.
- **Clase K:** Son incendios de electrodomésticos que involucran combustibles para cocinar (aceites y grasas vegetales o animales).

La *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 802:2017, Extintores portátiles. Selección y distribución en edificaciones*, señala que el primer paso para evaluar la selección de un extintor de incendios para la protección de una propiedad es determinar la naturaleza de los materiales que podrían incendiarse.

Sin duda, para el presente proyecto, se tendría un incendio de Clase A.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

El número mínimo y la denominación de los extintores Clase A se determina de acuerdo al riesgo de la ocupación.

Considerando que se tiene un riesgo medio (ordinario) y para cubrir el área de trabajo del establecimiento industrial, se seleccionan los siguientes extintores:

Clasificación extintor: 10 A

Área protegida: 1045 m²

Distancia máxima: 22.70 m

La *Regla Técnica Metropolitana RTQ 7/2015*, señala que los extintores manuales deberán estar totalmente cargados y en condiciones operables.

Los extintores con un peso bruto no mayor de 40 libras (18.14 kg) se deberán instalar de tal forma que su parte superior no esté a más de 1.50 metros por encima del piso. Los de peso bruto mayor de 40 libras, con excepción de los que tienen ruedas, deberán estar instalados de tal forma que su parte superior no esté a más de 1.00 m por encima del piso. En ningún caso la distancia de separación entre el piso y la parte inferior del extintor deberá ser menor de 10 cm.

Se deberá contar con extintores portátiles según el tipo de fuego que se pueda presentar por causa de los materiales existentes, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tipo de Fuego	Agente de Extinción
Tipo A: Fuegos en materiales combustibles comunes como madera, tela papel, caucho y muchos plásticos.	Polvo Químico Multipropósito
Tipo B: Son los fuegos de líquidos inflamables y combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, bases de aceite para pinturas, solventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.	Polvo Químico Multipropósito
Tipo C: Incendios en sitios que involucran equipos eléctricos energizados.	Polvo Químico Multipropósito, Dióxido de Carbono o Agentes limpios
Tipo D: Fuegos en metales combustibles como Magnesio, Titanio, Circonio, Sodio, Litio y Potasio.	Polvo Seco
Tipo K: Fuegos en aparatos de cocina que involucren sustancias combustibles para cocción: grasas y aceites.	Químico Húmedo o Químico Multipropósito

Tabla 35. Agentes de extinción de acuerdo al tipo de fuego

Por tanto, el agente extintor será PQS (Polvo Químico Seco). Éste agente extintor puede ser utilizado no solo para fuegos de Clase A, sino también para fuegos de clases B y C.

Serán necesarios 32 extintores PQS de 10 lb.

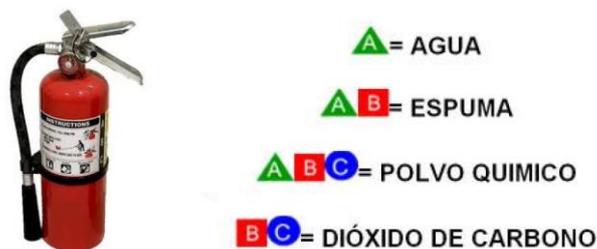


Figura 13. Extintor PQS

1.8.10. Justificación, cálculo y descripción del sistema de columna seca

La *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, capítulo 16*, establece que el sistema de columna seca se deberá diseñar como una conducción vacía con posibilidad de alimentación desde la fachada del edificio. Serán verticales u horizontales en aquellos lugares de difícil acceso para los bomberos por tener que extender grandes longitudes de manguera.

Según el *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, se instalarán sistemas de columna seca en los establecimientos industriales si son de riesgo intrínseco medio o alto y su altura de evacuación es de 15 m o superior.

Si bien es cierto, el riesgo intrínseco de todo el establecimiento es medio, se trata de una cubierta en planta baja (en su gran mayoría) con una pequeña entreplanta. Todas sus fachadas son accesibles y la altura hasta la cumbrera de la nave es de 12.25 m. Por tanto, no procede la instalación de un sistema de columna seca.

1.8.11. Justificación, cálculo y descripción del sistema de espuma física

El *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, establece que se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio donde se manipulen líquidos inflamables que, en caso de incendio, puedan propagarse a otros sectores.

Por consiguiente, debido a la actividad a realizar en el establecimiento, no procede la instalación de un sistema de espuma física.

1.8.12. Justificación, cálculo y descripción del sistema de extinción por polvo

Según el *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, se instalarán sistemas de extinción por polvo en aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas como, por ejemplo, el almacenamiento de productos químicos o las actividades en instalaciones petrolíferas.

En conclusión, no procede realizar la instalación de un sistema de extinción por polvo.

1.8.13. Justificación, cálculo y descripción del sistema de extinción por agentes extintores gaseosos

De acuerdo al *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, se instalarán sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando:

- Sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (almacenamiento de productos químicos, instalaciones petrolíferas, etc.).
- Constituyan recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistema de agua pueda dañar dichos equipos.

De ahí que, no procede realizar la instalación de un sistema de extinción por agentes extintores gaseosos.

1.8.14. Justificación y descripción del sistema de alumbrado de emergencia

El *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios* del Ministerio de Inclusión Económica y Social, en su apartado *Iluminación y señalización de emergencia para los medios de egreso*, define la iluminación de emergencia como aquella que debe permitir, en caso de corte de energía eléctrica, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior.

Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuentes de suministro exterior. Cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

Los medios de egreso como escaleras, pasillos, corredores, rampas, deben estar provistos de iluminación.

El sistema de iluminación de emergencia debe disponerse para proporcionar automáticamente la iluminación requerida en cualquiera de los siguientes casos:

- Corte de suministro de energía eléctrica
- Apertura de un disyuntor, interruptor de circuito o fusible
- Cualquier acto manual, incluyendo la apertura de un conmutador que controla las instalaciones de iluminación manual

La iluminación de emergencia debe proporcionar un periodo mínimo de 60 minutos en el caso de corte de energía eléctrica. Las instalaciones de la iluminación de emergencia estarán dispuestas para proporcionar una luminosidad inicial que sea de por lo menos en promedio de 10 lux (pie bujía) y un mínimo en cualquier punto de 1 lux medido a lo largo del sendero de egreso a nivel del suelo. Se debe permitir que los niveles de alumbramiento declinen a un promedio no menor de 6 lux y 1 lux mínimo y en cualquier punto de 0.6 lux al final de la duración de la iluminación de emergencia.

El sistema de iluminación de emergencia debe estar continuamente en funcionamiento o funcionar de forma repetida y automática sin intervención manual.

Las luces de emergencia activadas por baterías deben usar únicamente clases confiables de baterías recargables provistas con las facilidades adecuadas para mantenerlas en la correcta condición de carga.

1.8.15. Justificación y descripción de la señalización

El *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios* del Ministerio de Inclusión Económica y Social (Normativa Ecuatoriana), establece que todo medio de egreso por recorrer debe ser claramente visible e identificable de tal manera que todos los ocupantes de la edificación física y mentalmente capaces, puedan encontrar rápidamente la dirección de escape desde cualquier punto hacia la salida.

Todos los sistemas de extinción de incendios manuales, deben estar claramente señalizados.

El alumbrado de señalización debe indicar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras, el número de piso y salidas de los locales durante el tiempo que permanezcan con ocupantes.

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

La *Regla Técnica Metropolitana RTQ 5/2015*, determina que las señales cumplirán con normas INEN y se permite el uso de señales aprobadas internacionalmente.

En todo sitio donde exista cambio de nivel debe estar señalizado en el piso y en la pared a una altura aproximada de 1.80 m.

Señales direccionales deben instalarse cuando el recorrido de evacuación horizontal cambia de dirección.

Los indicadores direccionales o chevrones deberán ubicarse a 1.50 m de altura cada 15 m y en curvas y finales de pasillos.

Las señalizaciones de los medios de egreso tendrán la palabra "SALIDA" o una designación similar en letras fácilmente legibles.

Cualquier puerta, pasaje o escalera que no sea una salida ni un camino de acceso a la salida y que esté ubicada o dispuesta de manera que pueda ser confundida con una salida, debe identificarse con letrero con la leyenda "NO es salida", donde la altura de la palabra "NO" deberá ser el doble de las palabras "es salida".

Las ocupaciones que lo requieran exhibirán en lugares visibles mapas de evacuación que reflejen de forma clara la distribución real de la edificación, de las salidas y su acceso desde el punto donde se encuentra el observador.

Las señales deberán ser legibles bajo cualquier condición de iluminación, por lo que podrán ser autoluminosas, fotoluminiscentes o contar con iluminación externa.

Se acepta señalización gráfica internacional para los medios de egreso.

2. ANEXO DE RESULTADOS DEL PROGRAMA EPANET

2.1. Red de bocas de incendio equipadas con reservorio

* E P A N E T *

* Análisis Hidráulico y de Calidad de Redes Hidráulicas a Presión *

* Versión 2.0 *

* Traducido por: *

* Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos *

* Universidad Politécnica de Valencia *

Archivo de Entrada: RED DE BIES NAVE (TESIS).net

Tabla	Línea	-	Nudo:	
ID	Nudo	Nudo	Longitud	Diámetro
Línea	Inicial	Final	m	mm
1	4	3	6	80.9
2	3	2	34.02	80.9
3	2	BIE01	4.2	41.9

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

4	3	5	29.76	80.9
5	5	BIE10	4.2	41.9
7	7	BIE20	4.2	41.9
8	7	9	12	53.1
9	9	BIE21	4.2	41.9
6	5	1	92.58	80.9
10	1	7	48	68.9
11	6	4	4.8	80.9

Resultados de Nudo:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad	
BIE01	0.00	1.50	0.00	0.00	
2	0.00	60.55	55.55	0.00	
3	0.00	60.55	55.55	0.00	
4	0.00	61.87	61.87	0.00	
5	0.00	59.76	54.76	0.00	
BIE10	0.00	1.50	0.00	0.00	
7	0.00	54.49	49.49	0.00	
BIE20	3.18	53.72	52.22	0.00	
9	0.00	53.80	48.80	0.00	
BIE21	3.16	53.04	51.54	0.00	
1	0.00	57.29	52.29	0.00	
6	-6.34	62.00	0.00	0.00	Embalse

Resultados de Línea:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Unit.	Estado
1	6.34	1.23	220.31	Abierto	
2	0.00	0.00	0.00	Abierto	
3	0.00	0.00	0.00	Cerrado	
4	6.34	1.23	26.67	Abierto	
5	0.00	0.00	0.00	Cerrado	
7	3.18	2.31	183.22	Abierto	
8	3.16	1.43	57.09	Abierto	
9	3.16	2.29	181.02	Abierto	
6	6.34	1.23	26.67	Abierto	
10	6.34	1.70	58.30	Abierto	
11	6.34	1.23	26.67	Abierto	

2.2. Red de rociadores automáticos con bomba (área de operación más desfavorable)

* E P A N E T *

* Análisis Hidráulico y de Calidad de Redes Hidráulicas a Presión *

* Versión 2.0 *

* Traducido por: *

* Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos *

* Universidad Politécnica de Valencia *

Archivo de Entrada: RED ROCIADORES BOMBA NAVE (TESIS).net

Tabla	Línea	-	Nudo:		
ID	Nudo	Nudo	Longitud	Diámetro	
Línea	Inicial	Final	m	mm	
13	38	39	8.4	80.9	
14	39	37	11.1	80.9	
15	37	36	60.96	80.9	
18	R2-IZQ1	R3-IZQ1	3.6	36	
19	R3-IZQ1	R4-IZQ1	3.6	27.3	
20	R4-IZQ1	R5-IZQ1	3.6	21.7	
23	R2-IZQ2	R3-IZQ2	3.6	36	
24	R3-IZQ2	R4-IZQ2	3.6	27.3	
25	R4-IZQ2	R5-IZQ2	3.6	21.7	
28	R2-IZQ1	R1-IZQ1	3.6	41.9	
29	R1-IZQ1	20	1.8	41.9	
30	20	R1-DER1	1.8	41.9	
31	R1-DER1	R2-DER1	3.6	41.9	
32	R2-DER1	R3-DER1	3.6	36	
33	R2-IZQ2	R1-IZQ2	3.6	41.9	
34	R1-IZQ2	30	1.8	41.9	
35	30	R1-DER2	1.8	41.9	
36	R1-DER2	R2-DER2	3.6	41.9	
37	R2-DER2	R3-DER2	3.6	36	
38	39	40	2.4	68.9	
39	R3-DER1	R4-DER1	3.6	27.3	
40	R4-DER1	R5-DER1	3.6	21.7	
41	R3-DER2	R4-DER2	3.6	27.3	
42	R4-DER2	R5-DER2	3.6	21.7	
43	20	30	4.8	80.9	
45	40	41	2.4	68.9	
46	41	42	3.6	68.9	
47	42	R-PB-18	0.9	27.3	
48	R-PB-18	R-PB-17	3.6	21.7	

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

49	42	45	4.8	68.9		
50	45	R-PB-16	0.9	27.3		
51	R-PB-16	R-PB-15	3.6	21.7		
52	45	48	2.23	68.9		
53	48	49	3	27.3		
54	49	R-PB-14	1.73	27.3		
55	R-PB-14	R-PB-13	3.58	21.7		
56	48	R-PB-12	2.81	68.9		
57	R-PB-12	53	5.34	68.9		
58	53	R-PB-11	0.9	27.3		
59	R-PB-11	R-PB-10	3.6	21.7		
60	53	56	3.48	53.1		
61	56	R-PB-9	0.9	21.7		
62	56	62	3.74	53.1		
63	62	R-PB-8	0.9	27.3		
64	R-PB-8	R-PB-7	3.6	21.7		
65	62	65	3.52	53.1		
66	65	R-PB-6	0.9	27.3		
67	R-PB-6	R-PB-5	3.6	21.7		
68	65	68	3.52	41.9		
69	68	R-PB-4	0.9	27.3		
70	R-PB-4	R-PB-3	3.6	21.7		
71	68	71	3.68	27.3		
72	71	R-PB-2	0.9	27.3		
73	R-PB-2	R-PB-1	3.6	21.7		
74	36	74	107.58	80.9		
75	74	30	4.8	80.9		
1	8	38	No Disp.	No Disp.	Bomba	

Consumo Energético:

Bomba	Factor Utiliz.	Avg. Rend.	Kw-hr /m ³	Avg. Kw	Máx. Kw	Coste /día
1	100.00	75.00	0.42	39.73	39.73	0.00

Demanda: 0.00

Coste Total: 0.00

Resultados de Nudo:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
R5-IZQ1	1.05	16.42	6.19	0.00
R4-IZQ1	1.17	18.49	7.81	0.00

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

R3-IZQ1	1.33	21.22	10.09	0.00
R1-IZQ1	1.48	24.42	12.40	0.00
20	0.00	25.64	13.39	0.00
R1-DER1	1.48	24.42	12.40	0.00
R2-DER1	1.41	22.91	11.34	0.00
R3-DER1	1.33	21.22	10.09	0.00
R5-IZQ2	1.06	16.61	6.39	0.00
R4-IZQ2	1.19	18.74	8.07	0.00
R3-IZQ2	1.36	21.56	10.43	0.00
R1-IZQ2	1.50	24.86	12.83	0.00
30	0.00	26.12	13.87	0.00
R1-DER2	1.50	24.86	12.83	0.00
R2-DER2	1.44	23.31	11.73	0.00
R3-DER2	1.36	21.56	10.43	0.00
R2-IZQ1	1.41	22.91	11.34	0.00
R2-IZQ2	1.44	23.31	11.73	0.00
36	0.00	67.05	54.80	0.00
37	0.00	89.25	77.00	0.00
38	0.00	115.90	115.90	0.00
39	0.00	93.29	90.29	0.00
40	0.00	93.29	90.29	0.00
41	0.00	93.29	90.29	0.00
42	0.00	3.00	0.00	0.00
R-PB-18	0.00	3.00	0.00	0.00
R-PB-17	0.00	3.00	0.00	0.00
45	0.00	3.00	0.00	0.00
R-PB-16	0.00	3.00	0.00	0.00
R-PB-15	0.00	3.00	0.00	0.00
48	0.00	3.00	0.00	0.00
49	0.00	3.00	0.00	0.00
R-PB-14	0.00	3.00	0.00	0.00
R-PB-13	0.00	3.00	0.00	0.00
R-PB-12	0.00	3.00	0.00	0.00
53	0.00	3.00	0.00	0.00
R-PB-11	0.00	3.00	0.00	0.00
R-PB-10	0.00	3.00	0.00	0.00
56	0.00	3.00	0.00	0.00
R-PB-9	0.00	3.00	0.00	0.00
R4-DER1	1.17	18.49	7.81	0.00
R4-DER2	1.19	18.74	8.07	0.00
R5-DER1	1.05	16.42	6.19	0.00
R5-DER2	1.06	16.61	6.39	0.00
62	0.00	3.00	0.00	0.00
R-PB-8	0.00	3.00	0.00	0.00
R-PB-7	0.00	3.00	0.00	0.00
65	0.00	3.00	0.00	0.00

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

R-PB-6	0.00	3.00	0.00	0.00	
R-PB-5	0.00	3.00	0.00	0.00	
68	0.00	3.00	0.00	0.00	
R-PB-4	0.00	3.00	0.00	0.00	
R-PB-3	0.00	3.00	0.00	0.00	
71	0.00	3.00	0.00	0.00	
R-PB-2	0.00	3.00	0.00	0.00	
R-PB-1	0.00	3.00	0.00	0.00	
74	0.00	27.87	15.62	0.00	
8	-26.00	-1.00	0.00	0.00	Embalse

Resultados de Línea:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit m/km	Estado
13	26.00	5.06	2691.55	Abierto
14	26.00	5.06	364.19	Abierto
15	26.00	5.06	364.19	Abierto
18	3.55	3.49	471.38	Abierto
19	2.22	3.79	758.37	Abierto
20	1.05	2.83	575.30	Abierto
23	3.61	3.55	485.74	Abierto
24	2.25	3.85	781.16	Abierto
25	1.06	2.87	592.25	Abierto
28	-4.97	3.60	418.61	Abierto
29	-6.45	4.67	678.27	Abierto
30	6.45	4.67	678.27	Abierto
31	4.97	3.60	418.61	Abierto
32	3.55	3.49	471.38	Abierto
33	-5.05	3.66	431.55	Abierto
34	-6.55	4.75	699.51	Abierto
35	6.55	4.75	699.51	Abierto
36	5.05	3.66	431.55	Abierto
37	3.61	3.55	485.74	Abierto
38	0.00	0.00	0.00	Abierto
39	2.22	3.79	758.37	Abierto
40	1.05	2.83	575.30	Abierto
41	2.25	3.85	781.16	Abierto
42	1.06	2.87	592.25	Abierto
43	-12.89	2.51	99.33	Abierto
45	0.00	0.00	0.00	Abierto
46	0.00	0.00	0.00	Cerrado
47	0.00	0.00	0.00	Abierto
48	0.00	0.00	0.00	Abierto
49	0.00	0.00	0.00	Abierto

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

50	0.00	0.00	0.00	Abierto	
51	0.00	0.00	0.00	Abierto	
52	0.00	0.00	0.00	Abierto	
53	0.00	0.00	0.00	Abierto	
54	0.00	0.00	0.00	Abierto	
55	0.00	0.00	0.00	Abierto	
56	0.00	0.00	0.00	Abierto	
57	0.00	0.00	0.00	Abierto	
58	0.00	0.00	0.00	Abierto	
59	0.00	0.00	0.00	Abierto	
60	0.00	0.00	0.00	Abierto	
61	0.00	0.00	0.00	Abierto	
62	0.00	0.00	0.00	Abierto	
63	0.00	0.00	0.00	Abierto	
64	0.00	0.00	0.00	Abierto	
65	0.00	0.00	0.00	Abierto	
66	0.00	0.00	0.00	Abierto	
67	0.00	0.00	0.00	Abierto	
68	0.00	0.00	0.00	Abierto	
69	0.00	0.00	0.00	Abierto	
70	0.00	0.00	0.00	Abierto	
71	0.00	0.00	0.00	Abierto	
72	0.00	0.00	0.00	Abierto	
73	0.00	0.00	0.00	Abierto	
74	26.00	5.06	364.19	Abierto	
75	26.00	5.06	364.19	Abierto	
1	26.00	0.00	-116.90	Abierto	Bomba

2.3. Red de rociadores automáticos con bomba (área de operación más favorable)

* E P A N E T *

* Análisis Hidráulico y de Calidad de Redes Hidráulicas a Presión *

* Versión 2.0 *

* Traducido por: *

* Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos *

* Universidad Politécnica de Valencia *

Archivo de Entrada: RED ROCIADORES BOMBA NAVE (TESIS).net

Tabla	Línea	-	Nudo:		
ID	Nudo	Nudo	Longitud	Díámetro	
Línea	Inicial	Final	m	mm	
13	38	39	8.4	80.9	

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

14	39	37	11.1	80.9
15	37	36	60.96	80.9
18	R2-IZQ1	R3-IZQ1	3.6	36
19	R3-IZQ1	R4-IZQ1	3.6	27.3
20	R4-IZQ1	R5-IZQ1	3.6	21.7
23	R2-IZQ2	R3-IZQ2	3.6	36
24	R3-IZQ2	R4-IZQ2	3.6	27.3
25	R4-IZQ2	R5-IZQ2	3.6	21.7
28	R2-IZQ1	R1-IZQ1	3.6	41.9
29	R1-IZQ1	20	1.8	41.9
30	20	R1-DER1	1.8	41.9
31	R1-DER1	R2-DER1	3.6	41.9
32	R2-DER1	R3-DER1	3.6	36
33	R2-IZQ2	R1-IZQ2	3.6	41.9
34	R1-IZQ2	30	1.8	41.9
35	30	R1-DER2	1.8	41.9
36	R1-DER2	R2-DER2	3.6	41.9
37	R2-DER2	R3-DER2	3.6	36
38	39	40	2.4	68.9
39	R3-DER1	R4-DER1	3.6	27.3
40	R4-DER1	R5-DER1	3.6	21.7
41	R3-DER2	R4-DER2	3.6	27.3
42	R4-DER2	R5-DER2	3.6	21.7
43	20	30	4.8	80.9
45	40	41	2.4	68.9
46	41	42	3.6	68.9
47	42	R-PB-18	0.9	27.3
48	R-PB-18	R-PB-17	3.6	21.7
49	42	45	4.8	68.9
50	45	R-PB-16	0.9	27.3
51	R-PB-16	R-PB-15	3.6	21.7
52	45	48	2.23	68.9
53	48	49	3	27.3
54	49	R-PB-14	1.73	27.3
55	R-PB-14	R-PB-13	3.58	21.7
56	48	R-PB-12	2.81	68.9
57	R-PB-12	53	5.34	68.9
58	53	R-PB-11	0.9	27.3
59	R-PB-11	R-PB-10	3.6	21.7
60	53	56	3.48	53.1
61	56	R-PB-9	0.9	21.7
62	56	62	3.74	53.1
63	62	R-PB-8	0.9	27.3
64	R-PB-8	R-PB-7	3.6	21.7
65	62	65	3.52	53.1
66	65	R-PB-6	0.9	27.3

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

67	R-PB-6	R-PB-5	3.6	21.7	
68	65	68	3.52	41.9	
69	68	R-PB-4	0.9	27.3	
70	R-PB-4	R-PB-3	3.6	21.7	
71	68	71	3.68	27.3	
72	71	R-PB-2	0.9	27.3	
73	R-PB-2	R-PB-1	3.6	21.7	
74	36	74	107.58	80.9	
75	74	30	4.8	80.9	
1	8	38	No Disp.	No Disp.	Bomba

Consumo Energético:

Bomba	Factor Utiliz.	Avg. Rend.	Kw-hr /m ³	Avg. Kw	Máx. Kw	Coste /día
1	100.00	75.00	0.33	40.48	40.48	0.00

Demanda: 0.00

Coste Total: 0.00

Resultados de Nudo:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
R5-IZQ1	0.31	10.76	0.53	0.00
R4-IZQ1	0.23	10.97	0.29	0.00
R3-IZQ1	0.08	11.16	0.04	0.00
R1-IZQ1	-0.37	11.24	-0.78	0.00
20	0.00	11.24	-1.01	0.00
R1-DER1	-0.37	11.24	-0.78	0.00
R2-DER1	-0.25	11.23	-0.34	0.00
R3-DER1	0.08	11.16	0.04	0.00
R5-IZQ2	0.31	10.76	0.53	0.00
R4-IZQ2	0.23	10.97	0.29	0.00
R3-IZQ2	0.08	11.16	0.04	0.00
R1-IZQ2	-0.37	11.24	-0.78	0.00
30	0.00	11.24	-1.01	0.00
R1-DER2	-0.37	11.24	-0.78	0.00
R2-DER2	-0.25	11.23	-0.34	0.00
R3-DER2	0.08	11.16	0.04	0.00
R2-IZQ1	-0.25	11.23	-0.34	0.00
R2-IZQ2	-0.25	11.23	-0.34	0.00
36	0.00	51.98	39.73	0.00
37	0.00	51.98	39.73	0.00

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

38	0.00	90.29	90.29	0.00	
39	0.00	51.98	48.98	0.00	
40	0.00	48.86	45.86	0.00	
41	0.00	45.73	42.73	0.00	
42	0.00	41.03	38.03	0.00	
R-PB-18	2.50	38.31	35.31	0.00	
R-PB-17	2.19	30.16	27.16	0.00	
45	0.00	36.28	33.28	0.00	
R-PB-16	2.33	33.88	30.88	0.00	
R-PB-15	2.04	26.70	23.70	0.00	
48	0.00	34.65	31.65	0.00	
49	0.00	28.73	25.73	0.00	
R-PB-14	1.98	25.32	22.32	0.00	
R-PB-13	1.73	20.05	17.05	0.00	
R-PB-12	2.31	33.12	30.12	0.00	
53	0.00	30.78	27.78	0.00	
R-PB-11	2.13	28.75	25.75	0.00	
R-PB-10	1.86	22.70	19.70	0.00	
56	0.00	27.29	24.29	0.00	
R-PB-9	2.00	25.57	22.57	0.00	
R4-DER1	0.23	10.97	0.29	0.00	
R4-DER2	0.23	10.97	0.29	0.00	
R5-DER1	0.31	10.76	0.53	0.00	
R5-DER2	0.31	10.76	0.53	0.00	
62	0.00	24.42	21.42	0.00	
R-PB-8	1.87	22.83	19.83	0.00	
R-PB-7	1.63	18.10	15.10	0.00	
65	0.00	22.92	19.92	0.00	
R-PB-6	1.80	21.43	18.43	0.00	
R-PB-5	1.57	17.02	14.02	0.00	
68	0.00	20.84	17.84	0.00	
R-PB-4	1.71	19.50	16.50	0.00	
R-PB-3	1.49	15.53	12.53	0.00	
71	0.00	16.60	13.60	0.00	
R-PB-2	1.49	15.56	12.56	0.00	
R-PB-1	1.29	12.49	9.49	0.00	
74	0.00	11.24	-1.01	0.00	
8	-33.93	-1.00	0.00	0.00	Embalse

Resultados		de Línea:		
ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
13	33.93	6.60	4559.74	Abierto
14	0.00	0.00	0.00	Abierto

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

15	0.00	0.00	0.00	Abierto
18	0.62	0.61	18.50	Abierto
19	0.53	0.91	54.19	Abierto
20	0.31	0.83	59.18	Abierto
23	0.62	0.61	18.48	Abierto
24	0.53	0.91	54.20	Abierto
25	0.31	0.83	59.18	Abierto
28	-0.37	0.27	3.45	Abierto
29	0.00	0.00	0.00	Abierto
30	0.00	0.00	0.00	Abierto
31	0.37	0.27	3.43	Abierto
32	0.62	0.61	18.44	Abierto
33	-0.37	0.27	3.44	Abierto
34	0.00	0.00	0.00	Abierto
35	0.00	0.00	0.00	Abierto
36	0.37	0.27	3.43	Abierto
37	0.62	0.61	18.44	Abierto
38	33.93	9.10	1303.43	Abierto
39	0.53	0.91	54.21	Abierto
40	0.31	0.83	59.19	Abierto
41	0.53	0.91	54.21	Abierto
42	0.31	0.83	59.19	Abierto
43	0.00	0.00	0.00	Abierto
45	33.93	9.10	1303.43	Abierto
46	33.93	9.10	1303.43	Abierto
47	4.68	8.00	3026.63	Abierto
48	2.19	5.92	2262.77	Abierto
49	29.25	7.84	989.88	Abierto
50	4.38	7.48	2670.53	Abierto
51	2.04	5.53	1994.24	Abierto
52	24.87	6.67	733.05	Abierto
53	3.72	6.35	1973.10	Abierto
54	3.72	6.35	1973.10	Abierto
55	1.73	4.69	1470.23	Abierto
56	21.15	5.67	543.08	Abierto
57	18.84	5.05	438.57	Abierto
58	4.00	6.83	2254.07	Abierto
59	1.86	5.04	1680.59	Abierto
60	14.85	6.71	1003.24	Abierto
61	2.00	5.40	1906.28	Abierto
62	12.85	5.80	767.94	Abierto
63	3.50	5.98	1765.89	Abierto
64	1.63	4.41	1313.58	Abierto
65	9.35	4.22	426.05	Abierto
66	3.38	5.77	1649.60	Abierto
67	1.57	4.25	1226.28	Abierto

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

68	5.97	4.33	589.33	Abierto	
69	3.19	5.45	1487.83	Abierto	
70	1.49	4.02	1104.93	Abierto	
71	2.78	4.75	1153.08	Abierto	
72	2.78	4.75	1153.08	Abierto	
73	1.29	3.50	854.21	Abierto	
74	0.00	0.00	0.00	Cerrado	
75	0.00	0.00	0.00	Abierto	
1	33.93	0.00	-91.29	Abierto	Bomba

3. PRESUPUESTO

El presupuesto de las instalaciones del sistema contra incendios asciende a los \$216 364.51

Los precios descompuestos, presupuesto parcial y presupuesto total correspondientes a la instalación del sistema contra incendios se presentan a continuación.

3.1. Precios descompuestos

(Ud)	Sistema de detección y alarma de incendios, convencional.				
Suministro e instalación de sistema de detección y alarma de incendios, convencional, formado por central de detección automática de incendios con una capacidad máxima de 4 zonas de detección, 4 detectores ópticos de humos, 50 pulsadores de alarma con señalización luminosa tipo rearmable y tapa de plástico basculante, sirena interior con señal acústica, sirena exterior con señal óptica y acústica y canalización de protección de cableado fija en superficie formada por tubo de PVC rígido, blindado, roscable, de color negro, con IP 547. Incluso cable unipolar no propagador de la llama libre de halógenos, elementos de fijación y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI001	Material				
	m	Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	900,00	1,26	1134,00
	m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	1968,00	0,60	1180,80

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Ud	Detector óptico de humos convencional, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a humos claros, para alimentación de 12 a 30 Vcc, con doble led de activación e indicador de alarma color rojo, salida para piloto de señalización remota y base universal. Incluso elementos de fijación.	4,00	28,28	113,12
Ud	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP 41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Incluso elementos de fijación.	50,00	17,23	861,50
Ud	Sirena electrónica, de color rojo, con señal acústica, alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 14 mA, para instalar en paramento interior. Incluso elementos de fijación.	1,00	52,97	52,97
Ud	Sirena electrónica, de ABS color rojo, con señal óptica y acústica y rótulo "FUEGO", alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 90 dB a 1 m y consumo de 230 mA, para instalar en paramento exterior. Incluso elementos de fijación.	1,00	89,79	89,79
Ud	Módulo de supervisión de sirena o campana.	1,00	7,03	7,03
Ud	Central de detección automática de incendios, convencional, microprocesada, de 4 zonas de detección, con caja metálica y tapa de ABS, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, panel de control con indicador de alarma y avería y conmutador de corte de zonas.	1,00	332,82	332,82
Ud	Batería de 12 V y 7 Ah.	2,00	30,86	61,72
Ud	Material auxiliar para instalaciones de detección y alarma.	1,00	2,34	2,34
Mano de obra				
h	Técnico instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	155,03	6,91	1071,22
h	Ayudante instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	155,03	4,22	654,21
Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	5561,52	111,23
%	Costes indirectos	3,00	5672,75	170,18
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 5.842,93

(Ud)	Electroimán para retención de puerta cortafuegos.				
Suministro e instalación de electroimán para retención de puerta cortafuegos, de 24 Vcc y 980 N de fuerza máxima de retención, con caja de bornes de latón niquelado, pulsador de desbloqueo y placa de anclaje articulada. Incluso elementos de fijación.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI002	Material				

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Ud	Electroimán para retención de puerta cortafuegos, de 24 Vcc y 980 N de fuerza máxima de retención, con caja de bornes de latón niquelado, pulsador de desbloqueo y placa de anclaje articulada. Incluso elementos de fijación.	1,00	91,33	91,33
Mano de obra				
h	Técnico instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	0,22	5,14	1,14
h	Ayudante instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	0,22	3,13	0,69
Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	93,16	1,86
%	Costes indirectos	3,00	95,02	2,85
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 97,87

(Ud)	Alumbrado de emergencia en zonas comunes.				
Suministro e instalación superficial en zonas comunes de luminaria de emergencia, con dos led de 1 W, flujo luminoso 220 lúmenes, carcasa de 154x80x47 mm, clase I, protección IP 20, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 2 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI003	Material				
	Ud	Luminaria de emergencia, con dos led de 1 W, flujo luminoso 220 lúmenes, carcasa de 154x80x47 mm, clase I, protección IP 20, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 2 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.	1,00	334,12	334,12
	Mano de obra				
	h	Electricista.	0,22	5,14	1,14
	h	Ayudante electricista.	0,22	3,13	0,69
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	335,95	6,72
%	Costes indirectos	3,00	342,67	10,28	
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 352,95	

(Ud)	Señalización de equipos contra incendios.				
Suministro y colocación de placa de señalización de equipos contra incendios, de poliestireno fotoluminiscente, de 420x420 mm. Incluso elementos de fijación.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI004	Material				
	Ud	Placa de señalización de equipos contra incendios, de poliestireno fotoluminiscente, de 420x420 mm. Incluso elementos de fijación.	1,00	10,60	10,60
	Mano de obra				
	h	Peón de albañil.	0,24	3,02	0,73
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	11,33	0,23	

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

	%	Costes indirectos	3,00	11,56	0,35
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 11,91

(Ud)		Señalización de medios de evacuación.			
Suministro y colocación de placa de señalización de medios de evacuación, de poliestireno fotoluminiscente, de 420x420 mm. Incluso elementos de fijación.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI005	Material				
	Ud	Placa de señalización de medios de evacuación, de poliestireno fotoluminiscente, de 420x420 mm. Incluso elementos de fijación.	1,00	10,60	10,60
	Mano de obra				
	h	Peón de albañil.	0,24	3,02	0,73
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	11,33	0,23	
%	Costes indirectos	3,00	11,56	0,35	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 11,91

(Ud)		Sistema de bombeo e hidroneumáticos.			
Suministro e instalación de sistema de bombeo e hidroneumáticos de agua contra incendios FOC N 96/115 E+D+J, caudal 96 m ³ /h y presión 115 mca, formado por: una bomba principal centrífuga eléctrica, una bomba principal diésel y una bomba jockey.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI006	Material				
	Ud	Sistema de bombeo e hidroneumáticos de agua contra incendios, formado por: una bomba principal centrífuga de un escalón y de una entrada, cuerpo de impulsión de fundición GG25 en espiral con patas de apoyo y soporte cojinete con pata de apoyo, aspiración axial e impulsión radial hacia arriba, rodete radial de fundición GG25, cerrado, compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete, soporte con rodamientos de bolas lubricados de por vida, estanqueidad del eje mediante cierre mecánico, una bomba jockey con camisa externa y cuerpo brida de fundición, impulsores y difusores de acero inoxidable AISI 304, eje de acero inoxidable AISI 316, placa base de hierro fundido, accionada por motor eléctrico, una bomba centrífuga de aspiración axial e impulsión radial acoplada a un motor diésel, depósito hidroneumático de 20 l, bancada metálica, válvulas de corte, antirretorno y de aislamiento, manómetros, presostatos, tablero eléctrico de fuerza y control para la operación totalmente automática del grupo, soporte metálico para tablero eléctrico, colector de impulsión, piezas especiales y accesorios, montaje, conexionado y probado en fábrica.	1,00	32060,07	32060,07

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Ud	Caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa, precisión del 10%, cuerpo acrílico y flotador de acero inoxidable.	1,00	317,95	317,95
Mano de obra				
h	Plomero.	20,34	6,91	140,54
h	Ayudante plomero.	20,34	4,22	85,83
Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	32604,39	652,09
%	Costes indirectos	3,00	33256,48	997,69
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 34.254,18

(m)	Red de distribución de agua AG 3/4"				
Suministro e instalación de red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 3/4" DN 19 mm de diámetro, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de wash-primer + catalizador de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI007	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero galvanizado, de 3/4" DN 19 mm.	1,00	0,45	0,45
	m	Tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 3/4" DN 19 mm de diámetro, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	8,45	8,45
	kg	Wash-primer + catalizador.	0,01	9,45	0,09
	kg	Esmalte sintético, color rojo RAL 3000, para aplicar sobre superficies galvanizadas, aspecto brillante.	0,03	10,51	0,27
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,23	6,91	1,59
	h	Ayudante plomero.	0,26	4,22	1,10
	h	Pintor.	0,05	6,69	0,30
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	12,26	0,25	
%	Costes indirectos	3,00	12,50	0,38	
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 12,88	

(m)	Red de distribución de agua AG 1"				
Suministro e instalación de red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1" DN 25 mm de diámetro, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de wash-primer + catalizador de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI008	Material				

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero galvanizado, de 1" DN 25 mm.	1,00	0,54	0,54
m	Tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1" DN 25 mm de diámetro, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	10,39	10,39
kg	Wash-primer + catalizador.	0,01	9,45	0,11
kg	Esmalte sintético, color rojo RAL 3000, para aplicar sobre superficies galvanizadas, aspecto brillante.	0,03	10,51	0,33
Mano de obra				
h	Plomero.	0,28	6,91	1,92
h	Ayudante plomero.	0,31	4,22	1,29
h	Pintor.	0,05	6,69	0,36
Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	14,94	0,30
%	Costes indirectos	3,00	15,24	0,46
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 15,69

(m)	Red de distribución de agua AG 1 1/4"				
Suministro e instalación de red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1 1/4" DN 32 mm DN 32 mm de diámetro, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de wash-primer + catalizador de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI009	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero galvanizado, de 1 1/4" DN 32 mm.	1,00	0,65	0,65
	m	Tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1 1/4" DN 32 mm de diámetro, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	12,32	12,32
	kg	Wash-primer + catalizador.	0,01	9,45	0,13
	kg	Esmalte sintético, color rojo RAL 3000, para aplicar sobre superficies galvanizadas, aspecto brillante.	0,04	10,51	0,38
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,32	6,91	2,19
	h	Ayudante plomero.	0,35	4,22	1,48
	h	Pintor.	0,06	6,69	0,43
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	17,58	0,35
%	Costes indirectos	3,00	17,93	0,54	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 18,47

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

(m)	Red de distribución de agua AG 1 1/2"				
Suministro e instalación de red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1 1/2" DN 40 mm DN 40 mm de diámetro, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de wash-primer + catalizador de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI010	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero galvanizado, de 1 1/2" DN 40 mm.	1,00	0,68	0,68
	m	Tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	13,02	13,02
	kg	Wash-primer + catalizador.	0,02	9,45	0,15
	kg	Esmalte sintético, color rojo RAL 3000, para aplicar sobre superficies galvanizadas, aspecto brillante.	0,04	10,51	0,44
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,36	6,91	2,47
	h	Ayudante plomero.	0,39	4,22	1,66
	h	Pintor.	0,07	6,69	0,50
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	18,92	0,38	
%	Costes indirectos	3,00	19,30	0,58	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 19,87

(m)	Red de distribución de agua AG 2"				
Suministro e instalación de red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2" DN 50 mm DN 50 mm de diámetro, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de wash-primer + catalizador de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI011	Material				
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero galvanizado, de 2" DN 50 mm.	1,00	0,95	0,95
	m	Tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2" DN 50 mm de diámetro, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	18,35	18,35
	kg	Wash-primer + catalizador.	0,02	9,45	0,20
	kg	Esmalte sintético, color rojo RAL 3000, para aplicar sobre superficies galvanizadas, aspecto brillante.	0,05	10,51	0,56
	Mano de obra				
h	Plomero.	0,40	6,91	2,74	

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

	h	Ayudante plomero.	0,44	4,22	1,87
	h	Pintor.	0,09	6,69	0,62
Herramienta menor					
	%	Medios auxiliares	2,00	25,29	0,51
	%	Costes indirectos	3,00	25,80	0,77
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 26,57

(m)		Red de distribución de agua AG 2 1/2"			
Suministro e instalación de red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2 1/2" DN 63 mm de diámetro, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de wash-primer + catalizador de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
Material					
	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero galvanizado, de 2 1/2" DN 63 mm.	1,00	1,13	1,13
	m	Tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2 1/2" DN 63 mm de diámetro, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	21,59	21,59
SCI012	kg	Wash-primer + catalizador.	0,03	9,45	0,24
	kg	Esmalte sintético, color rojo RAL 3000, para aplicar sobre superficies galvanizadas, aspecto brillante.	0,06	10,51	0,67
Mano de obra					
	h	Plomero.	0,44	6,91	3,02
	h	Ayudante plomero.	0,49	4,22	2,08
	h	Pintor.	0,11	6,69	0,76
Herramienta menor					
	%	Medios auxiliares	2,00	29,48	0,59
	%	Costes indirectos	3,00	30,07	0,90
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 30,98

(m)		Red de distribución de agua AG 3"			
Suministro e instalación de red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 3" DN 80 mm de diámetro, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, mano de wash-primer + catalizador de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
Material					
SCI013	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero galvanizado, de 3" DN 80 mm.	1,00	1,47	1,47

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

m	Tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 3" DN 80 mm de diámetro, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	28,04	28,04
kg	Wash-primer + catalizador.	0,03	9,45	0,27
kg	Esmalte sintético, color rojo RAL 3000, para aplicar sobre superficies galvanizadas, aspecto brillante.	0,08	10,51	0,79
Mano de obra				
h	Plomero.	0,48	6,91	3,29
h	Ayudante plomero.	0,54	4,22	2,29
h	Pintor.	0,13	6,69	0,88
Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	37,03	0,74
%	Costes indirectos	3,00	37,77	1,13
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 38,91

(Ud)	Válvula de compuerta con ranura de 3"				
Suministro e instalación de válvula de compuerta de husillo ascendente y cierre elástico, unión con ranuras, de 3" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco en cuña y volante de fundición dúctil y husillo de acero inoxidable.					
Nº	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI014	Material				
	Ud	Válvula de compuerta de husillo ascendente y cierre elástico, unión con ranuras, de 3" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco en cuña y volante de fundición dúctil y husillo de acero inoxidable.	1,00	703,69	703,69
	Mano de obra				
	h	Plomero	0,33	6,91	2,29
	h	Ayudante de plomero	0,33	4,22	1,40
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	707,37	14,15
%	Costes indirectos	3,00	721,52	21,65	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 743,17

(Ud)	Válvula de retención con ranura de 3"				
Suministro e instalación de válvula de retención de doble clapeta y asiento de EPDM, unión con ranuras, de 3" de diámetro, PN=21 bar, formada por cuerpo de fundición dúctil y clapeta, eje y resorte de acero inoxidable.					
Nº	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI015	Material				
	Ud	Válvula de retención de doble clapeta y asiento de EPDM, unión con ranuras, de 3" de diámetro, PN=21 bar, formada por cuerpo de fundición dúctil y clapeta, eje y resorte de acero inoxidable.	1,00	273,88	273,88
	Mano de obra				
	h	Plomero	0,27	6,91	1,83
	h	Ayudante de plomero	0,27	4,22	1,12

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	276,83	5,54
%	Costes indirectos	3,00	282,37	8,47
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 290,84

(Ud)	Boca de incendio equipada de 1 1/2"					
Suministro e instalación en superficie de Boca de incendio equipada (BIE) de 38 mm (1 1/2") y de 575x505x152 mm, compuesta de: armario de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria abatible 180° permitiendo la extracción de la manguera en cualquier dirección, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera plana de 30 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre de asiento de 38 mm (1 1/2"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Incluso accesorios y elementos de fijación.						
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial	
SCI016	Material					
	Ud	Boca de incendio equipada (BIE) de 38 mm (1 1/2") y de 575x505x152 mm, compuesta de: armario de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria abatible 180° permitiendo la extracción de la manguera en cualquier dirección, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera plana de 30 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre de asiento de 38 mm (1 1/2"), de latón, con manómetro 0-16 bar; para instalar en superficie. Coeficiente de descarga K de 85 (métrico). Incluso accesorios y elementos de fijación.	1,00	334,91	334,91	
	Mano de obra					
	h	Plomero		1,32	6,91	9,14
	h	Ayudante de plomero		1,32	4,22	5,58
	Herramienta menor					
	%	Medios auxiliares		2,00	349,63	6,99
%	Costes indirectos		3,00	356,63	10,70	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 367,33	

(Ud)	Puesto de control de red de rociadores.				
Suministro e instalación en posición vertical de puesto de control de rociadores, de 3" DN 80 mm de diámetro, unión ranura y ranura, formado por válvula de retención y alarma de hierro fundido, trim de acero galvanizado y cámara de retardo de fundición, para sistema de tubería mojada. Incluso alarma hidráulica con motor de agua y gong, accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI017	Material				

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Ud	Puesto de control de rociadores, de 3" DN 80 mm de diámetro, unión ranura y ranura, formado por válvula de retención y alarma de hierro fundido, trim de acero galvanizado y cámara de retardo de fundición; para instalar en posición vertical.	1,00	2586,62	2586,62
Ud	Alarma hidráulica, con motor de agua y gong de aleación de aluminio.	1,00	509,33	509,33
Ud	Accesorios y piezas especiales para conexión de puesto de control de rociadores a red de distribución de agua.	1,00	21,19	21,19
Mano de obra				
h	Plomero.	16,55	5,14	85,07
h	Ayudante plomero.	16,56	3,13	51,82
Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	3254,02	65,08
%	Costes indirectos	3,00	3319,10	99,57
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 3.418,68

(Ud)	Detector de flujo.				
Suministro e instalación en tubería de detector de flujo tipo bailejo con retardo de hasta 90 segundos y dos contactos NA/NC, de 3" DN 80 mm de diámetro, para una presión máxima de trabajo de 31 bar. Incluso tubo protector y cables eléctricos.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI018	Material				
	Ud	Detector de flujo tipo bailejo con retardo de hasta 90 segundos y dos contactos NA/NC, de 3" DN 80 mm de diámetro, para una presión máxima de trabajo de 31 bar.	1,00	232,53	232,53
	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	5,00	1,24	6,20
	m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	10,00	0,59	5,90
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,55	5,14	2,84
	h	Ayudante plomero.	0,55	3,13	1,73
h	Electricista.	0,28	5,14	1,42	

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

	h	Ayudante electricista.	0,28	3,13	0,86
Herramienta menor					
	%	Medios auxiliares	2,00	251,48	5,03
	%	Costes indirectos	3,00	256,51	7,70
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 264,20

(Ud)	Presostato.				
Suministro e instalación de presostato de supervisión de alta y baja presión con dos contactos NA/NC, rango de regulación de 0,7 a 12,1 bar, para una presión máxima de trabajo de 17,2 bar. Incluso tubo protector y cables eléctricos.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI019	Material				
	Ud	Presostato de supervisión de alta y baja presión con dos contactos NA/NC, rango de regulación de 0,7 a 12,1 bar, para una presión máxima de trabajo de 17,2 bar.	1,00	180,22	180,22
	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	5,00	1,24	6,20
	m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	10,00	0,59	5,90
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,28	5,14	1,42
	h	Ayudante plomero.	0,28	3,13	0,86
	h	Electricista.	0,28	5,14	1,42
	h	Ayudante electricista.	0,28	3,13	0,86
	Herramienta menor				
	%	Medios auxiliares	2,00	196,89	3,94
	%	Costes indirectos	3,00	200,82	6,02
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 206,85

(Ud)	Rociador de ampolla con temperatura de disparo de 68°C, diámetro 1/2"				
Suministro e instalación de rociador automático colgante, respuesta normal con ampolla fusible de vidrio frágil de 5 mm de diámetro y disolución alcohólica de color rojo, rotura a 68°C, de 1/2" DN 15 mm de diámetro de rosca, coeficiente de descarga K de 80 (métrico), presión de trabajo 12 bar, acabado lacado color bronce. Incluso accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua.					

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI020	Material				
	Ud	Rociador automático colgante, respuesta normal con ampolla fusible de vidrio frágil de 5 mm de diámetro y disolución alcohólica de color rojo, rotura a 68°C, de 1/2" DN 15 mm de diámetro de rosca, coeficiente de descarga K de 80 (métrico), presión de trabajo 12 bar, acabado lacado color bronce.	1,00	8,25	8,25
	Ud	Accesorios y piezas especiales para conexión de rociador a red de distribución de agua.	1,00	4,01	4,01
	Mano de obra				
	h	Plomero.	0,28	6,91	1,91
	h	Ayudante plomero.	0,28	4,22	1,16
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	15,33	0,31	
%	Costes indirectos	3,00	15,64	0,47	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 16,11

(Ud)	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente				
Suministro y colocación de extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI021	Material				
	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, con accesorios de montaje.	1,00	60,72	60,72
	Mano de obra				
	h	Peón de albañil	0,11	3,02	0,33
	Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	61,05	1,22	
%	Costes indirectos	3,00	62,27	1,87	
Costo Directo (1+2+3+4)					\$ 64,14

(Ud)	Sellado de paso de tubería metálica con aislamiento, con venda intumescente.				
Suministro e instalación de sistema de sellado de paso de tubería de acero, de diámetro nominal exterior comprendido entre 88,9 y 159 mm, y de entre 2 y 14,2 mm de espesor, con aislamiento de entre 40 y 80 mm de espesor, en muro, de 150 mm de espesor, para protección pasiva contra incendios y garantizar la resistencia al fuego EI 90, formado por dos capas de venda intumescente con marca de colocación, con propiedades ignífugas, de 125x2 mm, por ambas caras y material de relleno de sellador acrílico con propiedades ignífugas, color blanco.					
N°	Unidad	Descomposición	Cantidad	P. Unitario	Precio Parcial
SCI022	Material				
	Ud	Cartucho de 310 ml de sellador acrílico con propiedades ignífugas, color blanco, para sellado de juntas y aberturas lineales.	21,89	17,66	386,58

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

Ud	Venda intumescente con marca de colocación, con propiedades ignífugas, de 125x2 mm, suministrada en rollos de 10 m de longitud.	0,44	260,62	115,19
Mano de obra				
h	Peón de albañil.	0,44	3,02	1,33
Herramienta menor				
%	Medios auxiliares	2,00	503,10	10,06
%	Costes indirectos	3,00	513,17	15,39
Costo Directo (1+2+3+4)				\$ 528,56

3.2. Presupuesto parcial

PRESUPUESTO PARCIAL INSTALACIÓN DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS (SCI)				
Unidad	Detalle	Cantidad	P. Unitario	Importe
(Ud)	Sistema de detección y alarma de incendios, convencional.	1,00	5842,93	5842,93
(Ud)	Electroimán para retención de puerta cortafuegos.	2,00	97,87	195,74
(Ud)	Alumbrado de emergencia en zonas comunes.	27,00	352,95	9529,56
(Ud)	Señalización de equipos contra incendios.	57,00	11,91	678,72
(Ud)	Señalización de medios de evacuación.	20,00	11,91	238,15
(Ud)	Sistema de bombeo e hidroneumáticos.	1,00	34254,18	34254,18
(m)	Red de distribución de agua AG 3/4"	500,57	12,88	6445,05
(m)	Red de distribución de agua AG 1"	476,02	15,69	7470,87
(m)	Red de distribución de agua AG 1 1/4"	450,00	18,47	8309,54
(m)	Red de distribución de agua AG 1 1/2"	762,71	19,87	15158,44
(m)	Red de distribución de agua AG 2"	112,04	26,57	2977,41
(m)	Red de distribución de agua AG 2 1/2"	124,06	30,98	3843,00
(m)	Red de distribución de agua AG 3"	665,80	38,91	25903,34
(Ud)	Válvula de compuerta con ranura de 3"	2,00	743,17	1486,33
(Ud)	Válvula de retención con ranura de 3"	2,00	290,84	581,67
(Ud)	Boca de incendio equipada de 1 1/2"	23,00	367,33	8448,51
(Ud)	Puesto de control de red de rociadores.	1,00	3418,68	3418,68
(Ud)	Detector de flujo.	1,00	264,20	264,20
(Ud)	Presostato.	2,00	206,85	413,69
(Ud)	Rociador de ampolla con temperatura de disparo de 68°C, diámetro 1/2"	784,00	16,11	12628,42
(Ud)	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente	32,00	64,14	2052,53
(Ud)	Sellado de paso de tubería metálica con aislamiento, con venda intumescente.	18,00	528,56	9514,09
COSTO DIRECTO				\$ 159.655,04

Proyecto de diseño y cálculo estructural e instalaciones hidráulicas (SCI, suministro de agua, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) de un edificio industrial destinado a la fabricación de muebles de madera, con una superficie de 9000 m², localizado en la ciudad de Quito-Ecuador

3.3. Presupuesto total

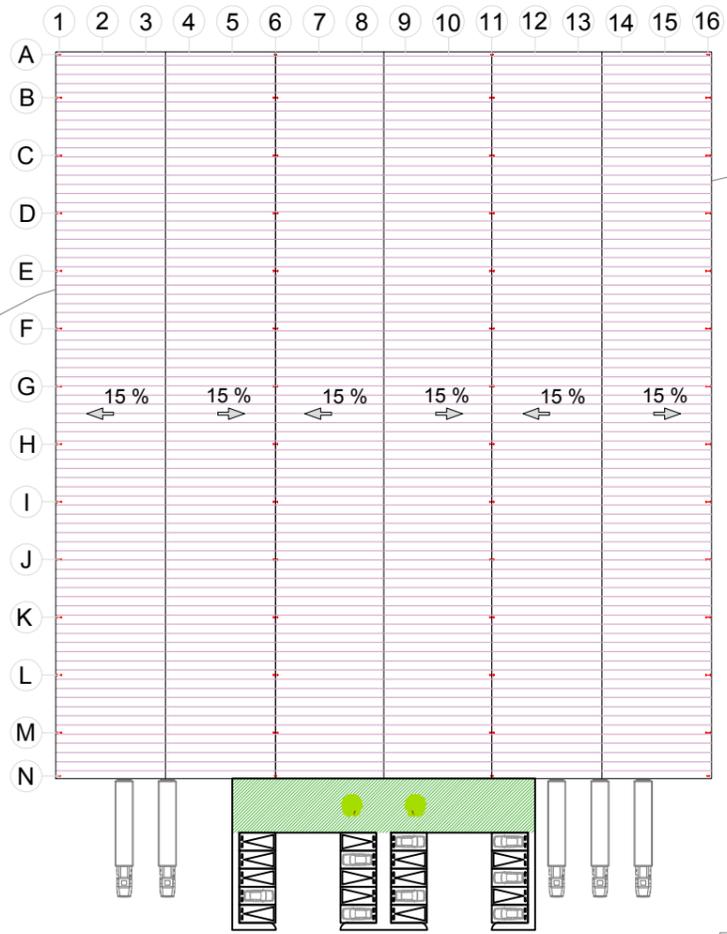
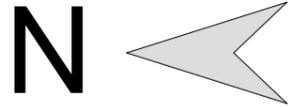
PRESUPUESTO TOTAL		
DETALLE		IMPORTE
PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE MATERIAL		\$ 159.655,04
GASTOS GENERALES	15%	\$ 23.948,26
BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	\$ 9.579,30
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		\$ 193.182,60
IMPUESTO DEL VALOR AÑADIDO (IVA)	12%	\$ 23.181,91
PRESUPUESTO DE LICITACIÓN		\$ 216.364,51

4. PLANOS

Los planos correspondientes a la instalación de sistema contra incendios se detallan a continuación:

- D00** Plano de accesos desde carreteras
- D01** Emplazamiento instalación SCI. Lindes y uso de parcelas adyacentes
- D02** Planta del establecimiento. Sectores de incendio. Superficies
- D03** Red de BIEs. Planta baja
- D04** Red de BIEs. Primera planta
- D05** Extintores portátiles. Planta baja
- D06** Extintores portátiles. Primera planta
- D07** Red de rociadores automáticos. Planta baja
- D08** Red de rociadores automáticos. Primera planta
- D09** Red de rociadores automáticos. Cubierta
- D10** Esquemas y detalles





MUEBLES DE LOS ANDES S.A.

OMNILIFE

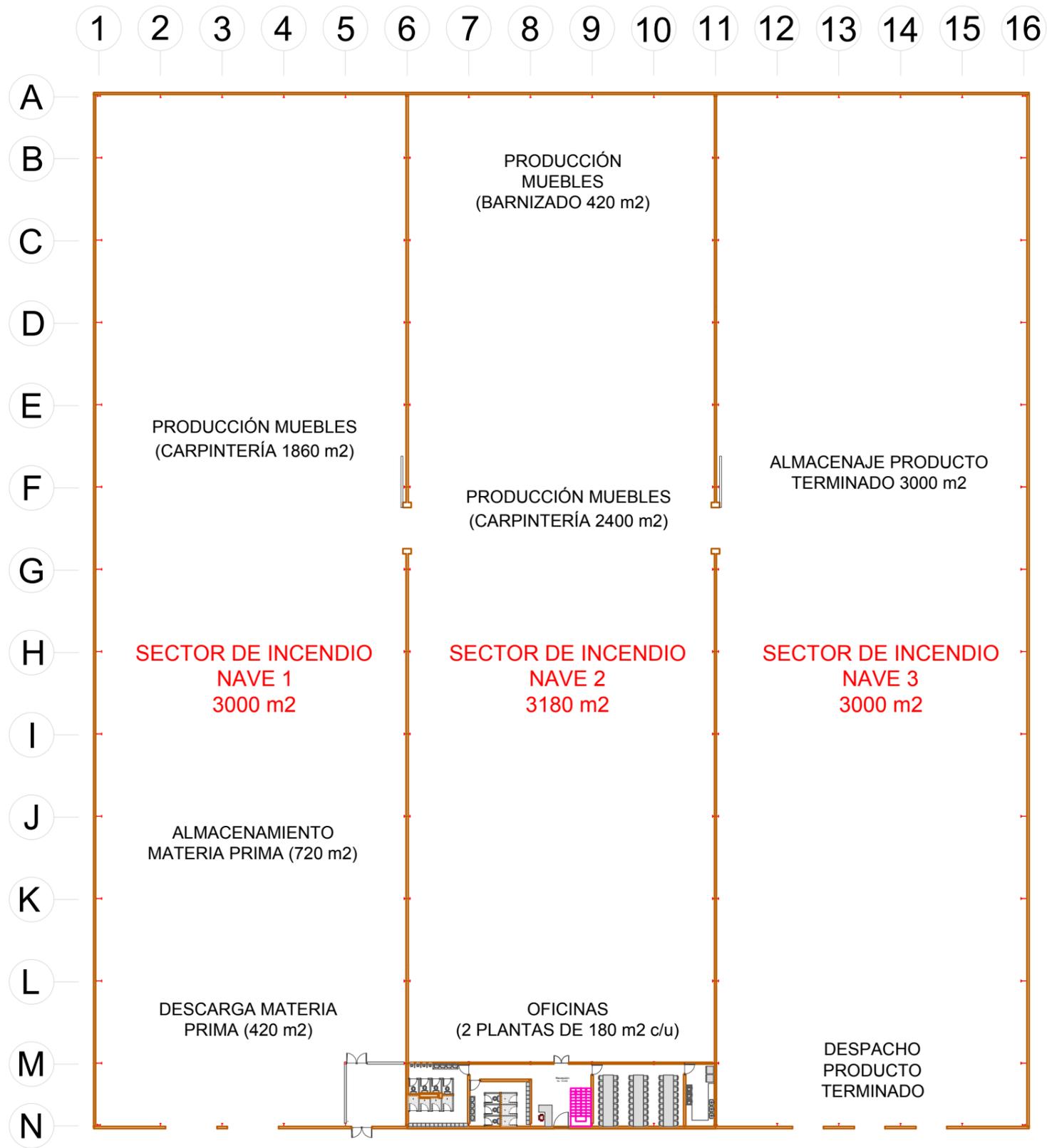
NOVACERO S.A.

IDEAL ALAMBREC BEKAERT

Pasaje S/N

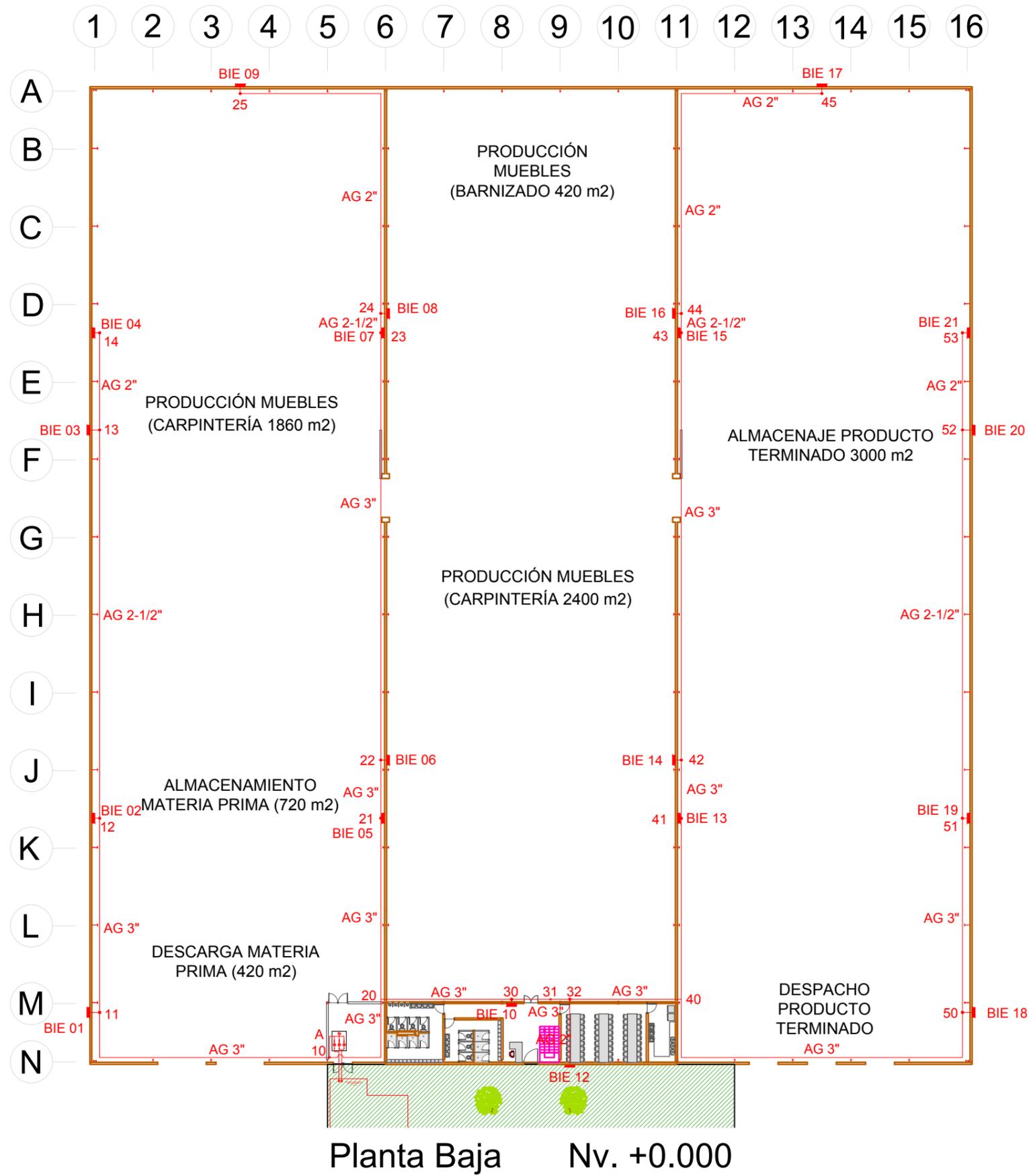
Calle S60 y E3

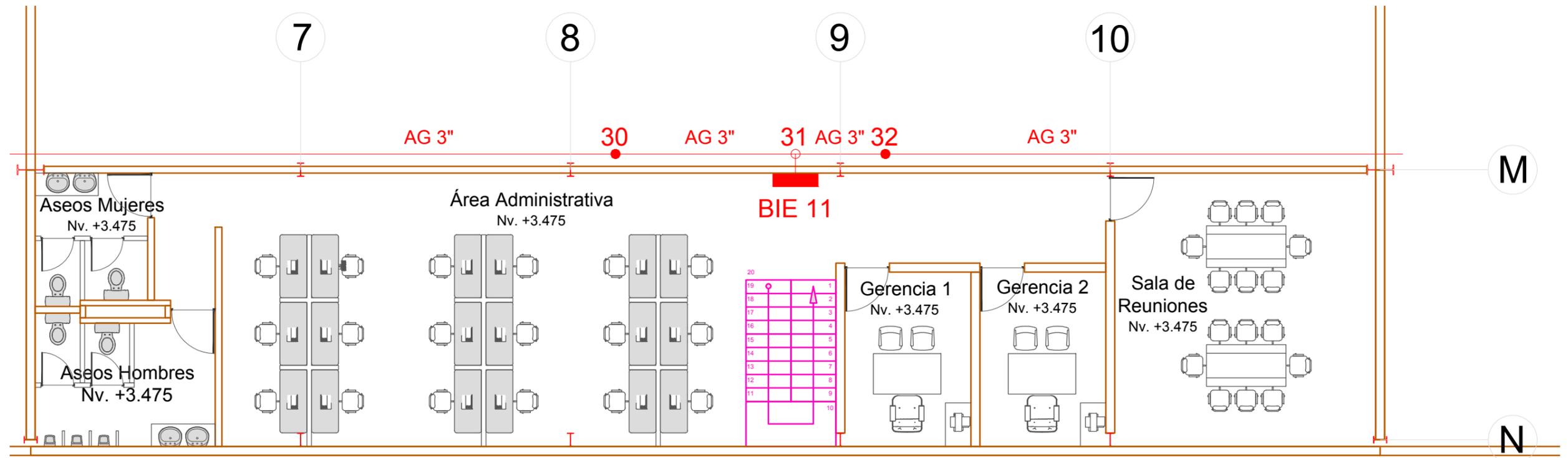
Calle S60 y E3



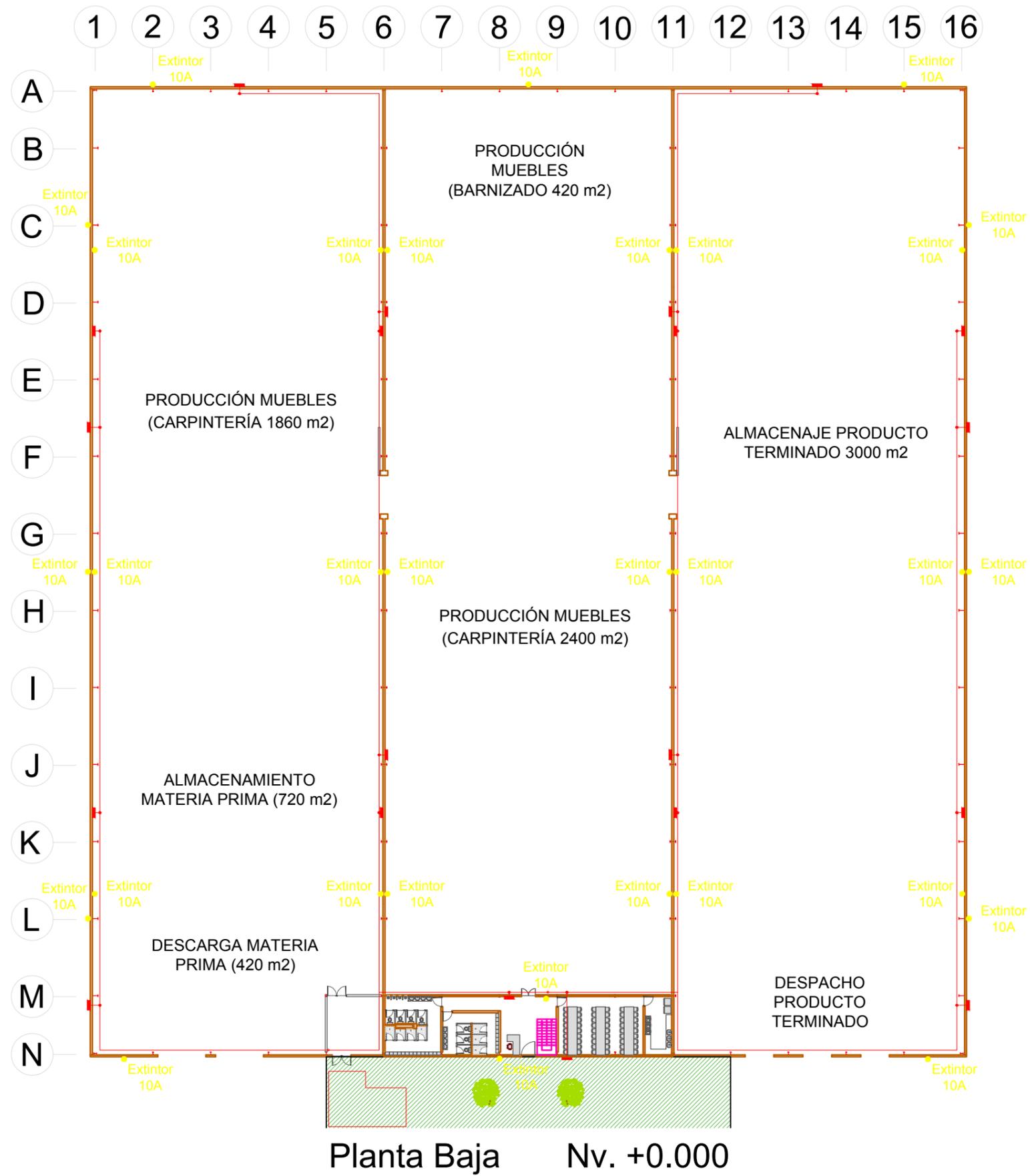
Planta Baja Nv. +0.000

Configuración del establecimiento: TIPO C

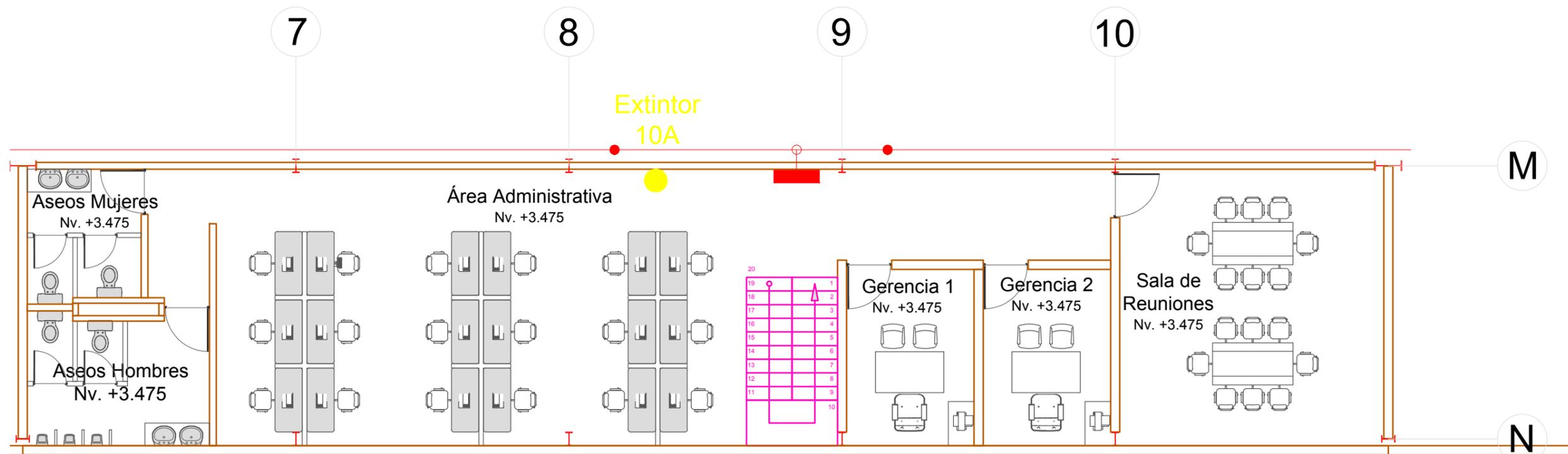




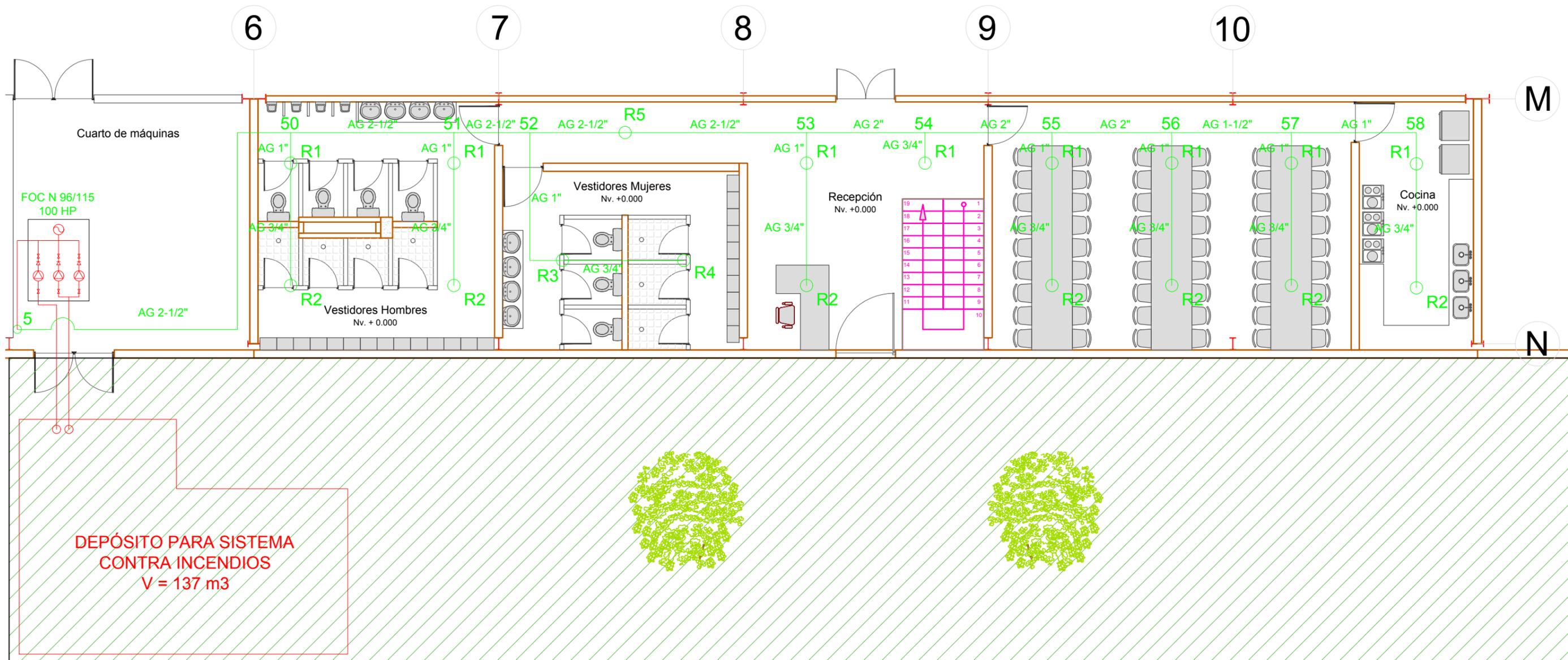
Primera Planta Nv. +3.475



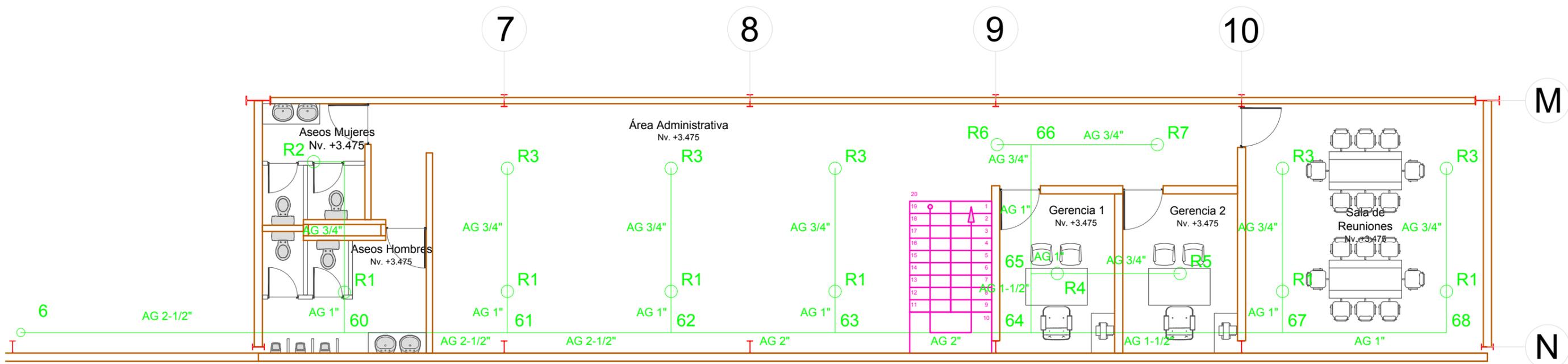
Planta Baja Nv. +0.000



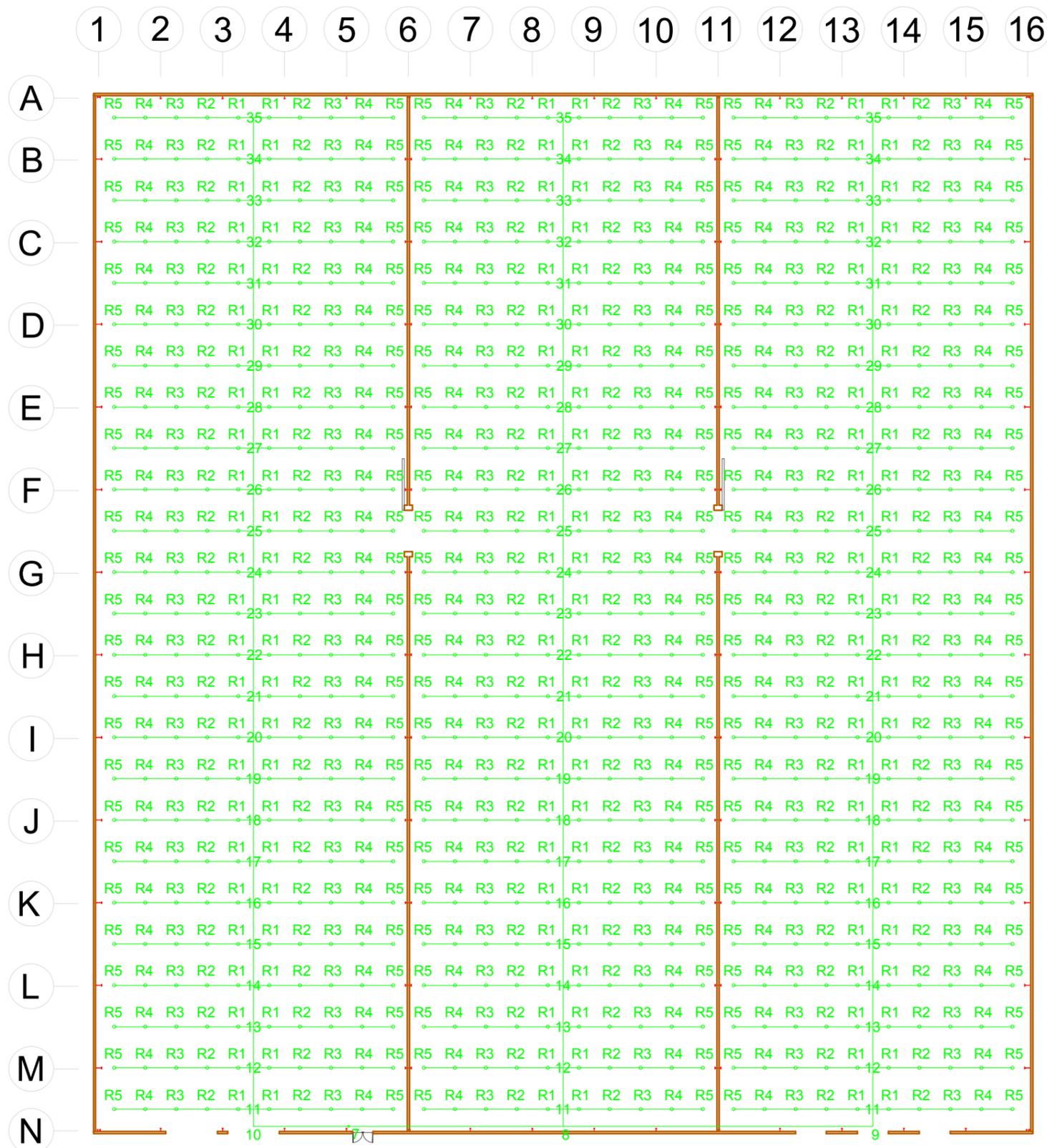
Primera Planta Nv. +3.475



Planta Baja Nv. +0.000

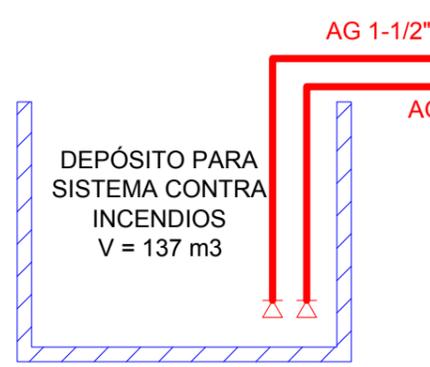
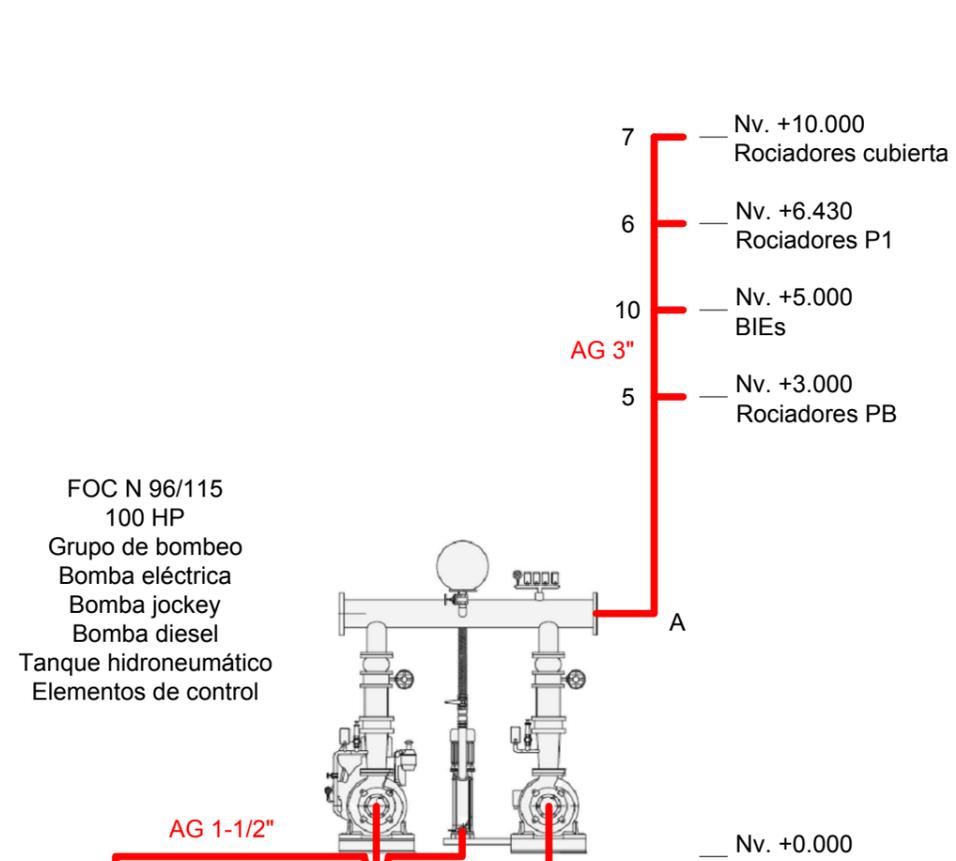


Primera Planta Nv. +3.475

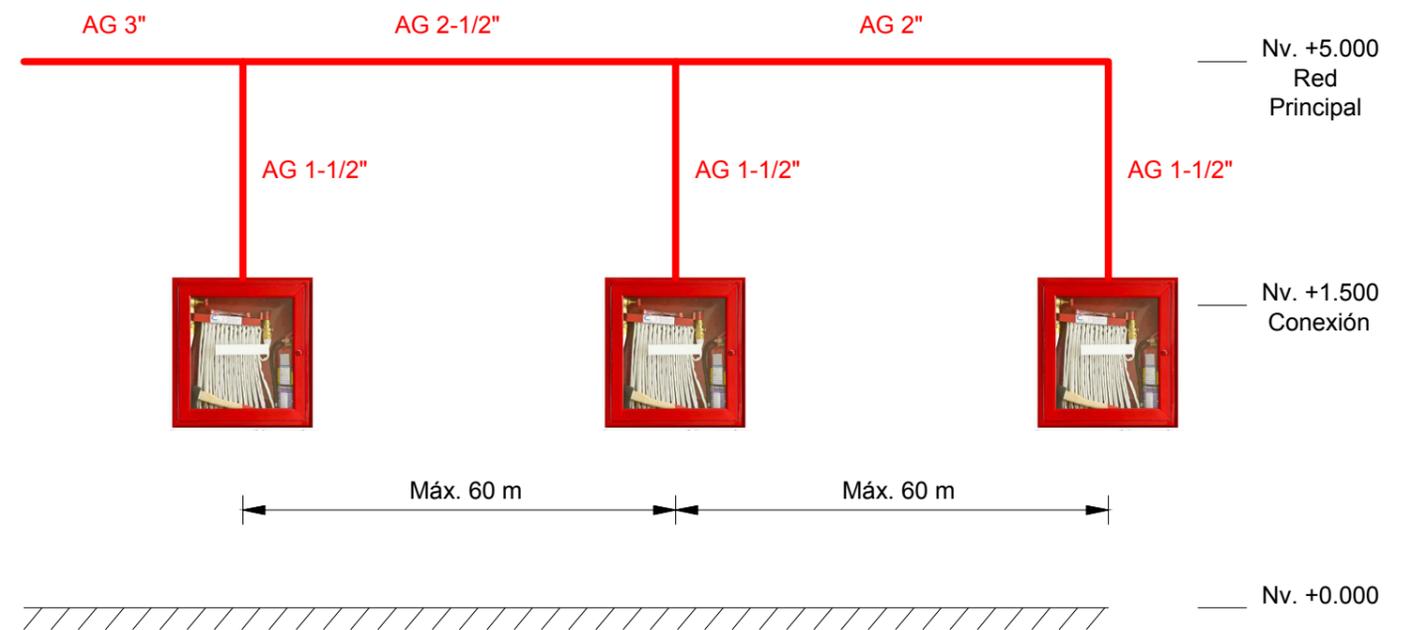


DIÁMETRO CONDUCCIONES		
INICIO	FIN	DN (in)
11-35	R1	AG 1-1/2"
R1	R2	AG 1-1/2"
R2	R3	AG 1-1/4"
R3	R4	AG 1"
R4	R5	AG 3/4"
Redes principales y colectores		AG 3"

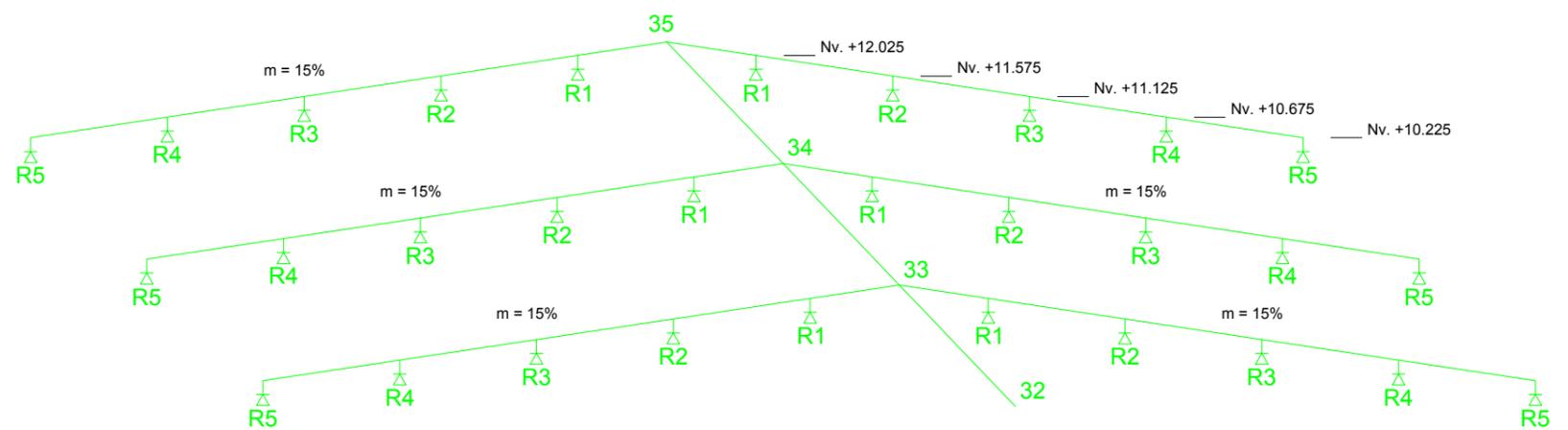
Red de rociadores suspendidos de cubierta



Esquema Grupo de Bombeo



Esquema Bocas de Incendio Equipadas



Esquema Ramal de Rociadores en Cubierta