

**PLANTEAMIENTO DE DISEÑO Y REUBICACIÓN DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE LA PTAR RÍO FRÍO DE
EMPAS S.A. CONFORME A LA NORMA NTC ISO/IEC 17025:2017 Y LA
RAS 2017**

PRESENTADO POR:

EDWIN ANDRES DURAN LEON

JUAN SEBASTIAN ARDILA DIAZ

DIRECTOR

JUAN CARLOS FORERO SARMIENTO



Firma director

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL

BUCARAMANGA ESCUELA DE INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CIVIL COMITÉ DE TRABAJOS

DE GRADO BUCARAMANGA

2021

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresamos nuestros agradecimientos a:

Dios todopoderoso, que nos brinda la posibilidad de vivir cada día y de estar aquí, abriéndonos paso a la vida profesional.

Las personas que día a día nos motivan a salir adelante, a crecer como personas, a soñar en grande y de quienes han surgido nuestros valores y principios, nuestras familias.

Al personal docente y administrativo de la universidad, quienes han contribuido de manera directa con la formación de profesionales integrales, mediante la transmisión del conocimiento y la experiencia.

A la empresa EMPAS S.A, quienes abrieron sus puertas para darnos la posibilidad de llevar a cabo este proyecto bajo su aprobación y acompañamiento.

A los seres queridos, cercanos y conocidos que contribuyeron en algún momento con el aprendizaje no solo profesional, sino personal; aquellos consejos, palabras que motivaron a seguir adelante en algún momento. A todos gracias.

EDWIN ANDRÉS DURÁN LEÓN

JUAN SEBASTIÁN ARDILA DÍAZ

Contenido

1. Introducción	9
2. Objetivos	10
2.1 Objetivo general	10
2.2 Objetivos específicos	10
3. Justificación	11
4. Alcance	12
5. Marco histórico	13
6. Marco normativo	14
6.1. NTC ISO/IEC 17025 DE 2017	14
6.2. RAS-2017	14
7. Ubicación del proyecto	15
8. Diagnóstico.....	17
8.1 Área	18
8.2 Pruebas ejecutadas en Ptar Río Frío	20
8.3 Equipos existentes	22
8.4 Establecimiento de condiciones.....	23
9. Planteamiento del diseño	37
9.1 Grupo de uso de la edificación y coeficiente de importancia	37
9.2 Características sísmicas.....	40
9.3 Terreno designado para nueva ubicación.....	41
9.4 Diseño arquitectónico propuesto	43
9.5 Diseño estructural propuesto	45

9.5.1 Cimentación	45
9.5.1.1 Estudio geotécnico	47
9.5.1.2 Mejoramiento del suelo	49
9.5.1.3 Vigas de cimentación	49
9.5.2 Placa contrapiso	51
9.5.3 Columnas 20x20 (concreto 3000 psi)	52
9.5.4 Vigas 20x20 (concreto 3000 psi)	53
9.5.5 Mampostería	54
9.5.6 Losa maciza	55
9.5.7 Mesones	56
9.5.8 Puertas y ventanas	57
9.5.9 Acabados	58
10. Estimación de cantidades de obra	59
11. Conclusiones	72
12. Referencias bibliográficas	74
13. Anexos	75

Lista de tablas

Tabla 1	Tabla de ensayos ejecutados en Ptar. Fuente: elaboración propia	20
Tabla 2	Equipos existentes en laboratorio. Fuente: elaboración propia	22
Tabla 3	Verificación de equipos necesarios. Fuente: elaboración propia.	24
Tabla 4	Clasificación de equipos por área de trabajo. Fuente: elaboración propia	27
Tabla 5	Requisitos establecidos por la RAS 2017 CAP. 14. Fuente: elaboración propia	32
Tabla 6	Grupo de uso de la edificación. NSR10. Fuente: elaboración propia	37
Tabla 7	TABLA A.2.5-1 Coeficiente de importancia. Fuente: NSR 10	39
Tabla 8	Aceleración y Velocidad Horizontal Pico. NSR-10 TITULO A.2.3-2	40
Tabla 9	Áreas de diseño por zonas. fuente: Elaboración propia.	44
Tabla 10	Investigación mínima para cimentaciones. Elaboración propia. Información tomada de NSR-10(Título E.1.1)	46
Tabla 11	Casos de aplicación de estudio geotécnico. Elaboración propia. Información NSR-10 TITULO E.2.1.2	47
Tabla 12	Valores de coeficiente Fa. Fuente: NSR-10 Título a.2.4-3	48
Tabla 13	Valores del coeficiente Fv. Fuente: NSR-10 Título A.2.4-4	48
Tabla 14	Valores mínimos a considerar en diseño de cimentación. Fuente: NSR-10 Título E.2.1.	50
Tabla 15	Refuerzo mínimo de losas macizas. Fuente: NSR-10 Título E.5.1-2	55
Tabla 16	Agrupación de elementos estructurales para cálculo de cantidades. Fuente: Elaboración propia.	59
Tabla 17	Cantidades de obra para ejecución del proyecto. Fuente: elaboración propia	64
Tabla 18	Cantidades por dosificación de concretos. Fuente: elaboración propia.	68
Tabla 19	Cantidades por dosificación de mortero de pega y cantidad de ladrillos. Fuente: elaboración propia	69
Tabla 20	Cantidad de aceros por número de barra requerido por el diseño. Fuente: elaboración propia	69

Lista de ilustraciones

<i>Ilustración 1 UBICACIÓN NACIONAL Y DEPARTAMENTAL PTAR. Tomado de: Plataforma virtual AMB</i>	15
<i>Ilustración 2 UBICACIÓN LOCAL PTAR. Tomado de: Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB)</i>	16
<i>Ilustración 3 PTAR Río Frío Empas S.A.</i>	17
<i>Ilustración 4 Casona PTAR Río Frío- Laboratorio</i>	17
<i>Ilustración 5 Planta laboratorio PTAR</i>	18
<i>Ilustración 6 Condiciones laboratorio 2</i>	19
<i>Ilustración 7 condiciones laboratorio 1</i>	19
<i>Ilustración 8 Condiciones de laboratorio 3</i>	19
<i>Ilustración 9 Condición estructural 2</i>	20
<i>Ilustración 10 Condición estructural 1</i>	20
<i>Ilustración 11 Mapa de zonas de amenaza sísmica. Fuente: Tomada de NSR-10 Título A.</i>	40
<i>Ilustración 12 CASONA-Actual ubicación del laboratorio. Tomada en visita técnica a la planta.</i>	41
<i>Ilustración 13 UBICACIÓN ACTUAL VS LOTE DE REUBICACIÓN. Fuente: Google mapas vista satélite</i>	42
<i>Ilustración 14 TERRENO DE REUBICACIÓN. Tomada en visita técnica a la PTAR.</i>	42
<i>Ilustración 15 PLANTA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO. Fuente: AutoCAD-elaboración propia</i>	43
<i>Ilustración 16 Ubicación del diseño planteado respecto a edificación existente. Fuente: AutoCAD, elaboración propia</i>	45
<i>Ilustración 17 SECCIÓN DE VIGA TIPO DE CIMENTACIÓN. FUENTE: AutoCAD elaboración propia.</i>	50
<i>Ilustración 18 SECCION DETALLE DE PLACA DE CONTRAPISO. Fuente: AutoCAD, elaboración propia.</i>	51
<i>Ilustración 19 SECCION DE COLUMNA TIPO. Fuente: AutoCAD. Elaboración propia.</i>	53
<i>Ilustración 20 SECCION DE VIGA TIPO. FUENTE: AutoCAD, elaboración propia</i>	54
<i>Ilustración 21 Detalle de placa entrepiso. Fuente: AutoCAD, elaboración propia.</i>	55
<i>Ilustración 22 MESONES DE TRABAJO PREFABRICADOS. FUENTE: TITANIUM COLOMBIA-Línea de mesones</i>	56
<i>Ilustración 23 DETALLE DISTRIBUCIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS. Fuente: ArchiCAD, elaboración propia.</i>	58
<i>Ilustración 24 Planta de distribución arquitectónica y ejes constructivos. Fuente: Elaboración propia ArchiCAD.</i>	59

Lista de anexos

<i>ANEXO 1 Plano de vigas de cimentación y concreto ciclópeo</i>	<i>75</i>
<i>ANEXO 2 Plano placa de contrapiso y columnas.....</i>	<i>76</i>
<i>ANEXO 3 Plano vigas elevadas y cubierta.....</i>	<i>77</i>
<i>ANEXO 4 Detalle plano arquitectónico de diseño</i>	<i>78</i>

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: PLANTEAMIENTO DE DISEÑO Y REUBICACIÓN DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE RÍO FRÍO DE EMPAS S.A. CONFORME A LA NORMA NTC ISO/IEC 17025:2017 Y LA RAS 2017

AUTOR(ES): Juan Sebastián Ardila Díaz
Edwin Andrés Durán León

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Juan Carlos Forero Sarmiento

RESUMEN

En una planta de tratamiento de aguas residuales es importante garantizar la veracidad y confiabilidad de las pruebas de análisis y control realizadas en el laboratorio; para ello se debe contar con las condiciones óptimas de estructura, áreas, equipos y funcionalidad que garanticen su competencia. Debido a que actualmente el laboratorio de análisis y control de calidad de la planta de tratamiento de aguas residuales de Río Frío no cuenta con las condiciones estructurales y normativas se implementa una reubicación y un diseño basado en la normativa colombiana vigente para la competencia de los laboratorios y sus parámetros en cuanto a diseño, distribución de espacios y áreas requeridas, mediante la aplicación de conceptos como el sistema reticular de vigas de cimentación, sistema de diafragmas y mampostería confinada. Además, se propone un diseño arquitectónico óptimo que considera y aprovecha la acción de agentes externos como el sol y el viento.

PALABRAS CLAVE:

Laboratorio, diseño, normativa, reubicación, pruebas, competencia, calidad.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: DESIGN APPROACH AND RELOCATION OF THE ANALYSIS AND QUALITY CONTROL LABORATORY OF THE WASTEWATER TREATMENT PLANT OF RÍO FRÍO DE EMPAS S.A. CONFORMING TO NTC ISO / IEC 17025: 2017 AND RAS 2017

AUTHOR(S): Juan Sebastián Ardila Díaz
Edwin Andrés Durán León

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Juan Carlos Forero Sarmiento

ABSTRACT

In a wastewater treatment plant it is important to guarantee the veracity and reliability of the analysis and control tests carried out in the laboratory; For this, it must have the optimal conditions of structure, areas, equipment and functionality that guarantee its competence. Due to the fact that currently the analysis and quality control laboratory of the Río Frío wastewater treatment plant does not have the structural and regulatory conditions, a relocation and design is implemented based on the current Colombian regulations for the competence of the laboratories. and its parameters in terms of design, distribution of spaces and required areas, through the application of concepts such as the lattice system of foundation beams, diaphragm system and confined masonry. In addition, an optimal architectural design is proposed that considers and takes advantage of the action of external agents such as the sun and the wind.

KEYWORDS:

Laboratory, design, regulations, relocation, tests, competition, quality

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. Introducción

El proceso de tratamiento de aguas residuales contribuye directamente y de manera positiva a la recuperación, descontaminación y mejoramiento de las condiciones fisicoquímicas de grandes cantidades de agua, optimizando las características de un recurso vital para la humanidad. Este proceso requiere de cierto tipo de pruebas para realizar el análisis, control de calidad y que a su vez exigen confiabilidad y precisión para garantizar la efectividad misma del proceso, su veracidad y real impacto. Actualmente la PTAR DE RÍO FRÍO DE EMPAS S.A. cuenta con un laboratorio cuyas instalaciones superan los 25 años de vida útil, espacio que no se encuentra conforme a los requisitos óptimos normativos vigentes en el campo estructural, técnico, físico y de competencia para la correcta ejecución de los métodos. Además, se tiene la necesidad de acudir a laboratorios externos para la ejecución de ciertas pruebas lo que expone a riesgos de alteración de las condiciones naturales de las muestras por factores relacionados con el manejo y transporte, lo que genera poca confiabilidad en la veracidad de los resultados y las características reales del agua sometida a estos métodos de control. Por ello es importante contar con unas instalaciones que estén acordes a la normativa vigente; siendo estos puntos de referencia normativa la norma RAS 2017 y la NTC ISO/IEC 17025:2017 que regulan los requerimientos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Implementar un modelo de diseño del laboratorio de análisis y control de calidad de la PTAR RIO FRIO de EMPAS S.A. priorizando los requerimientos de la PTAR y cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma de requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración (NTC ISO/IEC 17025:2017) y el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico (RAS 2017).

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Realizar un diagnóstico del estado actual del laboratorio y evaluar si cumple con los requisitos técnicos (estructura, equipos, mobiliario y áreas de trabajo) establecidos en la norma RAS 2017 (C.14 Edificio de Operación), en la NTC ISO/IEC 17025:2017 y los requerimientos propuestos en el Instructivo Soporte Analítico – Ptar Rio Frio para el desarrollo de las actividades de acuerdo con los métodos.

2.2.2 Identificar los requerimientos básicos del laboratorio según el Instructivo Soporte Analítico – Ptar Rio Frio, la norma RAS 2017 y la norma NTC ISO/IEC 17025:2017, con el fin de cumplir con el diseño óptimo para el funcionamiento de éste.

2.2.3 Realizar el diseño conforme a lo establecido en la NSR-10 y la RAS 2017, llevando el proyecto hasta la fase de análisis estructural elaborando los planos de ubicación y distribución espacial que contengan los ajustes normativos requeridos partiendo de la clasificación de la planta en cuanto a nivel de complejidad e implementando un modelo BIM; esto desarrollado bajo la supervisión del área de ingeniería de la PTAR RÍO FRÍO con la finalidad de optimizar los resultados obtenidos por la propuesta académica.

2.2.4 Informe final requerido para la construcción y adecuación del laboratorio de análisis y control de calidad de la Ptar Rio Frio, el cual debe contener:

2.2.4.1 Memorias de Diseño correspondientes a distribución y ubicación de espacios.

2.2.4.2 Planos de Construcción (Arquitectónicos/Estructurales).

2.2.4.3 Especificaciones y requerimientos técnicos en detalles constructivos.

2.2.4.4 Cantidades de obra.

3. Justificación

Para lograr un óptimo seguimiento a la efectividad del proceso de tratamiento de aguas residuales, es necesario establecer condiciones de entrada y salida veraces y por ende el correcto desarrollo y aplicación de las pruebas de laboratorio de manera que los resultados sean confiables, ejecutados in situ y sin exposición a riesgos de alteración de muestra. Por ello es importante que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Río Frío cuente con las condiciones propias de estructura, espacios, funcionamiento y competencia para la ejecución de las diferentes pruebas conforme a la norma de requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración (NTC ISO/IEC 17025:2017), el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico (RAS 2017), el Instructivo de soporte analítico de la PTAR RÍO FRÍO, la normativa colombiana vigente y los requerimientos de la empresa EMPAS S.A.

4. Alcance

Se busca plantear una propuesta de diseño a nivel académico para la reubicación, adecuación y ampliación de las instalaciones del laboratorio de análisis y control de calidad de la planta de tratamiento de aguas residuales de río frío cumpliendo con la norma NTC ISO/IEC 17025 de 2017 que establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico (RAS 2017) y la normativa colombiana vigente. Dentro de las actividades a desarrollar en el proyecto se establecen:

- Estudio diagnóstico con documentación de las condiciones necesarias para el cumplimiento de los requisitos de la NTC ISO/IEC 17025/2017, la RAS 2017 y los requerimientos del Instructivo Soporte Analítico-PTAR RÍO FRÍO establecidos.
- Establecer según la clasificación por complejidad de la planta las áreas requeridas en el laboratorio (áreas de seguridad, áreas de trabajo, áreas administrativas...) cumplimiento con la normativa colombiana vigente.
- Presentación de planos y memorias correspondientes al diseño del laboratorio de análisis y control de calidad de la PTAR de Río Frío que corresponden a la distribución y ubicación de espacios (zonas de seguridad, zonas de almacenamiento, zonas de trabajo, mobiliario y zonas requeridas según la normativa).
- Informe final que contenga las memorias de diseño, los planos y las especificaciones de detalles constructivos correspondientes.

5. Marco histórico

La Empresa Pública de Alcantarillado de Santander EMPAS S.A E.S.P., nació el 19 de octubre del 2006. Esta empresa se constituyó debido a que el consejo de estado dispuso que la CDMB Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, no tiene las competencias para seguir prestando el Servicio Público de Alcantarillado en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

Esta empresa prestadora de servicios públicos está regida por las leyes 142 y 123 de 1994, por lo cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones o reglamentos que la constituyen, de forma que garantice la gestión integral de sus procesos en procura de una mejor calidad de vida y la protección al medio ambiente.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Rio Frio inicia su diseño en el año 1984 finalizando su construcción de primera fase en el año 1991, desde ese entonces ha venido implementando nuevas tecnologías y mejoras en su sistema de tratamiento e infraestructura proyectándose a ser la empresa líder en Santander.

La PTAR Rio Frio fue concebida con un sistema anaerobio, es decir, un tratamiento preliminar, reactores UASB y como tratamiento secundario las lagunas facultativas las cuales eran las principales fuentes de olores en la zona. El crecimiento poblacional impulsó el proceso de modernización de la planta destacando la sustitución del tratamiento secundario por la implementación de la tecnología de Lodos Activados. De esta forma se mejoró la eficiencia del tratamiento de aguas entregando un agua más limpia a Rio Frio y eliminando la concentración de olores en la zona.

De acuerdo con su plan de modernización, la planta debe implementar la normativa vigente específica, NTC ISO/IEC 17025:2017 debido a la necesidad de actualización de normativas; lo que los conduce a alcanzar la acreditación por medio de diversos procesos y acciones inherentes a la operación adecuada del laboratorio y sus métodos para garantizar la eficacia en su sistema de tratamiento.

6. Marco normativo

Actualmente dentro de la normativa vigente colombiana a la hora de tratar temáticas referentes a la competencia de los laboratorios y su funcionalidad se deben tener en cuenta la Norma Técnica Colombiana NTC ISO/IEC 17025 DE 2017 y la Normativa referente al Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS 2017. De las que se resaltan los siguientes aspectos:

6.1. NTC ISO/IEC 17025 DE 2017

Por medio de esta normativa se especifican los requisitos generales para la competencia, imparcialidad y la operación coherente de los laboratorios con el fin de establecer si se encuentran aptos para ser acreditados de calidad, evaluando aspectos referentes a la organización, modo de operación, condiciones estructurales, imparcialidad y confidencialidad.

Para esta normativa se define como laboratorio todo aquel organismo que realiza una o más de las siguientes actividades:

- Ensayos
- Calibración
- Muestreo, relacionado con el subsiguiente ensayo o calibración.

Cada uno de los requisitos establecidos en la normativa son evaluados con la finalidad de garantizar la confiabilidad de los procesos desarrollados en las instalaciones de los laboratorios a nivel nacional.

6.2. RAS-2017

Mediante el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS 2017, se señalan los requisitos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos operativos que se utilicen en la prestación de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo y sus actividades complementarias. Por

ende, se toma la normativa centrada en el TÍTULO C que refiere a los SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN. Acorde a la normativa colombiana de construcción sismo resistente NSR-10 a la cual se ciñe la RAS por medio de la resolución 0330 de 2017 del reglamento técnico.

Entonces teniendo en cuenta el Titulo C capítulo 14.4 sobre ASPECTOS DE DISEÑO, se permite evaluar requisitos referentes a áreas mínimas a considerar según sea la complejidad definida para la planta por la misma normativa, equipos, operación, organización, separación de área de trabajo microbiológica y fisicoquímica y demás aspectos que rigen el correcto funcionamiento de las instalaciones de un laboratorio de análisis y control de calidad de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Además, contribuye a la evaluación y control de la calidad, confiabilidad y veracidad de los ensayos y calibraciones realizados, teniendo en cuenta aspectos como la exposición al ruido, iluminación, áreas de trabajo óptimas, sistema de transporte y almacenamiento de muestras confiable y demás variables que influyen de manera directa en la correcta ejecución de los métodos dentro de las instalaciones de un laboratorio.

7. Ubicación del proyecto

La planta de tratamiento de aguas residuales de Río Frío se encuentra ubicada en territorio colombiano perteneciente al departamento de Santander, en inmediaciones de la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana.



Ilustración 1 UBICACIÓN NACIONAL Y DEPARTAMENTAL PTAR. Tomado de: Plataforma virtual AMB

Exactamente la planta de tratamiento de aguas residuales de Río Frío se encuentra ubicada sobre el anillo vial en dirección Girón-Floridablanca en cercanías con la zona franca de Santander; actualmente clasifica como una planta de alta complejidad debido a su capacidad para tratar 520 L/s de agua al cuerpo receptor “el Río Frío”.

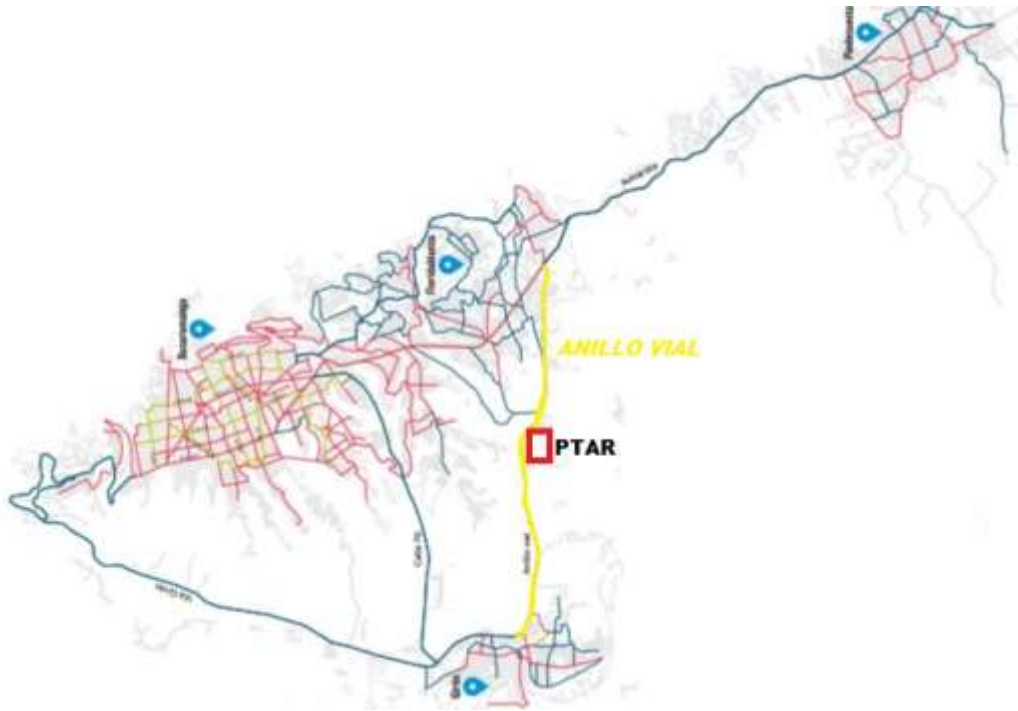


Ilustración 2 UBICACIÓN LOCAL PTAR. Tomado de: Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB)

En la siguiente imagen se aprecia la extensión total de la planta y enmarcado en color amarillo el ingreso principal (ilustración 3). Esta cuenta con un área total que supera las 14 hectáreas. La zona enmarcada con rojo acude a la zona de intervención (ilustración4). Allí se encuentra la casona construida teniendo en cuentas las técnicas de construcción antiguas y donde están dispuestas las instalaciones del laboratorio. Esta zona es la primera que se puede encontrar a mano derecha una vez se ingresa a la planta, se encuentra en cercanía a la cafetería y a la zona de reunión de personal.



Ilustración 3 PTAR Río Frío Empas S.A

Dentro de la casona se disponen las oficinas del personal encargado de la planta, así como también las actuales instalaciones del laboratorio de análisis y control de calidad en uno de sus extremos. Este cuenta con un área neta de aproximadamente 48 M2, donde se disponen zonas de trabajo, almacenamiento, biblioteca y oficina interna del encargado del laboratorio.



Ilustración 4 Casona PTAR Río Frío- Laboratorio

8. Diagnóstico

Con el fin de dar cumplimiento a las normativas NTC ISO/IEC 17025:2017 y RAS 2017 que refieren a los requerimientos generales para la competencia de los laboratorios

de ensayo y calibración, se parte del establecimiento de condiciones mediante el diagnóstico inicial referente al estado actual de las instalaciones del laboratorio de análisis y control de calidad de la PTAR de Río Frío. Este se realiza mediante visitas técnicas programadas bajo el acompañamiento y supervisión del personal encargado del laboratorio, estableciéndose de esta manera un registro detallado con información correspondiente a lo siguiente:

8.1 Área

Este es uno de los aspectos importantes a la hora de realizar el diagnóstico inicial. Se tiene entonces que actualmente el laboratorio de análisis y control de calidad cuenta con un área total de aproximadamente 47.93 m² internos.



Ilustración 5 Planta laboratorio PTAR

El laboratorio cuenta con mesones distribuidos en la periferia y centro de las instalaciones; en estos mesones se encuentran ubicados los equipos empleados en la ejecución de pruebas, así como también las herramientas adicionales para la correcta aplicación de los métodos. Cuenta con una zona de oficina y biblioteca ubicada en el mismo espacio de trabajo sin ningún tipo de aislamiento. En la bahía central se

encuentra dispuesta una llave para el suministro de agua y a su vez un canal de desagüe que se encuentra en la zona central de la bahía funcionando como sistema recolector.

Se logra identificar que el laboratorio funciona como conjunto en cuanto a la ejecución de pruebas, las cuales deberían ser separadas por áreas. No se logra diferenciar que área corresponde a zona de trabajo fisicoquímico y cual a microbiológico.

Ilustración 7 condiciones laboratorio 1



En la imagen se aprecia la actual disposición de zonas de trabajo y equipos del laboratorio.

Ilustración 6 Condiciones laboratorio 2



Se puede apreciar que las mesas y sillas correspondientes a la oficina del laboratorista se encuentran dentro de las mismas áreas de

Ilustración 8 Condiciones de laboratorio 3



Se aprecia en la imagen el mesón o isla central con el que cuenta el laboratorio, así como su canal de desagüe central.

Además, se logra observar que las condiciones estructurales de la construcción donde se encuentra ubicado el laboratorio no son óptimas debido a la antigüedad de esta y su

sistema constructivo, ya que cuenta con cubierta de cañabrava y elementos estructurales anteriores a la NSR 10.

Esto representa un alto riesgo de colapso en caso de intervención para modificación o al presentarse una situación de emergencia que se produzca tanto por factores internos del laboratorio (incendios, derrame de sustancias inflamables, etc.) como también por los mismos riesgos a los que se encuentra expuesto de manera externa (temblores, tempestades, etc.).

Ilustración 10 Condición estructural 1



La ilustración 10 permite evidenciar el estado y sistema estructural de la actual casona donde funciona el laboratorio.

Ilustración 9 Condición estructural 2




Esta ilustración permite observar una evidente fisura que se desplaza desde el marco de la ventana hasta la estructura de cubierta.

8.2 Pruebas ejecutadas en Ptar Río Frío

Dentro de la documentación propia de la empresa, se encuentra el documento titulado: Instructivo Soporte Analítico-PTAR Río Frío/ITTIAR-11, donde se establecen los métodos y pruebas que son ejecutadas en las instalaciones del laboratorio de control y calidad de la PTAR de Río Frío, las cuales son:

Tabla 1 Tabla de ensayos ejecutados en Ptar. Fuente: elaboración propia

1	ENSAYO O PRUEBA
	<p style="text-align: center;">ENSAYO O PRUEBA</p>
	<p style="text-align: center;">Determinación de PH y Temperatura</p>

2	Determinación de Oxígeno Disuelto (OD)
3	Determinación de Conductividad y Sólidos Disueltos Totales
4	Determinación de Alcalinidad
5	Determinación de Ácidos Grasos Volátiles (AGV)
6	Determinación de Turbiedad
7	Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)
8	Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
9	Determinación de Grasas y Aceites
10	Determinación de Sulfuros
11	Determinación de Sulfatos
12	Determinación de Tensoactivos
13	Determinación de Sólidos Sedimentables
14	Determinación de Sólidos Suspendidos
15	Determinación de Sólidos Totales
16	Determinación de Velocidad de Sedimentación
17	Determinación de la Actividad Metanogénica
18	Determinación del % de Humedad del Compostaje
19	Determinación del % de Porosidad y Densidad del Compostaje

20	Determinación del pH del Compostaje
21	Test de jarras

La mayoría de estas pruebas son actualmente ejecutadas en las instalaciones del laboratorio, otras por medio de laboratorios externos debido a los factores referentes al reducido espacio de trabajo, la capacidad de tratar muestras simultáneamente, las condiciones de aislamiento necesarias para la ejecución de ciertas pruebas y la asignación de su correspondiente zona (físicoquímica o microbiológica).

8.3 Equipos existentes

Para el desarrollo de los diferentes métodos es necesario contar con ciertos equipos que proporcionan las condiciones para la ejecución de las pruebas, por ello teniendo en cuenta la visita realizada y la información consignada en el instructivo soporte analítico de la PTAR Río Frío se registra la existencia y funcionamiento de los siguientes equipos:

Tabla 2 Equipos existentes en laboratorio. Fuente: elaboración propia

	 EQUIPO
1	Equipo de Aireación W10 MKII (tanque y motor)
2	Equipo Soxleth clásico
3	Baño maría
4	Equipo Test de Jarras Floculador 4 puestos
5	Termo reactor
6	Bomba de Vacío
7	Baño Serológico
8	Autoclaves

9	Plancha de Calentamiento y Agitación
10	Plancha de Calentamiento
11	Estufa
12	Incubadora
13	Balanza Analítica
14	Balanza Mecánica
15	Mufla
16	Destilador
17	Dsecador (diámetro: 30 cm)
18	Equipo multiparámetro con Sonda de oxígeno, pH y conductividad
19	Espectrofotómetro
20	Agitador Magnético Cerámico con Calefacción
21	Manta de Calentamiento 6p con Vidriería
22	Cabina Extractora de Gases
23	Homogenizador
24	Micropipetas

Cada uno de estos equipos se encuentra en estado funcional dentro de las instalaciones del laboratorio, se observa aglomeración de equipos sobre los mesones de trabajo y espacios de ejecución reducidos.


8.4 Establecimiento de condiciones

Una vez se registran las condiciones iniciales, las pruebas a ejecutar, los equipos de los cuales se dispone y su respectivo estado; se procede a la generación de las condiciones

que permiten dar cumplimiento a la normativa actual referente a los requerimientos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración (NTC ISO/IEC 17025/2017 y la RAS 2017).

Se parte entonces de la evaluación del cumplimiento de los parámetros de la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 acerca de los equipos necesarios con los que debe contar un laboratorio de análisis y control de calidad según las pruebas ejecutadas. Anteriormente y según lo registrado en el IITIAR-11 se establecieron las pruebas que se ejecutan en el laboratorio; por ello se establece entonces que según la normativa los equipos con los que se debe contar son:

Tabla 3 Verificación de equipos necesarios. Fuente: elaboración propia.



Formato de control de los equipos para medición y ensayos del laboratorio de aguas de la Ptar Río Frío según los parámetros de la norma NTC ISO/IEC 17025			
	METODOLOGÍA	EQUIPO	PROCESO DE SEGUIMIENTO
1	Determinación de PH y Temperatura	Tanque de Aireación	
2	Determinación de Oxígeno Disuelto (OD)		
3	Determinación de Conductividad y Sólidos Disueltos Totales	Agitador Magnético, Equipo multiparámetro con sonda de conductividad	
4	Determinación de Alcalinidad	Equipo multiparámetro con sonda de pH, Agitador magnético	
5	Determinación de Ácidos Grasos Volátiles (AGV)	Equipo multiparámetro con sonda de pH, Plancha de Calentamiento, Agitando magnético	

6	Determinación de Turbiedad	Agitador magnético	SE CUENTA CON LOS EQUIPOS NECESARIOS ESTABLECIDOS POR LA NTC ISO/IEC 17025 PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LOS MÉTODOS, ESTOS EQUIPOS ACTUALMENTE SE ENCUESTRAN FUNCIONALES DENTRO DE LAS INSTALACIONES DE LA PTAR DE RÍO FRÍO. SE HACE ENFOQUE EN LA NECESIDAD DE OPTIMIZAR LAS CONDICIONES DE UBICACIÓN Y ESPACIAMIENTO DE ESTOS.
7	Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Espectrofotómetro, Termo reactor, Agitador magnético	
8	Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Incubadora, Equipo multiparámetro, Agitador magnético, Balanza analítica, Estufa, Motor de aireación	
9	Determinación de Grasas y Aceites	Bomba de vacío, Estufa, Desecador, Plancha de calentamiento, Balanza analítica, Equipo Soxleth	
10	Determinación de Sulfuros	Espectrofotómetro	
11	Determinación de Sulfatos	Espectrofotómetro	
12	Determinación de Tensoactivos	Espectrofotómetro	
13	Determinación de Sólidos Sedimentables		
14	Determinación de Sólidos Suspendidos	Desecador, Estufa, Mufla, Balanza analítica, Bomba de vacío, Agitador magnético	
15	Determinación de Sólidos Totales	Desecador, Estufa, Mufla, Balanza analítica, Baño maría, Agitador magnético	
16	Determinación de Velocidad de Sedimentación		

17	Determinación de la Actividad Metanogénica	Mufla, Estufa, Balanza analítica, Desecador, Bomba de vacío, Agitador magnético	
18	Determinación del % de Humedad del Compostaje	Estufa, Mufla, Desecador, Balanza analítica	
19	Determinación del % de Porosidad y Densidad del Compostaje	Balanza analítica	
20	Determinación del pH del Compostaje	Balanza analítica, Agitador magnético, Equipo multiparámetro	
21	Test de jarras	Agitador magnético, Balanza analítico, Equipo para Prueba de Jarras	

Cada uno de los equipos requeridos para las pruebas hacen parte de los equipos registrados en la información obtenida del diagnóstico inicial. Lo que garantiza el cumplimiento de los parámetros consignados en la NTC ISO/IEC 17025/2017. En cuanto a equipos se debe buscar optimizar la ubicación y espaciamiento entre estos, ya que existen ciertas pruebas que necesitan condiciones de aislamiento, ruido y vibración especiales que se consiguen separando los equipos con la distancia adecuada para que el operador pueda desplazarse fácilmente sin chocar con otros equipos o sin ser interferido por el funcionamiento de un equipo cercano (optimización de las áreas de trabajo por equipo).

Posteriormente se debe establecer la correspondencia por equipo a cada una de las posibles áreas de acción dentro del laboratorio, que también deben ser correctamente identificadas y distribuidas dentro del nuevo concepto del laboratorio. Recordando que estas áreas corresponden al área de trabajo Fisicoquímico y el área de trabajo Microbiológico de la siguiente manera.

Además, se determina la correspondiente zona de trabajo de cada uno de los equipos. Se procede a determinar el área total de ocupación necesaria SOLO PARA LOS EQUIPOS, es decir, el área a considerar dentro del laboratorio para la ubicación netamente de los equipos. Esto se hace teniendo en cuenta las dimensiones propias de la referencia por **ficha técnica** y marca correspondiente a los equipos existentes dentro del laboratorio. Siendo así, se tendría que:

Tabla 4 Clasificación de equipos por área de trabajo. Fuente: elaboración propia




CLASIFICACION DE EQUIPOS POR AREA DE TRABAJO						
EQUIPOS		Área de desarrollo fisicoquímico	Área de desarrollo microbiológico	Cant.	Dimensión equipo (m)	Área requerida por equipo (m ²)
1	Equipo de Aireación W10 MKII (tanque y motor)	X		1	1,0x0,50x 0,50	0,25
2	Equipo Soxleth clásico	X		1	0,650x0,9x0,225	0,20
3	Baño maría		X	1	0,337x0,448x 0,336	0,15
4	Equipo Test de Jarras Floculador 6 puestos	X		1	0,405x0,900* 0,230	0,21
5	termo reactor TR 620	X		2	0,185x0,255x 0,312	0,16
6	Bomba de Vacío	X		1	0,204 x 0,268 x 0,135	0,04
7	Baño Serológico MODELO WB-	X		1	0,238 x 0,578 x 0,356	0,21

	10					
8	Autoclave ELECTR. 25 L MOD. 25X-1		X	2	0,32	0,64
10	Plancha de Calentamiento GWM ECE 0000	X	X	2	0,3175 x 0,127 x 0,2159	0,03
11	Estufa UNIVERSAL MOD.ED 115	X		1	0,705x0,710x 0,605	0,43
12	Incubadora B-28		X	1	0,405x0,580x 0,425	0,25
13	Balanza Analítica PA 224C PIONEER	X		3	0,309x0,321x 0,209	0,20
14	Balanza Mecánica	X		1	0,229 x 0,457 x 0,305	0,14
15	Mufla M-9.5 CONTROL ANALOGO	X		1	0,43x0,52x 0,47	0,24
16	Destilador POR OSMOSIS INVERSA	X		1	0,50x0,95x 0,30	0,29
17	Desecador (diámetro: 30 cm)	X		1	0,3	0,21
18	Equipo multiparámetro con Sonda de oxígeno, pH y conductividad	X		4	Equipo de mano CAJA DE ALMACENAMINETO (0,15 X 0,30 X 0,15)	0,18

	HQ40D					
19	Espectrofotómetro PHARO 300	X		1	0,15 x 0,35 x 0,30	0,11
20	Agitador Magnético Cerámico con Calefacción HSC	X		1	0,080 x 0,150 x 0,260	0,04
21	Manta de Calentamiento 6p con Vidriería	X		1	0,12 x 1,2 x 0,22	0,26
22	Cabina Extractora de Gases	X		1	1,45 x 1,80 x 0,650	1,17
23	Homogenizador D500	X		1	0,335 x 0,220 x 0,150 (+) 0,335 x 0,220 x 0,150	0,07
24	Agitado Magnético con Calentamiento MR 3001	X		1	0,125x0,155x 0,240	0,04
25	Incubadora FOC 215i Para DBO5	X		3	1,27x0,550x 0,540	0,89
26	Agitador Magnético con Calefacción de 4 Puestos AREX	X		1	0,65x0,180x 0,20	0,04
27	Estufa BINDER MOD. ED 115	X		1	0,705x0,710x 0,605	0,43

28	Turbidímetro 2100Q	X		1	0,107x0,229x 0,077	0,02
29	Termo reactor HI 839800	X		1	0,095x0,30x 0,190	0,06
30	Microscopio Óptico B-290		X	1	0,430x0,235x 0,290	0,07
31	Monitor Multigas IBRIX MX6 con Sensores de amoniaco, covs, metano, oxígeno, monóxido de carbono y sulfuro de hidrogeno	X		1	0,135x0,077x 0,043	0,0033
32	Molinete Universal OTT C- 31, Hélices N.4 Y R	X		1	0,035*0,310	0,01
33	Mufla Control Automático 12.4 L	X		1	0,7x0,55x 0,8	0,44
34	Balanza para Humedad XM 66	X		1	0,177x0,340x 0,218	0,07
35	Test de Jarras F2- 300 2 Puestos	X		1	0,32x0,25x 0,25	0,06
36	Micropipetas		X	1	0,15 X 0,30 X 0,15	0,05
	Área requerida físico - químico	6,068		m ²		

	Área requerida microbiológico	1,18	m ²
	Balanzas en cuarto frío	0,41	m ²
	ÁREA MÍNIMA DE LABORATORIO	7,664	m ²

Sabiendo que el área neta para ubicación de equipos es de 7.664 m² (metros cuadrados), se da por establecida el área mínima de trabajo requerida para el laboratorio, a la cual se debe agregar el área de separación de equipos. Para ello se establece que debe existir una luz de 30 cm entre equipos a fin de garantizar las condiciones óptimas de trabajo, de esta manera considerando mesones de 60 cm de ancho se tiene un área requerida de separación de 0.18m² (metros cuadrados) por equipo a cada lado, obteniéndose un área total de separación de 8.64 m².

De esta manera se establece que el área total requerida para los mesones de trabajo del laboratorio corresponde a 16.31 m² (metros cuadrados), garantizando la correcta separación y existencia del área de trabajo correspondiente a cada equipo que se emplea en la ejecución de pruebas del laboratorio.

Se procede entonces a evaluar los criterios establecidos en la RAS 2017 CAPITULO 14 para plantas de alta complejidad; ya que la PTAR de Río Frío se encuentra en este rango por su capacidad para tratar 520 L/s (litros por segundo) de agua residual doméstica y obedeciendo a los parámetros de clasificación de la normativa. Según lo establecido por la norma para laboratorios de plantas correspondientes a un nivel alto de complejidad, hemos desarrollado el siguiente manual de diagnóstico:

Tabla 5 Requisitos establecidos por la RAS 2017 CAP. 14. Fuente: elaboración propia



Condiciones de Diseño del Laboratorio de Análisis y Control de Calidad de la PTAR RÍO FRÍO DE EMPAS S.A. según lo establecido en la RAS 2017 - Capítulo C.14 para Edificios de Alta Complejidad



Sala de operadores con laboratorio de Servicios				
C.14.4.4	Condiciones de Diseño	Requisitos mínimos	Cumple	No cumple
C.14.4.4.1	Área mínima			
		Determinada de acuerdo con las pruebas y equipos a realizar.		
C.14.4.4.2	Organización			
	1.	Adaptada para realizar reuniones del personal		X
	2.	Laboratorio debe tener equipos de fácil manejo	X	
	3.	Las pruebas para realizar deben ser simples	X	
	4.	Estar dotado con la información necesario para realizar los análisis	X	
Depósito de reactivos y material del laboratorio				
C.14.4.5	Condiciones de Diseño	Requisitos mínimos	Cumple	No cumple
C.14.4.5.1	Área mínima			
		Sujeta al nivel de complejidad, capacidad y factibilidad de mantener reactivos químicos y tecnología para la purificación del agua.		
C.14.4.5.2	Organización			

	1.	Paredes internas con revestimiento a prueba de humedad y piso impermeable, que no presente problemas de deslizamiento.	No cuenta con esta área	
	2.	Equipos de seguridad en lugares estratégicos.		
	3.	Un lavadero para situaciones de emergencia.		
	4.	Organización selectiva de cada uno de los reactivos con el correspondiente nombre en el frente para su fácil ubicación.		
	5.	Extractor de olores en perfecto estado.		
Oficina del laboratorista con su baño				
C.14.4.6	Condiciones de Diseño	Requisitos mínimos	Cumple	No cumple
C.14.4.6.1	Área mínima			
		8 m ² , adecuada a disposición del laboratorista.		X
C.14.4.6.2	Organización			
	1.	Tener información necesaria para realizar estudios de análisis.	X	
	2.	Mantener comunicación con todas las dependencias de la planta.	X	
	3.	Estar ubicada cerca a el laboratorio.	X	
Laboratorio Físicoquímico y Microbiológico				
C.14.4.7	Condiciones de Diseño	Requisitos mínimos	Cumple	No cumple
C.14.4.7.1	Área mínima			

		18 m ² para nivel alto de complejidad.	X	
C.14.4.7.2	Características de las instalaciones			
	1.	Debe contar con los equipos y aparatos mínimos exigidos.	X	
	2.	Paredes internas deben tener revestimientos a prueba de humedad y piso impermeable, que no presente problemas de deslizamiento.		X
	3.	Debe proyectarse un área para el laboratorio de bacteriología, independiente de lab químico cuando la planta no tiene un laboratorio central.		X
	4.	Pueden realizarse los análisis microbiológicos junto con los análisis físicos y químicos.		X
	5.	Ensayos físicos y químicos que se deben realizar en el laboratorio comprenden la determinación de pH, alcalinidad, turbiedad, color y aluminio residual.	X	
	6.	Los mesones deben tener mínimo 0.9 m de altura y 0.6 m de profundidad. La longitud mínima de los mesones debe ser de 10 m.		X
	7.	El espacio libre entre mesones debe ser superior a 1.40 m.	X	
	8.	Deben proveerse armarios modulados bajo los mesones.	X	
	9.	Los lavaderos para implementos de laboratorio deben ser de acero inoxidable y sus medidas mínimas serán 0.5 m*0.4 m*0.4 m. La cantidad la determina la planta.	X	
C.14.4.7.3	Equipo mínimo de laboratorio			

1.	Balanza analítica	X	
2.	Bomba de vacío	X	
3.	Agitadores	X	
4.	Nevera	X	
5.	Analizador y registrador de cloro residual	X	
6.	Ducha de seguridad	X	
7.	Lavamanos	X	
8.	Gabinetes	X	
9.	Termómetros	X	
10.	Reactivos químicos	X	
11.	Mesón de trabajo	X	
12.	Mecheros	X	
13.	Garrafas de 1 Galón	X	
14.	Envases para muestreo	X	
15.	Materiales de vidrio (Sistema de titulación)	X	
16.	Equipo para prueba de jarras	X	
17.	Medidor de pH- Conductividad	X	
18.	Turbidímetro	X	
19.	Espectro colorímetro más cubas	X	
20.	Biblioteca	X	
21.	Incubador microbiológico	X	
22.	Microscopio	X	
23.	Esterilizador o Autoclave	X	
24.	Medidor de oxígeno disuelto Extractor de vapores	X	
25.	Destilador	X	
26.	Horno de mufla	X	
27.	Espectrofotómetro	X	

En base a este manual de diagnóstico podemos extraer las siguientes afirmaciones señalando los requisitos faltantes por cumplir:

- ◆ Sala de operadores:
 - Cumple con sus requisitos a excepción de no ser apta para realizar reuniones de personal.
- ◆ Depósito de reactivos y material del laboratorio:
 - Este laboratorio no cuenta con un área de depósito de reactivos.
- ◆ Oficina del laboratorista con baño:
 - Cumple con sus requisitos a excepción de no tener el área mínima establecida por la norma para el adecuado uso del espacio del laboratorista.
- ◆ Laboratorio Físico – químico y Microbiológico:
 - No cumple con los requisitos arquitectónicos, ni estructurales exigidos por la RAS 2017.

Teniendo entonces las condiciones que cumple y que no cumple el laboratorio en su estado actual, se parte al planteamiento del diseño, donde se tienen en cuenta cada uno de los indicadores normativos en cuanto a áreas de reuniones, áreas seguras, área fisicoquímica, área microbiológica, área de biblioteca, oficina del operador y demás. Esto con el fin de lograr plantear un diseño que cumpla a satisfacción los parámetros por los cuales el actual laboratorio de análisis y control de calidad de la Ptar de Río Frío no se encuentra ajustado a la normativa colombiana vigente. El diseño tiene en cuenta el estado estructural actual de la construcción donde se encuentran las instalaciones del laboratorio, por ello y por disposición de la empresa el laboratorio de análisis de control y calidad de la PTAR de Río Frío será sometido a un proceso de reubicación y adecuación con el fin de brindar una mayor confiabilidad, veracidad y calidad al proceso de análisis y control de las aguas tratadas en la planta.

9. Planteamiento del diseño



El planteamiento del diseño estructural del laboratorio de la Ptar RÍO FÍO está regido por los parámetros establecidos en la revisión diagnóstica y establecimiento de condiciones realizado en la fase 1 además de los requisitos mínimos establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10).

Esta propuesta de diseño estructural implementa los conceptos de sistema reticular de vigas de cimentación, sistema de diafragmas que garantizan el funcionamiento en conjunto de los elementos estructurales y el concepto de mampostería confinada. Los elementos principales de concreto reforzado están conectados a través de amarres a 90° constituyendo diafragmas resistentes que garantizan el correcto comportamiento de la estructura frente a la acción de cargas sísmicas.

9.1 Grupo de uso de la edificación y coeficiente de importancia

La clasificación de esta estructura se ha determinado por medio de la NSR-10-TITULO A (Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo Resistente) apartado A.2.5 donde se establece el coeficiente de importancia de la edificación según el grupo de uso correspondiente. Según esto, se tiene:

Tabla 6 Grupo de uso de la edificación. NSR10. Fuente: elaboración propia

 CLASIFICACIÓN DEL GRUPO DE USO DEL LABORATORIO DE LA PTAR RÍO FRÍO 			
Grupo de Uso		Pertenece	No Pertenece
Grupo IV	Edificaciones Indispensables	Hospitales clínicas y centros de salud	X
		Aeropuertos, estaciones ferroviarias y sistemas de transporte masivo, y centrales de comunicación	
		Refugios de emergencia	

		Centrales de operación y control de líneas vitales de energía eléctrica, agua y combustibles		
		Edificaciones que contengan explosivos o agentes tóxicos		
Grupo III	Edificaciones de Atención a la Comunidad	Estaciones de bomberos, defensa civil, cuartos de las fuerzas armadas y policía, y sedes de prevención y atención de desastres		X
		Guarderías, escuelas, colegios, universidades y centros de enseñanza		
		Aquellas del Grupo II que el propietario o la administración municipal designe con seguridad adicional		
Grupo II	Estructuras de Ocupación Especial	Edificaciones donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón		X
		Graderías al aire libre donde puedan haber más de 2000 personas a la vez		
		Almacenes y centros comerciales con más de 500 m2 por piso		
		Edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas		
		Edificios gubernamentales		
Grupo I	Estructuras de Ocupación Normal	Edificaciones cubiertas por el reglamento, que no están incluidas en los Grupos II, III, IV	X	

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Aunque según su uso la edificación puede calificar posiblemente en otro de los grupos, se tiene en cuenta que para el caso de este proyecto el nivel de complejidad, exposición a cargas y ocupación real, permite la aplicación de la normativa establecida para el grupo de uso I (TITULO E: Construcciones de 1 y 2 pisos).

En cuanto a la ocupación real, acude a un equipo conformado por 1 laboratorista y 2 auxiliares de ejecución, una ocupación mucho menor a la de una vivienda familiar que normalmente está entre 4 a 6 personas. En cuanto a la exposición y acción de cargas, se parte de la acción sísmica ya comprendida por la normativa sumado a que no existe la acción de otro tipo de carga de carácter propio de la estructura, es decir, la estructura contará con un único piso con placa maciza sin ninguna carga sobre ella y teniendo en cuenta aspectos de ubicación frente a la acción de factores como el viento. Debido a estas consideraciones reales del proyecto se establece que las condiciones de diseño para el Grupo (I), Estructuras de Ocupación Normal, con un Coeficiente de Importancia (1.00) permiten un diseño óptimo y rentable de la estructura. Por ello se clasifica la estructura en el grupo de uso I, según la normativa.

Por ello es importante resaltar que la normativa NSR-10 establece para estructuras que pertenecen al grupo de uso (I) en su título E (Construcciones de uno y dos pisos), los requisitos mínimos para la construcción sismo resistente de estructuras entre uno y dos pisos de mampostería confinada y de bahareque encementado. Teniendo en cuenta también que el laboratorio acude a una construcción de 1 piso que no se verá sometida a la acción de grandes cargas se aplica lo establecido en el título E de la normativa.

9.2 Características sísmicas

Este es uno de los factores más importantes a la hora de pensar en la ejecución de un proyecto debido a que se deben tener en cuenta la acción de estas fuerzas de carácter externo a la construcción pero que clasifican como un claro determinante del diseño, por esto existe el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) que contempla la acción de estas fuerzas.

Los requisitos mínimos para el diseño establecidos en el título E de la NSR-10, permiten el correcto funcionamiento de las casas de uno y dos pisos frente a la acción de cargas laterales y verticales en las diferentes zonas de amenaza sísmica.

Sabiendo que la normativa contempla las zonas de amenaza sísmica en estas construcciones se puede identificar la zona de amenaza sísmica que envuelve al proyecto como:



Ilustración 11 Mapa de zonas de amenaza sísmica. Fuente: Tomada de NSR-10 Título A.

Tabla 8 Aceleración y Velocidad Horizontal Pico. NSR-10 TITULO A.2.3-2

Tabla A.2.3-2
Valor de A_a y de A_v para las ciudades capitales de departamento

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D. C.	0.15	0.20	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta

Se establecen así para la alta amenaza sísmica en la ciudad de Bucaramanga los coeficientes A_a y A_v que representan la aceleración horizontal pico efectiva para diseño

(Aa:0.25) y la velocidad horizontal pico efectiva para diseño (Av:0.25). Estos permiten la definición de los movimientos sísmicos de diseño para una probabilidad del diez por ciento de ser excedidos en un lapso de 50 años, parámetros que ya toma en cuenta la normativa.

9.3 Terreno designado para nueva ubicación

El terreno designado para la construcción del laboratorio fue determinado en conjunto con el área de ingeniería de la PTAR RÍO FRÍO. Una vez terminada la fase 1 que corresponde al diagnóstico del estado actual del laboratorio, se pudo establecer las principales problemáticas, una de ellas es la ubicación de éste ya que está situado dentro del espacio de oficinas de la Ptar, además de la larga vida útil de la casona donde se encuentra; por lo que se descarta la opción de reformar y expandir esta edificación anulando los riesgos de colapso.



Ilustración 12 CASONA-Actual ubicación del laboratorio. Tomada en visita técnica a la planta.

En respuesta a los requerimientos establecidos en el diagnóstico para el cumplimiento de la normativa RAS 2017 se propone la reubicación total del laboratorio de análisis y control de calidad de la PTAR RÍO FRÍO, buscando garantizar las condiciones óptimas para el correcto desarrollo de los métodos y competencia estructural de la edificación.

El terreno designado para la reubicación del laboratorio fue el óptimo ya que se encuentra dentro del área de operaciones, cuenta con las dimensiones necesarias para el desarrollo del diseño planteado y aprobado por el EMPAS S.A y está sobre la vía

principal que atraviesa a la Ptar, facilitando el acceso al momento de almacenar, recibir o enviar pruebas de laboratorio e insumos fuera de las instalaciones.



Ilustración 13 UBICACIÓN ACTUAL VS LOTE DE REUBICACIÓN. Fuente: Google mapas vista satélite



Ilustración 14 TERRENO DE REUBICACIÓN. Tomada en visita técnica a la PTAR.

En la ilustración 14 se observa el terreno designado por el EMPAS S.A con el fin de reubicar el laboratorio. En este se encuentra una edificación de operación de dos pisos y su respectiva vía de acceso. Se tiene libertad de uso del terreno en cuanto a disposición y distribución de las áreas requeridas; se permite por parte del área de ingeniería omitir la existencia de la caseta de almacenamiento verde y blanca que se observa en la ilustración y se resalta la calidad del terreno debido a su comportamiento y características en el proceso constructivo y funcionamiento de la edificación existente.

9.4 Diseño arquitectónico propuesto

Teniendo en cuenta los requerimientos establecidos en las tablas 4 y 5 del presente documento, se plantea el diseño arquitectónico que busca dar cumplimiento a los parámetros normativos en cuanto a distribución de espacios, estructura y demás que contribuyen al correcto funcionamiento y competencia del laboratorio de análisis y control de calidad de la PTAR de Río Frío. Cada uno de los aspectos mínimos normativos se tienen en cuenta a la hora del planteamiento del diseño y generación de áreas, por lo que se plantea el siguiente diseño:

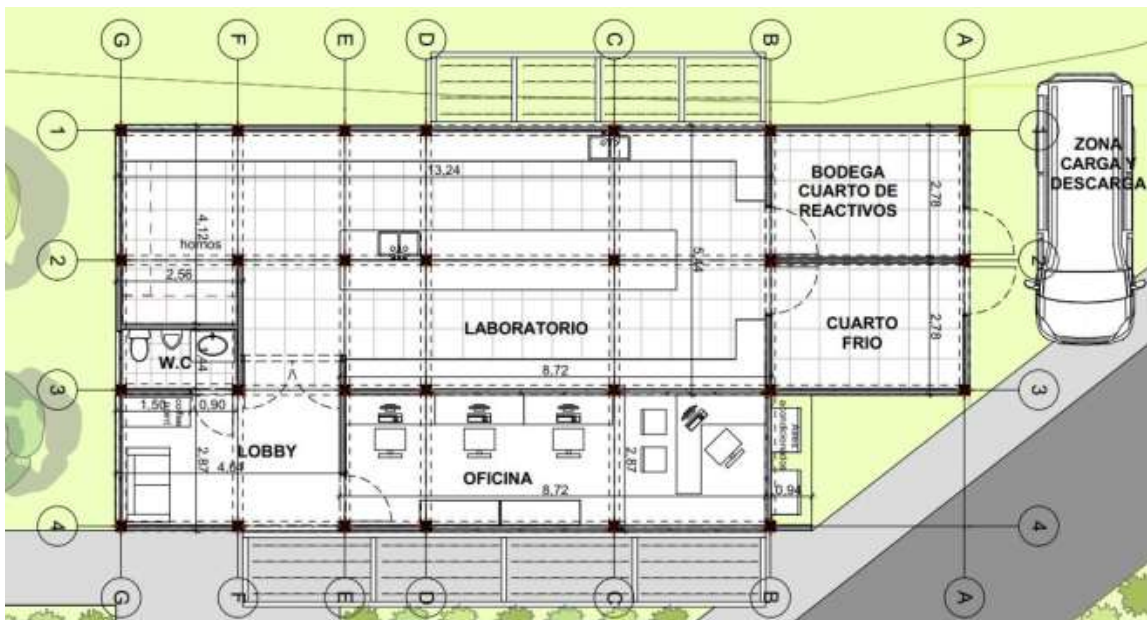


Ilustración 15 PLANTA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO. Fuente: AutoCAD-elaboración propia

En la planta es posible observar la nueva distribución espacial planteada teniendo en

cuenta los requisitos normativos y la futura funcionalidad de las instalaciones, por ello se asignan zonas de trabajo, oficina, cuarto frío, cuarto de reactivos, lobby de ingreso principal, zona de hornos y el correspondiente baño, con sus respectivas áreas.

Tabla 9 Áreas de diseño por zonas. fuente: Elaboración propia.

ÁREAS CORRESPONDIENTES A CADA ZONA EN DISEÑO PLANTEADO	
ZONA	ÁREA ASIGNADA (m2)
TRABAJO (MESONES)	21.8
BODEGA DE REACTIVOS	9.8
CUARTO FRÍO	9.8
OFICINA	22.2
BAÑO	2.7
ZONA DE HORNOS	7.6
LOBBY-COFFE POINT	11.5
CIRCULACION INTERNA	39.4
ÁREA TOTAL	124.8

Adicionalmente se piensa en la circulación constante de insumos, muestras y personal; por lo que se plantea una zona complementaria de cargue y descargue junto con los espacios de circulación y conexión con la edificación existente en el lugar. El detalle de plano arquitectónico se encuentra consignado en VER: Anexo 4

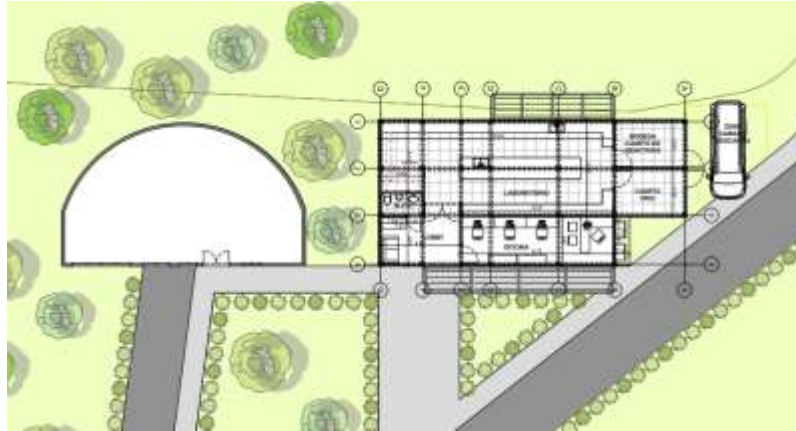


Ilustración 16 Ubicación del diseño planteado respecto a edificación existente. Fuente: AutoCAD, elaboración propia.

9.5 Diseño estructural propuesto

El diseño estructural de la edificación está basado en el Título E del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, NSR 10, por lo establecido según su grupo de uso correspondiente, coeficiente de importancia igual a 1.0.

Según el diseño arquitectónico y distribución de espacios requeridos para el cumplimiento normativo propuesto anteriormente se logra identificar la distribución de los diferentes elementos estructurales con el fin de garantizar la uniformidad en la cimentación y estructura, dando cumplimiento a lo establecido en la NSR 10. La estructura se compone en un solo piso, está conformada por una cimentación en sistema reticular de vigas sobre concreto ciclópeo, placa de contrapiso, columnas, vigas superiores, mampostería y la cubierta de placa maciza, cada elemento con su respectivo diseño estructural según lo establecido en el título E de la NSR-10.

A continuación, se presentan los aspectos constructivos para tener en cuenta en la ejecución del diseño.

9.5.1 Cimentación

La cimentación de la construcción debe buscar por requisito normativo la regularidad geométrica tanto en planta como en alzado, esto a fin de evitar afecciones a la integridad de la estructura, además, en el capítulo E.2 del Título E, establece una investigación mínima para cumplir con los requisitos mínimos, los cuales deberán consignarse en un

Memorial de Responsabilidad por el profesional adecuado para obtener la licencia de construcción.

Tabla 10 Investigación mínima para cimentaciones. Elaboración propia. Información tomada de NSR-10(Título E.1.1)

Investigación Mínima requerida para el planteamiento de la cimentación del laboratorio		Condición
a).	Verificar el comportamiento de casas similares aledañas constatando que no se presenten asentamientos diferenciales, agrietamientos, etc., que permita concluir que el comportamiento de las casas similares ha sido el adecuado.	Adecuada
b).	Verificar en inmediaciones del sector a intervenir la ausencia de procesos de remoción en masa, áreas de actividad minera activa, cuerpos de agua u otros que puedan afectar la estabilidad y funcionalidad de la edificación.	Adecuada
c).	Se debe realizar mínimo un apique por cada tres unidades construidas o por cada 300 m ² de construcción, hasta una profundidad mínima de 2.0 m, en el que conste la calidad del suelo de cimentación.	Adecuada
d).	En los apiques indicados en c)., deberán quedar determinados los espesores de los materiales inconvenientes para el apoyo directo y superficial de la cimentación, como son: descapote, escombros, etc., los cuales deberán ser retirados durante la construcción.	Adecuada





Según la visita realizada con el área de ingeniería de la Ptar Río Frío se establece que el suelo a intervenir es adecuado para la estructura proyectada, realizando la investigación mínima exigida por la norma y reiterando que el diseño es con fines académicos.

9.5.1.1 Estudio geotécnico

El capítulo E.2.1.2 del Título E, establece que debe realizarse un estudio geotécnico que cumpla los requisitos del Título H del reglamento en los casos expuestos en la siguiente tabla:

Tabla 11 Casos de aplicación de estudio geotécnico. Elaboración propia. Información NSR-10 TITULO E.2.1.2

 Análisis de estudio geotécnico para el laboratorio 		Condición
a).	Suelos que presenten inestabilidad lateral.	No Presenta
b).	Suelos con pendientes superiores al 30%.	No Presenta
c).	Suelos con compresibilidad excesiva.	No Presenta
d).	Suelos con expansibilidad intermedia o alta.	No Presenta
e).	Suelos que presenten colapsabilidad.	No Presenta
f).	Suelos en zonas de procesos de remoción en masa, áreas de actividad minera activa, etc., que puedan afectar la estabilidad y funcionalidad de las casas.	No Presenta

Según el análisis realizado en la visita técnica junto al área de ingeniería de la Ptar Río Frío, se concluye que la estructura proyectada sobre el terreno no requiere estudio geotécnico ya que el suelo no presenta ninguna condición especial como señala la normativa que rige el planteamiento del diseño, además de la visión útil que existe del terreno asignado debido a su buen comportamiento durante el proceso constructivo y operación de la edificación existente en el lote de reubicación.

Aunque el estudio geotécnico no es necesario, se logra establecer según la información brindada por el área de ingeniería de la PTAR una clasificación del perfil del suelo a un

perfil tipo D que según la normativa NSR-10 TÍTULO A (A2.4-1) posee las siguientes propiedades:

- Perfil de suelo rígido que cumple con el criterio de velocidad de la onda de cortante debe ser menor a 360 m/s, pero mayor a 180 m/s.
- Perfil de suelo rígido que posee un número de golpes para el ensayo de penetración estándar (N), MENOR que 50 pero mayor o igual a 15 golpes.
- Perfil de suelo rígido que posee una resistencia media al corte (S_u), MENOR que 100 KPa, pero mayor o igual a 50 KPa.

Por otro lado, también se puede establecer el valor de los coeficientes F_a y F_v , que indican los coeficientes de ampliación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos y largos respectivamente debido a los efectos de sitio adimensional. Estos se determinan por medio de las tablas:

Tabla 12 Valores de coeficiente F_a . Fuente: NSR-10 Título a.2.4-3

Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Tabla 13 Valores del coeficiente F_v . Fuente: NSR-10 Título A.2.4-4

Valores del coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Teniendo entonces en cuenta los valores de $A_v=0.25$ y $A_a=0.25$ obtenidos en el apartado de caracterización sísmica y el tipo de perfil identificado, se procede a interpolar estos valores donde se obtiene un **Fa=1.3** y un **Fv=1.9**.

9.5.1.2 Mejoramiento del suelo

Dado que la estructura proyectada sobre el terreno no requiere estudio de suelos, se debe realizar la limpieza adecuada del terreno retirando todo material orgánico y realizando los drenajes necesarios para asegurar una mínima incidencia de la humedad. Además, como se requiere que las condiciones de cimentación sean óptimas se deben garantizar las condiciones óptimas para lograr una correcta acción de la cimentación por lo que se implementa debido a las características del suelo un concreto ciclópeo de **2500 Psi (17.5 MPa)** empleando piedra rajón de un 40% a 60% sobre el cual descansará el sistema reticular de vigas de cimentación diseñado para la estructura.

En el anexo (Anexo 1: plano vigas de cimentación y concreto ciclópeo) se puede observar el detalle en planta del concreto ciclópeo.

9.5.1.3 Vigas de cimentación

La cimentación de la estructura estará compuesta por un sistema reticular de vigas en concreto de **3000 PSI**, sobre una capa de concreto ciclópeo, manteniendo la forma de anillos rectangulares en planta asegurando la transmisión de las cargas de la estructura al suelo de forma integral. Se tiene en cuenta que ningún elemento de cimentación puede ser discontinuo según lo establecido en el capítulo E.2.1.4. y que **no pueden existir luces mayores a 4 metros** entre elementos verticales.

Las vigas de cimentación cuentan con refuerzo longitudinal superior e inferior y estribos de confinamiento en toda su longitud sin necesidad de la presencia de zonas de confinamiento. Siguiendo los lineamientos normativos de la NSR-10 TITULO E, se acude a la tabla E.2.1 para la definición de los valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones:

Tabla 14 Valores mínimos a considerar en diseño de cimentación. Fuente: NSR-10 Título E.2.1.

Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones

	Sistema Estructural	Un piso	Dos Pisos	Resistencia Mínima, MP _a	
Anchura	Mampostería	250 mm	300 mm	f _y	f _c
	Bahareque	200 mm	250 mm		
Altura	Mampostería	200 mm	300 mm		
	Bahareque	150 mm	200 mm		
Acero Longitudinal		4 No. 3 (ø 10M)	4 No. 4 (ø 12M)	420	17
	Estribos	No. 2 a 200 mm	No. 2 a 200 mm	240	
Acero para anclaje de muros	Mampostería	No. 3	No. 3	412	
	Bahareque	No. 3	No. 4		

En base a esto y teniendo en cuenta que la edificación es de un solo piso, las vigas de cimentación cuentan con los siguientes aspectos de diseño:

- **Ancho de viga cimentación:** 0.25 m.
- **Alto de viga cimentación:** 0.20m.
- **Refuerzo longitudinal:** 4#3.
- **Estribos:** barra #2 @ 0.20m. en toda la longitud.
- **Recubrimiento:** 0.05m de cada lado.
- **Longitud de gancho 90°:** 0.15m.
- **Longitud de gancho estribos:** 0.075m.
- **Longitud de traslapos longitudinales:** 0.45m.

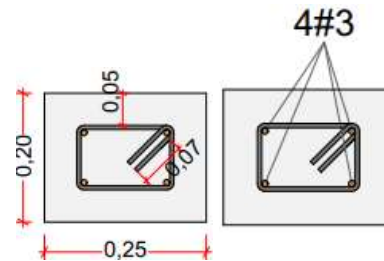


Ilustración 17 SECCIÓN DE VIGA TIPO DE CIMENTACIÓN. FUENTE: AutoCAD elaboración propia.

El establecimiento de estos aspectos de diseño está ceñido a la normativa sismo resistente colombiana NSR-10 y deben ser tomados en cuenta al momento de ejecutar lo planteado para este proyecto.

El detalle y despiece de las vigas de cimentación de encuentra consignado en el plano de planta cimentación VER: (Anexo 1: plano vigas de cimentación y concreto ciclópeo)

9.5.2 Placa contrapiso

Por requerimientos normativos debe tenerse en cuenta, que la placa de contrapiso no debe conectarse estructuralmente con la estructura de cimentación y en ningún caso debe considerarse como parte integral de la cimentación. Para este caso se diseña una placa de contrapiso de 0.1m de espesor elaborada en concreto de **2500 PSI**; que cuenta con una malla de refuerzo que corresponde a malla electrosoldada referencia **M-13**.

Se debe tener en cuenta para el proceso constructivo que, una vez vaciadas las columnas, se deben ejecutar los rellenos complementarios en recebo entre el suelo natural y la cota de contrapiso. Una vez realizado esto se debe colocar sobre la superficie nivelada del recebo la armadura de la placa de contrapiso para posteriormente vaciarla en concreto de 2500 PSI. Otros aspectos para tener en cuenta son:

- **Recubrimiento de malla:** 0.05m. por todos sus lados.
- **Espesor de placa:** 0.1m.
- **Diámetro de la barra:** 5.0 mm
- **Disposición de refuerzos:** En ambas direcciones cada 0.15m

A continuación, se presenta un corte transversal donde se observa, la distribución de refuerzos, el espesor y disposición de la placa de contrapiso.

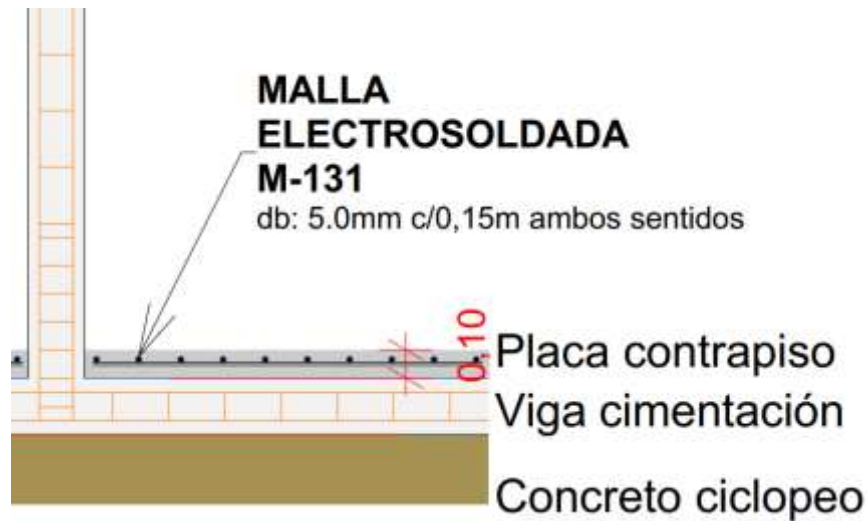


Ilustración 18 SECCION DETALLE DE PLACA DE CONTRAPISO. Fuente: AutoCAD, elaboración propia.

El detalle de placa de contrapiso en planta se puede observar en el plano anexo a este documento VER:

Anexo 2: plano placa de contrapiso y columnas)

9.5.3 Columnas 20x20 (concreto 3000 psi)

El diseño de las columnas está basado en los requerimientos normativos de la NSR 10-TITULO E.4.3. donde se establece que las columnas deben anclarse a la cimentación y deben rematarse ancladas a las vigas de amarre superiores. Esto para garantizar el correcto funcionamiento del conjunto estructural y dando enfoque a la regularidad de la estructura.

Por otro lado, se establece que las columnas no deben tener un área inferior a 200cm^2 y el espesor debe ser igual al muro que confina, por ello se establecen columnas con dimensiones de 20x20 y un área de 400 cm^2 dando cumplimiento a este parámetro.

LUCES: Las luces entre columnas según la normativa no pueden ser mayores a 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento o no mayor a **4 metros**.

Los aspectos constructivos para tener en cuenta para el armado y ejecución de las columnas 20x20 en concreto de 3000 Psi, son los siguientes:

- **Refuerzo longitudinal:** 4 # 4
- **Refuerzo transversal:** Barra #3
- **Longitud de gancho 90°:** 0.10m
- **Longitud de gancho estr.:** 0.075m
- **Recubrimiento:** 4cm de cada lado.
- **DIMENSIÓN:** 20x20

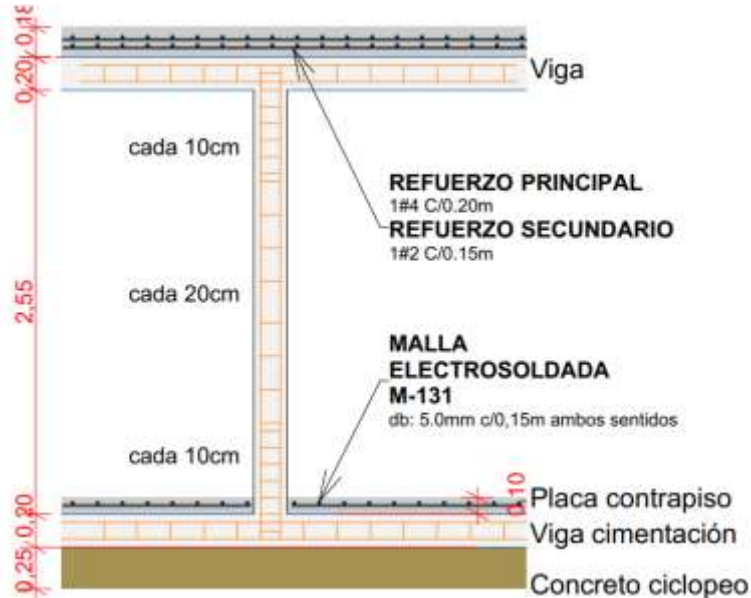


Ilustración 19 SECCION DE COLUMNA TIPO. Fuente: AutoCAD. Elaboración propia.

ZONAS DE CONFINAMIENTO: Es importante tener en cuenta que las columnas poseen zonas de confinamiento que considerarse; por ello se dispone que los primeros 6 estribos en la intercepción con las vigas deben ir cada 0.10m. Después de esta zona, los estribos se disponen cada 0.20m.

El despiece de las columnas presentes en el diseño se encuentra en el plano anexo a este documento. VER (

Anexo 2: plano placa de contrapiso y columnas).

9.5.4 Vigas 20x20 (concreto 3000 psi)

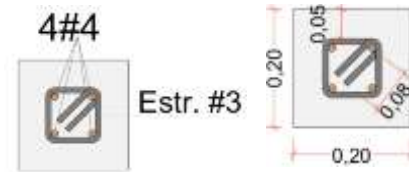
El diseño de las vigas está basado en los requerimientos normativos de la NSR 10-TITULO E.4.4. donde se establecen los parámetros constructivos en cuanto su composición estructural y ubicación para el trabajo en conjunto. Estas deben anclarse en los extremos terminales con ganchos de 90°. Su objetivo es soportar la carga de la placa de cubierta en conjunto con el sistema estructural y brindar el amarre entrelazando los muros en las dos direcciones principales para evitar el volcamiento.

Este capítulo establece que las vigas no deben tener un área inferior a 200cm^2 y el espesor debe ser igual al muro que confina, por ello se establecen vigas con

dimensiones de 20x20 y un área de 400 cm^2 dando cumplimiento a este parámetro.

Los aspectos constructivos para tener en cuenta para el armado y ejecución de las vigas 20x20 en concreto de 3000 Psi, son los siguientes:

- **Refuerzo longitudinal:** 4 # 4
- **Refuerzo transversal:** Barra #3, espaciados a 10cm en los primeros 6 estribos de cada extremo de luz y espaciados a 20cm en el resto de la luz.
- **Longitud de gancho 90°:** 0.2m
- **Longitud de gancho estribos:** 0.08m
- **Recubrimiento:** 5cm de cada lado.
- **DIMENSIÓN:** 20x20



*Ilustración 20 SECCION DE VIGA TIPO.
FUENTE: AutoCAD, elaboración propia.*

El detalle y despiece de las vigas elevadas se encuentra consignado en el plano de vigas elevadas y cubierta VER: (ANEXO 3: PLANO VIGAS ELEVADAS Y CUBIERTA).

9.5.5 Mampostería

Los muros de casas de uno y dos pisos, en mampostería confinada, esta contemplados dentro del presente Título del Reglamento. El TITULO E.3.1 de la NSR 10, establece que los parámetros constructivos en cuanto su configuración no estructural y ubicación dentro de la estructura. Los muros de mampostería deben estar adheridos a la estructura general de la edificación mediante mortero de pega en los bordes de contacto con los diafragmas.

El espesor de los muros de confinamiento no debe ser menor a 110mm y debe ser igual al espesor de las vigas y columnas, por ello se establecen muros con espesores de 20cm para dar cumplimiento a este parámetro.

El muro divisorio consta de un solo paño aislado y debe anclarse al diafragma superior por medio de refuerzos resistentes a tracción que impidan su volcamiento en caso de un

sismo.

Para la ejecución de estos, se debe construir la primera hilada, con mortero colocado directamente sobre el contrapiso. Las conexiones requeridas para las intersecciones se deben anclar en las correspondientes juntas de pega.

9.5.6 Losa maciza

El diseño de la losa maciza está basado en los requerimientos normativos de la NSR 10-TITULO E- CAPITULO E.5.1.4 donde se establecen los parámetros constructivos en cuanto su composición estructural y requerimientos. La losa maciza está conformada por una sola sección de concreto, el cual debe estar reforzado en ambas direcciones empleando un refuerzo principal y refuerzo secundario.

La tabla E.5.1-2., del Reglamento, establece el espesor y refuerzo mínimo de la losa maciza para condiciones de carga de estructuras del grupo de uso I.

Tabla 15 Refuerzo mínimo de losas macizas. Fuente: NSR-10 Título E.5.1-2

Luz de Diseño (m)	Espesor Mínimo (mm)	Refuerzo Mínimo	
		Principal	Secundario
1.0 – 2.0	80	1 N° 4 cada 300 mm	1 N° 2 cada 200 mm
2.1 – 2.5	100	1 N° 4 cada 300 mm	1 N° 2 cada 150 mm
2.6 – 3.0	120	1 N° 4 cada 250 mm	1 N° 3 cada 250 mm
3.1 – 3.5	150	1 N° 4 cada 250 mm	1 N° 3 cada 200 mm
3.6 – 4.0	180	1 N° 4 cada 200 mm	1 N° 2 cada 150 mm, arriba y abajo

En base a estos parámetros se procede a diseñar la losa maciza teniendo en cuenta que la luz de diseño de las columnas es de 4 metros.

Los aspectos constructivos para tener en cuenta para el armado y ejecución de la losa maciza en concreto de 3000 Psi son los siguientes:

- **Luz de diseño:** 4m (mínimo).
- **Espesor mínimo:** 180mm.
- **Refuerzo principal:** 1# 4 @

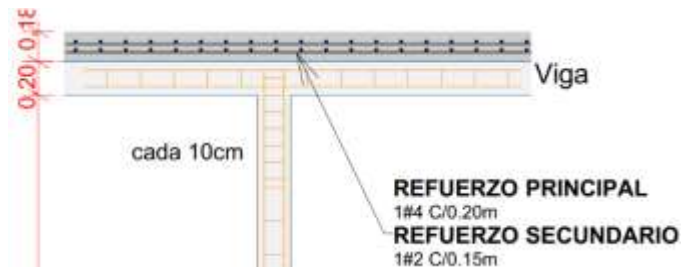


Ilustración 21 Detalle de placa entrepiso. Fuente: AutoCAD, elaboración propia.

0.2m.

- **Refuerzo secundario:** 1# 2 @ 0.15m, arriba y abajo.
- **Recubrimiento:** 5cm de cada lado.

El detalle y despiece de la losa maciza se encuentra consignado en el plano de vigas elevadas y cubierta VER: (Anexo 3: plano vigas elevadas y cubierta Introducción).

9.5.7 Mesones

Frente a la necesidad del laboratorio de análisis y control de calidad de la PTAR de Río Frío de ser un laboratorio con instalaciones de acuerdo con la normativa y avances tecnológicos del campo de desarrollo, se plantea la implementación de mobiliario de trabajo en material prefabricado. Para ello se consulta con la línea de mesones de trabajo de la empresa TITANIUM, presente en el territorio colombiano.

Se implementan mesones en superficie sólida de Staron, Corian e Himacs elaboradas en resinas acrílicas o de poliéster que, por sus condiciones y propiedades químicas inherentes, permiten que sean homogéneos en la composición, son asépticos, no transmiten el fuego, son impermeables, no permiten la acumulación de bacterias ni núcleos de sustancias contaminantes y son elaborados en resinas especiales para laboratorios. Por lo anterior, este tipo de mesones califica como una propuesta óptima para superficies de alta especificación técnica en general.



Ilustración 22 MESONES DE TRABAJO PREFABRICADOS. FUENTE: TITANIUM COLOMBIA-Línea de mesones

La producción de estos se hace por dimensión requerida, de tal manera que la aplicación al diseño planteado es por área diseñada y se ajusta a los requerimientos del área de trabajo. Además, su diseño permite el fácil movimiento y distribución de estos en las áreas de trabajo.

9.5.8 Puertas y ventanas

El concepto principal del diseño es construir unas instalaciones cuyas condiciones de iluminación sean óptimas para el trabajo y que además permitan tener un aspecto visual agradable y un confort interno especial. Por ello se disponen ventanales con parasoles en el área de oficina y de trabajo que permiten el ingreso de la luz natural, además, en el caso de la oficina permiten el contacto visual directo con las zonas de trabajo. Estas están compuestas de un vidrio antirreflejo puesto sobre un marco de acero inoxidable negro con lacado impermeable interno en las zonas de trabajo. Además, se tiene en cuenta que al momento de realizar la construcción debe garantizarse el confinamiento de los muros por ello cada vano debe estar confinado con pilares de confinamiento según sea el requerimiento de este.

Para las puertas se debe implementar un material acorde a la funcionalidad y conjunto visual de las instalaciones, en este caso se consideran para el diseño puertas de tres tipos:

- Para la puerta principal de ingreso se implementa una puerta batiente en vidrio templado doble con marco negro de acero inoxidable y lacado impermeabilizante.
- Para las puertas de oficina y baño se implementan puertas de madera convencionales con lacado impermeable.
- Para las puertas empleadas en el cuarto frío y de reactivos se implementan puertas pivotantes herméticas aislantes en acero inoxidable.



Ilustración 23 DETALLE DISTRIBUCIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS. Fuente: ArchiCAD, elaboración propia.

9.5.9 Acabados

Para la ejecución de los acabados de la estructura se debe tener en cuenta la importancia de la calidad de los materiales empleados ya que de esto depende la terminación y aspecto de la estructura. Es importante resaltar los siguientes aspectos para acabados:

- **Paredes internas:** Estas paredes deben ser terminadas con pintura Epóxica en su totalidad.
- **Piso:** Debido a la alta transitabilidad y uso de la edificación se determina para el piso un acabado empleando esmalte tipo Epoxy para pisos.
- **Cielo raso:** Se implementa un cielo raso tipo PVC Cieling.
- **Paredes Exteriores:** Estas paredes tienen una terminación en pintura convencional blanca, que contrasta perfectamente con el acabado dado por el DOLCETTO N implementado en los muros que poseen ventanas. (VER: Anexo 4: detalle plano arquitectónico de diseño)

10. Estimación de cantidades de obra

La ejecución de cada una de las actividades y los elementos pertenecientes al proyecto acarrearán un factor de análisis muy importante, que acude a tener clara la cantidad de materiales requeridos para la ejecución del proyecto; para de esta manera establecer detalles relacionados con proveedores, costos y disposición del material en la obra.

Por ello se plantea una estimación de la cantidad de materiales requeridos en obra para la ejecución de las distintas actividades del proyecto teniendo en cuenta la distribución de los elementos estructurales y siendo agrupados de la siguiente forma:

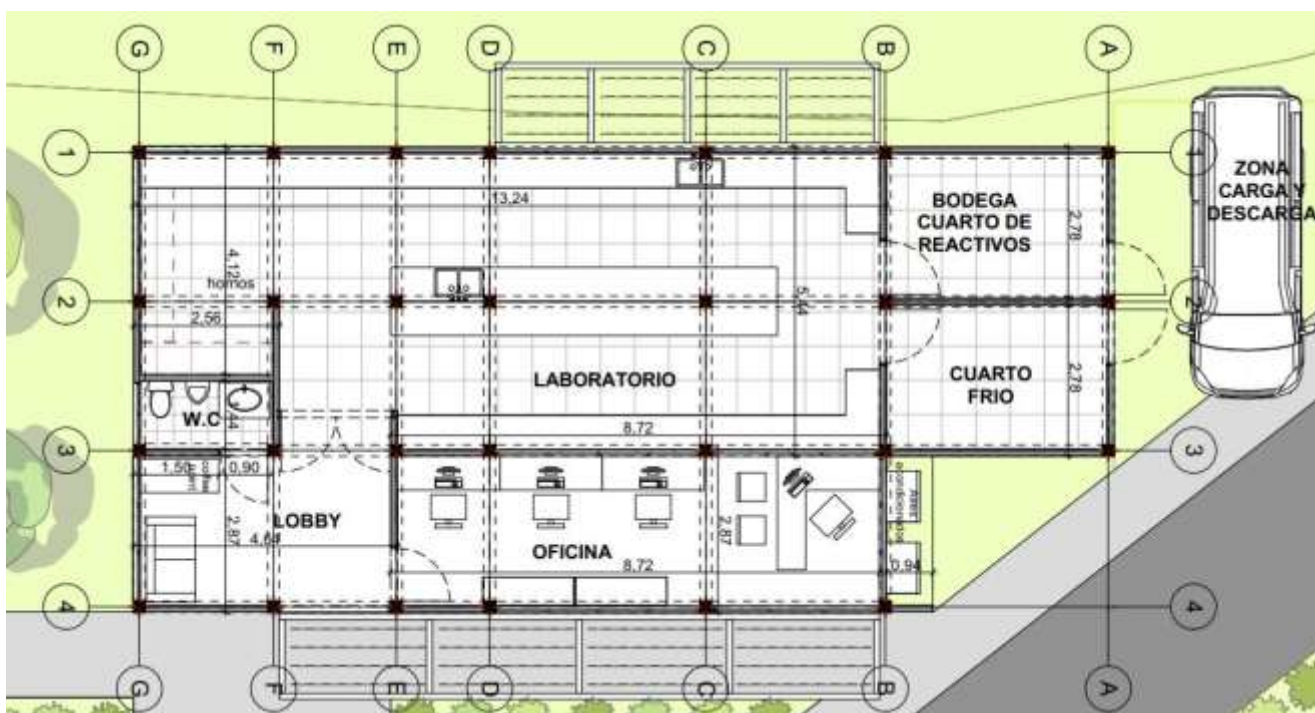


Ilustración 24 Planta de distribución arquitectónica y ejes constructivos. Fuente: Elaboración propia ArchiCAD.

Tabla 16 Agrupación de elementos estructurales para cálculo de cantidades. Fuente: Elaboración propia.

AGRUPACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
GRUPOS	EJES	CANTIDAD
Vigas de Cimentación		

VC1		
	1 (a-b-c-d-e-f-g) 1	3
	2 (a-b-c-d-e-f-g) 2	
	3 (a-b-c-d-e-f-g) 3	
VC2		
	4 (b-c-d-e-f-g) 4	1
VC3		
	A (1-2-3) A	1
VC4		
	B (1-2-3-4) B	6
	C (1-2-3-4) C	
	D (1-2-3-4) D	
	E (1-2-3-4) E	
	F (1-2-3-4) F	
	G (1-2-3-4) G	
Concreto Ciclópeo		
CC1		
	1 (a-b-c-d-e-f-g) 1	3
	2 (a-b-c-d-e-f-g) 2	
	3 (a-b-c-d-e-f-g) 3	
CC2		
	4 (b-c-d-e-f-g) 4	1
CC3		
	A (1-2-3) A	1
CC4		
	B (1-2-3-4) B	6
	C (1-2-3-4) C	
	D (1-2-3-4) D	
	E (1-2-3-4) E	
	F (1-2-3-4) F	

	G (1-2-3-4) G	
Vigas Elevadas		
VE1		
	A (1-2-3) A	7
	B (1-2-3) B	
	C (1-2-3) C	
	D (1-2-3) D	
	E (1-2-3) E	
	F (1-2-3) F	
	G (1-2-3) G	
VE2		
	B (3-4) B	6
	C (3-4) C	
	D (3-4) D	
	E (3-4) E	
	F (3-4) F	
	G (3-4) G	
VE3		
	1 (A-B) 1	3
	2 (A-B) 2	
	3 (A-B) 3	
VE4		
	1 (B-C) 1	4
	2 (B-C) 2	
	3 (B-C) 3	
	4 (B-C) 4	
VE5		
	1 (C-D) 1	4
	2 (C-D) 2	
	3 (C-D) 3	

	4 (C-D) 4	
VE6		
	1 (D-E) 1	4
	2 (D-E) 2	
	3 (D-E) 3	
	4 (D-E) 4	
VE7		
	1 (E-F) 1	4
	2 (E-F) 2	
	3 (E-F) 3	
	4 (E-F) 4	
VE8		
	1 (F-G) 1	4
	2 (F-G) 2	
	3 (F-G) 3	
	4 (F-G) 4	
Columnas		
C1	N/A	27
Muros Mampostería		
MM1		
	A (1-2-3) A	2
	B (1-2-3) B	
MM2		
	B (3-4) B	2
	G (3-4) G	
MM3		
	G (1-2) G	1
MM4		
	E (3-4) E	1
MM5		

	E (2-3) E	1
MM6		
	F (2-3) F	1
MM7		
	G (2-3) G	1
MM8		
	1 (A-B) 1	3
	2 (A-B) 2	
	3 (A-B) 3	
MM9		
	1 (B-C) 1	3
	3 (B-C) 3	
	4 (B-C) 4	
MM10		
	1 (C-D) 1	3
	3 (C-D) 3	
	4 (C-D) 4	
MM11		
	1 (D-E) 1	3
	3 (D-E) 3	
	4 (D-E) 4	
MM12		
	1 (E-F) 1	1
MM13		
	1 (F-G) 1	1
MM14		
	3 (F-G) 3	1
MM15		
	4 (F-G) 4	2
	Entre (2-3); (F-G) Baño	

Una vez establecidos los grupos de análisis de cantidades de cada uno de los elementos estructurales se procede a generar la tabla que consigna la cantidad de material requerido para la ejecución del proyecto de diseño y reubicación del laboratorio de análisis y control de calidad de la Ptar Río Frío de Empas s.a. conforme a la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 y la Ras 2017.

Tabla 17 Cantidades de obra para ejecución del proyecto. Fuente: elaboración propia



Cantidades de Obra para la Ejecución del Laboratorio								
Ítem	Actividad	Unidad	Longitud	Altura	Ancho	CANT	Vacío	Total
2 Movimiento de Tierras - Excavación Manual								
2.1	Vigas de cimentación + Concreto Ciclópeo (e=0.45m) (M3)							
2.1.1	VC1+CC1	M3	17,29	0,45	0,25	3	-	5,84
2.1.2	VC2+CC2		13,37	0,45	0,25	1	-	1,50
2.1.3	VC3+CC3		5,49	0,45	0,25	1	-	0,62
2.1.4	VC4+CC4		8,24	0,45	0,25	6	-	5,56
Total Excavación Manual		M3	13,52					
3 Elementos en Concreto Reforzado								
3.1	Concreto de 3000 PSI (21MPa) 1:2:3							
3.1.1	Vigas de Cimentación							
3.1.1.1	VC1	M3	17,29	0,2	0,25	3	-	2,5935

3.1.1.2	VC2		13,37	0,2	0,25	1	-	0,6685
3.1.1.3	VC3		5,49	0,2	0,25	1	-	0,2745
3.1.1.4	VC4		8,24	0,2	0,25	6	-	2,472
3.1.2	Columnas							
3.1.2.1	C1	M3	0,2	2,55	0,2	27	-	2,754
Ítem	Actividad	Unidad	Longitud	Altura	Ancho	CANT	Vacío	Total
3.1.3	Vigas Elevadas							
3.1.3.1	VE1	M3	5,44	0,2	0,2	7	-	1,5232
3.1.3.2	VE2		2,95	0,2	0,2	6	-	0,708
3.1.3.3	VE3		4,12	0,2	0,2	3	-	0,4944
3.1.3.4	VE4		3,36	0,2	0,2	4	-	0,5376
3.1.3.5	VE5		4	0,2	0,2	4	-	0,64
3.1.3.6	VE6		1,84	0,2	0,2	4	-	0,2944
3.1.3.7	VE7		2,36	0,2	0,2	4	-	0,3776
3.1.3.8	VE8		2,56	0,2	0,2	4	-	0,4096
Total Concreto 3000 PSI		M3	13,75					
3.2	Concreto de 2500 PSI (17.5MPa) 1:2:4							
3.2.1	Concreto Ciclópeo							
3.2.1.1	CC1	M3	17,29	0,2	0,25	3	-	2,5935
3.2.1.2	CC2		13,37	0,2	0,25	1	-	0,6685
3.2.1.3	CC3		5,49	0,2	0,25	1	-	0,2745
3.2.1.4	CC4		8,24	0,2	0,25	6	-	2,472

3.2.2	Placa Contrapiso	M3	17,29	0,1	8,24	1	1,186	13,06
3.2.3	Placa Cubierta	M3	17,29	0,18	8,24	1	1,9404	23,70
Total Concreto 2500 PSI		M3	42,77					
4	Mampostería							
4.1	Mampostería Ladrillos H10/m2				Área de Ladrillo			
4.1.1	MM1 (Puerta)	UN	4,89	2,45	0,0677	2	2,4	180,16
4.1.2	MM2 (Ventana)		2,55	2,45	0,0677	2	1,5	71,54
4.1.3	MM3 (Ventana)		2,42	2,45	0,0677	1	1,5	33,95
4.1.4	MM4 (Puerta)		2,55	2,45	0,0677	1	1,2	48,84
4.1.5	MM5 (Macizo Mesón)		2,42	2,45	0,0677	1	1,82	21,71
4.1.6	MM6 (Macizo)		2,42	2,45	0,0677	1	-	87,55
4.1.7	MM7 (Macizo)		2,42	2,45	0,0677	1	-	87,55
4.1.8	MM8 (Macizo)		3,72	2,45	0,0677	3	-	403,72
4.1.9	MM9 (Ventana)		2,96	2,45	0,0677	3	1,5	124,56
4.1.10	MM10 (Ventana)		3,6	2,45	0,0677	3	1,5	151,50
4.1.11	MM11 (Macizo)		1,44	2,45	0,0677	3	-	156,28
4.1.12	MM12 (Macizo)		1,96	2,45	0,0677	1	-	70,90
4.1.13	MM13 (Ventana)		2,16	2,45	0,0677	1	1,5	30,30
4.1.14	MM14 (Puerta)		2,16	2,45	0,0677	1	1,2	34,73
4.1.15	MM15 (Macizo)		2,16	2,45	0,0677	2	-	156,28

Total Ladrillos H10 (5% Desperdicio)		UN	1660					
5	Acabados							
5.1	Paredes Internas Pintura Epóxica (50 m2/GL)	M2						112
Total Pintura Epóxica		GALÓN	3					
5.2	Acabado Piso Esmalte Epoxy Piso (15 m2/GL)	M2						143
Total Esmalte Epoxy Piso e=3mm		GALÓN	10					
5.3	Techo Cielo Raso PVC Cieling (10 UN/CAJA)	M2						143,0
Total Cajas PVC Cieling (6 x 0,5 m)		UN	5					
5.4	Paredes Exterior Pintura (1lt=10m2)	M2						60
Total Pintura Exteriores		GALÓN	2					
5.5	Acabados Fachada (Dolcetto N)	M2						35
Total Cajas Dolcetto N		UN	1					
6	Puertas y ventanas							
6.1	Puertas Principales	UN	-	2	0,85	2	-	2

6.2	Puertas Secundarias	UN	-	2	1,2	6	-	6
6.3	Ventanas	UN	-	1,5	1,2	11	-	11
6.4	Ventanas Baño	UN	-	0,5	0,4	1	-	1

Además, se presenta el análisis de cantidades para las distintas mezclas de concreto a emplear en la ejecución del proyecto, entonces se tiene:

Tabla 18 Cantidades por dosificación de concretos. Fuente: elaboración propia.

Materiales según la Dosificación del Concreto					
Tipo de Concreto	Resistencia PSI	Materiales			
		Cemento (Kg)	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (L/m3)
1:2:3	3000	350	0,56	0,84	180
1:2:4	2500	300	0,48	0,96	170
Total Concreto 3000 PSI					
		Bultos Cemento(50kg)	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (L)
m³	13,75	101	8,08	12,13	2474,51
Total Concreto 2500 PSI					
		Bultos Cemento(50kg)	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (L)
m³	42,77	315	21,56	43,12	7271,51
TOTAL					
Total (5% Desperdicio)		Bultos Cemento(50kg)	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (L)
		416	29,64	55,24	9746,02

Tabla 19 Cantidades por dosificación de mortero de pega y cantidad de ladrillos. Fuente: elaboración propia

Ladrillo y Material				
Tipo de Ladrillo	Dosificación del Mortero	Materiales por M3		
		Cemento (Kg)	Arena (m3)	Agua (L)
H10	1:4 Tipo M	364	1,16	240
Volumen Mortero Total (5% Desperdicio)		Bultos Cemento (50kg)	Arena (m3)	Agua (L)
m3	1,29	10	1,56543	308,5
Total Cajas de Ladrillo H10 (15UN/m2) Para (1660m2)		111		

Otro de los elementos más importantes acude al acero de refuerzo empleado en la ejecución de cada uno de los elementos estructurales, por ello se presenta la tabla de cantidades de acero requeridas por número de barra, según los requerimientos establecidos por el diseño del laboratorio de análisis y control de calidad de la PTAR Río Frío.

Tabla 20 Cantidad de aceros por número de barra requerido por el diseño. Fuente: elaboración propia

Cantidades de Obra para la Ejecución del Laboratorio							
Ítem	Actividad	Unidad	D (m)	L (m)	Peso Kg/m	Cant.	Total Kg
7	Aceros de refuerzo						
7.1	Estribos Vigas cimentación 25X20 Barra #2						
7.1.1.	VC1	Kg	0,00635	47,17	0,25	3	35,24
7.1.2	VC2			36,36		1	9,05

7.1.3	VC3			14,69		1	3,66
7.1.4	VC4			22,25		6	33,24
7.2	Malla de refuerzo placa						
7.2.1	Ref. Secundario #2 @ 0.15 m	Kg	0,00635	1880,37	0,249	2	936,42
TOTAL ACERO # 2							1017,61
7.3	Estribos Vigas 20X20 Barra #3						
7.3.1	VE1	Kg	0,0095	9,68	0,56	14	75,7557
7.3.2	VE2			10,01		6	33,5735
7.3.3	VE3			13,25		3	22,2203
7.3.4	VE4			11,17		4	24,9761
7.3.5	VE5			12,93		4	28,9115
7.3.6	VE6			7,37		4	16,4793
7.3.7	VE7			8,42		4	18,8271
7.3.8	VE8			8,97		4	20,0569
7.4	Ref. Longitudinal Vigas de cimentación 25X20 Barra#3						
7.4.1	VC1	Kg	0,0095	75,6	0,56	3	126,781
7.4.2	VC2			59,48		1	33,2493
7.4.3	VC3			22,56		1	12,611
7.4.4	VC4			35,36		6	118,597
7.5	Estribos columna 20X20 Barra #3						
	COLUMNA TIPO 20X20	Kg	0,0095	11,34	0,56	27	171,155
TOTAL ACERO # 3							703,19
7.6	Ref. Longitudinal Vigas 20X20 Barra #4						
7.6.1	VE1	Kg	0,0127	11,68	0,99	14	162,539

7.6.2	VE2			12,2		6	72,7608
7.6.3	VE3			16,88		3	50,3362
7.6.4	VE4			13,84		4	55,0278
7.6.5	VE5			16,44		4	65,3654
7.6.6	VE6			7,76		4	30,8538
7.6.7	VE7			9,84		4	39,1238
7.6.8	VE8			10,64		4	42,3046
7.7	Ref. longitudinal Columnas 20X20 Barra #4						
	COLUMNA TIPO 20X20	Kg	0,0127	12,2	0,99	27	327,424
7.8	Malla de refuerzo placa ENTREPISO						
7.6.1	Ref. Principal #4 @ 0.20 m	Kg	0,0127	298,25	0,99	2	592,921
TOTAL ACERO # 4							1438,66
7.9	Malla de refuerzo placa CONTRAPISO						
En total se deben emplear aproximadamente 132 M2 de malla electrosoldada referencia M-131 para la ejecución del contrapiso. La disposición y forma de manejo, dependerá directamente del constructor y del proveedor de esta. Así como también la capacidad de producción de los proveedores.							

De esta manera se logra, en respuesta a la necesidad de la EMPAS S.A. plantear el diseño y reubicación del laboratorio de análisis y control de calidad de la Ptar de Río Frío dando cumplimiento a la normativa vigente colombiana y garantizando la competencia de este.

11. Conclusiones

- Las condiciones actuales del laboratorio de análisis y control de calidad de la PTAR de Río Frío no permiten realizar un trabajo de remodelación, por lo que se plantea la reubicación de las instalaciones del laboratorio para así garantizar el cumplimiento de la normativa colombiana vigente.
- La distribución de áreas de trabajo debe ser modificada con el fin de asegurar áreas de trabajo optimas que no interfieran en la correcta ejecución de ensayos cercanos.
- La distinción de las dos diferentes áreas de trabajo (fisicoquímica y microbiológica), se deben resaltar en el nuevo diseño del laboratorio.
- Se deben considerar aspectos relacionados con la seguridad, zona de oficinas y almacenamiento (biblioteca, almacenamiento de muestras); de manera que la correcta organización garantice la funcionalidad de los procesos.
- Se logra dar solución a la problemática actual del laboratorio consignada en las tablas 4 y 5, por medio del diseño arquitectónico y estructural propuesto dando a su vez cumplimiento con los parámetros establecidos por la RAS 2017. Este diseño fue ajustado a las necesidades de la Ptar Río Frío y aprobado por la empresa.
- Se propone el diseño estructural óptimo para la edificación dada su clasificación por medio del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, NSR 10, Titulo A. El diseño de los elementos estructurales está basado en el Titulo E del reglamento, por tanto, se cumple con los requisitos mínimos a fin de dar solución a esta problemática y brindar una estructura eficiente para su uso, una propuesta de carácter académico.
- Es importante por parte de los profesionales y empresas tener conciencia del continuo avance de la tecnología y los distintos campos de acción de estas; estar al tanto de los ajustes normativos, requerimientos legales y de competencia que dado su

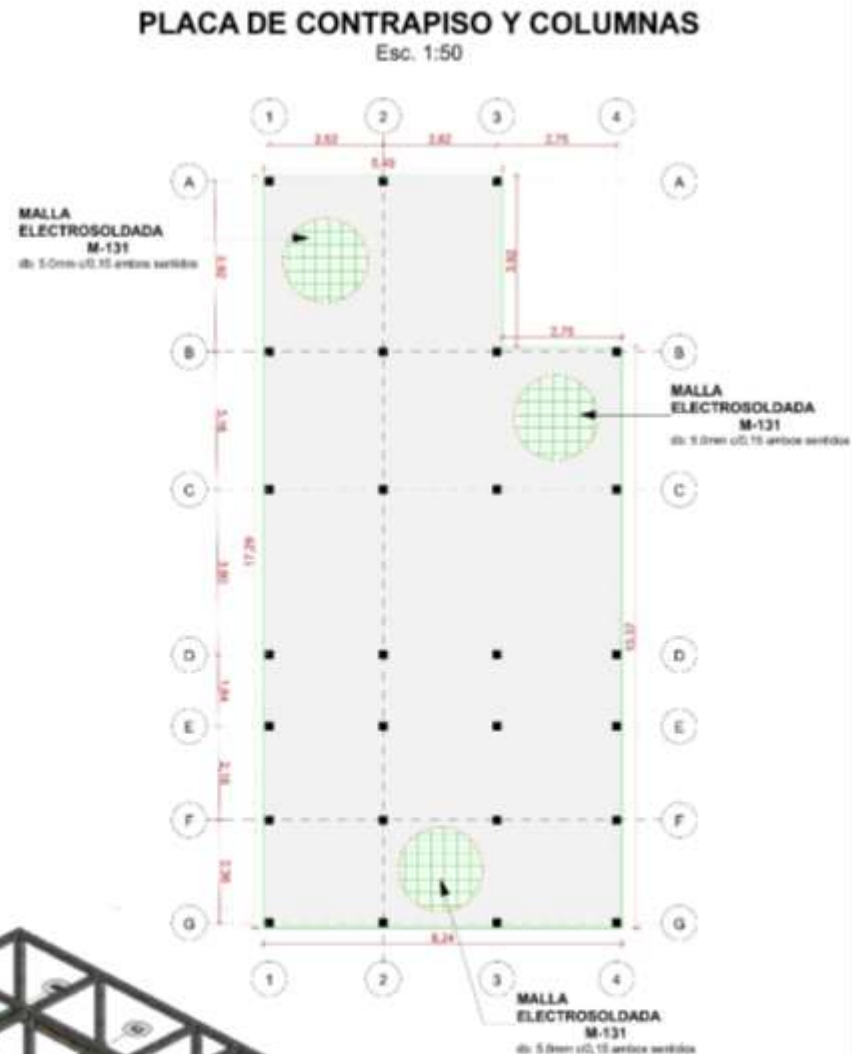
cumplimiento permitan un excelente posicionamiento de las instalaciones y sistemas de operación conjunta de las entidades.

- El correcto aprovechamiento de las condiciones naturales del entorno (iluminación, radiación, etc) es un aspecto bastante importante para la definición de la ubicación, así como también la conexión con lugares existentes.
- La elección de materiales para acabados debe ser correcta (**calidad óptima**), ya que las condiciones internas de trabajo requieren de características específicas como lo son (impermeabilidad, fácil lavado, resistencia a sustancias químicas, etc).
- La aplicación de este proyecto responde a una de las posibles soluciones a la problemática que se presenta actualmente en las instalaciones de la Ptar de Río Frío del EMPAS S.A y acude a una propuesta académica.

12. Referencias bibliográficas

- Empas S.A (2018), *Instructivo de soporte analítico ITTIAR-11 versión 03*, tomado de la base de datos de la EMPAS S.A.
- Icontec Internacional (2017), *Norma técnica colombiana NTC ISO/IEC 17025 DE 2017*, tomado de base de datos ICONTEC internacional.
- Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS (2017). Título C-Sistemas de Potabilización, tomado de base de datos Ministerio de Vivienda.
- Empas S.A, *Planta de tratamiento de aguas de Río Frío-historia*, tomado de la base de datos de la EMPAS S.A
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMORESISTENTE*, Título A-Título E.

13.2 Anexo 2: plano placa de contrapiso y columnas



NOTAS PARA CONSTRUCCIÓN Y ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO

1. Norma de Diseño Estructural NSR-10, Norma Sismo Resistente de 2010.
2. Sistema Estructural Aporticado y Mampostería Confinada.
3. Tipo de Cimentación: Vigas de Anarre.
4. Capacidad Portante del Suelo q_a: 10 Ton/m². (No requiere estudio de suelos).
5. El Geotecnista Encargado aprobará el diseño de Cimentación.

El nivel N+0.00 Estructural Corresponde al Nivel de Contra piso (m).

ACERO (NORMA NTC 2289):

1. F_y = 420 MPa (60.000 PSI) Corrugado Para Todos los Diámetros
2. F_y = 420 MPa (60.000 PSI) Malla Electro soldada

CARACTERISTICAS SISMICAS

Zona de Amenaza Sísmica Alta
A_a=0.25 A_v=0.25

Tipo de Suelo D (Determinado por Geotecnista)
F_a=1.3 F_v=1.9 I=1.0 Grupo I

Especificaciones de Material.

Concreto
Concreto Ciclópeo: Concreto - Piedra Rajón (60%-40%)
Solado
Vigas de Anarre y Entlace
Columnas
Placa Contra piso

f _c (Mpa)	(PSI)
21	3000
17.5	2500
17.5	2500
21	3000
21	3000
17.5	2500

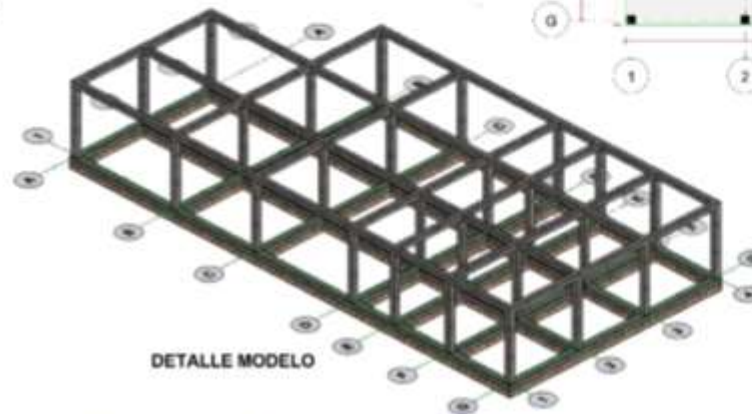
MAMPOSTERIA

Ladrillo H-10 (30x20x10 cm)
Mortero de Pega

Resistencia a la Compresión > 3 MPa (30 kg/cm²)
Dosificación por volumen >= 1:4 TIPO M

NOTA:

ESTA ENTREGA ES VALIDA UNICAMENTE PARA ESTA EDIFICACION.



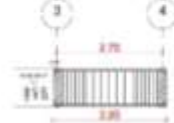
13.3. Anexo 3: plano vigas elevadas y cubierta

VIGAS ELEVADAS

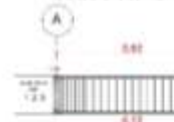
VIGA TIPO EJES A-B-C-D-E-F-G



VIGA TIPO EJES B-C-D-E-F-G



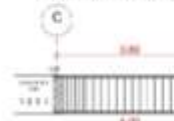
VIGA TIPO EJES 1-2-3



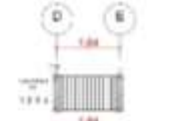
VIGA TIPO EJES 1-2-3-4



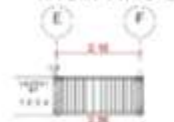
VIGA TIPO EJES 1-2-3-4



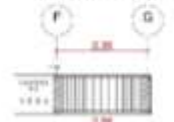
VIGA TIPO EJES 1-2-3-4



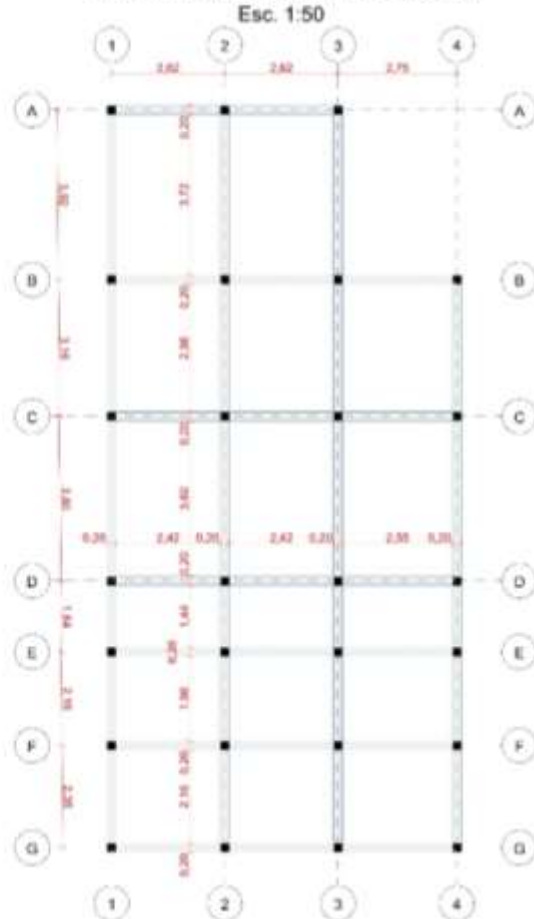
VIGA TIPO EJES 1-2-3-4



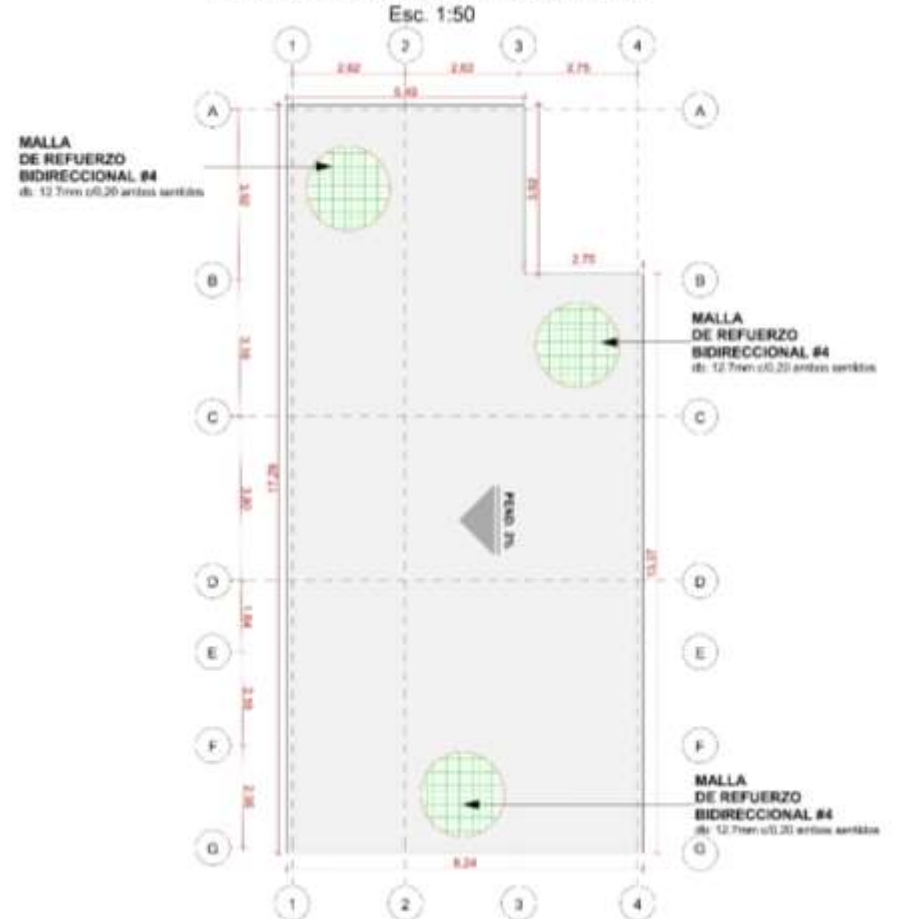
VIGA TIPO EJES 1-2-3-4



PLANTA VIGAS ELEVADAS



PLANTA PLACA DE CUBIERTA



NOTAS PARA CONSTRUCCIÓN Y ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO

1. Norma de Diseño Estructural NSR-10, Norma Sismo Resistente de 2010.
 2. Sistema Estructural Aperturado y Mampostería Confinada.
- ACERO (NORMA NTC 2269):
 1. $F_y = 420$ MPa (60.000 PSI) Corrugado Para Todos los Diámetros
 2. $F_y = 420$ MPa (60.000 PSI) Malla Electro soldada

CARACTERISTICAS SISMICAS

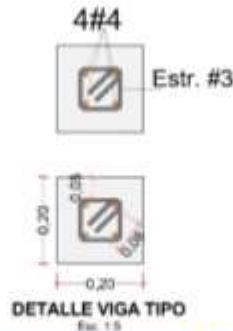
Zona de Amenaza Sísmica Alta
 $A_a=0.25$ $A_v=0.25$

Tipo de Suelo D (Determinado por Geotecnista)
 $F_a=1.3$ $F_v=1.9$ $I=1.0$ Grupo I

Especificaciones de Material

Concreto
 Vigas de Amarre y Enlace
 Columnas

f_c (Mpa)	(PSI)
21	3000
21	3000
21	3000



DETALLE PLACA DE CUBIERTA



