

## **CAPITULO 4**

### **PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO.**

#### **4.1. ESTUDIO DE LA SELECCIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE.**

En el estudio del área necesaria para el laboratorio de fundición del DECEM, lo principal es tener en cuenta la maquinaria con la que se cuenta y las actividades que se van a realizar dentro de este, para la cuantificación del espacio necesario para operar la maquinaria con seguridad y eficiencia.

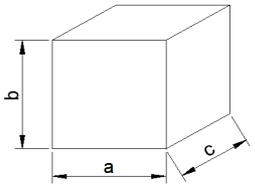
La maquinaria con la que se cuenta para el proyecto es la misma que ahora está disponible dentro del área de Fundición, área de Tratamientos Térmicos y Microfundición dentro del Laboratorio de Ciencias de los Materiales, que se encuentra detallada en el capítulo 2 del presente estudio.

Las actividades que se van a realizar dentro de las instalaciones del Laboratorio de Fundición, se basan en un estudio realizado al mercado industrial en función de una encuesta realizada en el capítulo 3 del presente proyecto, la cual arroja como resultados una lista de actividades que tienen una alta frecuencia y en base a lo cual se puede predecir una buena rentabilidad. Las actividades a desarrollarse no solo están sujetas a las predicciones de la encuesta, sino también a la instrucción de Ingenieros que estudien en la ESPE, lo cual implica el desarrollo de varios procesos de fundición que no necesariamente presenten rentabilidad para el DECEM, por ejemplo fundición centrífuga, los equipos para este proceso son de tipo experimental, sin posibilidad de prestar servicios a la industria con ellos, y la adquisición de nuevos equipo presenta una inversión que no se amortizara.

#### 4.1.1. MAQUINARIA DISPONIBLE EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN.

La distribución de la maquinaria va de acuerdo a las dimensiones externas de cada equipo y área adecuada de operación.

**Tabla 4.1.- Dimensiones externas de los equipos del área de Fundición del DECEM.**

CÓDIGO	EQUIPO	 Dimensiones (mm)		
		A	B	C
ESPE-LF-HWB01	Horno mufla rectangular horizontal	499	574	808
ESPE-LF-HWB02	Horno vertical de circulación forzada de aire	1351	2233	1351
	Horno Panel de Control	732	1861	601
ESPE-LF-FRF01	Fragua combinada de soldadura de metal	570	895	480
ESPE-LF-HWB04	Horno de fundición de alta temperatura	622	502	614
ESPE-LF-HTC05	Horno Mufla de puerta corrediza	315	481	484
ESPE-LF-HLC06	Horno de inducción	460	775	584
ESPE-LF-HFS07	Horno de convección	988	694	596
ESPE-LF-CAC01	Compresor	1500	850	645
ESPE-LF-HLH08	Horno Tubular	480	508	634
	Horno Consola de control	800	225	500
ESPE-LF-PV01	Prensa Vulcanizadora	520	626	450
ESPE-LF-MC01	Máquina para fundición centrífuga	930	1351	548
ESPE-LF-HWB09	Horno de inducción reconstituido	770	1117	980
ESPE-LF-CP01	Compactadora tipo pistón	851	2025	1256
ESPE-LF-MMC01	Maquina moldeadora de cascara	2360	1066	1056
ESPE-LF-HPF10	Horno de dos estaciones			
	Horno Panel de Control	1550 450	1730 620	1615 200

#### **4.1.2. ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA EL LABORATORIO DE FUNDICIÓN DEL DECEM.**

El Laboratorio de Fundición del DECEM está destinado principalmente para realizar prácticas como parte de la formación académica de los estudiantes de ingeniería que así lo requieran, y adicionalmente a esto se ofrecerá servicios en el área metalúrgica a la industria fundidora nacional.

##### **4.1.2.1. Instrucción a estudiantes de ingeniería de la ESPE.**

A continuación se presenta una secuencia de prácticas de laboratorio de acuerdo a un orden cronológico en función del plan analítico de la materia de Fundición en el DECEM, las mismas que se encuentran detalladas en el Anexo B.

- TEMA 1: FUNDICIÓN CENTRÍFUGA
- TEMA 2: FUNDICIÓN MANUAL EN ARENA.
- TEMA 3: FUNDICIÓN EN CÁSCARA.
- TEMA 4: FUNDICIÓN A PRESIÓN.
- TEMA 5: FUNDICIÓN CON COLADA CONTINÚA.
- TEMA 6: FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA.
- TEMA 7: FUNDICIÓN CON MOLDE PERMANENTE.

Las prácticas mencionadas son procesos de fundición, los cuales se los analiza a profundidad en el estudio de la materia, sin embargo no todos son factibles de aplicar como negocio para la sección prestación de servicios que el presente proyecto propone, esto se basa obviamente en el estudio de mercado y la encuesta realizados en capítulos anteriores, un extracto del estudio se presenta en la siguiente matriz:

Ponderación de parámetros.

Parámetro	Puntaje	Ponderación
Rentabilidad.	5	Rentable
	1	En Perdida
Maquinaria.	5	Disponible
	1	Por Adquirir
Equipamiento.	5	Disponible
	1	Por Adquirir
Materia prima e insumos.	5	Fácil aprovisionamiento
	1	Difícil aprovisionamiento
Costos de Funcionamiento.	5	Bajos
	1	Elevados

<i>Total.</i>	<i>Implementación.</i>
< 15	VIABLE
> 15	NO VIABLE

**Tabla 4.2.- Matriz de viabilidad de implementación para procesos de producción.**

Proceso de Producción.	Rentabilidad.	Maquinaria.	Equipamiento.	Materia prima e insumos.	Costos de Funcionamiento.	TOTAL.	Implementación.
Fundición centrífuga	3	1	1	3	2	10	NO VIABLE
Fundición manual en arena.	4	4	4	5	3	20	VIABLE
Fundición en cáscara.	2	4	4	1	2	13	NO VIABLE
Fundición a presión.	4	1	1	2	1	9	NO VIABLE
Fundición con colada continua.	5	1	1	2	1	10	NO VIABLE
Fundición a la cera perdida.	3	3	2	2	2	12	NO VIABLE
Fundición con molde permanente.	4	1	1	2	1	9	NO VIABLE

El estudio muestra que la fundición en arena es la más ocionada para implementar en la sección de prestación de servicios que el proyecto propone, esto se basa principalmente en su rentabilidad, equipamiento disponible en el área de fundición y su facilidad de aprovisionamiento tanto de materia prima como de insumos en el país.

La situación de la maquinaria actual disponible para este proceso se encuentra en un deceso de su eficiencia, por lo que no alcanza las temperaturas óptimas de operación para una producción en serie por lo que es recomendable la adquisición de un nuevo horno de inducción, sumamente necesario para la obtención de Hierro Nodular, elevar los volúmenes de producción y aumentar la rentabilidad en los procesos.

De acuerdo al volumen de producción mensual equivalente a 16000 kg/mes y considerando un incremento anual del 10% en la producción establecida para el proyecto, se recomienda la adquisición de un Horno de Inducción con un flujo de 100 kg/h, en el anexo III se encuentra la propuesta que la empresa Hormesa propone para venta de un horno del tamaño requerido, la propuesta contiene las características específicas del horno, así como también los diagramas eléctricos, condiciones de funcionamiento y planos de instalación, es necesario mencionar que la propuesta adjunta en el presente proyecto es la más conveniente dentro del mercado como conclusión de una investigación y comparación de precios.

#### **4.1.2.2. Prestación de servicios.**

El diseño del Laboratorio de fundición tiene objetivo implementar un área de prestación de servicios, como parte del financiamiento por la adquisición de sus equipos nuevos y su infraestructura.

Los siguientes servicios son los que, de acuerdo a las encuestas y entrevistas realizadas a la comunidad fundidora nacional se han recogido como los más opcionados a implementar debido a la demanda y la poca competencia que presentan estos servicios en la localidad:

#### 4.1.2.2.1. Análisis de arenas de moldeo.

Las fundiciones de hoy enfrentan márgenes de utilidades cada vez menores, y el costo de los materiales siempre en aumento.

Más que nunca, deben reexaminar su forma de producir sus coladas y determinar si usan los materiales más adecuados para su proceso de colado.

Si bien el costo debe tener un papel para decidir que material se usara para la fabricación de moldes, debe ser más importante su desempeño, en especial si se debe ahorrar por menor consumo de resina, menor arena necesaria para producir un molde y mejor acabado de la pieza colada, de ahí lo fundamental que representa el análisis de la arena para moldeo, para referirse al procedimiento de análisis de arenas de moldeo leer el Anexo D.

Esta es una filosofía que cada vez gana espacio dentro de la industria fundidora nacional, y esto representa un mercado en crecimiento con muchas posibilidades ya que la competencia es muy reducida y el equipamiento no posee un costo elevado.

En su mayoría la industria nacional que realizan procesos de fundición en arena, reutilizan la arena pero sin el análisis correspondiente para mejorar sus propiedades por lo que aproximadamente la arena circula por cientos de fundiciones antes de ser desechada, esto a parte de causar contaminación representa pérdidas considerables a la empresa, con análisis de arena adecuado se puede incrementar la frecuencia de uso de la arena al triple, sin

mencionar que al mejorar las propiedades de la arena, se mejora la calidad superficial de las fundiciones y aumentar la velocidad de moldeo y desmoldeo. El presente proyecto propone implementar en la infraestructura una área adecuada para el análisis de arenas con el equipamiento apropiado para la tarea correspondiente, los equipos no disponibles en el Laboratorio de Ciencias de los Materiales necesarios para esta área son los siguientes:

- Microscopio de arenas 100X.
- Tamices ASTM de abertura 6,3mm hasta los 0,038mm.

La frecuencia de uso de la arena en la industria fundidora radicada en Pichincha, proyecta una demanda de análisis de dos ensayos mensuales por cada empresa dentro de la provincia, esto por la población de industrias genera buenas posibilidades en el área prestación de servicios del proyecto.

#### 4.1.2.2.2. Capacitación.

Capacitación.- Con la creación del área de Asistencia Técnica del Laboratorio de Fundición del DECEM se planea dictar cursos de capacitación a empresas tanto a nivel ejecutivo, profesional o técnico de operación. Para el desarrollo de estas actividades, se cuenta con un grupo multidisciplinario de excelencia.

El servicio considera la realización de una visita industrial y la posterior elaboración de un programa tentativo de capacitación para ser analizado y aprobado en conjunto con personal de la empresa de acuerdo a las necesidades de ésta, además para dictar los cursos, la Escuela pone a disposición de las empresas su infraestructura y medios audiovisuales.

Áreas de Capacitación.- Las actividades de Capacitación están dirigidas principalmente a las siguientes áreas:

- Pirometalurgia.
- Moldeo.
- Metalurgia.
- Ingeniería de Procesos de Fundición.
- Producción más limpia en Fundición.
- Análisis de Riesgos.

El Departamento de Asistencia Técnica pretende ofrecer soluciones concretas a la problemática empresarial, para ello, se cuenta con profesionales de buen nivel y tecnología de punta, que permiten entregar un servicio de óptima calidad y confiabilidad.

#### 4.1.2.2.3. Servicios varios.

- Pirometalurgia.- En esta área la labor de la Escuela Politécnica del Ejército está enfocada a la investigación, análisis y desarrollo de principios y operación de los procesos de fundición.
- Ingeniería de Procesos.- En la Ingeniería de Procesos se incluye el estudio de los principios y la operación de los procesos de fundición, así como también las operaciones básicas existentes en plantas de procesos. Aquí se utiliza modelos teóricos y empíricos, lo que permite establecer condiciones para que exista un óptimo aprovechamiento de los recursos materiales y energéticos.
- Formulación y Evaluación de Proyectos de Plantas Industriales.
- Selección de Maquinaria y Equipamiento de Plantas Industriales.
- Asesorías para el Aprovechamiento Óptimo de la Energía.
- Implementación de Análisis Especiales, a petición del usuario.
- Producción más limpia en Fundición.

Debido a la problemática existente en la actualidad sobre los graves problemas de contaminación a nivel industrial, la Escuela Politécnica del Ejército ofrece el asesoramiento a las empresas en una producción más limpia en el área de Fundición esto implica la evaluación de cada uno de los pasos empleados en los procesos de producción el análisis, categorización y cuantificación de residuos industriales generados así como también tecnologías y programas capaces de mejorar y/o minimizar los niveles contaminantes.

Después de los graves accidentes acaecidos en las últimas décadas, principalmente en las industrias fundidoras, se ha hecho una necesidad el uso de procedimientos de evaluación de riesgos para reducir o controlar el riesgo de accidente en las instalaciones industriales. En este contexto, la Escuela Politécnica del Ejército ha desarrollado una serie de trabajos en esta área, lo que le permite ofrecer una variada gama de cursos y asesorías:

- Análisis de Riesgos en Plantas de Proceso.
- Análisis de Riesgos Operacionales.
- Manejo de Sustancias Peligrosas.
- Administración y Gestión de Seguridad.
- Análisis de Puntos Críticos de Control.
- Confección de Procedimientos de Operación.
- Análisis de Seguridad de Tareas.

#### 4.1.2.2.4. Elaboración de piezas de aleaciones ferrosas y no ferrosas.

El Laboratorio de Fundición de la Escuela Politécnica del Ejército está en capacidad de prestar servicio en la elaboración de piezas industriales, a partir de estándares de calidad muy elevados, de un servicio excelente y de procesos tecnológicos innovadores.

Actividades.- Las actividades del Laboratorio de Fundición de la Escuela Politécnica del Ejército están divididas entre las siguientes líneas de negocio:

- Fabricación de piezas industriales en fundición gris y nodular sobre plano o modelo.
- Fabricación de piezas industriales en aleaciones especiales según la necesidad, sobre plano o modelo.
- Valvulería y accesorios.

Todas las piezas antes mencionadas se las elaboran mediante el proceso de fundición en arena, por lo que análisis aplicado en el área de instrucción también se aplica, y esta propuesta haría más eminente la necesidad de adquirir el horno de Inducción detallado en el Anexo C.

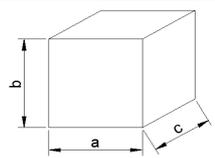
#### 4.1.2.2.5. Espectrometría.

En el estudio del estado actual de la Industria Fundidora Nacional realizado en el capítulo 2 se puede apreciar como el servicio de espectrometría es uno de los más requeridos por la industria, sin embargo posee una oferta mínima, por lo que el presente proyecto pretende brindar servicio de espectrometría en las nuevas instalaciones del Laboratorio de Fundición del DECEM.

Para estar en capacidad de brindar este servicio a la comunidad industrial de Pichincha, es necesario la adquisición de un espectrómetro, la oferta para este tipo de equipo es muy grande en el mercado internacional, pero se pone en consideración el Espectrómetro de Plasma de Inducción ICP-OES Perkin Elmer, modelo Plasma 400.

Los servicios factibles de implementar requieren de la inversión de capital en la adquisición de equipamiento y maquinaria para su funcionamiento, en resumen los equipos propuestos en el presente proyecto son los siguientes:

**Tabla 4.3.- Dimensiones externas de los equipos nuevos del Laboratorio de Fundición del DECEM.**

CÓDIGO	EQUIPO	 Dimensiones (mm)		
		A	B	C
ESPE-LF-HIH10	Horno de inducción	820	1010	820
ESPE-LF-EPS01	Espectrómetro de plasma	1118	356	610
ESPE-LF-MAI01	Microscopio con analizador de imágenes	320	640	404
ESPE-LF-AAR01	Tamices ASTM	1280	840	780

#### **4.1.3. PERSONAL REQUERIDO.**

El personal dispuesto para el Laboratorio de Fundición debe cumplir con ciertos requerimientos básicos, que son necesarios para el correcto funcionamiento del mismo y la adecuada optimización de los recursos disponibles para los trabajos y prácticas que se llevarán a cabo dentro de sus instalaciones, además deben cubrir el campo de prestación de servicios de una manera eficiente según la demanda proyectada.

El personal disponible del actual área de Fundición no es suficiente para atender a las demandas expuestas por el proyecto de prestación de servicios que pretende brindar el proyecto, por este motivo es necesario que el DECEM brinde la capacitación necesaria a su personal de Fundición e incremente el número de profesionales que constituyen esta área.

Después de un análisis realizado de las actividades que van a realizar cada integrante del Laboratorio de Fundición y tomando en consideración que los estudiantes van a ser parte de este equipo de trabajo y su colaboración es fundamental por esta razón el personal que será necesario para la operación del Centro de Servicios en Fundición será el que se propone a continuación:

**Tabla 4.4.- Personal requerido para el Laboratorio de Fundición del DECEM.**

Personal	Actividades	Formación
Instructor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de certificar todos los servicios que se realicen.</li> <li>• Inspeccionar los Ensayos de Análisis de arena y fundición.</li> <li>• Dictar los cursos de capacitación de los procesos de fundición y demás de acuerdo a la demanda.</li> <li>• Gestionar y supervisar las prácticas de Laboratorio.</li> <li>• Capacitar a los Estudiantes.</li> <li>• Investigación científica.</li> <li>• Control de la calidad de las fundiciones.</li> <li>• Manejo de Planes de Seguridad Industrial.</li> </ul>	<p>Ingeniero Mecánico ó Ingeniero Fundidor.</p> <p>Especialidad en Procesos de Producción de Fundición de Metales.</p> <p>Con amplios conocimientos en Metalurgia y Ciencia de los Materiales ó Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales.</p>
Laboratorista de Máquinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de los Equipos y maquinaria del Laboratorio.</li> <li>• Ejecutar los procesos de fundición.</li> <li>• Instruir a los estudiantes en el correcto manejo de los equipos</li> <li>• Colaborar en el área de servicios.</li> <li>• Encargado de vender los servicios de Fundición.</li> </ul>	<p>Ingeniero Mecánico ó Tecnólogo en Mecánica Industrial.</p>
Laboratorista de Bodega	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado de proveer de materia prima, insumos, herramientas y equipo de seguridad industrial.</li> <li>• Responsable del área de seguridad industrial.</li> <li>• Instruir a los estudiantes en el uso del EPP.</li> <li>• Colaborar en el área de servicios</li> </ul>	<p>Ingeniero Mecánico ó Tecnólogo en Mecánica Industrial.</p>

Esto bajo la consideración de que también se cuenta con el alumnado que se encuentre cursando la materia, como mano de obra disponible para la

ejecución de los procesos, ensayos y trabajos en general que se requieran, esto como parte de una formación más práctica para el estudiante y al mismo tiempo que este se vea inmiscuido en el campo laboral y pueda palpar de cerca las necesidades que requiere la comunidad fundidora nacional.

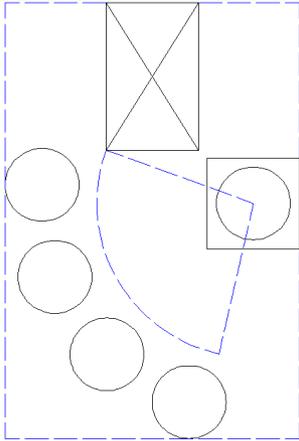
El personal que ocupe los puestos necesita continua capacitación para cumplir con las exigencias tanto de la Industria como del DECEM, es recomendable facilitar al personal la capacitación por lo cual se detallan en el Anexo J algunos cursos de especialización a realizarse este año.

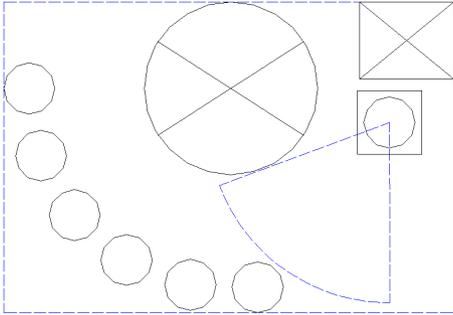
#### **4.1.4. REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN.**

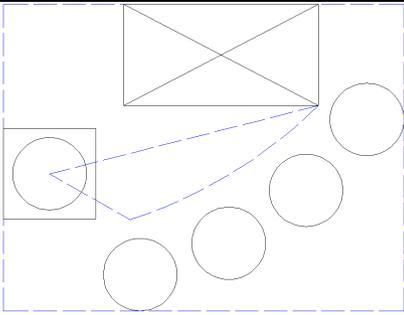
La adecuada ubicación y una correcta distribución son factores que contribuyen de manera decisiva en el grado de protección, tanto para la salud como para el medio ambiente, de un laboratorio. En consecuencia, cuando se proyecta un laboratorio nuevo o bien se reforma uno ya existente deben conjugarse su ubicación, situación y espacio disponible con los aspectos relativos a la protección de la salud y el medio ambiente, así como con la actividad y funcionalidad del laboratorio. Por otro lado, hay que tener en cuenta que los problemas derivados de una construcción y ubicación inadecuadas difícilmente son superables posteriormente. Muchos edificios en los que se decide ubicar un laboratorio no son aptos para ello, debiéndose descartar, ya a nivel de proyecto, su instalación en los mismos.

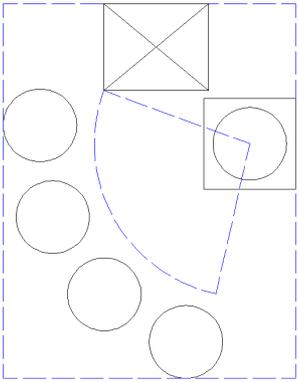
##### **4.1.4.1. Requerimientos específicos:**

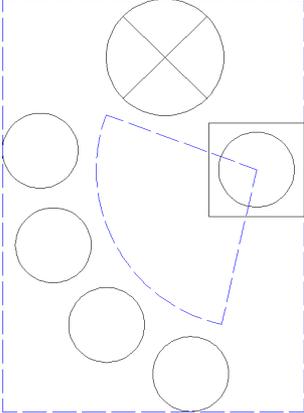
De acuerdo con los manuales de la maquinaria disponible por el Laboratorio de Fundición de la ESPE, encontramos como requerimientos básicos de funcionamiento los siguientes:

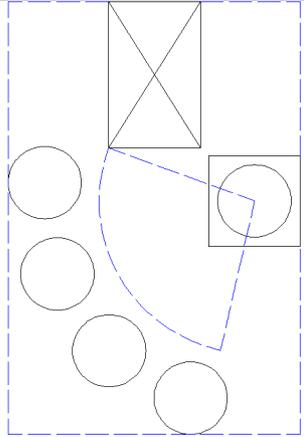
REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Horno mufla rectangular horizontal	<b>Código:</b> ESPE-LF-HWB01	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	0,4
	1 Instructor	0,25
4 Alumnos	0,52	
Movilidad	2,64	
<b>Total=</b>	<b>3.81</b>	
<b>Requerimientos Físicos:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesón de Mármol de 1,20m de alto</li> <li>• Corriente Eléctrica 220/250V</li> </ul>		

REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Horno vertical de circulación forzada de aire	<b>Código:</b> ESPE-LF-HWB02	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	1,87
	1 Instructor	0,25
6 Alumnos	0,78	
Movilidad	5,62	
<b>Total=</b>	<b>8.52</b>	
<b>Requerimientos Físicos:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excavación 2,20m</li> <li>• Corriente Eléctrica 220V</li> </ul>		

REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Horno de fundición rápida	<b>Código:</b> ESPE-LF-HRF03	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	0,6
	1 Instructor	0,25
	4 Alumnos	0,52
Movilidad	2,31	
<b>Total=</b>	<b>3.68</b>	
<b>Requerimientos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente Eléctrica 220/240V</li> <li>• Alimentación de Gas natural, Propano o Butano</li> </ul>		

REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Fragua combinada de soldadura de metal	<b>Código:</b> ESPE-LF-FRF01	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	0,27
	1 Instructor	0,25
	4 Alumnos	0,52
Movilidad	2,26	
<b>Total=</b>	<b>3.3</b>	
<b>Requerimientos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente Eléctrica 110/220/240V</li> <li>• Alimentación de Oxígeno y Gas natural, Propano o Butano</li> </ul>		

<b>REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN</b>		
<b>Maquina:</b> Horno de fundición de alta temperatura	<b>Código:</b> ESPE-LF-HWB04	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	0,31
	1 Instructor	0,25
	4 Alumnos	0,52
Movilidad	2,42	
<b>Total=</b>	<b>3.5</b>	
<b>Requerimientos Físicos:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente Eléctrica 220V</li> </ul>		

<b>REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN</b>		
<b>Maquina:</b> Horno Mufla de puerta corrediza	<b>Código:</b> ESPE-LF-HTC05	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	0,15
	1 Instructor	0,25
	4 Alumnos	0,52
Movilidad	2,38	
<b>Total=</b>	<b>3.3</b>	
<b>Requerimientos Físicos:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesón de Mármol de 1,20m de alto</li> <li>• Corriente Eléctrica 120V</li> </ul>		

REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Horno de inducción	<b>Código:</b> ESPE-LF-HLC06	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	0,27
	1 Instructor	0,25
4 Alumnos	0,52	
Movilidad	2,46	
<b>Total=</b>	<b>3.5</b>	
<b>Requerimientos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesón de Mármol de 1,20m de alto</li> <li>• Corriente Eléctrica 120V</li> </ul>		

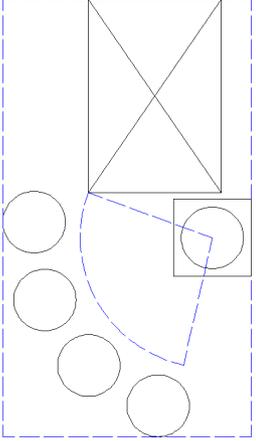
REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Horno de convección	<b>Código:</b> ESPE-LF-HFS07	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	0,59
	1 Instructor	0,25
4 Alumnos	0,52	
Movilidad	3,15	
<b>Total=</b>	<b>4.51</b>	
<b>Requerimientos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesón de Mármol de 1,20m de alto</li> <li>• Corriente Eléctrica 230V</li> </ul>		

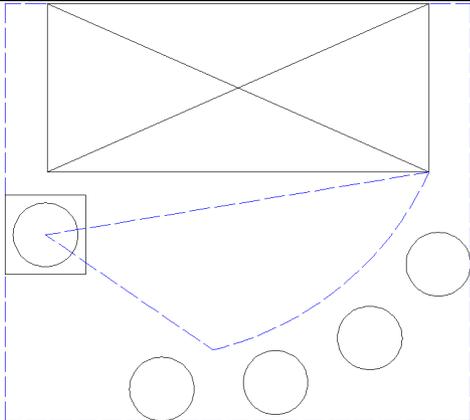
REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Horno Tubular	<b>Código:</b> ESPE-LF-HLH08	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	0,71
	1 Instructor	0,25
	4 Alumnos	0,52
	Movilidad	2,82
	<b>Total=</b>	<b>4.3</b>
<b>Requerimientos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesón de Mármol de 1,20m de alto</li> <li>• Corriente Eléctrica 240V</li> </ul>		

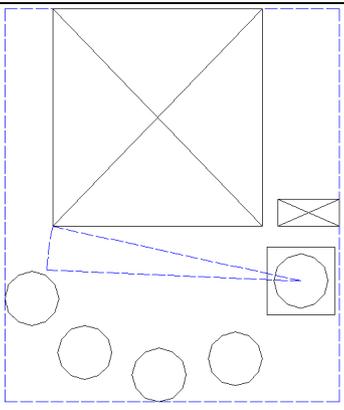
REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Prensa Vulcanizadora	<b>Código:</b> ESPE-LF-PV01	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	0,24
	1 Instructor	0,25
	4 Alumnos	0,52
	Movilidad	2,29
	<b>Total=</b>	<b>3.3</b>
<b>Requerimientos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesón de Mármol de 1,20m de alto</li> <li>• Corriente Eléctrica 220V</li> </ul>		

REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Máquina para fundición centrífuga	<b>Código:</b> ESPE-LF-MC01	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	0,51
	1 Instructor	0,25
	4 Alumnos	0,52
Movilidad	2,85	
<b>Total=</b>		<b>4.13</b>
<b>Requerimientos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesón de Mármol de 1,20m de alto</li> <li>• Corriente Eléctrica 220V</li> </ul>		

REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Horno de inducción reconstituido	<b>Código:</b> ESPE-LF-HWB09	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	0,76
	1 Instructor	0,25
	4 Alumnos	0,52
	Movilidad	2,57
<b>Total=</b>		<b>4.1</b>
<b>Requerimientos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente Eléctrica 200V</li> </ul>		

REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Compactadora tipo pistón	<b>Código:</b> ESPE-LF-CP01	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	1,07
	1 Instructor	0,25
4 Alumnos	0,52	
Movilidad	2,68	
<b>Total=</b>	<b>4.52</b>	
<b>Requerimientos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente Eléctrica 200V</li> <li>• Alimentación neumática</li> </ul>		

REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Maquina moldeadora de cascara	<b>Código:</b> ESPE-LF-MMC01	
	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	2,5
	1 Instructor	0,25
4 Alumnos	0,78	
Movilidad	4,02	
<b>Total=</b>	<b>7.55</b>	
<b>Requerimientos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente Eléctrica 200/250V</li> <li>• Alimentación neumática</li> <li>• Alimentación de gas natural</li> </ul>		

REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN		
<b>Maquina:</b> Horno de dos estaciones	<b>Código:</b> ESPE-LF-HPF10	
 <p>El diagrama muestra un horno rectangular con una estructura interna de X. A la izquierda hay un círculo, y a la derecha un cuadrado con un círculo dentro. Abajo hay cuatro círculos más. Una línea azul punteada indica un trayecto desde el horno hacia abajo y a la izquierda.</p>	<b>Elementos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
	Máquina	2.6
	1 Instructor	0.25
4 Alumnos	0.52	
Movilidad	3.84	
<b>Total=</b>	<b>7.21</b>	
<b>Requerimientos Físicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente Eléctrica 200/250V</li> <li>• Alimentación neumática</li> </ul>		

#### 4.1.4.1.1. Legislación aplicable.

A lo comentado en el apartado anterior deben añadirse las exigencias o requisitos fijados por las reglamentaciones existentes que, tanto de manera directa como indirecta, condicionan aspectos concretos relacionados con la seguridad y la salud en los laboratorios. También deben considerarse las diferentes normativas sobre residuos, sin olvidar las ordenanzas municipales del cantón Rumiñahui que pueden afectar a la construcción y actividad de los laboratorios. Téngase en cuenta, sin embargo, que los laboratorios no son un área de actividad bien definida, existiendo importantes lagunas legislativas, y también que en muchos casos la legislación señala únicamente unos mínimos a cumplir. Si no existen normas que citen expresamente que lo expuesto tiene una base legal o reglamentaria, debe considerarse que se trata de recomendaciones técnicas.

Reglamentaciones que pueden afectar la ubicación, diseño y distribución de los laboratorios:

- Reglamento general. Almacenamiento de cilindros y recipientes portátiles de gases combustibles (NTE 1534:2001)
- Reglamento de seguridad en máquinas (DIN EN 1088:1996)
- Norma básica de la edificación, Código Ecuatoriano de Construcción Requisitos generales de Diseño (CPE 005.1:2001)
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (INEN 802).
- Seguridad y salud en los lugares de trabajo (Norma OHSAS 18001:2007).
- Gestión Ambiental, Evaluación ambiental de sitios y Organizaciones (NTE ISO 14015:2008).

Todo proyecto de construcción de un nuevo laboratorio o de reforma de uno existente debe conjugar los aspectos de seguridad y funcionalidad con los económicos, al objeto de conseguir optimizar la inversión. Si se tiene en cuenta, como ya se ha dicho, que la legislación suele señalar únicamente unos mínimos a cumplir, es evidente que en el proyecto se tendrán que resolver situaciones que no están contempladas en aquella.

Para que el proyecto sea eficaz, se deberán tomar varios puntos adicionales previstos desde el punto de vista de los estudiantes, como de los profesores de la cátedra, además se debe enfocar a suplir necesidades que pueden presentarse en un futuro, así que hemos adicionado varios puntos como los siguientes:

- Número de personas que trabaja inicialmente en el laboratorio
- Cantidades de productos a utilizar o almacenar y cuáles son sus riesgos e incompatibilidades.
- Necesidades específicas del laboratorio en materia de instalaciones.
- Gases que se van a utilizar y su ubicación.
- Locales complementarios al laboratorio que van a ser necesarios.

- Previsiones de modificación de las necesidades en un periodo de 5-10 años.

En el proyecto deben constar de una manera clara los siguientes extremos:

- Tamaño de laboratorios que se considera más adecuado.
- Características y usos del edificio en que debe ser instalado.
- Planta en que se ubicará.
- Medidas contra incendio a adoptar.
- Materiales y elementos que serán utilizados en la construcción.
- Iluminación en los diferentes recintos.
- Ubicación del almacén de productos y de residuos
- Ubicación de las botellas de gases comprimidos.

El hábito de construir los laboratorios sin tener en cuenta sus necesidades específicas y entregarlos a los futuros ocupantes para que instalen en ellos los materiales, equipos e instrumental, no sólo lleva a una falta de funcionalidad, sino que obliga a que el personal del laboratorio tenga que asumir riesgos innecesarios, que podrían haber sido eliminados con un proyecto adecuado. Como ya se ha comentado, los problemas derivados de una construcción y ubicación inadecuadas difícilmente son superables con posterioridad.

#### 4.1.4.1.2. Protección frente al fuego.

La protección frente al riesgo de incendio suele ser un factor determinante a la hora de tomar decisiones relacionadas con la ubicación y distribución de los laboratorios. A continuación se comentan brevemente algunos aspectos antes de desarrollar los apartados siguientes.

### Riesgo intrínseco.

Está basado en la superficie del local y/o en la carga de fuego ponderada del mismo y puede ser alto, medio o bajo (Ver Tabla 4.5). Permite conocer la resistencia al fuego (RF) que deberán tener los elementos constructivos delimitadores del laboratorio.

**Tabla 4.5.- Riesgo intrínseco y RF en laboratorios**

Superficie (m <sup>2</sup> )	Riesgo intrínseco	RF (min.)
> 500	Alto	180
500-350	Medio	120
< 350	Bajo	90

Por el área que posee el laboratorio de fundición de 490 m<sup>2</sup> aproximadamente el riesgo intrínseco que existe es medio.

### Resistencia al fuego (RF)

RF: resistencia al fuego, es la sigla que se identifica con la protección estructural. Indica la resistencia de un elemento constructivo, expresada en minutos, sin que pierda su estabilidad ni sus características estructurales y de aislamiento al fuego. En el ensayo para su establecimiento se realiza de acuerdo con la norma UNE 23093. Al objeto de minimizar los riesgos, cada laboratorio debe constituir un sector de incendio independiente con su RF correspondiente. La mínima RF dependerá de los factores que se comentan a continuación.

Tipo de estructura del edificio.- La resistencia al fuego del edificio está condicionada por la combustibilidad de sus paredes maestras, soportes, vigas, columnas, arcos, suelos, techos, etc.

Almacén de productos químicos.- El almacenamiento de productos químicos inflamables debe realizarse con la debida responsabilidad y manejo adecuado que implique seguridad al personal que ocupe las instalaciones. El "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles" en la que se establecen las RF de la estructura de los distintos tipos de almacenamientos específicos para estos compuestos. Sin embargo, los requerimientos de esta instrucción hacen referencia a cantidades muy superiores a las habitualmente disponibles en los laboratorios, aunque siempre que sea posible y esté justificado por el volumen de inflamables almacenado, es conveniente recurrir a este tipo de almacenamiento separado.

Armarios y recipientes de seguridad

En aquellos casos en los que no se pueda disponer de un almacén de productos o necesariamente se deba tener en el laboratorio una cantidad de líquidos inflamables relativamente elevada, el almacenarlos en armarios y recipientes metálicos de seguridad hace que el riesgo de incendio se reduzca apreciablemente.

Sistema de extinción existente.- La incorporación de un sistema de extinción automático al laboratorio determina que disminuya el riesgo de que se propague el incendio. Tanto es así que en normativas de algunos países se permite duplicar la cantidad de líquidos inflamables en el laboratorio si se instala un sistema automático de extinción. Las normas permiten incrementar el volumen de almacenamiento si existe un sistema fijo de protección automatizado.

Distancia al servicio de bomberos.- Se tendrá en cuenta si, en caso de incendio, podrán llegar al laboratorio en menos de 15 minutos. Este aspecto tiene gran influencia en las medidas a tomar frente a una posible emergencia.

Ubicación.- Los problemas de los laboratorios en materia de ventilación, desagüe y evacuación en caso de emergencia están relacionados tanto con el número de plantas que tiene el edificio como con la planta o plantas donde se encuentra el laboratorio. Otro aspecto a tener en cuenta es el uso del edificio, siendo muy distinto el hecho de que se trate de un edificio docente, de un edificio sanitario o de un edificio industrial. Asimismo también debe considerarse si el edificio está en un núcleo urbano, en un polígono industrial o aislado. En la tabla 4.6 se indican algunas ventajas e inconvenientes que presenta la ubicación del laboratorio en diferentes supuestos.

**Tabla 4.6.- Ventajas e inconvenientes de la ubicación de un laboratorio.**

TIPO DE EDIFICIO	SITUACIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Más de tres plantas	Planta baja	Fácil aprovisionamiento. Fácil evacuación del personal. Fácil evacuación de residuos.	Difícil evacuación de las plantas superiores. Largos y costosos sistemas de extracción. Fácil propagación del humo y del fuego a las plantas superiores.
	Planta intermedia o alta	Fácil y económico sistema de extracción. Lenta propagación del fuego en el edificio.	Difícil evacuación del personal. Difícil aprovisionamiento. Peligro de escapes incontrolados a plantas inferiores. Difícil evacuación de residuos. Problemas en el transporte, almacenamiento y utilización de gases a presión.
Una sola planta	Fácil evacuación. Mínimas vibraciones. Facilidad de disponer de un almacén separado. Mayor capacidad de adaptación al entorno.		Ocupan mucho espacio. Redes de distribución y servicios muy costosas. Desplazamientos horizontales largos.

Por consiguiente, los laboratorios deberían estar ubicados en una o dos plantas, con accesos por diferentes puntos y aislados de otros recintos con un riesgo menor. Esta recomendación resulta imprescindible en caso del trabajo con explosivos. No es recomendable la instalación de laboratorios en edificios de más seis plantas y, de modo general, como ya se ha dicho, es preferible que los almacenes de productos estén situados en locales separados del área destinada a laboratorios.

Distribución.- El laboratorio es generalmente, un lugar que presenta un mayor nivel de riesgo en relación a los espacios o áreas adyacentes. Una distribución adecuada del mismo, sectorizándolo convenientemente en función de los diferentes riesgos, permite controlar y reducir el riesgo, tanto para la salud como para el medio ambiente. Considerando las zonas de mayor riesgo, junto con espacios dedicados a despachos, cuartos de balanzas o salas de reuniones, debe procurarse que en caso de incendio u otro tipo de incidente o accidente (fugas, emanaciones, derrames) sea difícil la propagación del fuego, de los humos o de la posible contaminación generada.

Aspectos generales a contemplar son:

Riesgo intrínseco.- Ya comentado. Es función de los materiales, los productos, los procesos en que se utilicen y la superficie del laboratorio.

Ventilación general del laboratorio.- El sistema de ventilación debe ser independiente del resto del edificio, de manera que permita la adecuada ventilación del laboratorio e impida la difusión del aire contaminado a otras áreas, manteniendo la circulación del aire siempre de las áreas menos contaminadas a las más contaminadas.

El sistema tendrá que considerar la posibilidad de disponer de aberturas al exterior (ventanas o balcones) y, en algunos casos, la existencia de

laboratorios o unidades de laboratorio que precisen condiciones específicas de ventilación (presión positiva o negativa).

Almacén de productos.- La presencia o no de un almacén de productos en el laboratorio condiciona la carga de fuego del mismo y en consecuencia su riesgo intrínseco.

Gases a presión.- Es aconsejable establecer un lugar externo y bien ventilado para la instalación de los gases a presión (caseta de gases). Si ello no es posible deberá procurarse que el área del laboratorio dónde sean necesarios, esté bien ventilada y, si es posible, disponga de un sistema de ventilación de emergencia.

#### 4.1.4.1.3. Áreas anexas a los laboratorios.

Los laboratorios deben incorporar recintos como pueden ser las oficinas, comedores, aseos generales o servicios al público, que son utilizados o visitados por personal no perteneciente a los laboratorios. Estos locales constituirán las áreas anexas al laboratorio. La diferenciación de áreas en un laboratorio presenta bastantes ventajas, afectando de manera directa a la reducción de costes y al incremento de la seguridad del laboratorio. Entre ellas se pueden citar:

- La separación de las áreas de riesgo elevado de otras con riesgo inferior.
- El control del acceso a las áreas con riesgo.
- La centralización de los servicios de agua, gas, electricidad, etc., favoreciendo la actuación en caso de emergencia.
- El diseño de sistemas de acondicionamiento de aire y ventilación más económicos.

- Facilitar la gestión de residuos e instalación de drenajes.
- Dificultar la propagación de un posible incendio.
- Facilitar la detección y extinción de incendios.
- Facilitar la evacuación en caso de emergencia.

La señalización es un aspecto muy importante a la hora de reducir los riesgos en el laboratorio, encaminadas a impedir por un lado el acceso del personal no autorizado y por otro dificultar la propagación de una posible contaminación en caso de incidente o accidente.

#### 4.1.4.1.4. Equipamiento.

Partiendo de la idea de que un laboratorio es todo local o recinto con fines de investigación, análisis, enseñanza, etc. es evidente que no puede establecerse una norma general, estando en función de cada circunstancia en particular (operaciones, productos manipulados, tamaño).

Sin embargo, como recomendaciones generales aplicables a cualquier tipo de laboratorio se pueden citar las siguientes:

Procurar que el mobiliario (mesas, sillas, armarios) cumpla unos mínimos requisitos de funcionalidad y comodidad, prestando especial atención a los aspectos ergonómicos, especialmente en lo relativo a la utilización de ordenadores y otros instrumentos que requieran diseños especiales del puesto de trabajo, además deben cumplir con aspectos de seguridad por ejemplo deben poseer materiales poco inflamables.

Disponer de armarios de seguridad para el almacenamiento de los líquidos inflamables esto ayuda a centralizar los riesgos y se evita que cualquier persona ajena al laboratorio tenga acceso a estos productos.

Estar provistos de elementos de actuación y equipos de protección personal adecuados a los riesgos existentes.

#### 4.1.4.1.5. Tamaño.

Respecto al tamaño del laboratorio no existe un criterio definido; solamente se recomienda que debe disponerse de espacio suficiente para el normal desenvolvimiento del trabajo, siendo recomendable una superficie >10 m<sup>2</sup>/persona.

Por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, se indican unas dimensiones mínimas de 3 m<sup>3</sup> no ocupados por trabajador o de 2 m<sup>2</sup> de superficie libre por trabajador.

A continuación se relacionan ventajas o inconvenientes según se trate de un laboratorio grande (único) o varios pequeños.

#### Laboratorios grandes.

Ventajas: Visibilidad (útil en casos de accidente); con un grupo pequeño de responsables se puede controlar y coordinar el trabajo en el mismo; ausencia de sensación de claustrofobia.

Inconvenientes: Los siniestros afectan a una gran superficie (lo que dificulta las acciones a tomar); es prácticamente imposible ventilarlos adecuadamente; puede reunirse en los mismos una elevada cantidad de personas (como ocurre en los de prácticas), con los problemas que ello representa en casos de emergencia y evacuación.

Teniendo en cuenta las razones anteriores, se comprende que estos recintos sean los que se suelen elegir para prácticas en centros de enseñanza, para

trabajos en los que se necesita mucho personal para efectuar una determinada tarea o bien, cuando la generación de contaminación ambiental, incluyendo el ruido es escasa.

### Laboratorios pequeños.

Las ventajas e inconvenientes en este caso son, evidentemente, los contrarios a los indicados en el apartado anterior. La distribución y organización de los laboratorios pequeños puede optimizarse teniendo en cuenta, entre otras, las recomendaciones siguientes:

La superficie adecuada del laboratorio es función del tipo de trabajo a realizar; se recomienda preferiblemente entre 40 y 50 m<sup>2</sup>, y que no sea inferior a 15 m<sup>2</sup>.

## **4.2. UBICACIÓN.**

La ubicación de Laboratorio de fundición sera la ubicación de Escuela Politécnica del Ejército, debido a la disponibilidad de suficiente espacio ya que cuenta con un extenso campus capaz de albergar el proyecto.

Dirección de la Escuela Politécnica del Ejército:

Campus Politécnico

Av. Gral. Rumiñahui s/n Sangolquí - Ecuador

Teléfonos: +593(02) 2334950 2334951 2334962

Fax: +593(2) 2334 952 P.O.BOX 171-5-231B

### **4.2.1. SITIOS CONSIDERADOS.**

Gracias a la considerable extensión de terreno disponible con que cuenta la ESPE en su campus Sangolquí es posible marcar al menos tres lugares como los más opcionados.



**Fig. 4.1.- Posibles ubicaciones del proyecto de Laboratorio de Fundición.**

A pesar de la gran extensión de espacio disponible dentro del campus, el estudio de la ubicación para el Laboratorio de la ESPE se lo ha centrado en el área correspondiente a la Carrera de Ingeniería Mecánica en el sector Noroccidental del campus como se muestra en la figura 4.2.



**Fig. 4.2.- Carrera de Ingeniería Mecánica en el Campus.**

Sitio 1: Ubicado en el sector norte y paralelo de los Laboratorios de Fluidos y Turbomáquinas.

Sitio 2: Ubicado en el sector oriental y frente al laboratorio de Termodinámica.

Sitio 3: Ubicado en el sector sur e frente del laboratorio de Motores.

#### 4.2.2. SELECCIÓN DEL LUGAR ADECUADO.

Los tres lugares presentes características adecuadas para la ubicación del Laboratorio, por lo cual la decisión se basa en ponderaciones sobre la diferentes características que el lugar idóneo debe presentar.

Ponderación de parámetros.

Parámetro	Puntaje	Ponderación
Espacio.	5	Suficiente
	1	Angosto
Accesibilidad para personal.	5	Excelente
	1	Mala
Accesibilidad para vehículos.	5	Excelente
	1	Mala
Accesibilidad para carga.	5	Excelente
	1	Mala
Riesgo de incendios.	5	Bajo
	1	Alto
Distancia al Ruido.	5	Muy Lejos
	1	Muy Cerca
Contaminación Visual	5	Nula
	1	Alta

**Tabla 4.7.- Matriz de selección para la ubicación.**

<b>Parámetro</b>	<b>Sitio 1</b>	<b>Sitio 2</b>	<b>Sitio 3</b>
Espacio	5	3	5
Accesibilidad para personal.	5	3	4
Accesibilidad para vehículos.	5	2	5
Accesibilidad para carga.	5	1	5
Riesgo de incendios	2	3	5
Distancia al Ruido	4	2	5
Contaminación	5	5	5
<b>TOTAL=</b>	<b>31</b>	<b>19</b>	<b>34</b>

Conclusión.- El sitio 3 se lo encuentra como el más idóneo para la construcción de la infraestructura para las instalaciones del Laboratorio de Fundición de la Escuela Politécnica del Ejército.

#### **4.3. ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO.**

El análisis de distribución de las áreas de trabajo en el Laboratorio de Fundición de la Escuela Politécnica del Ejército se lo realizó luego de haber identificado los equipos, insumos, materia prima y herramientas necesarias para ejecutar cada una de las actividades, los cuales deben seguir una secuencia lógica a la hora de realizar una práctica, de esta forma se conseguirá optimizar el tiempo, disminuir interferencias y choques cuando varios grupos de trabajo estén ejecutando una operación, evitando movimientos innecesarios de los estudiantes e instructores.

Por tal razón se debe contar con espacio suficiente y una óptima distribución para un eficiente desempeño, la distribución de la planta se la realizó identificando áreas como microfundición en donde se encuentran los equipos de menor dimensión con capacidad máxima de 3kg, el área de vertido se la ubico en el centro del laboratorio ya que la mayoría de los equipos tienen aplicación de fundición en arena, el área de tratamientos térmicos, el área de ensayos no destructivos donde se encuentran equipos de ultrasonido, tintas penetrantes, el área de análisis entre otras que están ubicadas en determinadas áreas como se muestran en detalle en los planos del laboratorio, los cuales reducen la cantidad de movimientos innecesarios de los ocupantes del laboratorio.

Las dimensiones del laboratorio de fundición se obtuvieron luego de analizar cada equipo y determinar las condiciones necesarias de operación, cuantas personas son recomendables en cada equipo, recomendaciones de las normas de seguridad OSHA siendo aconsejable una superficie de 10m<sup>2</sup> por persona las cuales fueron tomadas como límites inferior ya que se prevé en un lapso de 5 años un incremento del 25 % de estudiantes que cursen esta materia debido a las nuevas carreras, además se toma en cuenta un área recomendada de movimientos tanto para el instructor como para los alumnos de 3m<sup>2</sup> por equipo, además la organización de los equipos se realizó tomando en cuenta un criterio técnico de acuerdo a las actividades en línea o secuenciales que se necesitan realizar y se ajusta al esquema presentado en la siguiente figura 4.3.



**Fig. 4.3.- Esquema de la distribución de planta del Laboratorio de Fundición**

#### **4.3.1. LAS ÁREAS.**

Tomando en cuenta que toda práctica ejecutada en el laboratorio debe tener áreas distribuidas para cada tarea, podemos observar en la Fig. 4.3 áreas de: almacenamiento, bodegas, colado, análisis de arenas, y una amplia área de trabajo por tal motivo las actividades van a realizarse de una forma ordenada y siguiendo su respectivo orden; área para el almacenamiento de gases industriales, que actualmente no existe ya que los cilindros de oxígeno y acetileno se almacenan en el laboratorio de ensayos no destructivos; área para microfundición; y un área para el almacenaje de productos semielaborados, que en este taller son considerados los productos antes del proceso de protección superficial (pintura), así como baños, aula y oficinas adecuadas para la cantidad de alumnos que reciben la cátedra.

#### **4.3.2. SEGURIDAD INDUSTRIAL.**

El desarrollo industrial trajo el incremento de accidentes laborales, lo que obligó al incremento de las medidas de seguridad, ya que la falta de seguridad no solo afecta a la salud e integridad de los trabajadores sino que provoca pérdidas de salarios, gastos médicos y costos de seguros, lo que afecta a la economía de la empresa.

Es por esto que se debe tener un sistema de seguridad de acuerdo al tipo de proceso y/o actividad que se realice dentro del taller, tanto para trabajadores como a visitantes dentro del taller.

##### **4.3.2.1. Administración de la seguridad en el trabajo y la salud (OSHA)**

OSHA nació para dar respuestas a una demanda empresarial que solicitaba un referente de prestigio internacional que permitiese a las organizaciones

diseñar, implementar y certificar sistemas de gestión de la prevención de riesgos laborales.

OSHA tiene la misma estructura que las Normas ISO 9001 e ISO 14001, es decir, están basadas las tres en el principio de mejora continua y siguen el esquema “P-D-C-A” (Planificar, Ejecutar, Comprobar y Corregir).

Los principales elementos del sistema de gestión para los que OSHA establece requisitos son los siguientes:

- Política de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Planificación para la identificación de peligros y evaluación y control de los riesgos.
- Requisitos legales y otros sobre Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Objetivos y programas.
- Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad.
- Competencia, formación y toma de conciencia
- Comunicación, participación y consulta.
- Documentación
- Control de documentos
- Control operacional
- Preparación y respuestas ante emergencias
- Seguimiento y medición del desempeño
- Evaluación del cumplimiento legal
- Investigación de incidentes, no conformidades, acción correctiva y acción preventiva
- Control de registros
- Auditoría interna
- Revisión por la dirección

#### **4.3.2.2. Seguridad industrial en el laboratorio.**

La seguridad en las fundidoras es un factor muy importante a la hora de hacer un análisis del proceso de fundición.

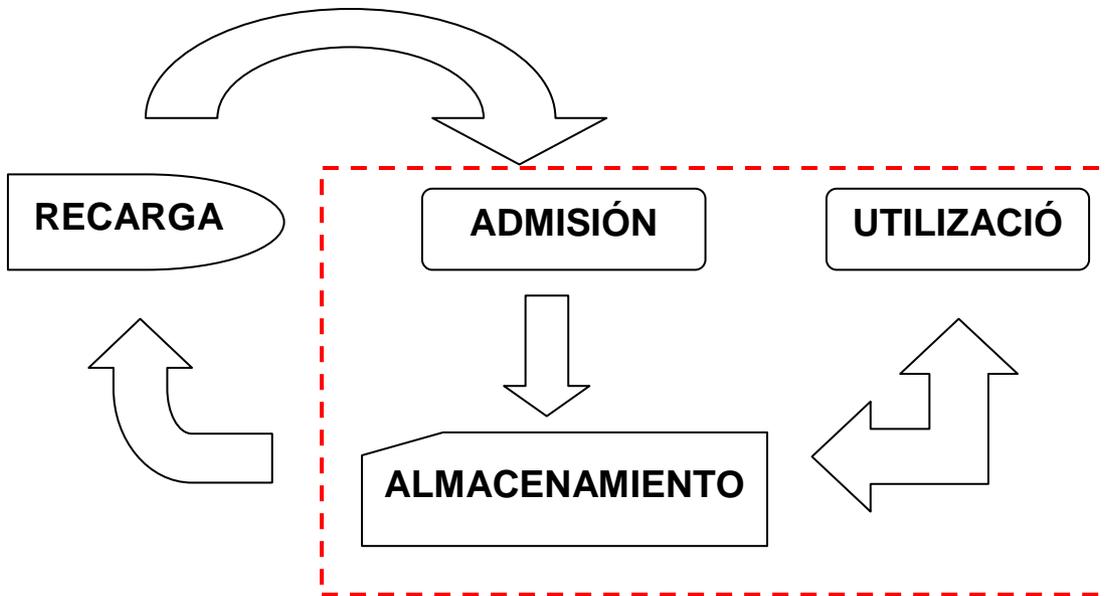
Entre otros factores tenemos los siguientes:

- El polvo de la arena y otros compuestos utilizados en el colado. Es necesario acondicionar una ventilación adecuada y equipo de seguridad personal.
- Los gases provenientes de los metales fundidos así como las salpicaduras durante las transferencias y el vaciado en los moldes.
- La presencia de combustibles para los hornos, el control de su presión y la operación correcta de válvulas.
- La presencia de agua y humedad en crisoles, moldes y otros sitios de planta, ya que rápidamente se transforma en vapor creando un severo peligro de explosión.
- El manejo inadecuado de fundentes que son higroscópicos y son un peligro al absorber humedad.
- Inspección de equipo, como los pirómetros en función de su precisión y calibración adecuadas.
- La necesidad de un adecuado equipo de seguridad personal, guantes, delantales, batas, cobertores faciales, y zapatos de seguridad.

##### **4.3.2.2.1. Manipulación de gases industriales.**

La manipulación adecuada de gases industriales tiene por objetivo salvaguardar la integridad física de las personas que se encuentran en el laboratorio e integridad operacional de la maquinaria. Esto conlleva varios

aspectos que van desde la admisión, almacenamiento, utilización, y envío para la recarga de los mismos en cualquiera de las empresas proveedoras.

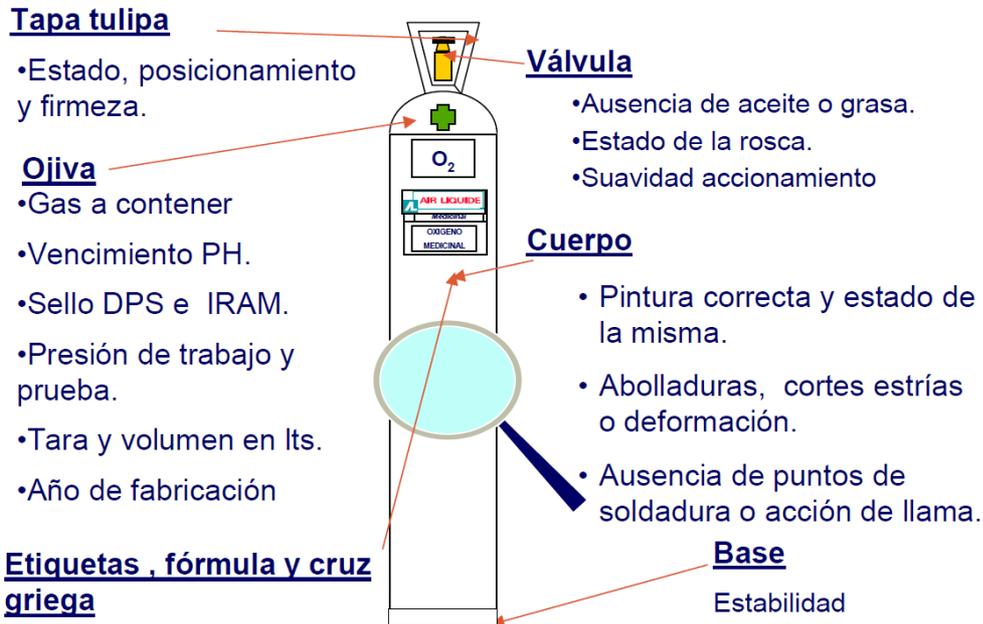


**Fig. 4.4.- Diagrama de flujo de la manipulación de gases industriales.**

#### 4.3.2.2.2. Control de los cilindros .

##### Precauciones en el almacenamiento:

- Se separarán los gases comburentes de los combustibles, mediante los inertes.
- También se separarán llenos de vacíos.
- Se mantendrá la limpieza del local.
- Se prohíbe fumar y hacer llamas desnudas.
- Todos los cilindros (llenos o vacíos) deberán poseer la tapa tulipa colocada.
- Se evitará la caída de los cilindros.



**Fig. 4.5.- Control en las partes de los cilindros de almacenamiento de gases.**

Precauciones en la utilización:

- Asegúrese que el gas transportado coincide con el solicitado.
- No se deben manipular cilindros sin tapa.
- El personal utilizará calzado de seguridad.
- Durante el traslado, no se arrastrarán ni se rodarán horizontalmente. Se recomienda el uso de una carretilla adecuada.
- No se manipularán los cilindros con guantes sucios de grasa, aceite, etc.
- Nunca se empleará un cilindro sin un reductor de presión interpuesto entre éste y la utilización.
- Se verificará el buen estado de las roscas. ¡No se emplearán adaptadores de roscas!
- No lubricar las válvulas, reductores o cualquier otro accesorio
- No deben emplearse alcohol, acetona u otro solvente inflamable para la limpieza de válvulas, reductores, etc.
- Al abrir la válvula, o accionar el reductor, el operador se ubicará lateralmente.

- La válvula deberá abrirse en forma lenta y completa. El tornillo del reductor estará totalmente flojo.

Precauciones adicionales:

- Uso obligatorio de EPP, mangas largas y botamangas ajustadas.
- Recuerde que no se debe fumar cuando se efectúan operaciones de conexión o cuando se utiliza un gas comburente o combustible.
- Tampoco se harán llamas. Para detectar fugas nunca se empleará una llama. Se utilizará agua jabonosa.

**4.3.2.3. Equipo para extinción de incendios.**

Un grupo de instalaciones muy importantes son aquellas de seguridad contra incendios, a continuación se mencionan los requisitos necesarios con los que debe contar una planta industrial, los mismos que están basados en el Reglamento de prevención contra incendios del Cuerpo de Bomberos del Cantón Rumiñahui.

- Provisión de salidas o escapes seguros que faciliten la evacuación en el menor tiempo posible en caso de incendio.
- Las vías de evacuación deben construirse de materiales incombustibles tanto en estructura, paredes, pisos y recubrimientos. Deben estar claramente identificadas y señaladas.
- Precauciones estructurales para resistencia necesaria a un incendio y restrinjan la propagación del fuego.
- Se debe disponer de Bocas de Incendio ubicadas al pie de las edificaciones, la distancia entre estas en ningún caso excederá de 30m y el número de bocas es igual al cociente de la longitud de los muros perimetrales de la planta, dividido por 45. En nuestro caso se tiene un perímetro de 82.65m y un número total de bocas de incendio de dos.

- En construcciones de este tipo debe existir una reserva de agua exclusiva para incendios en un volumen no inferior a  $13\text{m}^3$ . Para el Laboratorio de Fundición se ha tomado un volumen igual a  $20\text{m}^3$  considerando un volumen extra en caso de no tener abastecimiento de la red de agua pública.
- El sistema de presurización debe asegurar una presión mínima de  $5\text{kg/cm}^2$  y la red de agua contra incendios debe tener un diámetro de 75mm en la tubería principal.
- Toda planta industrial debe contar con gabinetes contra incendio con extintores de incendio del tipo adecuado, el número de gabinetes está dado por la proporción de un gabinete por cada  $100\text{ m}^2$  de superficie o fracción. En nuestro caso tenemos cinco gabinetes por los  $490\text{ m}^2$  de construcción
- El cuarto de máquinas, bodegas de almacenamiento de materiales inflamables, tableros de medidores, tendrán sistemas detectores de humo y calor, adicionalmente se recomienda el uso de rociadores automáticos.

Cerca de toda operación que se realice dentro del laboratorio de fundición debe mantenerse el equipo adecuado para la extinción de incendios que corresponda a las normas de la OSHA. Lo adecuado del equipo se determina mediante un análisis de las condiciones que se observen en la escena de las operaciones considerando que los equipos utilizados en el laboratorio en su mayoría son alimentados por corriente eléctrica por lo cual no sería recomendable el uso de extintores de agua.

En el caso de protección de incendios eléctricos, si no se puede proteger adecuadamente el aislamiento de un equipo eléctrico, y éste es el único material combustible presente, un rociador de agua puede ser más peligroso que el fuego mismo. Para combatir incendios debe contarse con extinguidores de  $\text{CO}_2$ .

No deben usarse extinguidores de tetracloruro de carbono. Este producto se descompone sobre el metal caliente para formar fosgeno, gas mortífero.

4.3.2.3.1. Selección de extintores.

La selección de los extintores para una determinada área, debe regirse al tipo de fuego que pueda presentarse, al tipo de edificio, a la carga de fuego y a la intensidad con que se ocupe el local (personas presentes); en otros casos, la elección se efectuará de acuerdo al uso; p. e. a la diversidad de materiales o peligro específico que se anticipe, temperatura ambiente y otros factores determinantes en cada caso.

**Tabla 4.8.- Matriz de selección de extintores**

CLASE DE FUEGO (Norma INEN 92)	AGENTE EXTINTOR									
	Agua	Anticongelante	Soda ácida	Espuma	AFFF	Agente humectante	Químicos secos multiusos	Halón 1211	Halón 1301	CO <sub>2</sub>
A	X	X	X	X	X	X	X	X		
B					X		X	X	X	X
C							X	X	X	X
D	Agente extintor de acuerdo al metal combustible									

Para determinar el extintor más adecuado para el Laboratorio de Fundición vamos a realizar un análisis de la clase de extintores que existen en el mercado y algunos parámetros de evaluación para evitar cualquier accidente derivado de una mala selección los cuales se indican en la siguiente tabla.

Ponderación de parámetros.

Parámetro	Puntaje	Ponderación
Riesgo Eléctrico	5	Bajo
	1	Alto
Toxicidad	5	No Tóxicos
	1	Tóxicos
Costo	5	Muy Costoso
	1	Poco Costoso
Uso	5	Fácil uso
	1	Difícil uso
Eficiencia	5	Alta
	1	Baja

**Tabla 4.9.- Selección de extintores para el Laboratorio de fundición.**

Parámetro	Agua	Espuma	AFFF	CO2
Equipo eléctrico	1	1	1	5
Toxicidad	5	5	5	5
Costo	5	5	5	5
Uso	5	5	5	5
Eficiencia	5	1	1	5
<b>Total=</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>25</b>

De acuerdo a los parámetros evaluados en la tabla 4.8, a la norma INEN 802 y después del análisis de la instalación, seleccionamos extintores de CO2 ya que esta contempla fuegos sobre instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica y su ubicación se encuentra con más detalle en los planos de las instalaciones de acuerdo a la norma INEN antes mencionada que recomienda por cada 100m<sup>2</sup> un extintor, además están ubicadas en sitios de fácil acceso y sin obstáculos para cualquier emergencia que se pueda presentar en el lugar.

Los equipos que utilizan anhídrido carbónico - CO<sub>2</sub> ejercen su poder de extinción por el efecto de SOFOCACIÓN que producen: Son adecuados para fuegos de clase B - líquidos combustibles y gases inflamables y para fuegos de clase C - equipos eléctricos bajo tensión, por no ser el CO<sub>2</sub> conductor de la corriente eléctrica. Debe ser utilizado para fuegos de clase B tales como nafta, kerosene, aceites, gases inflamables, y para fuegos de clase C, tales como equipos eléctricos bajo tensión.

#### Prevención y Protección contra Incendios.

- Todo el personal deberá estar entrenado en el uso del equipo de extinción de incendios.
- Se dispone de varios extintores tipo A y C en la planta.
- Se debe mantener libre de obstáculos todas las puertas, pasillos, corredores y accesos a equipos extintores.
- Se debe revisar periódicamente los niveles de carga de extintores para evitar malos funcionamientos.

#### **4.3.2.4. Categorización de riesgos y accidentes.**

Trabajar en el laboratorio de Fundición implica diferentes riesgos a los que vamos estar expuestos por ende se debe adoptar varias normas de seguridad industrial por parte de los estudiantes y de las personas que ingresen a este laboratorio para evitar accidentes, por tal motivo es importante categorizar los riesgos, para tener un conocimiento de la gravedad que inmiscuye cada uno de ellos.

Para la categorización la gravedad de los riesgos se usa una clasificación A, B, C, los mismos que se detallan a continuación:

- Gravedad A (alta).- Riesgos que potencialmente pueden dar lugar a lesiones o enfermedades susceptibles de originar incapacidades permanentes, muertes y/o pérdidas de materiales muy graves.
- Gravedad B (moderada).- Riesgos que potencialmente pueden dar lugar a lesiones o enfermedades susceptibles de originar incapacidades laborables transitorias y/o pérdidas materiales graves.
- Gravedad C (baja).- Riesgos que potencialmente pueden dar lugar a lesiones o enfermedades susceptibles de originar pérdida de tiempo para curas inferiores a un día o jornada y/o pérdidas materiales leves,

#### 4.3.2.4.1. Uso de equipo de protección personal.

Para que la seguridad del personal se mantenga, se controla de manera muy estricta el uso adecuado del Equipo de Seguridad Personal dentro de las zonas que así lo requieran.

El Equipo de Seguridad Personal (EPP) cumple con normas internacionales o con las normas INEN equivalentes a esas. Es obligatorio que el personal use durante las horas de trabajo los implementos de protección personal.

El EPP que se requerirá dentro de las áreas de trabajo será el siguiente:

Guantes.- Estos deberán utilizarse siempre, durante las actividades que impliquen algún tipo de riesgo a las manos y cuando se utilicen elementos de carácter peligroso, irritante o tóxico. Para el manejo de químicos se debe utilizar guantes de nitrilo mientras que para el manejo de sustancias calientes se deberá utilizar guantes de cuero.

Mascarillas.- Este tipo de protección debe ser utilizada cuando exista presencia de partículas que puedan afectar a las vías respiratorias y vapores.

Protección ocular.- Se deberá utilizar lentes de seguridad especialmente cuando exista presencia de gases químicos, partículas sólidas, fluidos o polvo que puedan afectar a los ojos.

Botas de seguridad.- Todos los empleados deberán utilizar protección en los pies que consiste en botas con puntas de acero.

Protección Auditiva.- El ruido es un fenómeno que además de afectar negativamente al sistema auditivo, puede alterar a un individuo, haciéndolo sentir cansado y nervioso.

Las normas OSHA nos indican del tiempo que un individuo puede estar expuesto a un nivel de ruido antes de que deba utilizar protección en los oídos de acuerdo a la siguiente tabla:

NUMERO DE HORAS	DECIBELES (dB)
8	90
4	95
1	105

*Fuente: Normas OSHA*

El trabajo a una exposición de 95 dB durante 4 horas, no es saludable y la exposición corta a un ruido muy fuerte, puede causar el mayor daño de todos.

Como una medida de protección hacia el personal de la empresa, se ha determinado que se deben utilizar protectores auditivos, a partir de exposiciones mínimas a 70 dB. Estos pueden ser tapones, orejeras protectoras y cascos con orejas protectoras, las cuales se pueden levantar cuando no se necesitan.

Casco.- Los cascos proveen seguridad para la cabeza, se deben usar dentro de los sitios de trabajo, donde los trabajadores corran el riesgo de lesionarse la

cabeza. Nunca debe usarse el casco sin la suspensión ya que esto provee el margen de seguridad requerido.

#### **4.4. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS.**

Para el análisis de los movimientos dentro del laboratorio de fundición es necesario guiarnos en el Anexo H en el cual se detallan en un plano todos los posibles movimientos y rutas que los alumnos y maestros pueden y deben seguir.

Se muestra las trayectorias de los estudiantes desde las aulas a los puestos de trabajo, a la bodega a retirar su respectivo equipo de protección, herramientas y material de trabajo, así como un sin número de movimientos que pueden realizar dentro del Laboratorio de Fundición.

El estudio de movimientos también fue de ayuda para establecer el espacio requerido en el laboratorio ya que se busco una distancia optima para que las personas puedan transitar sin dificultar las labores que se realicen en cada equipo, además en los planos del laboratorio constan las dimensiones exteriores e interiores del laboratorio así como la señalización de transito y salidas de emergencia en caso de algún accidente que ocurriese en el laboratorio minimizando de esta forma los riesgos y evitando que ocurran accidentes de mayor proporción.

#### **4.5. INFRAESTRUCTURA.**

Para la construcción de la infraestructura para el Laboratorio de Fundición del DECEM contamos con los planos de detalle adjuntos en el anexo H, donde se indica las dimensiones de todas las áreas que cuentan el laboratorio de acuerdo a un análisis de movimientos, requerimientos de operación y cumpliendo con los requisitos de las normas en cuento a espacio requeridos

para el manejo adecuado de los equipos que constan en el laboratorio y al número de personas que realicen actividad en este, adicional a esto se deben realizar trabajos los cuales se indican a continuación:

### **Trabajos preliminares:**

- Limpieza de terreno
- Replanteo y nivelación
- Excavación de cimientos y plintos
- Cimientos de piedra
- Relleno y compactado
- Desalojo
- Contra piso
- Masillado de piso

### **Hormigón**

- Replantillo
- Plintos
- Columnas
- Cadenas inferiores

### **Hierro**

#### Galpón

- Estructura
- Cubierta

#### Planta

- Columnas
- Cadenas

### **Enlucidos**

- Enlucido vertical
- Instalaciones eléctricas:

- Punto de luz
- Tomacorrientes
- Tablero de distribución
- Acometida medidor

**Instalaciones hidro – sanitarias:**

- Punto agua fría
- Punto aguas servidas
- Punto aguas servidas
- Caja de revisión

**Obras exteriores:**

- Vereda perimetral
- Limpieza y desalojo

**Piso:**

- Enlucido horizontal
- Baldosa

**Baños:**

- Revestimiento vertical
- Trampa de piso

**Adicionales:**

- Ventanas
- Pintura de tumbado
- Textura interior
- Grafiado exterior

#### 4.5.1. DIMENSIONES DE LAS OBRAS

El Laboratorio de Fundición requiere de un terreno de 30 por 20 metros, para un área de construcción aproximada de 490 metros cuadrados.

El Laboratorio de Fundición está dividido en dos partes un galpón metálico de 10 por 28 metros donde se ubica el área de fundición específicamente, la bodega, los baños y el área de almacenamiento y una planta de hormigón de 26 por 7 metros aproximadamente donde se encuentran el aula, el área de análisis, el área de ensayos no destructivos y el área administrativa.

A continuación se muestra una tabla con la distribución física del Laboratorio de Fundición y sus respectivas áreas de construcción.

**Tabla 4.10.- Dimensiones físicas de las obras**

<b>DIMENSIONES</b>	
<b>Sector Operativo</b>	<b>Área [m<sup>2</sup>]</b>
Fundición	220
Área de END	21.2
Área de análisis	46.7
Aula	63.8
Administrativo	75
Baños	34
Corredores y accesos	30
<b>Total</b>	<b>490.7</b>

El plano con la distribución física de la planta, fachadas y dimensiones finales del Laboratorio de Fundición se encuentra en el ANEXO H en detalles.

El mobiliario, equipo de oficina, equipo de taller, herramientas y equipo de fundición se detallan en el Anexo C con sus respectivos valores.