

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE UNA PLANTA DE
FUNDICIÓN EN CERA PERDIDA EN UNA EMPRESA DE
PRODUCCIÓN JOYAS DE FANTASÍA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

Jorge Manuel Escobar Mejía

Promoción 2002 - II

LIMA – PERU

2009

DEDICATORIA:

**A mis padres, a mi hijo
y a mi señora que con su
aliento y esfuerzo me
hecho posible la
culminación de mis
estudios.**

INDICE

PROLOGO.....	1
INTRODUCCION.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
1.3 Alcance del proyecto.....	5
1.4 Justificación e importancia del proyecto.....	6
II DESCRIPCION DE LA EMPRESA.....	7
2.1. Descripción de la empresa.....	7
2.2. Visión y misión de la empresa.....	8
2.3. Organigrama de la empresa.....	8
2.4. Descripción del proceso de fundición.....	10
2.4.1. Descripción de la fabricación de joyas de fantasía por proceso de fundición centrífuga.....	11
2.4.2. Descripción de la fabricación de joyas de fantasía por proceso de fundición en cera perdida.....	17
2.5. Plan de Inversiones de la empresa.....	26

III	PROPUESTA DE AMPLIACION.....	31
3.1	Distribución de planta.....	33
3.2	Cálculo de la capacidad productiva.....	34
3.3	Equipamiento.....	41
3.4	Infraestructura y amoblado.....	43
3.5	Instalaciones eléctricas.....	44
3.6	Equipos de ventilación y aire acondicionado.....	51
3.6.1	Equipos de aire acondicionado.....	54
3.6.2	Sistema de extracción de gases en área de enyesado.....	55
3.6.3	Sistema de extracción de gases en área de cocido, fusión y colada.....	59
3.6.4	Sistema de extracción de polvos de área esmerilado.....	63
3.6.5	Sistema de ventilación de otras áreas.....	72
3.7	Sistemas auxiliares.....	73
3.7.1	Abastecimiento de agua de pozo.....	73
3.7.2	Abastecimiento de agua tratada.....	79
3.7.3	Abastecimiento de aire comprimido.....	83
3.7.4	Abastecimiento de nitrógeno.....	88
3.7.5	Líneas de drenaje y desagüe.....	90
IV	IMPACTO EN SALUD OCUPACIONAL.....	91
V	COSTOS.....	95
5.1	Costos del proyecto.....	95

5.2	Evaluación de Valor Agregado.....	106
5.3	Planificación del proyecto.....	110
	CONCLUSIONES.....	113
	BIBLIOGRAFIA.....	115
	PLANOS.....	117
	ANEXOS.....	126

PROLOGO

El presente trabajo consiste en el diseño de planta del proceso de fundición en cera perdida en la planta de Joyas de Fantasía Yobel SCM Costume Jewelry S.A.

El primer capítulo nos da información general del proyecto; los antecedentes, los objetivos, alcances y delimitaciones del proyecto y la justificación por la cual se realiza.

El segundo capítulo consiste en la descripción de la empresa, organigrama, misión y visión de esta, el proceso productivo general, y el proceso productivo nuevo, además describe el plan de inversiones que es donde se genera el requerimiento del proyecto.

El tercer capítulo es el desarrollo del proyecto, abarcando el layout de planta, cálculo de capacidad instalada, cálculos de instalaciones eléctricas, cálculo de instalaciones de extracción y ventilación en general e instalación de suministros principales.

En el cuarto capítulo hacemos un breve análisis de los insumos a emplear en el proceso y como estos afectan a la salud del trabajador, implantando medidas para prevenir daños a corto o largo plazo.

En el quinto capítulo presentamos los costos asociados al proyecto, su evaluación como inversión en la empresa, demostrando que genera valor agregado y realizamos el cronograma de ejecución del mismo.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

El origen de la joyería es casi paralelo al de la especie humana. La bisutería nace en los años veinte del siglo pasado de la mano de Gabrielle Chanel y como hermana menor de la joyería, adaptable a los caprichos de la moda y al día a día, su condición cambiante le permitió abrirse a nuevas formas, colores y materiales como la resina, el cristal, la madera, el cuero, el acero o las piedras semipreciosas. Materiales que han dado a la joyería de fantasía una entidad propia.

En el Perú, una de las actividades en crecimiento de los últimos años es la exportación de bisutería, la cual en el último año se ha elevado según PROMPEX un 19% respecto al anterior (2006), por lo cual lleva a la empresa a la búsqueda de crecimiento, tanto en capacidad instalada de fábrica y por medio de extensión de línea.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar el proceso productivo, diseñar instalaciones, evaluar los equipos principales y planificar el montaje de las instalaciones para la planta de fundición por cera perdida para una empresa de joyas de fantasía para una capacidad mínima de 4000 anillos por día.

1.1.2 Objetivos específicos

Distribuir adecuadamente las instalaciones dentro del área asignada, para conseguir un adecuado flujo de producto.

Calcular la capacidad de los equipos para conseguir la producción requerida.

Calcular la mano de obra directa.

Evaluar alternativas de instalaciones de aire acondicionado, extracción, ventilación, agua, aire comprimido y nitrógeno, que satisfagan las necesidades de la producción.

Evaluar el costo - beneficio del proyecto a la empresa.

1.3 Alcance del proyecto

El presente trabajo desarrollará el diseño de planta, disposición de equipos (layout), cantidad de equipos necesarios, instalaciones electromecánicas en general, presupuesto y planificación de actividades para la ampliación de planta de fundición por cera perdida de la empresa.

El presente trabajo se inicia con el requerimiento de implementar el proceso en mención enfocándose en la maquinaria e instalaciones a realizar, mas no en la ingeniería de proceso la cual ha sido adquirida a la empresa Acosta Stock S.A. que se dedica a este proceso a nivel artesanal. Así también la empresa Norte Americana Romanoff la cual es proveedora de maquinaria para este proceso.

Por lo tanto el trabajo comprende desarrollo de obra civil construcción (solo planificación y control de ejecución), e infraestructura interna (divisiones internas y puertas, falso techo cielo raso); las instalaciones eléctricas, las instalaciones de ventilación y aire acondicionado, instalaciones auxiliares de agua, nitrógeno, aire comprimido, agua tratada e instalaciones sanitarias.

El proyecto no comprende comunicaciones ni redes; sistemas de seguridad. Estás serán realizadas por coordinación con el departamento de operaciones luego del proyecto.

1.4 Justificación e importancia del proyecto

El proyecto de generación de este nuevo proceso de fabricación es importante ya que genera extensión de línea dentro del rubro de la empresa, debido que al implementar el proceso nuevo por fundición en cera perdida, la empresa abre el mercado de anillos de bronce (resistencia superior en comparación al proceso convencional) así como la producción de anillos en plata, lo cual es la meta dentro de los próximos años.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA EMPRESA

2.1 Descripción de la empresa

Yobel SCM. S.A. es una corporación una teniendo como principal actividad la gestión de cadena de suministro. con instalaciones en 13 países de América. En el Perú, cuenta con tres empresas, las cuales son: Yobel SCM Logistics S.A. que realiza servicios de logística; Yobel SCM Manufacturing S.A., realiza servicio de fabricación de maquillajes y cosméticos, servicio de fabricación de medicamentos; servicio de fabricación de envases plásticos y; Yobel SCM Costume Jewelry S.A. que se dedica a la fabricación de joyas de fantasía y es en la que se desarrolla el proyecto del presente informe.

La empresa Yobel SCM Costume Jewelry S.A., fabricante de joyas de fantasía por excelencia, atiende a clientes como Belcorp (Marcas: Ebel, Esika, y Cyzone), IASA Corp y otros. A su vez ha brindado los servicios de consultoría en gestión de la cadena de abastecimiento a otras empresas de rubros similares.

2.2 Misión y Visión de la empresa

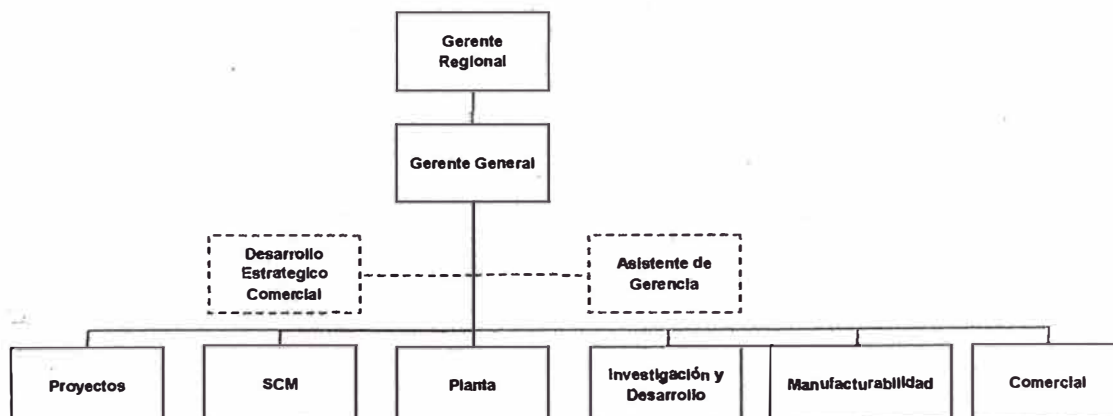
MISION: Desarrollo continuo del conocimiento, optimizando la cadena de abastecimiento de los clientes

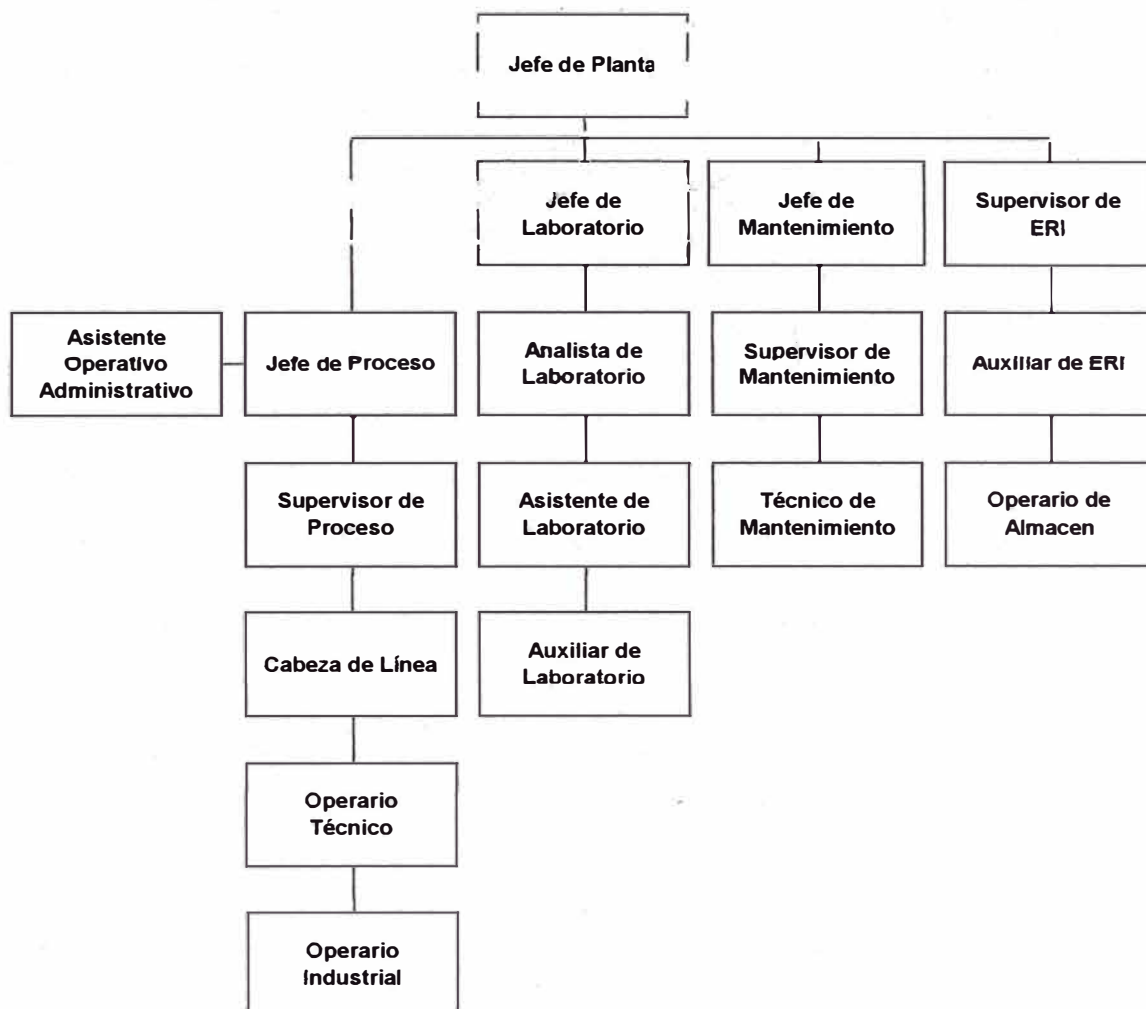
VISION: Ser una corporación multinacional, modelo de excelencia sincronizando cadenas de abastecimiento.

2.3 Organigrama de la empresa

La empresa cuenta con un Gerente Regional, que es el responsable tanto de la empresa como de las demás unidades de negocio existentes en el Perú, el Gerente General es responsable de la unidad de negocio de bisutería Yobel SCM Costume Jewelry S.A., la cual está dividida a su vez en cuatro departamentos identificados: SCM, responsable de la planificación y programación de la producción; Comercial, responsable del desarrollo de nuevos clientes y la negociación con clientes actuales; Operaciones, responsable del proceso productivo; e investigación y Desarrollo, responsable del desarrollo de nuevos productos.

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

2.4 Descripción del proceso de Fundición

La fundición de metales es uno de los principales métodos de producción de piezas a gran escala. Consiste en llevar un material a temperatura de fusión e introducirlo en una cavidad, llamada molde, donde se solidifica. Figuras muy complejas pueden ser fabricadas de casi todos los metales. Las piezas moldeadas varían de tamaño que van desde fracciones de la onza de cientos de toneladas.

La selección de los mejores procesos de moldeo y fundición para una determinada aplicación puede ser difícil, y depende de muchos factores como el tamaño, el espesor de las secciones, fuerza de molde, el acabado superficial y precisión, la producción requerida, el medio ambiente, costo, etc.

Los procesos de fundición pueden agruparse en cinco categorías (Kanicki, 1988):

- 1) Procesos de moldeo convencionales - arena verde, revestimiento, sin caja.
- 2) Procesos de moldeo de precisión y fundición – en yeso, de molde permanente, molde fundido.
- 3) Procesos de moldeo especial y fundición - moldeo al vacío, fundición con modelo evaporativo, fundición centrífuga.
- 4) Químicamente adherido moldeo en arena – sin coción, silicato de sodio.
- 5) Procesos de moldeado innovativo y fundición - moldeo en arena sin adherentes (Patz y Piwonka, 1988), rheocasting, fundición compresión de electroescoria, fundición de electroescoria.

2.4.1 Descripción de la fabricación de joyas de fantasía por proceso de fundición centrífuga en metal blanco.

El proceso de fundición centrífuga (clasificado en la categoría 3 de procesos de fundición mencionados), consiste en depositar una capa de fundición líquida en un molde de revolución girando a gran velocidad y solidificar rápidamente el metal mediante un enfriamiento continuo del molde.

Las aplicaciones de este tipo de fundición son muy variadas, yendo desde la fabricación de telescopios o partes de joyería hasta las tuberías.

El metal se vierte caliente y fluido en una espiral que se transforma inmediatamente en una capa regular y continua del metal líquido, mantenida en forma cilíndrica por las fuerzas de inercia centrífugas creadas por la rotación del molde. Esta fuerza centrífuga que se desarrolla lanza el metal líquido contra las paredes del molde y aumenta su presión, facilitando el llenado de los huecos y la solidificación en este estado. Simultáneamente se refrigera el molde por su exterior para absorber el calor y bajar la temperatura de la fundición hasta la temperatura de solidificación. En el curso de su enfriamiento, el metal líquido sufre una contracción térmica progresiva. El enfriamiento que sigue tiene como efecto una contracción térmica suplementaria del elemento sólido, que se despega del molde y puede entonces extraerse.

Las características de la fundición dependen de varios parámetros que deben controlarse para tener una producción uniforme. Estos factores son, principalmente la temperatura de colada, y la composición del material a utilizar.

En el proceso actual se fabrican las piezas con el proceso de fundición centrífuga, en la que se realiza la pieza en base a una aleación de Estaño y Plomo (metal blanco), y la etapa de acabado con el proceso de galvanizado por medio de celdas electrolíticas, habiendo entre estas, etapas intermedias para algunas modificaciones que debe hacerse a la pieza para lograr el producto final.

Se presentan 8 etapas bien definidas para la fabricación de joyas de fantasía por el proceso de fundición centrífuga, las cuales se describen a continuación:

Modelo; en esta etapa se fabrica la réplica de la joya en bronce que va a servir como base para producir la misma a gran escala.

Molde; en cual es de caucho en forma de disco, y que contiene cavidades según el diseño de la pieza que es donde se va a verter el metal fundido.

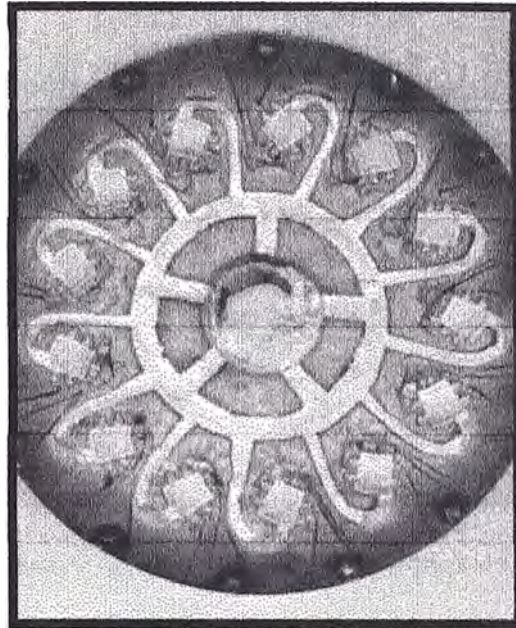


Figura 1 – Molde de caucho

Fusión y colada; en la cual se funde el metal blanco y se vierte en el molde de caucho, el cual gira en una maquina tipo disco rotatorio para generar la fuerza centrifuga y desplazar el metal hacia las cavidades.

Desmoldeo y limpieza, se limpia la pieza y elimina el metal sobrante en la misma.

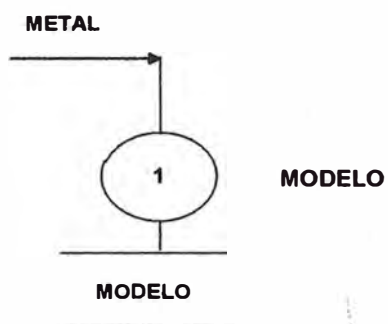
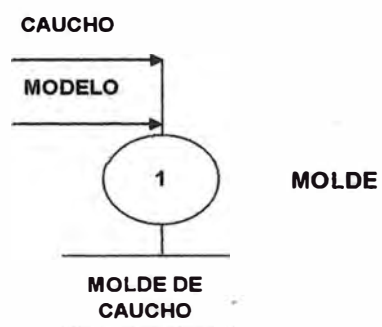
Manufactura; en esta etapa se realizan trabajos manuales como armado de cuentas y soldados.

Vibrado; se logra el acabado superficial adecuado a la pieza zarandeandolas junto a piedras abrasivas y utilizando aditivos, con la finalidad de darles el brillo necesario y limpieza adecuada previo al proceso de galvanizado.

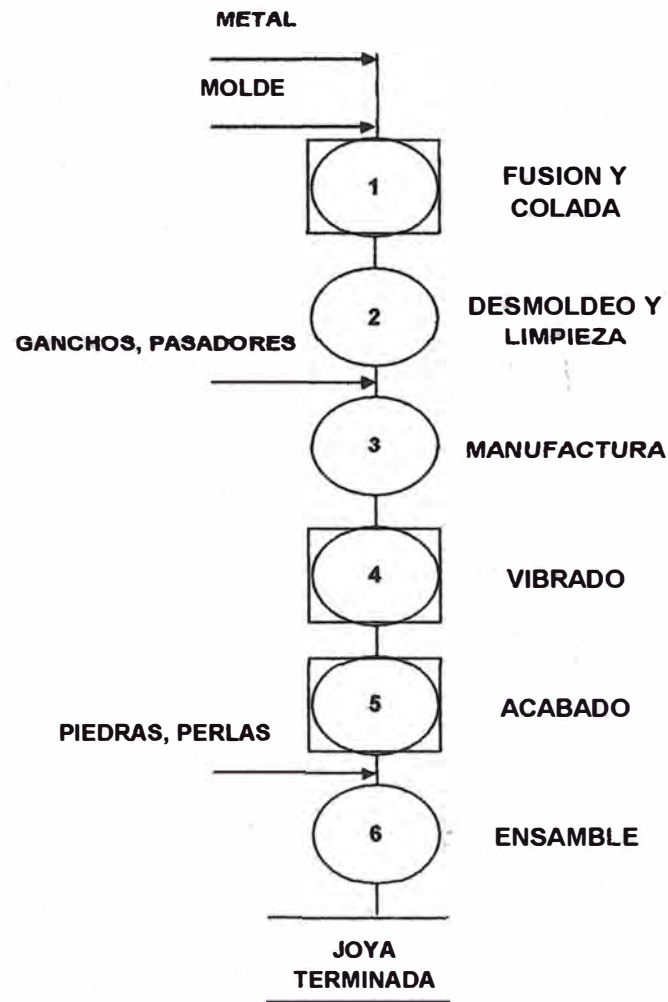
Acabado, por medio de bastidores y alambres, las joyas de fantasía son sumergidas en celdas electrolíticas, en las cuales se adhieren las capas de metales necesarios hasta lograr el acabado requerido.

Ensamble, aquí se realizan trabajos manuales como ensamblaje de piedras, perlas, que solo se pueden realizar después del proceso de galvanizado.

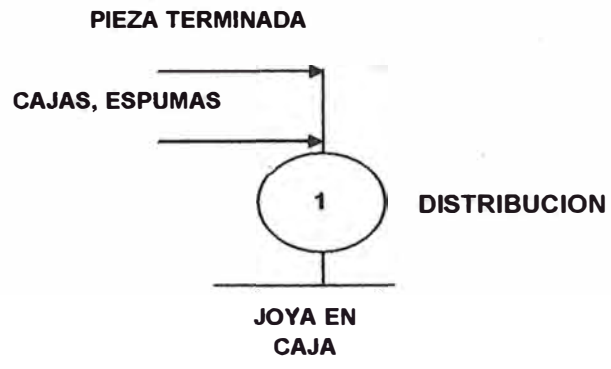
Distribución, es la etapa final del proceso, y es donde el producto es colocado en cajas individuales y empacados para su despacho a diferentes países de América del Sur y Centroamérica.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO**FABRICACION DE MODELO****FABRICACION DE MOLDE**

FABRICACION DE JOYAS - PROCESO DE FUNDICION CENTRIFUGA



PROCESO DE DISTRIBUCION



2.4.2 Descripción de la fabricación de joyas de fantasía por proceso de fundición en cera perdida.

La fundición en cera perdida (clasificado en la categoría 2 de procesos de fundición mencionados) tiene como principal característica, la de reproducir detalles muy finos y se que se ajusten a las tolerancias mínimas requeridas. Como resultado, estas piezas de fundición se utilizan en aplicaciones críticas, tales como superficies de sustentación de una turbina de superaleaciones y obras de arte.

El proceso de fundición emplea un molde de yeso producido al introducir por un patrón con una mezcla de yeso refractario, que luego se endurece. El patrón, por lo general es hecho de cera o de plástico, posteriormente es eliminado (por fusión, disolución, o quemado), dejando la cavidad del molde deseado.

Luego es vaciado una cantidad de aleación de las aleaciones de metal (por lo general no ferroso), la temperatura de vaciado es generalmente inferior a 1100 °C. En estos de los casos, el yeso se utiliza comúnmente como tanto el material refractario.

Este proceso se utiliza principalmente en la fabricación de piezas dentales y es ampliamente utilizado en la fundición de joyería, un de este proceso se aprecia en la figura 2.

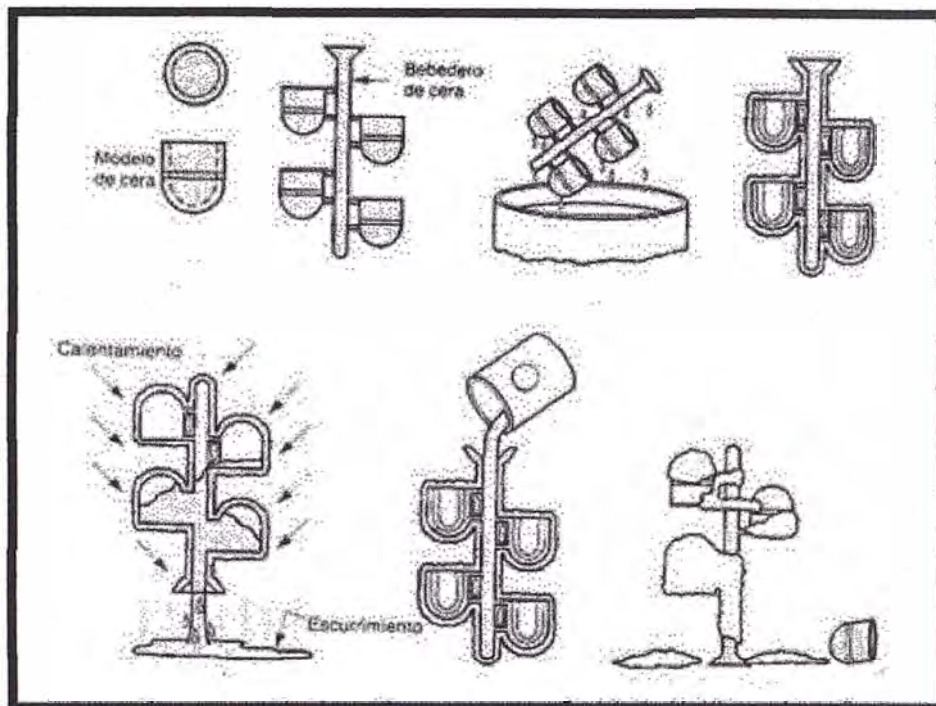


Figura 2 – Proceso de fundición en cera perdida

En etapa inicial, se producirán anillos con material base de bronce, el cual se baña en plata en el proceso galvánico perteneciente a la planta existente, para luego ser empacado y vendido. Inicialmente se van a producir 2000 unidades, pero los pronósticos de ventas dan la cifra de 4000 unidades para el tercer año además de haber requerimiento de fabricación en plata pura.

El proceso de fundición en cera perdida, cuenta con las siguientes etapas:

Modelo; se fabrica en bronce, que va a servir como base para producir la misma a gran escala difiere en la del otro proceso en que a esta hay que adicionarle un elemento llamado bebedero a la pieza (vertedero por donde fluye el metal).

Molde; en esta etapa se fabrica el molde de silicona (3cm X 4cm X 2cm) usando el modelo de bronce, dentro de un marco rectangular, se coce luego en máquinas vulcanizadoras (tipo prensa con plancha caliente) luego, el molde ya curado, se corta en dos caras y se extrae modelo, logrando un molde con una cavidad en forma del modelo.

Inyectado de cera; es donde se inyecta la cera fundida al molde a temperatura 80°C, previamente hecho el vacío en la cavidad del molde, se deja enfriar y se extrae la pieza (Figura 3), obteniéndose una pieza que difiere con la pieza modelo en menos de 3% de sus dimensiones reales (efecto de contracciones por el enfriamiento). Se utiliza una máquina inyectora de cera, la cual consiste de un recipiente hermético, resistencia, electroválvula y boquilla; el vacío es generado por una bomba de vacío. Asimismo se realizan operaciones manuales de retocado a la pieza de cera antes de ser soldadas al arbol.

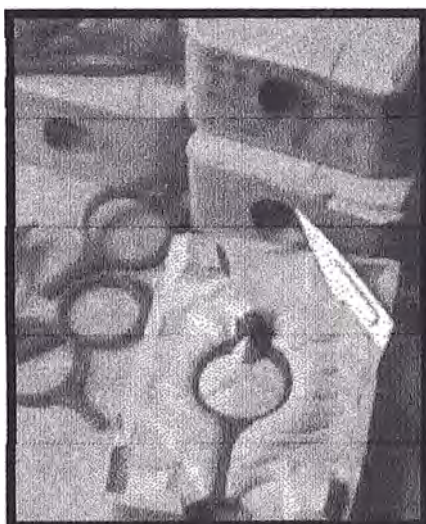


Figura 3 – Pieza de cera

Soldado; las piezas de cera obtenidas del proceso de inyección, se sueldan a un vástago (bebedero) de cera de 20 cm de longitud, formándose un árbol de cera (Figura 4), cuyas ramas contienen las piezas de cera a copiar; se utiliza equipos eléctricos llamados pirógrafos los cuales funden momentáneamente las ceras para ser pegadas al vástago principal.

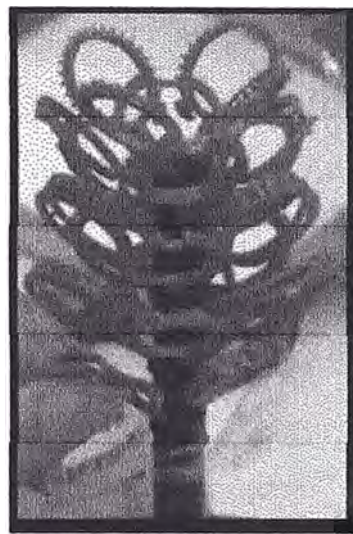


Figura 4 – Árbol de Cera

Enyesado; este árbol obtenido de cera, se centra en un cilindro de acero, y se vierte una mezcla de yeso con agua; se emplea una máquina de yeso cuya función es realizar una mezcla homogénea de yeso con agua empleado paletas acopladas a un motor con variador de velocidad, y se vierte la mezcla sobre el cilindro (Figura 5), haciéndolo vibrar para que llene las cavidades mas difíciles y en vacío generado por medio de una bomba de vacío, con el objetivo de no dejar burbujas de aire en el proceso, luego de este proceso se deja en reposo el cilindro por el tiempo de una hora.

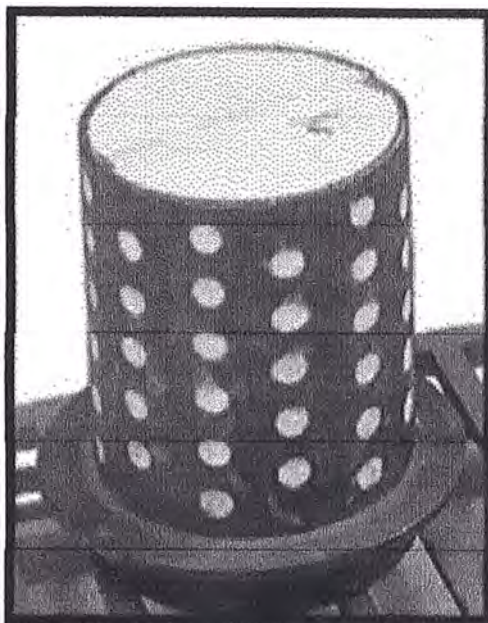


Figura 5 – Cilindro de yeso

Eliminado de cera; el cilindro de yeso, el cual ya está endurecido por el secado, se coloca en una máquina desceradora la cual trabaja como un baño maría, situando los cilindros en una parrilla dentro de el compartimiento de esta, y generando vapor a 100°C para derretir y escurrir la cera de estos cilindros, dejando una cavidad en forma del árbol de cera, y listo para la siguiente etapa.

Cocido; el cilindro ya sin cera en casi su totalidad (todavía quedan partículas) se lleva a un horno eléctrico con temperaturas graduadas en función del tiempo, hasta llegar a 700°C en 14 horas, con el fin de endurecer el cilindro de tal forma que soporte el siguiente proceso y además evaporando en su totalidad la cera remanente en el interior.

Fusión y colada; que es el proceso en donde se vierte el metal fundido de bronce a 900°C (plata para piezas de plata) hacia la cavidad del cilindro de yeso,

adoptando el material la forma del árbol de cera, para luego dejarse enfriar por espacio de dos horas para luego romperse con golpes el cilindro de yeso y extraer el árbol de bronce.

Eliminado de yeso; en esta etapa se utiliza una máquina llamada eliminador de yeso la cual consiste en una cabina hermética y una boquilla conectada a una bomba de agua a alta presión en la que el yeso remanente se elimina dirigiendo el chorro de agua hacia el árbol de bronce (Figura 6).

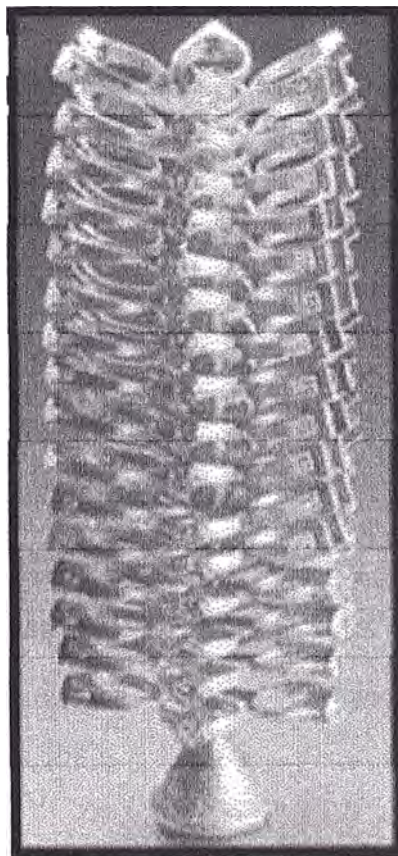


Figura 6 – Árbol de bronce

Corte; las piezas son extraídas del árbol de cera empleando una tenaza neumática quedando los anillos con un saliente debido al corte.

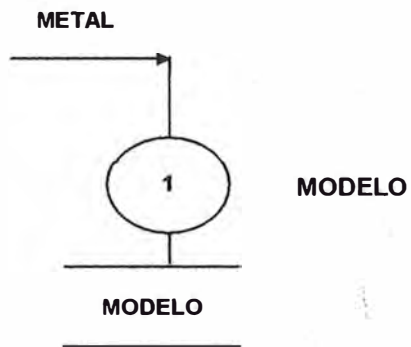
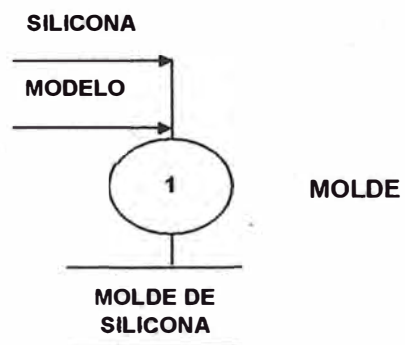
Esmerilado; se realiza el rebajado del saliente dejado por el proceso anterior, además de un acabado superficial ligero para eliminar asperezas y defectos menores.

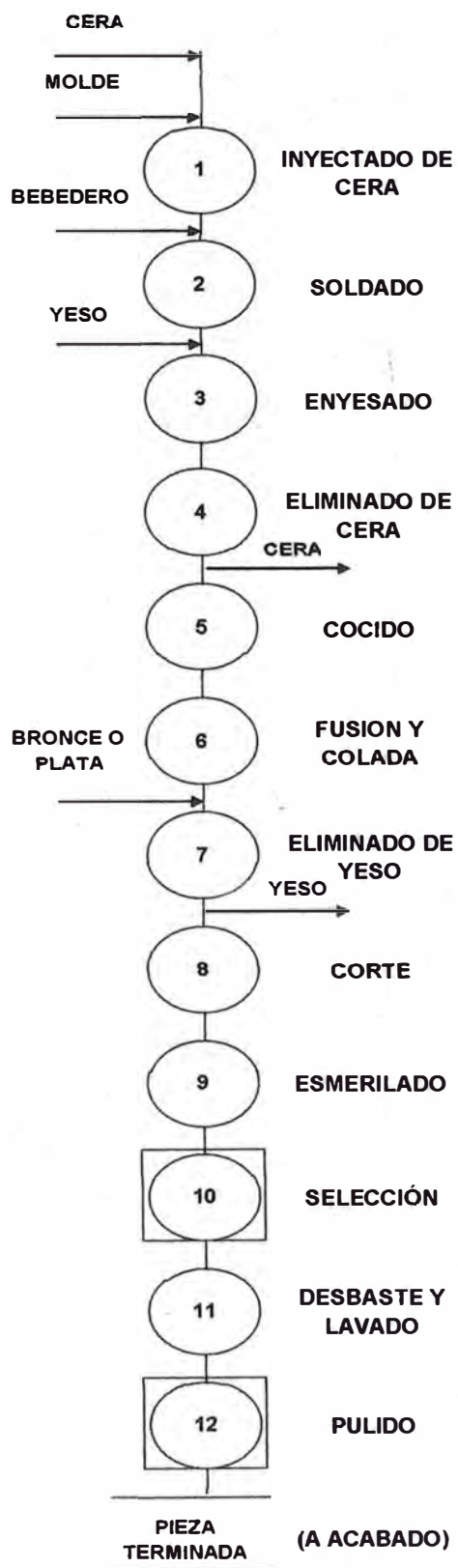
Selección; se realiza un control de calidad de las piezas, las piezas con defectos de proceso son rechazadas, y a las aceptadas se les eliminan algunas imperfecciones empleando un taladro con fresas para lijar.

Desbaste y lavado, se utiliza una maquina disco centrífugo la cual consiste de un disco recubierto en poliuretano que rota acoplado a un motor eléctrico, en el cual se vierten piedras de desbaste y piezas en proporción 3 a 1, y se procesa por tiempo de una hora aproximadamente, con el fin de lograr brillo en la pieza, para luego ser lavada en tinas con agua dura y agua desionizada.

Pulido; este proceso solo se utiliza para el acabado de la pieza cuando es de plata, en vez del proceso de desbaste superficial.

Siendo el material base el bronce, la pieza es enviada luego a la etapa de Acabados de la planta existente, y luego a ser empacados en en departamento de Distribución.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO**FABRICACION DE MODELO****FABRICACION DE MOLDE**

**FABRICACION DE JOYAS - PROCESO DE FUNDICION
EN CERA PERDIDA**

2.6 Plan de Inversiones 2007 – 2008

El plan estratégico de la empresa estipula que la planta deberá crecer al año 2009 lo suficiente para producir 20% mas de su capacidad actual y además establecerse el proceso de cera perdida, para tal fin se ha elaborado el plan de inversiones 2007 – 2008, según requerimientos de la empresa, y los objetivos planteados por la gerencia siguiente:

PROYECTO	OBJETIVO
Proyecto Proceso de Cera Perdida	Producir unidades de anillos en cera perdida para extender la línea, además tener la planta habilitada para producir anillos de plata.
Proyecto Redistribución Galvánica	Ampliar a 20% Capacidad por distribución lineal de proceso al redistribuir y comprar tanques de proceso
Proyecto Solidscape	Fabricar modelos patrón en cera, ahorrando mano de obra de Joyería
Proyecto Mudanza de Joyería	Incrementar cantidad de joyeros a dos mas para incrementar productividad de área en 15%
Proyecto Implementación de Proceso de Bronce	Extender línea de producción, ahorrando 30% de costos en la Materia Prima de Bronce
Proyecto Reubicación de Almacenes	Reubicar los almacenes liberando espacios asignados para otras áreas productivas, aprovechando altura de nuevo almacén construido
Proyecto Reubicación de Laboratorio	Liberar área de para aumentar capacidad de Fundición Centrifuga
Proyecto Ampliación de Fundición Centrifuga y Esmeriles	Incrementar Productividad en 15% en estuchería y lograr mejor desempeño de personal al extraer talco de proceso
Proyecto Ampliación de Encajado	Incrementar productividad en 30% en estuchería
Proyecto Ampliación de Acabados	Incrementar capacidad productiva en 50%
Ampliación de Oficinas y SSHH de Proceso	Lograr mas capacidad de administrativos por crecimiento de operaciones

Fuente : Departamento de Gerencia General - Yobel SCM Costume Jewelry S.A.

Siendo el detalle de Inversiones por Proyectos, el siguiente:

PROYECTO Y AREA DE INVERSION	COSTO	ESTIMACIONES INICIALES
Proyecto Proceso de Cera Perdida (US\$)	224000	
Máquinas y Equipos	100000	Compra de Hornos Paragon, Máquinas inyectoras Yasui, máquinas de yeso, máquinas fundidoras, esmeriles, pulidoras, tanques de polipropileno.
Construcción Civil	65000	400m2, material noble con 270 m2 a dos niveles, techo calaminón y dos puertas corrediza de 4m cada una, construcción de poza de decantación.
Ventilación y Aire acondicionado	25000	Sistema de recolección de polvos de esmeriles y sistema de extracción de gases de hornos, inyección de aire axial a la planta.
Instalaciones Eléctricas	14000	Acometida, Tablero principal, Cablería, llaves termomagnéticas a todos los equipos, Iluminación
Instalaciones de Agua, Desagüe, Aire y Agua Tratada	5000	Acopladas a ramas principales de planta
Otros Adicionales	15000	Imprevistos, no contemplados
Proyecto Redistribución Galvánica (US\$)	135000	
Obra Civil	10000	Construcción de Puerta adicional, relleno de pisos, techo de lamina
Tanques de Proceso	30000	30 Tanques adicionales
Rectificadores	20000	5 Rectificadores Munk de 12V x 300A para tanques principales
Bombas de Filtración	8000	5 Bombas para tanques principales
Instalaciones Eléctricas	20000	Desmontaje de actuales, recuperación del 30% e instalación de restante nueva.
Instalaciones de Agua, Desagüe, Aire y Agua Tratada	4000	Acopladas a ramas principales de planta
Repotenciación de Ventilación	20000	3 Extractores Centrífugos y remodelación de toda la ductería, logrando 200 CFM mínimo de extracción por campana
Repotenciación de Sistema de Osmosis	10000	Cambio de Sistema de Membranas de 3 a 4 logrando 4gpm, Bomba de Alta Presión de 1.5 a 5 HP
Repotenciación de Chiller	8000	Por instalación de nuevo tanque electrolítico, debe llegar de 12000 a 24000 BTU/hr
Otros adicionales	5000	Imprevistos, no contemplados
Proyecto Solidscape (US\$)	62700	
Maquina	50000	Tecnología CNC SolidScape, diseñador de joyas en cera, PC para diseño
Amoblado	500	Escritorio Especial, encerrado en mampara hermética

PROYECTO Y AREA DE INVERSION	COSTO	ESTIMACIONES INICIALES
Aire Acondicionado	700	Tipo ventana 12000 BTU/hr
Balanza	1000	Presición Ohaus 3 Kg x 0.01 gr
Otros	500	Imprevistos, no contemplados
Proyecto Mudanza de Joyería (US\$)	28600	
Construcción Civil	20000	Construcción en 2do nivel de 60 m2 y escalera metálica, lavatorio para proceso, 2 puertas batientes de madera 80cm
Amoblado	3200	8 mesas de Joyero, 2 mesas de prototipos, 2 estantes, anaqueles
Instalaciones de GLP	2000	Acopladas a ramas principales de planta, regulador y dos sopletes mas
Instalaciones Eléctricas	2500	Instalación de taladros, de luminarias, torno, laminadora y demás equipos
Aire Acondicionado	400	Se compra uno tipo ventana y se reutiliza que saldrá de la modificación de oficinas
Taladros	400	2 taladros Foredom para Joyeros nuevos
Proyecto Implementación de Proceso de Bronce (US\$)	91000	
Obra Civil	20000	200 m2 mínimo, construcción de muro, parte interna solo Drywall
Maquinas	50000	2 Tornos, Trefiadora, Vibradora, 2 Esmeriles,
Instalaciones Eléctricas	4000	Instalación de máquinas y luminarias
Ventilación	5000	Ventilación axial 2000 cfm
Otros	12000	Imprevistos, no contemplados
Proyecto Reubicación de Almacenes (US\$)	31100	
Estantería	10000	30 anaqueles ranurados de 40 x 90 x 200 cm, 5 cuerpos, 10 racks de 1.00 x 2.00 x 3.00 m
Instalación Eléctrica	1500	15 Reflectores 400 W, cableado y pontos auxiliares
Amoblado	600	Muebles, repisas menores
Faja Transportadora	0	No es necesario pero se considera para el plan 2010
Otros	600	Imprevistos, no contemplados
Obra Civil	10000	Construcción de Paredes y escalera material noble 40 m2
Amoblado	2000	Estantería, 5 escritorios, otros.

PROYECTO Y AREA DE INVERSION	COSTO	ESTIMACIONES INICIALES
Instalación Eléctrica	800	Luminaria, Equipos de laboratorio, otros
Elevador de Carga	4000	Para transporte de cilindros a analizar, proveedor local
Aire acondicionado	0	Se considera para el plan 2009
Otros	1600	Imprevistos, no contemplados
Proyecto Ampliación de Fundición Centrifuga y Esmeriles (US\$)	102200	
Repotenciación de extractor de gases Fundición	6000	Repotenciación de equipo de 5000 cfm a 7500 cfm y reubicación en techo técnico
Extracción de Talcos	20000	Compra de 4 Cabinas Extractoras marca Nicem 1250 cfm cada una
Maquina Nicem TRSME	27000	1 maquina Nicem TRSME y 2 Crisoles
Fajas transportadoras	24000	Se acondiciona una faja existente, se fabrican 3 nuevas, proveedor local
Instalación Eléctrica	3000	Instalación a Nuevas máquinas, repotenciación de tablero
Cabinas Protectoras para Esmeriles	5000	Se reubican bajo laboratorio
Extracción de Esmeriles	5000	Repotenciación de equipo de 4000 cfm a 8000 cfm y reubicación en techo técnico
Instalación Eléctrica para Esmeriles	1200	Luminaria, Equipos de laboratorio, otros
Estantería	2000	10 anaqueles ranurados de 40 x 90 x 200 cm 5 cuerpos
Otros	9000	Imprevistos, no contemplados
Proyecto Ampliación de Encajado (US\$)	18500	
Maquinas y Equipos	9000	1 Faja Transportadora local, 1 horno termoencogible
Obra Civil	2000	Cielo Raso 130 m2
Estantería	3000	10 anaqueles ranurados de 40 x 90 x 200 cm 5 cuerpos y 3 mesas de trabajo adicionales
Instalación eléctrica	3000	Luminaria, fajas, tomacorrientes
Otros	1500	Imprevistos, no contemplados
Proyecto Ampliación de Acabados (US\$)	69000	
Obra Civil	18000	Construcción Civil 100 m2 y Escalera Metálica
Estantería	4000	20 anaqueles ranurados de 40 x 90 x 200 cm 5 cuerpos

PROYECTO Y AREA DE INVERSION	COSTO	ESTIMACIONES INICIALES
Amoblado	2000	9 mesas de proceso de melamine 1.00 x 2.00 x 0.90 m
Aire Acondicionado	20000	2 Split Ducto 60000 BTU / hr cada uno en primer piso, 2 Decorativos 48000 BTU / hr cada uno en segundo piso
Elevador de Carga	4000	Para subir producto en proceso, proveedor local
Instalación Eléctrica	15000	Tablero Nuevo, luminaria hermética en todas las mesas de acabados
Otros	6000	Imprevistos, no contemplados
Ampliación de Oficinas y SSHH de Proceso (US\$)	65500	
Obra Civil	20000	Baños Nuevos en área de joyería anterior, 50 m2, escalera a 2do nivel, cambio de cielo Raso en 2do piso
Amoblado	10000	20 escritorios nuevos, 8 estantes, 2 mesas de reuniones
Aire Acondicionado	14000	2 Equipos Split Ducto 60000 BTU / hr, reutilización de ductería 30%, ductería nueva 70%
Tabiquería de Oficinas	5000	Divisiones y mamparas en oficinas remodeladas
Instalaciones Eléctricas en Oficinas	6000	Luminarias totales, cables nuevos
Instalaciones Eléctricas en SSHH	1500	Luminarias, extractores axiales
Redistribución Telefónica y Equipos de Computo	4000	Equipos de Cómputo Movidos, extensión de Líneas
Otros	5000	Imprevistos, no contemplados
INVERSION TOTAL (US\$)	844500	

Fuente : Departamento de Mantenimiento - Yobel SCM Costume Jewelry S.A.

CAPITULO III

PROPUESTA DE AMPLIACION

El presente trabajo consiste en el desarrollo del proceso de cera perdida, bajo el requerimiento de producir 4000 unidades de anillos diarias. El cual deberá estar listo para El día 3 de Enero de 2008, ya que se dispondrá de recursos entre el 18 de Diciembre de 2007 y 3 de Enero de 2008 debido a parada general de operaciones.

La responsabilidad de este proyecto es compartida entre el departamento de Gerencia General y el Departamento de Mantenimiento y Proyectos, se muestran las responsabilidades en la siguiente tabla.

PROYECTO DE CERA PERDIDA	TOTAL (US\$)	% DEL TOTAL	PRIORIDAD	RESPONSABLE
Máquinas y Equipos	100000	45%	Alta	Gerencia
Construcción Civil	65000	29%	Alta	Gerencia
Ventilación y Aire acondicionado	25000	11%	Alta	Mantenimiento y Proyectos
Instalaciones Eléctricas	14000	6%	Alta	Mantenimiento y Proyectos
Otros Adicionales	15000	7%	Baja	Mantenimiento y Proyectos
Instalaciones de Agua, Desagüe, Aire y Agua Tratada	5000	2%	Baja	Mantenimiento y Proyectos
TOTAL	224000			

Fuente : Departamento de Gerencia General - Yobel SCM Costume Jewelry S.A.

Como se aprecia, la compra y selección de maquinaria, la negociación de la construcción y diseño de esta también se realiza bajo responsabilidad de gerencia, con revisiones y recomendaciones del departamento de Mantenimiento y Proyectos y el departamento de operaciones.

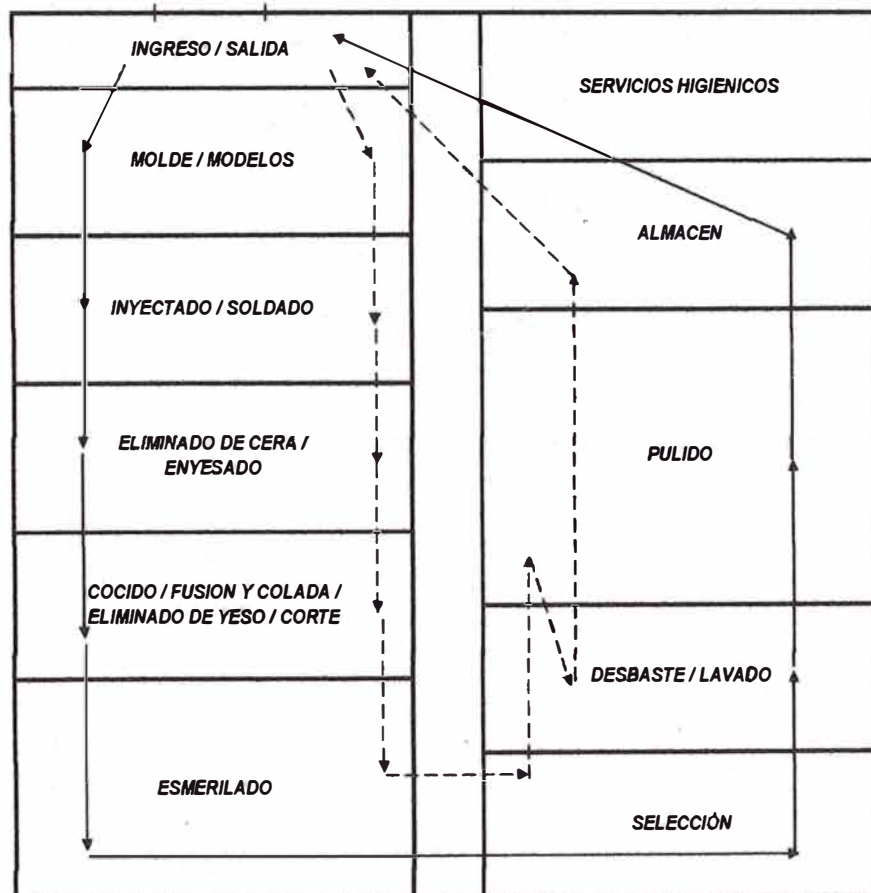
Las instalaciones en general: Ventilación y aire acondicionado, eléctricas, agua, aire comprimido y agua tratada queda bajo completa responsabilidad del departamento de Mantenimiento y Proyectos, también con revisiones y recomendaciones del departamento de operaciones.

La planificación y ejecución del proyecto queda como completa responsabilidad del departamento de Mantenimiento y Proyectos, y es coordinada con el departamento de operaciones y reportada al departamento de Gerencia General.

3.1 Distribución de planta

Disponemos de un área de 240 m², optamos por una distribución orientada al proceso, es decir se agrupara por áreas en las cuales se hacen las mismas operaciones, teniendo el producto que tener un tiempo de espera para llegar a la siguiente estación de trabajo. Además nos basamos en la ubicación de la puerta para ubicar la entrada y salida de producto, definiendo la distribución siguiente mostrada, en lo cual se muestra también el flujo de trabajo.

DISTRIBUCION DE PLANTA



Flujo de material para el proceso con material en bronce



Flujo de material para el proceso con material en plata



3.2 Cálculo de la capacidad productiva.

Realizamos nuestro análisis de capacidad respecto al proceso inicial que vendría a ser inyectado de cera, dado que el área de modelo y moldes producen solo el molde para las ceras.

Para el diseño del proceso, partimos de las premisas siguientes:

- La empresa actualmente trabaja 5 días a la semana 9.5 horas por persona (10.5 horas totales incluido almuerzo), cinco días a la semana.
- Se conoce que la ruta crítica (cuello de botella) es el área de cocido, la cual produce 15 cilindros por horno en 14 horas.
- En promedio cada cilindro contiene 90 anillos.
- Se asumen eficiencias normales a los demás procesos del mismo negocio, disponibilidad y eficiencia de operación, en el caso de calidad se cuenta con el dato del asesor que este proceso hasta el momento genera un 90% de piezas buenas, pero se espera mejorar el proceso en los siguientes periodos.
- Evaluamos la producción máxima luego de aplicar las eficiencias (OEE).

Para lograr esto tenemos que adquirir 4 hornos de cocido, los cuales nos dan una capacidad de:

ESTIMACION DE CAPACIDAD DE ANILLOS MAXIMA A PRODUCIR	
Tiempo de Trabajo por Turno (horas)	9.5
Piezas por Cilindro Promedio (unidades)	90
Cantidad de hornos (unidades)	4
Cilindros procesados por horno (unidades)	15
Capacidad de Producción Diaria (unidades)	5400
Disponibilidad (%)	95%
Calidad (%)	90%
Eficiencia (%)	98%
Eficiencia General de los Equipos	82%
Capacidad de Producción Diaria Real (unidades)	4432

Fuente : Departamento de Operaciones - Yobel SCM Costume Jewelry S.A.

Con estos datos calculamos las necesidades de otras estaciones de trabajo.

Empleando la siguiente formula:

Para áreas donde la mano de obra es determinante:

Total de Unidades Diarias = Rendimiento (UPHH) X # Personas X Tiempo (horas)

Para áreas donde la máquina es determinante:

Total de Unidades Diarias = Rendimiento (UPHM) X # Máquinas X Tiempo (horas)

En las áreas en las cuales se trabaja con el cilindro como unidad de producción total la fórmula se convierte en:

Total de Unidades Diarias = # Piezas por cilindro x # Cilindros x Tiempo (horas)

En el caso del proceso de cocido, en el cual el proceso se cumple a las 14 horas y no a las 9.5 como en las demás áreas

Total de Unidades Diarias = # Piezas por cilindro x # Cilindros x # Maquinas

Calculamos nuestras estaciones en base a lograr el mismo rendimiento diario en cada una de las estaciones, tanto en piezas de bronce como en piezas de plata (como sabemos estas últimas se fabricarán a futuro).

En el caso del modelo, es una pieza que sirve de base para fabricar el molde, y este molde a su vez sirve para 500 vaciadas de cera en su interior. Por lo tanto, su rendimiento en piezas es elevado.

Así también hay estaciones del proceso (centrales) en las que se trabaja solamente con el cilindro, por lo que este viene a ser el lote de producción mínimo para el proceso.

El rendimiento del horno se toma por turno, debido a que se necesita de 14 horas para el completado del proceso, mientras que las otras áreas solo cuentan con 10.5 horas al día, se toma este valor debido a que los hornos empleados son programables pudiendo dejarlos que completen su ciclo al terminar las demás operaciones.

Bajo este esquema se muestra en la Tabla 1, 2 y 3 el cálculo y balance de operaciones y máquinas del proceso tanto en bronce como en plata.

Habiendo calculado la cantidad de equipos (ver especificaciones de equipos principales en Anexo 1) y personas requeridas, los plasmamos en un plano de vista de planta, hasta lograr la mejor posición de estos, respetando medidas de ergonomía. En coordinación con el departamento de Operaciones y con Aprobación de gerencia obtenemos la aprobación del diseño. (Plano YCJ-CP03)

Tabla 1 - Rendimientos de maquinaria

NO	AREA	ACTIVIDADES	RENDIMIENTOS DE MAQUINAS				
			Cantidad de Maquinas	Rendimiento (UPHM)	Unidad	Rendimiento Total (UPH)	Unidad
1	Modelo / Molde	Elaborado de Modelo	0	La productividad es determinada solo por mano de obra.			
2	Modelo / Molde	Elaborado de Molde	2	La productividad es determinada solo por mano de obra.			
3	inyectado / Soldado	inyectado de Cera	2	La productividad es determinada solo por mano de obra.			
4	inyectado / Soldado	Retocado de Cera	0	La productividad es determinada solo por mano de obra.			
5	inyectado / Soldado	Soldado de Ceras a Bebedero	4	La productividad es determinada solo por mano de obra.			
6	Enyesado / Descerado	Mezclado de Yeso	2	4.8	Cilindros x hora	9.6	Cilindro de Yeso x hora
7	Enyesado / Descerado	Eliminado de Cera	1	24	Cilindros x hora	24	Cilindro de Yeso x hora
8	Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Cocido de Cilindros de Yeso	4	15	Cilindros x turno	60	Cilindro de Yeso x turno
9	Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Vaciado de Bronce	2	3.3	Cilindros x hora	6.6	Cilindro de Yeso x hora
10	Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Eliminado de Yeso	1	12	Cilindros x hora	12	Cilindro de Yeso x hora
11	Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Cortado de la Piezas de Bronce	1	La productividad es determinada solo por mano de obra.			
12	Esmerilado	Desbaste de Imperfecciones	8	La productividad es determinada solo por mano de obra.			
18	Selección	Rectificación de Imperfecciones con taladro	8	La productividad es determinada solo por mano de obra.			
13	Desbaste / Lavado	Desbaste con tambor magnético (Proceso de Bronce)	1	900	Piezas de metal x hora	900	Piezas de Metal x hora
16	Desbaste / Lavado	Desbaste con máquina centrífuga (Proceso de Bronce)	1	600	Piezas de metal x hora	600	Piezas de Metal x hora
14	Desbaste / Lavado	Limpiado con ultrasonido (Proceso de Plata)	2	300	Piezas de metal x hora	600	Piezas de Metal x hora
15	Desbaste / Lavado	Limpiado con máquina de vapor (Proceso de Plata)	1	La productividad es determinada solo por mano de obra.			
17	Desbaste / Lavado	Desbaste con tambor rotatorio (Piezas muy pequeñas)	1	La productividad es determinada solo por mano de obra.			
19	Pulido	Pulido de Superficie (Piezas de plata)	9	La productividad es determinada solo por mano de obra.			

Tabla 2 - Rendimientos de operaciones

NO	AREA	ACTIVIDADES	RENDIMIENTO OPERATIVO				
			Operarios	Rendimiento (UPHH)	Unidad	Rendimiento Total (UPH)	Unidad
1	Modelo / Molde	Elaborado de Modelo	1	2	Modelos x turno	2	Modelos x día
2	Modelo / Molde	Elaborado de Molde	2	3	Modelos x turno	6	Moldes x día
3	Inyectado / Soldado	Inyectado de Cera	4	200	Piezas de cera x hora	800	Piezas de Cera x hora
4	Inyectado / Soldado	Retocado de Cera	6	200	Piezas de cera x hora	1200	Piezas de Cera x hora
5	Inyectado / Soldado	Soldado de Ceras a Bebedero	2	300	Piezas de cera x hora	600	Piezas de Cera x hora
6	Enyesado / Descerado	Mezclado de Yeso	1	La productividad es determinada por la capacidad de la maquinaria, supervisada por un maquinista.			
7	Enyesado / Descerado	Eliminado de Cera					
8	Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Cocido de Cilindros de Yeso	1	La productividad es determinada por la capacidad de la maquinaria, supervisada por un maquinista.			
9	Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Vaciado de Bronce					
10	Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Eliminado de Yeso					
11	Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Cortado de la Piezas de Bronce	1	800	Piezas de metal x hora	800	Piezas de Metal x hora
12	Esmerilado	Desbaste de Imperfecciones	16	38	Piezas de metal x hora	608	Piezas de Metal x hora
18	Selección	Rectificación de Imperfecciones con taladro	8	75	Piezas de metal x hora	600	Piezas de Metal x hora
13	Desbaste / Lavado	Desbaste con tambor magnético (Proceso de Bronce)	1	La productividad es determinada por la capacidad de la maquinaria, supervisada por un maquinista.			
16	Desbaste / Lavado	Desbaste con máquina centrífuga (Proceso de Bronce)					
14	Desbaste / Lavado	Limpado con ultrasonido (Proceso de Plata)					
15	Desbaste / Lavado	Limpado con máquina de vapor (Proceso de Plata)	1	800	Piezas de Metal x hora	800	Piezas de Metal x hora
17	Desbaste / Lavado	Desbaste con tambor rotatorio (Piezas muy pequeñas)	1	1000	Piezas de Metal x hora	1000	Piezas de Metal x hora
19	Pulido	Pulido de Superficie (Piezas de plata)	18	34	Piezas de Metal x hora	612	Piezas de Metal x hora

Tabla 3 - Rendimientos de máxima capacidad de producción

NO	AREA	ACTIVIDADES	RENDIMIENTO POR TURNO	
			Total por Turno	Unidad
1	Modelo / Molde	Elaborado de Modelo	200000	Piezas x turno
2	Modelo / Molde	Elaborado de Molde	6000	Piezas x turno
3	Inyectado / Soldado	Inyectado de Cera	7600	Piezas x turno
4	Inyectado / Soldado	Retocado de Cera	11 400	Piezas x turno
5	Inyectado / Soldado	Soldado de Ceras a Bebedero	5700	Piezas x turno
6	Enyesado / Descerado	Mezclado de Yeso	8208	Piezas x turno
7	Enyesado / Descerado	Eliminado de Cera	20520	Piezas x turno
8	Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Cocido de Cilindros de Yeso	5400	Piezas x turno
9	Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Vaciado de Bronce	5643	Piezas x turno
10	Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Eliminado de Yeso	10260	Piezas x turno
11	Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Cortado de la Piezas de Bronce	7600	Piezas x turno
12	Esmerliado	Desbaste de Imperfecciones	5776	Piezas x turno
18	Selección	Rectificación de Imperfecciones con taladro	5700	Piezas x turno
13	Desbaste / Lavado	Desbaste con tambor magnético (Proceso de Bronce)	8550	Piezas x turno
16	Desbaste / Lavado	Desbaste con máquina centrífuga (Proceso de Bronce)	5700	Piezas x turno
14	Desbaste / Lavado	Limpiado con ultrasonido (Proceso de Plata)	5700	Piezas x turno
15	Desbaste / Lavado	Limpiado con máquina de vapor (Proceso de Plata)	7600	Piezas x turno
17	Desbaste / Lavado	Desbaste con tambor rotatorio (Piezas muy pequeñas)	9500	Piezas x turno
19	Pulido	Pulido de Superficie (Piezas de plata)	5814	Piezas x turno
			5400	Piezas x turno

3.3 Equipamiento

Adjuntamos la lista de equipos definida entre Gerencia, Mantenimiento y Proyectos y Operaciones, los cuales serán adquiridos al proveedor de maquinarias Romanoff y Acosta Stock S.A. en su mayoría, los equipos de aire acondicionado son equipos en reserva no utilizados y extraídos de otras áreas.

NO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Taladro Flexible Marca Foredom Modelo SR	10
2	Vulcanizadora Romanoff Deluxe Table-Top	2
3	Aire Acondicionado York Modelo YCUSC24-6R	3
4	Inyectora de Cera Marca Yasui Modelo D-VW1 con posicionador automático	2
5	Bomba de Vacío 5 CFM - 1 HP Marca Romanoff	2
6	Pirógrafo Pen Wax Welder Marca Kerr	4
7	Maquina de Yeso St. Louis Modelo #82 y Bomba de Vacío 10 CFM - 2 HP Romanoff	2
8	Horno de Descerado Marca Acosta Stock - 4 KW	1
9	Horno de Cocido Marca Paragon Modelo W18 - 5KW	4
10	Fundidora Eléctrica Marca Neutec/USA Modelo J2R	2
11	Cabina de Lavado Marca Acosta Stock (2HP)	1
12	Horno Marca Ohmtronics 3.5 KW	2
13	Esmeril Bosch GSM200 - 700 W - 220 V	9
14	Pulidoras Romanoff Modelo Double Spindle 1/2HP	9
15	Máquina Centrifuga Marca Rotomex - Modelo CD-15	1
16	Tambor Magnético Marca Acosta Stock 1 HP	1
17	Ultrasonido Marca Romanoff Capacidad 2.75 Galones	1
18	Tambor de Vibrado Marca Romanoff - 1/2 HP	1
19	Maquina de Vapor Marca Romanoff - Capacidad 2 Galones de agua	1
20	Calentador Eléctrico Inoxidable - Marca Serfilco - Modelo S3223	1

El detalle de los equipos principales se da en el Anexo 1

La ubicación de la nueva planta se muestra en los planos YCJ-CP-01 e YCJ-CP-02.

La distribución de los equipos se muestra en el Plano YCJ-CP-03.

3.4 Infraestructura y amoblado

La planta se construye en un área disponible de 400 m², con techo a dos aguas 3 puertas metálicas corredizas y en la cual en 260 m² se construye un segundo nivel, quedando dividida la altura en primer nivel de 3.0 m (destinado a almacén) y segundo nivel a 2.5 m (destinado a la planta de cera perdida).

La construcción principal es de material noble: zapatas (17) y cimientos de concreto, columnas de concreto armado (17), techo de calaminón a dos aguas, 3 puertas principales metálicas.

La planta de cera pérdida se constituye internamente por divisiones de mamparas de aluminio, melamine y vidrio a excepción de los baños y el almacén el cual es también de material noble debido a la seguridad que se requiere para el producto terminado (inicialmente bronce y plata en los próximos años); el techo interior es falso techo cielo raso, a excepción del área de almacén el cual es de Drywall sellado completamente, por razones de seguridad.

El amoblado interno es principalmente de melamine, al no haber riesgo de incendio en la mayoría de las áreas se selecciona este material.

3.5 Instalaciones eléctricas

El Grupo Yobel cuenta con una dos Subestaciones Eléctricas instaladas por la empresa Edelnor, bajo modalidad de potencia contratada de 600 KW la cual se distribuye en dos subestaciones cada una de 1000 KVA / 220 V / 60 Hz, de la cual Yobel Costume Jewelry S.A. utiliza el transformador de una de ellas correspondiente a 500 KVA / 220 V / 60 Hz.

Se realizará una acometida desde la subestación hasta la planta de cera, con cable NYN el cual es estandarizado para acometidas en el Grupo Yobel.

La iluminación se selecciona de acuerdo a los procesos en: luminarias herméticas dobles (2x36W) las cuales son colocadas colgadas sobre cadenas y a 1.80 cm del suelo, en las estaciones que requieran iluminación focalizada; y luminarias con aleros al techo (2x36W), en zonas donde se requiere poca iluminación, o no focalizada, estas son instaladas con cable vulcanizado (2x14AWG) por estar en algunos tramos expuesto al proceso.

Se seleccionan los cables valiéndonos de la tabla de selección de calibres INDECO tipo THW en todos los equipos y tomacorrientes, calculando el cable según el amperaje a utilizar según las siguientes fórmulas:

Para equipos monofásicos:

$$\text{Potencia (KW)} = \text{Voltaje (V)} \times \text{Amperaje (A)}$$

Para equipos trifásicos:

Potencia (KW) = 1.73 x Voltaje (V) x Amperaje (A) x FP

Asumimos el FP de la planta sin banco de condensadores (0.8) poniéndonos en un escenario en modo de falla de este sistema.

La planta trabaja con banco de condensadores, para efecto de cálculos trabajamos considerando FP = 0.8 que es el valor actual obtenido al operar sin banco de condensadores.

Así también, todas las máquinas y tomacorrientes tienen línea a tierra, el calibre del cable igual al calibre de alimentación de acuerdo con el Código Nacional Eléctrico, para secciones menores a 16mm², el cual ejecutará las instalaciones eléctricas, así también la selección de materiales auxiliares, conectores, abrazaderas, tubos, y herramientas es hecha incluyendo al personal técnico eléctrico del Grupo.

Según esto calculamos el amperaje consumido por equipo, (Tabla 4) aplicando a su vez el factor de simultaneidad, ya que no todos los equipos se utilizan en simultáneo.

TABLA 4 - CALCULO DE CARGAS ELECTRICAS										
AREA	EQUIPO	MARCA	CANT	FASES	VOLTAJE (V)	AMPERAJE (A)	AMP TOTAL (A)	FACTOR DE SIMULT.	POTENCIA UNITARIA (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
Modelo / Molde	Taladro Flexible	Foredom	1	1	220	0.86	0.86	1.00	0.190	0.19
Modelo / Molde	Vulcanizadora	Romanoff	2	1	220	1.73	3.45	1.00	0.380	0.76
Modelo / Molde	Aire Acondicionado	York	1	1	220	13.50	13.50	1.00	2.970	2.97
Inyectado / Soldado	Inyectora de Cera	Yasui	2	1	220	2.50	5.00	1.00	0.550	1.10
Inyectado / Soldado	Bomba de Vacío	Romanoff	2	3	220	2.50	4.99	1.00	0.760	1.52
Inyectado / Soldado	Prógrafa	Kerr	4	1	220	0.69	2.76	0.50	0.152	0.30
Inyectado / Soldado	Aire Acondicionado	York	1	1	220	13.50	13.50	1.00	2.970	2.97
Enyesado / Descerado	Maquina de Yeso	St. Louis	2	3	220	4.17	8.34	1.00	1.270	2.54
Enyesado / Descerado	Bomba de Vacío	Romanoff	2	3	220	2.50	4.99	1.00	0.760	1.52
Enyesado / Descerado	Horno de Descerado	Acosta Stock	1	3	220	13.14	13.14	1.00	4.000	4.00
Enyesado / Descerado	Aire Acondicionado	York	1	1	220	13.50	13.50	1.00	2.970	2.97
Enyesado / Descerado	Extractor de Gases de Yeso	Soler y Palao	1	3	220	2.50	2.50	1.00	0.760	0.76
Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Horno de Cocido	Paragon	4	3	220	16.69	66.75	1.00	5.081	20.32
Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Fundidora Eléctrica	Neutec	2	3	220	12.51	25.03	1.00	3.811	7.62
Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Extractor de gases de Hornos	Soler y Palao	1	3	220	12.48	12.48	1.00	3.800	3.80
Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Eliminador de Yeso	Karcher	1	3	220	7.23	7.23	1.00	2.200	2.20
Cocido / Fusión y Colada / Eliminado de Yeso / Corte	Homito de secado	Ohmtronics	1	1	220	2.27	2.27	1.00	0.500	0.50
Esmerilado	Esmeril	Bosch	8	1	220	3.45	27.64	0.80	0.760	4.86

TABLA 4 - CALCULO DE CARGAS ELECTRICAS										
AREA	EQUIPO	MARCA	CANT	FASES	VOLTAJE (V)	AMPERAJE (A)	AMP TOTAL (A)	FACTOR DE SIMULT.	POTENCIA UNITARIA (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
Esmerilado	Extractor de Polvos	Soler y Palao	1	3	220	9.98	9.98	1.00	3.040	3.04
Selección	Taladro Flexible	Foredom	9	1	220	0.86	7.77	1.00	0.190	1.71
Selección	Esmeril	Bosch	1	1	220	3.45	3.45	0.80	0.760	0.61
Pulido	Pulidoras	Romanoff	9	1	220	2.59	23.32	0.80	0.570	4.10
Desbaste / Lavado	Máquina Centrifuga	Rotomex	1	3	220	7.49	7.49	1.00	2.280	2.28
Desbaste / Lavado	Tambor Magnético	Acosta Stock	1	1	220	4.55	4.55	1.00	1.000	1.00
Desbaste / Lavado	Ultrasonido	Kerr	2	1	220	4.55	9.09	1.00	1.000	2.00
Desbaste / Lavado	Tambor de Vibrado	Romanoff	1	1	220	1.73	1.73	1.00	0.380	0.38
Desbaste / Lavado	Maquina de Vapor	Romanoff	1	1	220	4.55	4.55	1.00	1.000	1.00
Desbaste / Lavado	Hornito de secado	Ohmtronics	1	1	220	2.27	2.27	1.00	0.500	0.50
Desbaste / Lavado	Calentador eléctrico	Ohmtronics	1	1	220	13.64	13.64	1.00	3.000	3.00
Planta de Cera perdida	Ventilación vibrado, pulido y selección	Phillips	3	1	220	1.73	5.18	1.00	0.380	1.14
Planta de Cera perdida	Luminarias	Phillips	56	1	220	0.33	18.33	1.00	0.072	4.03
									TOTAL (KW)	85.71

Según este valor de potencia, calculamos el amperaje máximo de nuestra instalación, el interruptor de acometida y de tablero de subestación, valiéndonos de las tablas de conductores de INDECO calculamos también el calibre de cable a utilizar para la acometida.

CALCULO DE TABLERO ELECTRICO DE DISTRIBUCION E INTERRUPTOR PRINCIPAL DE ACOMETIDA

Potencia Total Requerida:	86	KW	
Potencia de Diseño:	107	KW	25% más por ampliaciones futuras
Amp = Potencia / (Voltaje X 1.73 X 0.8)			
Amperaje:	352	Amperios	
Selección de Interruptor magnético Principal:	400	Amperios	

Seleccionamos un interruptor magnético Merlin Gerin NS400N

Seleccionamos un cable para acometida tipo NYY x 3 x 1 x 150mm²

Realizamos una simulación de carga futura incrementando nuestro valor calculado a la medición de amperaje obtenida en la planta actual (Dato proporcionado por Grupo)

CARACTERISTICAS DE SUBESTACION ELECTRICA

Marca :	Delcrosa	Enfriado por aceite
Capacidad de Subestación :	1000	KVA
Cantidad de transformadores :	2	
Capacidad de Transformador :	500	KVA
Voltaje de Entrada :	10	KVolt
Voltaje de Salida :	220	Volt
Número de Fases :	3	
Frecuencia :	60	Hz
Factor de Potencia :	0.95	(Banco de condensadores)
Amperaje máximo permisible	1642	Amp (Asumiendo FP=0.8)
El Transformador 1 lo dispone Yobel Manufacturing		
El Transformador 2 se comparte entre Logistics y Costume Jewelry		
Planta Y Logistics declara que su crecimiento llegará solamente a :	30	KW

Calculando el consumo en Y Logistics	37.5	KVA	(Asumiendo FP=0.8)
Amperaje consumido	123.2	Amp	
Consumo actual de planta YCJ Promedio medido:	195	Amp	
Consumo proyectado	Amp Yobel CJ Anterior + Amp Yobel CJ Planta Cera + Yobel Logistics Proyectado		
Consumo proyectado	669.7	Amp	

Lo cual es menor a nuestra capacidad de 1642 Amp

Se muestra el esquema de instalaciones eléctricas en el plano YCJ-CP-04 y el diagrama unifilar en el plano YCJ-CP-05.

Agrupamos los equipos según fases y adjuntamos tabla de selección de conductores de y cables a tierra para nuestra instalación (Tabla 5).

TABLA 5 - CALCULO DE CONDUCTORES ELECTRICOS

ITEM	INTERRUPTOR	FASES	CORRIENTE NOMINAL (A)	SECCION DE CABLE (mm ²)	CALIBRE AWG	SECCION DE CABLE A TIERRA (mm ²)	CALIBRE AWG	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	LONGITUD (m)
1	ILUMINACION GENERAL (SIN TIERRA)	1	18.33	2.1	14	2.1	14	2 X 25	200
2	VENTILACION VIBRADO, PULIDO, SELECCION	1	5.18	2.1	14	2.1	14	2 X 10	40
3	AIRE ACONDICIONADO JOYERIA, INYECCION, YESOS	1	40.50	8.4	8	8.4	8	2 X 56	50
4	EXTRACTOR DE POLVOS DE ESMERILES	3	9.98	2.1	14	2.1	14	3 X 20	20
5	EXTRACTOR DE GASES HORNOS Y YESOS	3	14.98	2.1	14	2.1	14	3 X 20	20
6	TOMACORRIENTES AUXILIARES (ASUMIDO)	1	20.00	2.1	14	2.1	14	2 X 25	50
7	TOMACORRIENTES DE VIBRADO	1	35.82	5.3	10	5.3	10	2 x 56	30
8	TOMACORRIENTES DE SELECCION	1	11.23	2.1	14	2.1	14	2 X 20	30
9	TOMACORRIENTES DE ESMERILES	1	27.64	3.3	12	3.3	12	2 X 32	30
10	TOMACORRIENTES DE PULIDO	1	23.32	2.1	14	2.1	14	2 X 25	30
11	HORNO DE COCIDO 1 Y 2	3	33.37	5.3	10	5.3	10	3 X 56	40
12	HORNO DE COCIDO 3 Y 4	3	33.37	5.3	10	5.3	10	3 X 56	40
13	FUNDIDORA DE CERA 1 Y 2 Y ELIMINADOR DE YESO	3	32.26	5.3	10	5.3	10	3 X 32	50
14	VULCANIZADORAS, PIROGRAFOS, HORNITO DE SECADO, TALADRO JOYERIA, INYECTORA DE CERA	1	14.35	2.1	14	2.1	14	2 X 20	40
15	MAQ. YESO, MAQ. DESCERADO	3	26.47	3.3	12	3.3	12	3 X 32	30
16	BOMBAS DE INYECTORAS, MAQUINA DE VIBRADO	3	12.49	2.1	14	2.1	14	3 X 20	60

3.6 Equipos de ventilación y aire acondicionado

Para el acondicionamiento del aire tenemos en cuenta lo siguiente:

Para equipos de aire acondicionado tipo ventana, estos por lo general son seleccionados por el área del lugar a instalar, según recomendación de fabricante, la capacidad térmica de los equipos, satisfacen una determinada área plana, para un lugar de trabajo normal (2.5 – 2.7 m de altura)

Para la extracción en las áreas donde requiera tenemos en cuenta:

Para el cálculo pérdidas de fricción en las campanas (ver figura 7), nos basamos en el manual de ACGIH:

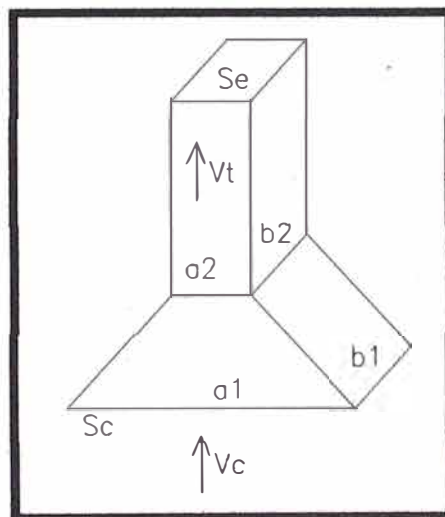


Figura 7 – Campana de extracción

En las campanas:

$$Sc = a_1 \times b_1$$

$$Se = a_2 \times b_2$$

$$Q = V_c \times Sc = V_t$$

$$\Delta Pa = (Vc / 1.288)^2$$

$$\Delta Pe = \% \Delta Pe \times (Vt / 1.288)^2$$

$$\Delta Ph = \Delta Pa + \Delta Pe$$

Donde:

- a₁: Primer lado de la campana (m)
- b₁: Lado adyacente de la campana (m)
- a₂: Primer lado del ducto (m)
- b₂: Lado adyacente del ducto (m)
- V_c: Velocidad de captura (m/min)
- V_t: Velocidad de transporte (m/min)
- Sc: Área seccional de captura (m²)
- Se: Área en la sección de ducto (m²)
- Q: Caudal requerido (m³/s)
- %ΔPe: % de pérdida en la entrada de ductos
- ΔPa: Pérdida de aceleración en campana (Pa)
- ΔPe: Pérdida en la entrada de campana (Pa)
- ΔPh: Pérdida total en la campana (Pa)

Para las pérdidas en los ductos con el manual de la ASHRAE, empleando las siguientes fórmulas:

$$D_h = 4 A / P \quad (\text{en ductos redondos})$$

$$D_h = 1.30 \times (a_2 \times b_2)^{0.625} / (a_2 + b_2)^{0.250} \quad (\text{en ductos rectangulares})$$

$$Re = D_h \times V / 1000 \nu$$

$$\Delta Pf = 1000 \times f \times L / D_h \times \rho \times V^2 / 2$$

$$\Delta Pc = k \times \rho \times V^2 / 2$$

$$f' = 0.11 (\epsilon / D_h + 68 / Re)^{0.25} \quad (\text{fórmula de Altshul})$$

Si $f' \geq 0.018$ entonces $f = f'$

Si $f' < 0.018$ entonces $f = 0.85f' + 0.0028$

Donde:

ΔP_f :	Pérdida de presión por fricción (Pa)
ΔP_c :	Pérdida de Presión en accesorios (Pa)
f:	Factor de pérdidas por fricción
f' :	Coeficiente para cálculo de factor de fricción
L:	Longitud de ducto (m)
D_h :	Diámetro hidráulico (mm)
V:	Velocidad (m/s)
ρ :	densidad (Kg/m^3)
A:	Área de ducto circular (mm)
P:	Perímetro de ducto circular (mm)
v:	Viscosidad cinemática del aire (m^2/s)
Re:	Número de Reynolds
ε :	Rugosidad absoluta (mm)
k:	Factor de pérdida de presión por accesorios

$$\Delta P_{\text{Tramo}} = \Delta P_h + \Delta P_f + \Delta P_c$$

Y el ΔP_{Total} del sistema, se calcula apoyándonos de método gráfico empleado por ASHRAE.

Para ventilación simple en otras áreas:

Nos basamos en el reglamento nacional de construcciones, el cual indica que como mínimo hay que aplicar:

Cantidad de recambios de aire = 4 x Volumen del establecimiento

Los planos de las instalaciones de ventilación y aire acondicionado se muestran en el plano YCJ-CP-06 e YCJ-CP-07.

3.6.1 Equipos de aire acondicionado.

En conjunto con el departamento de operaciones, se acuerda que las áreas a acondicionar el ambiente serán:

1. Modelo / Molde
2. Inyectado de cera / Soldado
3. Eliminado de cera

En las áreas con extractores no se pondrá acondicionamiento ya que no sería eficiente debido a la pérdida de calor por extracción a excepción del área de enyesado ya que la capacidad del extractor es pequeña en comparación de la capacidad del equipo tipo ventana de aire acondicionado.

Se cuenta en la empresa y en calidad de reserva con cuatro equipos de aire acondicionado de las siguientes características:

EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO	
Marca:	York
Modelo:	YCUJSC24-6R
Capacidad :	24000 Btu/hr
Área de Cobertura:	40m ²
Voltaje:	220 V
Fases:	1
Frecuencia:	60 Hz
Amperaje:	13.5 Amp.
Dimensiones:	66cm x 43cm x 77cm
Peso:	68 Kg

Las áreas de Modelo y Molde (13m^2), Inyectado de cera y Soldado (19m^2) y Enyesado (12m^2) cumplen con la capacidad sugerida por el fabricante de los equipos en mención (máximo 40m^2).

3.6.2 Sistema de extracción de gases en área de eliminado de cera

Este proceso genera solo vapor de agua, dado que el proceso es un baño maría cerrado en donde se colocan los cilindros y se derrite la cera, quedando esta fundida y flotando en la máquina de descerado.

Los gases no son contaminantes, por lo que se selecciona un sistema de extracción con campana simple sobre el equipo en mención.

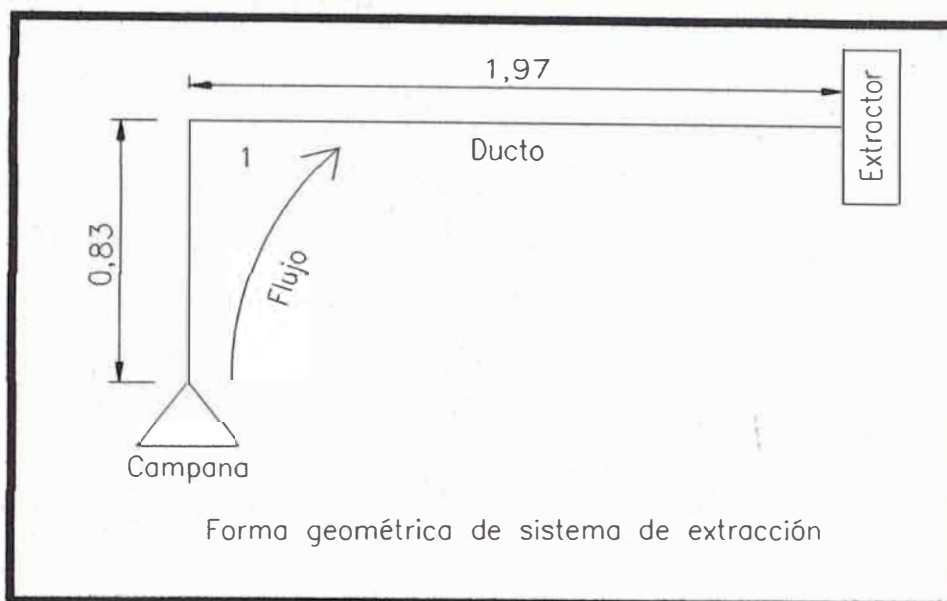
Del manual de La ACGIH, y para gases livianos como los expulsados en este proceso obtenemos:

V_c : 0.3 - 0.5 m/s
 V_t : 5 - 6 m/s

El dimensionamiento del área de la toma de la campana lo hacemos en función de los equipos que generan la emisión, en este caso tomamos el área del equipo descerador.

Diseñamos las campanas a 45° de inclinación de lado más llano para facilidad de nuestro cálculo. Para el cálculo de las pérdidas de presión en las campanas usamos fórmulas dadas en el manual ACGIH y el manual ASHRAE, resultando:

Proyectamos la forma de nuestra campana:



Realizamos los cálculos siguientes:

Tramo :	1
----------------	----------

Tenemos :

a_1 (m)	0.80
b_1 (m)	0.80
V_c (m/s)	0.4
V_t (m/s)	5.50
ϵ	0.09
ν (m ² /s)	0.000014
ρ (Kg/m ³)	1.3
L (m)	2.14

De las fórmulas calculamos:

Sc (m ²)	0.640
Q (m ³ /s)	0.256

Por igualdad de caudal : $Sc \times V_c = Se \times V_t$

Se (m ²)	0.047
------------------------	-------

Tomamos $a_2 = b_2$ (cuadrado):

a_2 (m)	0.22
b_2 (m)	0.22

Calculamos las pérdidas de presión de la campana:

ΔP_a (Pa)	18.23
$\% \Delta P_e$	0.90
ΔP_e (Pa)	0.09
ΔP_h (Pa)	18.32

Calculamos las pérdidas de presión en el ducto:

D_h (mm)	235.8
Re	92653
f	0.020
f	0.020
ΔP_f (Pa)	4.358

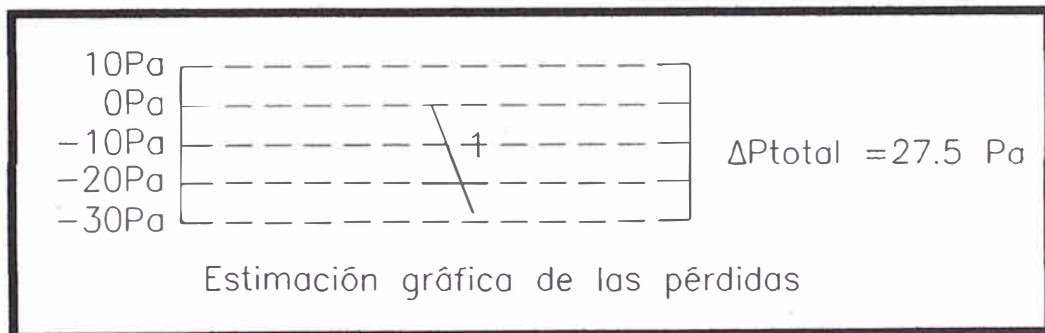
Calculamos las pérdidas de presión en los accesorios:

Tipo	Codo
K	0.250
ΔP_c (Pa)	4.916

Calculamos la pérdida de presión total:

ΔP_{Tramo} (Pa)	27.595
-------------------------	--------

ΔP_{Total} se halla gráficamente según recomienda el manual ASHRAE:



Calculamos por Bernoulli la presión de equipo necesaria:

$$P_{vent} / \rho \times g = P_2 / \rho \times g + V_2^2 / 2 \times g + h_2 - P_1 / \rho \times g + V_1^2 / 2 \times g + h_1 + \Sigma \text{pérdidas } (\Delta P_{Total})$$

Donde 1 es nuestro punto de extracción y 2 es nuestro punto en entrada de ventilador.

$$P_2 = P_1 = \text{Patmosferica}$$

$$H_2 = 3 \text{ m}$$

$$H_1 = 0 \text{ m}$$

$$V_1 = V_c = 0.4 \text{ m/s}$$

$$V_2 = V_t \text{ (al final)} = 5.5 \text{ m/s}$$

$$P_{\text{Vent}} \text{ (Pa)} \quad 85$$

Con lo que vemos que necesitamos como mínimo un extractor de las siguientes características:

Presión de diseño (Kpa) :	0.085
(Pulgadas de Agua)	0.339
Caudal de diseño (m ³ /hr) :	922
(cfm)	544

Según estos datos, seleccionamos el extractor centrífugo en base al catálogo de Soler y Palau (Ver anexo) y es el que satisface nuestro requerimiento:

Marca	S&P
Modelo:	SA 15/8
Tipo :	Centrifugo
RPM:	600
Motor:	0.6KW
Voltaje :	220 V
Fases :	3
Frecuencia:	60 Hz

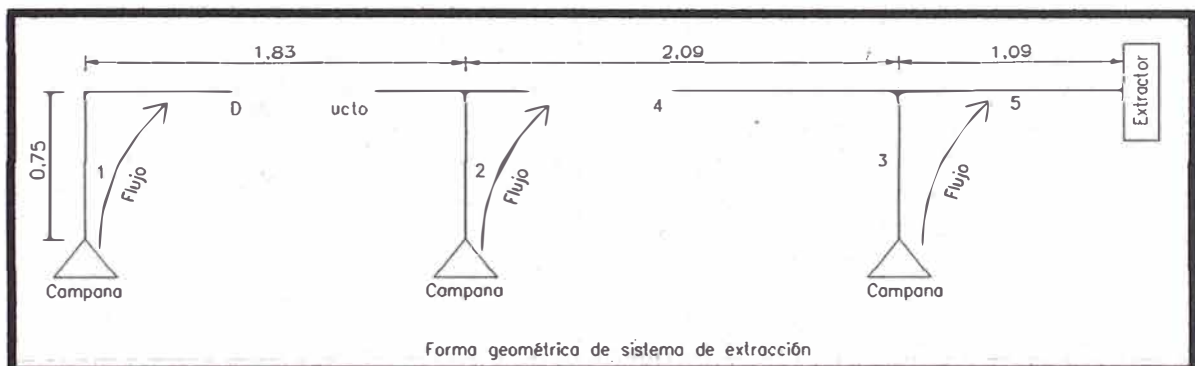
3.6.3 Sistema de extracción de gases en área de cocido, fusión y colada

En este caso tenemos 6 equipos que emanan gases de fundición de plata, bronce y emisión de cera vaporizada. Lo cual debe ser evacuado del ambiente por presentar ligero riesgo al personal. Se escoge agrupar los equipos de dos en dos para reducir el número de fabricación de campanas.

Es similar al sistema anterior, por lo cual seleccionamos del manual:

Vc : 0.3 - 0.5 m/s
Vt : 5 - 6 m/s

Proyectamos la forma de nuestra campana:



Y realizamos los siguientes cálculos:

Tramo	1	2	3	4	5
-------	---	---	---	---	---

Tenemos :

a_1 (m)	0.90	0.90	0.90		
b_1 (m)	1.80	1.80	1.80		
V_c (m/s)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
V_t (m/s)	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
ϵ	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
v (m ² /s)	0.000014	0.000014	0.000014	0.000014	0.000014
ρ (Kg/m ³)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
L (m)	0.73	0.45	0.45	1.06	1.26

De las fórmulas calculamos:

Sc (m ²)	1.620	1.620	1.620		
------------------------	-------	-------	-------	--	--

El caudal en el tramo 4 es suma del 1 y el 2; y el caudal en 5 es la suma del 3 y el 4:

Q (m ³ /s)	0.648	0.648	0.648	1.296	1.944
-------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Para hallar el área de la sección del ducto utilizamos: $Q = Se \times V_t$:

Se (m ²)	0.118	0.118	0.118	0.236	0.353
------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Asumimos $a_2 = b_2$ (cuadrado):

a_2 (m)	0.34	0.34	0.34	0.49	0.59
-----------	------	------	------	------	------

b_2 (m)	0.34	0.34	0.34	0.49	0.59
-----------	------	------	------	------	------

Calculamos las pérdidas de presión de la campana:

ΔP_a (Pa)	18.23	18.23	18.23		
$\% \Delta P_e$	0.90	0.90	0.90		
ΔP_e (Pa)	0.09	0.09	0.09		
ΔP_h (Pa)	18.32	18.32	18.32		

Calculamos las pérdidas de presión en el ducto:

D_h (mm)	375.2	375.2	375.2	530.6	649.9
Re	147410	147410	147410	208469	255321
f	0.018	0.018	0.018	0.016	0.016
f	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ΔP_f (Pa)	0.53	0.15	0.15	0.27	0.11

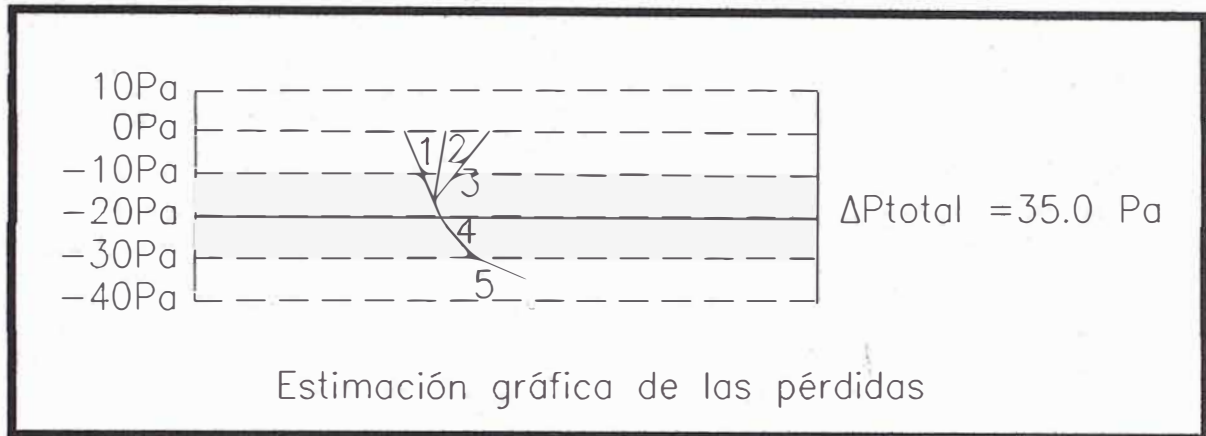
Calculamos las pérdidas de presión en los accesorios:

Tipo	Codo			Derivación Y	Derivación Y
K	0.250			0.500	0.250
ΔP_c (Pa)	4.916			9.831	4.916

Calculamos la pérdida de presión total:

ΔP_{Total} (Pa)	22.117	17.174	17.174	8.723	4.339
-------------------------	--------	--------	--------	-------	-------

Hallamos gráficamente, según manual ASHRAE la pérdida del sistema en conjunto:



Calculamos por Bernoulli la presión necesaria:

$$P_{vent} / \rho \times g = P_2 / \rho \times g + V_2^2 / 2 \times g + h_2 - P_1 / \rho \times g + V_1^2 / 2 \times g + h_1 + \Sigma \text{pérdidas}$$

Donde 1 es nuestro punto de extracción y 2 es nuestro punto en entrada de ventilador.

$$P_2 = P_1 = \text{Patmosferica}$$

$$H_2 = 3 \text{ m}$$

$$H_1 = 0 \text{ m}$$

$$V_1 = V_c = 0.4 \text{ m/s}$$

$$V_2 = V_t \text{ (al final)} = 5.5 \text{ m/s}$$

$$P_{Vent} \text{ (Pa)} \quad 90.2$$

Con lo que vemos que necesitamos como mínimo un extractor de las siguientes características:

Teniendo los datos de diseño para el extractor:

Presión de diseño (Kpa) :	0.090
(Pulgadas de Agua)	0.361
Caudal de diseño (m ³ /hr) :	6998
(cfm)	4129

Seleccionamos el ventilador centrífugo que satisface más que suficiente los requerimientos:

Marca	S&P
Modelo:	SA 15/8
Tipo :	Centrifugo
RPM:	900
Motor:	1.5 KW
Voltaje :	220 V
Fases :	3
Frecuencia :	60 Hz

3.6.4 Sistema de extracción de polvos de área esmerilado.

En este proceso, se requiere extracción y recuperación de polvos, la recuperación debe realizarse en forma segura debido a que en algún momento se va a trabajar con plata.

Entonces, tenemos las siguientes alternativas de recuperación:

- Recuperación por medio de ciclón recolector
- Recuperación empleando filtros

Se selecciona recuperación por filtros debido a que emplear el ciclón recolector ocasionaría tener este componente, fuera de las instalaciones, haciendo esta recuperación eficiente, pero sin seguridad.

El principio del diseño se realiza en base al recuperador Torit ofrecido por el proveedor Romanoff, el cual consiste en un filtro tubular y un ventilador extractor interno, el diseño es mostrado en la figura 8.

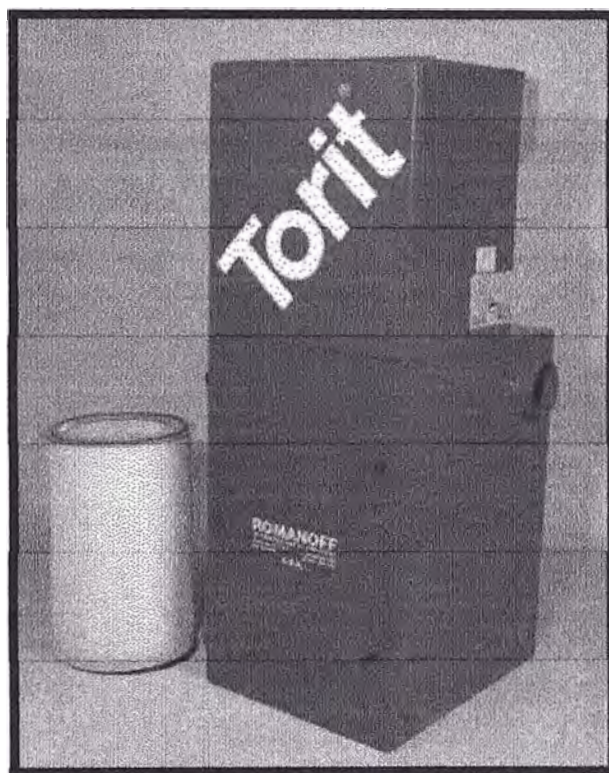


Figura 8 – Extractor de Polvos Marca Torit

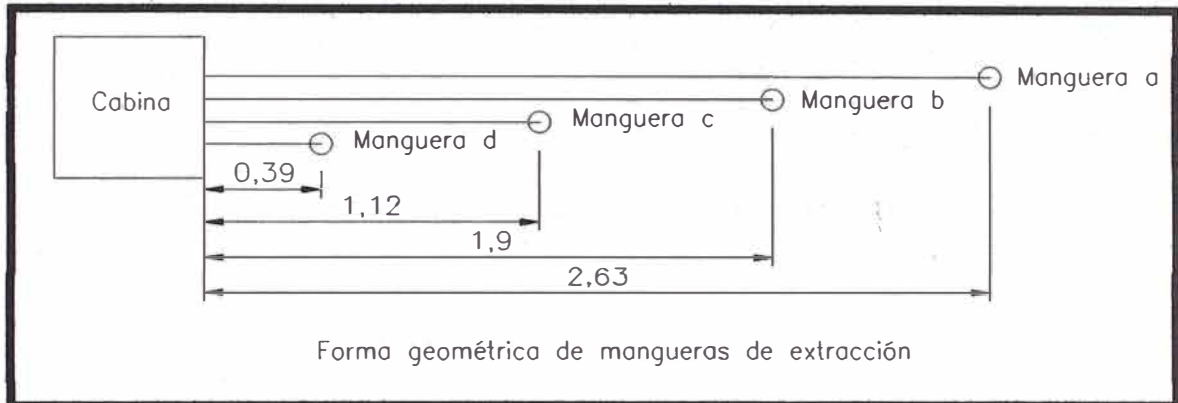
Para economizar y además para evitar ruidos molestos, nuestro diseño tendrá la parte de filtros cercana a los puntos de extracción y la parte de extracción fuera de las instalaciones.

Según manual de la ACGHI:

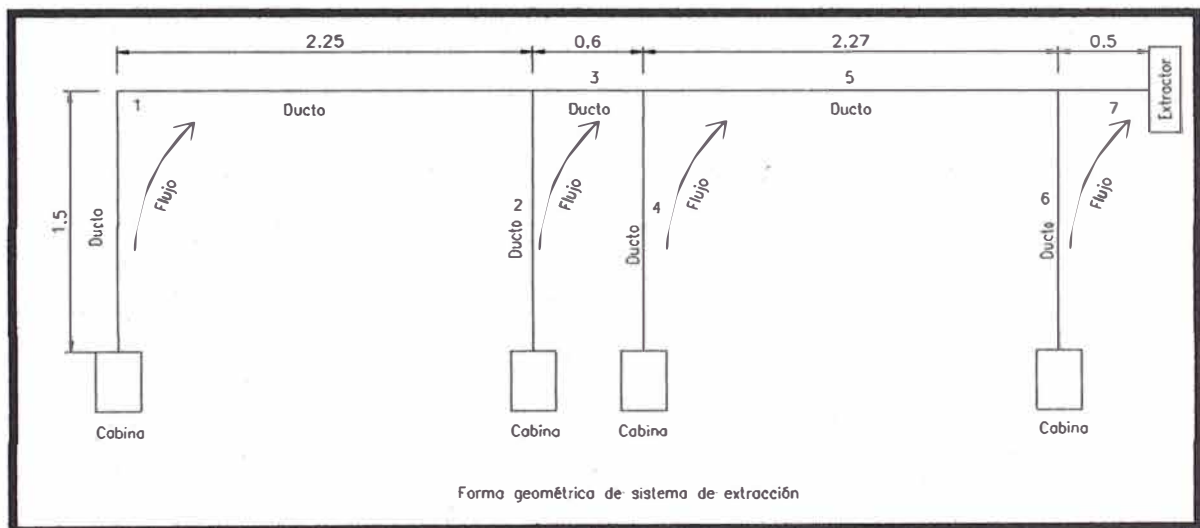
V_c : 2.5 - 10 m/s

V_t : 20 - 23 m/s

Trazamos nuestra proyección para mangueras:



Trazamos nuestra proyección para ductos:



En la toma de la cabina de esmerilado, la cual es entrada a tubo directa y es distanciada respecto a la pieza, nos valemos del grafico mostrado en la Figura 9, la cual muestra el porcentaje de caudal de extracción a una distancia de la toma.

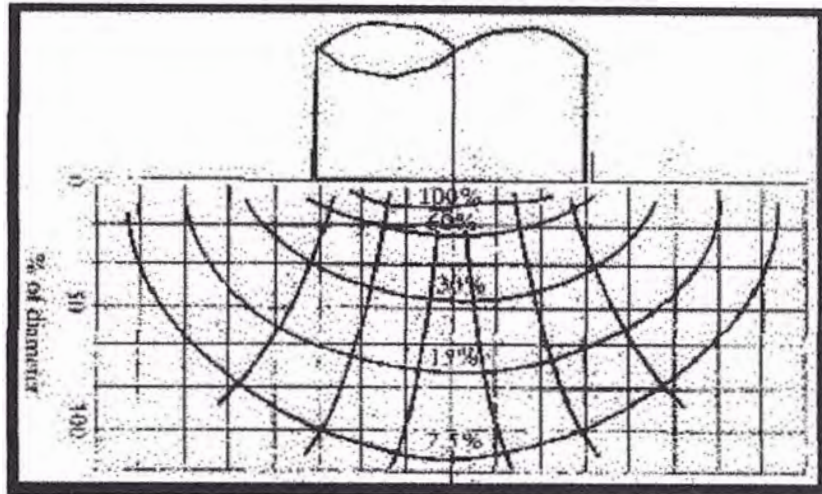


Figura 9 – Cantidad de aire extraído a distancia de toma

Siendo en nuestro caso V_c la velocidad cerca de la pieza, y V_t la velocidad en el tubo de succión, tenemos:

De lo que tomamos que $V_c / V_t = f_v$

f_v : factor de reducción de velocidad

Con lo que hallamos la distancia a posicionar nuestra rueda de esmeril.

V_c (m/s) : 3.00

V_t (m/s) : 20.00

Hallamos f_v : 0.15

De la tabla vemos que la distancia es a 75% del diámetro 0.0762 mm (3")

Comenzamos por las mangueras, realizamos los siguientes cálculos:

Tramo :	a	b	c	d
----------------	----------	----------	----------	----------

Tenemos :

Vc (m/s)	3.00	3.00	3.00	3.00
Vt (m/s)	20.00	20.00	20.00	20.00

Diámetro (m)	0.0762	0.0762	0.0762	0.0762
ϵ	0.09	0.09	0.09	0.09
v (m ² /s)	0.000014	0.000014	0.000014	0.000014
ρ (Kg/m ³)	1.3	1.3	1.3	1.3
L (m)	2.63	1.90	1.12	0.39

Calculamos:

Se (m ²)	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046
----------------------	--------	--------	--------	--------

El caudal para las mangueras es el mismo $Q_a = V_t \times \text{Diámetro}$

Qa (m ³ /s)	0.091	0.091	0.091	0.091
------------------------	-------	-------	-------	-------

Calculamos las perdidas de presión en las mangueras según catálogo para 0.0091 m³/s $\Delta P_f = 200 \times \text{metro lineal}$:

ΔP_f (Pa)	526	380	224	78
-------------------	-----	-----	-----	----

Calculamos las perdidas de presión en los accesorios:

Tipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
-------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

K	0.250	0.250	0.250	0.250
ΔP_c (Pa)	65.000	65.000	65.000	65.000
Tipo	Entrada	Entrada	Entrada	Entrada
K	0.500	0.500	0.500	0.500
ΔP_c (Pa)	130.000	130.000	130.000	130.000
Tipo	Damper	Damper	Damper	Damper
K	0.670	0.670	0.670	0.670
ΔP_c (Pa)	174.200	174.200	174.200	174.200
ΔP_{Tramo} (Pa)	895.200	749.200	593.200	447.200

Continuamos con el cálculo en los ductos:

Tramo :	1	2	3	4	5	6	7
----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Escogemos V_t que dándole valores para lograr diámetro estándar de los ductos:

V_t (m/s)	20.00	20.00	22.50	20.00	21.60	20.00	20.00
ϵ	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
v (m ² /s)	0.000014	0.000014	0.000014	0.000014	0.000014	0.000014	0.000014
ρ (Kg/m ³)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
L (m)	3.89	1.50	0.51	1.50	2.41	1.50	0.41

Con estos datos calculamos:

Se (m ²)	0.01824	0.01824	0.03243	0.01824	0.05067	0.01824	0.07297
------------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

El caudal Q_1 es igual en el tramo 2, 4 y 6 y es $4 \times Q_a$, Q_3 es la suma de 1 y 2, Q_5 es la suma de 3 y 4 y Q_7 es la suma de 5 y 6:

Q (m ³ /s)	0.365	0.365	0.730	0.365	1.094	0.365	1.459
Diámetro (m)	0.152	0.152	0.203	0.152	0.254	0.152	0.305
Diámetro (pulgadas)	6	6	8	6	10	6	12

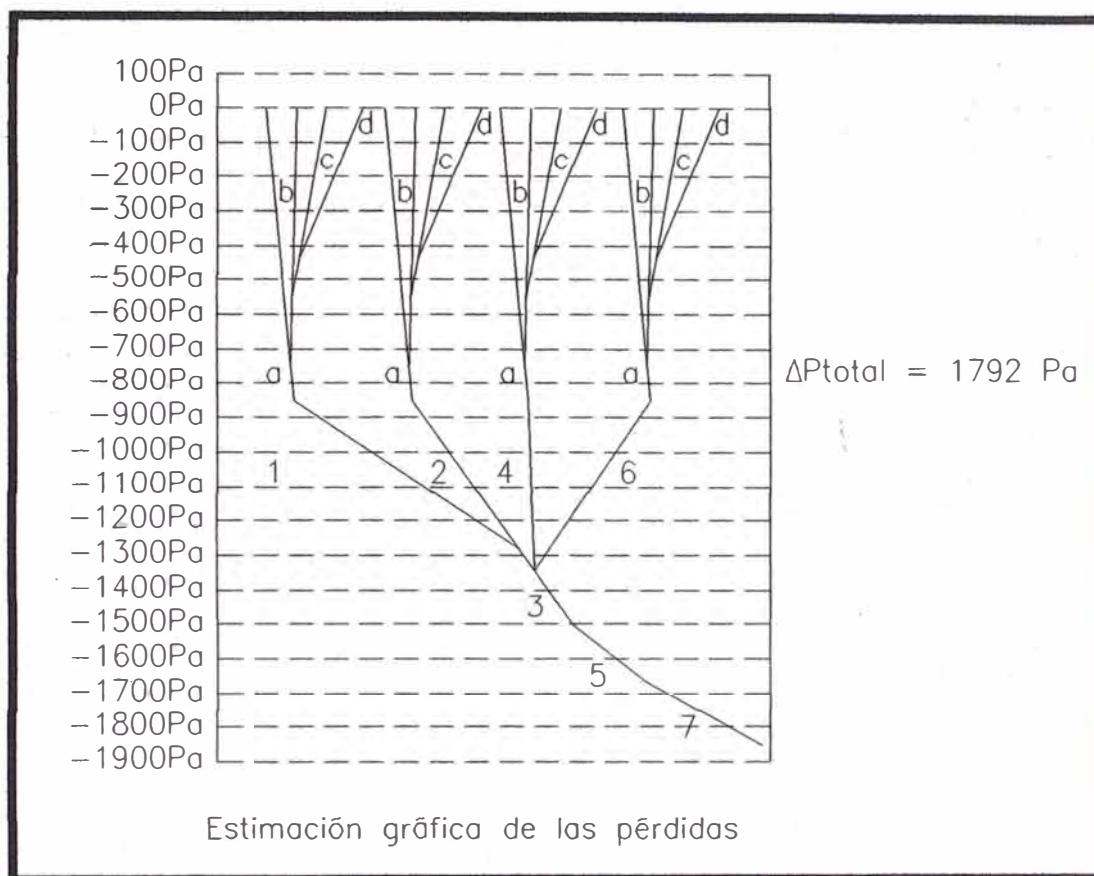
Calculamos las pérdidas de presión en el ducto con la fórmula de Ashtrull:

Re	217714	217714	326571	217714	391886	217714	435429
f	0.019	0.019	0.018	0.019	0.017	0.019	0.016
f	0.019	0.019	0.004	0.019	0.004	0.019	0.004
ΔP_f (Pa)	122	49	4	49	11	49	2

Calculamos las pérdidas de presión en los accesorios, en los filtros de fabricante obtenemos 1300 m³/h por sistema, entonces colocamos 2 filtros a 650 m³/h por filtro obteniendo DP=101 Pa por filtro

Tipo	Entradas (4)	Entradas (4)	Derivación Y	Entradas (4)	Derivación Y	Entradas (4)	Derivación Y
K	0.030	0.030	0.320	0.030	0.320	0.030	0.320
ΔP_c (Pa)	7.800	7.800	105.300	7.800	97.044	7.800	83.200
Tipo	Codo	Derivación Y		Derivación Y		Derivación Y	
K	0.160	0.880		0.880		0.880	
ΔP_c (Pa)	41.600	228.800	0.000	228.800	0.000	228.800	0.000
Tipo	Filtro (2)	Filtro (2)		Filtro (2)		Filtro (2)	
K							
ΔP_c (Pa)	101.000	101.000	0.000	101.000	0.000	101.000	0.000
Tipo	Caja	Caja		Caja		Caja	
K	0.800	0.800		0.800		0.800	
ΔP_c (Pa)	208.000	208.000	0.000	208.000	0.000	208.000	0.000
ΔP_{Tramo} (Pa)	480.389	594.396	109.472	594.396	108.474	594.396	84.976

ΔP_{Total} se halla gráficamente según recomienda el manual ASHRAE:



Calculamos por Bernoulli la presión de equipo necesaria:

$$P_{vent} / \rho \times g = P_2 / \rho \times g + V_2^2 / 2 \times g + h_2 - P_1 / \rho \times g + V_1^2 / 2 \times g + h_1 + \Sigma \text{pérdidas } (\Delta P_{Total})$$

Donde 1 es nuestro punto de extracción y 2 es nuestro punto en entrada de ventilador.

$$P_2 = P_1 = \text{Patmosferica}$$

$$H_2 = 3 \text{ m}$$

$$H_1 = 0 \text{ m}$$

$$V_1 = V_c = 3 \text{ m/s}$$

$$V_2 = V_t \text{ (al final)} = 20 \text{ m/s}$$

PVent (Pa) 2124.1

Con lo que vemos que necesitamos como mínimo un extractor de las siguientes características:

Presión de diseño (Kpa) :	2.124
(Pulgadas de Agua)	8.503
Caudal de diseño (m ³ /hr) :	5254
(cfm)	3100

De catalogo de ventiladores seleccionamos el ventilador centrífugo:

Marca:	S&P
Modelo:	SA 22/11
Tipo :	Centrifugo
RPM:	1100
Motor:	5 KW
Voltaje :	220 V
Fases :	3
Frecuencia :	60 Hz

3.6.5 Sistema de ventilación de otras áreas.

Realizamos nuestra estimación con 4 recambios por hora, para el cumplimiento de la norma.

Extracción de Selección

Área (m ²):	13.3
Altura (m):	2.5
Cambios (volumen/h):	4
Caudal de diseño (m³/h):	132.6
(cfm)	78.2

De catalogo Soler y Palau seleccionamos el ventilador centrífugo:

Modelo:	HCM-225 M
Tipo :	Axial
RPM:	1760
Motor:	0.25 HP
Voltaje :	220 V
Fases :	1
Frecuencia :	60 Hz

Extracción de Vibrado

Área (m ²):	14.5
Altura (m):	2.5
Cambios (volumen/h):	4
Caudal de diseño (m³/h):	144.9
(cfm)	85.5

De catalogo Soler y Palau seleccionamos el ventilador centrífugo:

Modelo:	HCM-225 M
Tipo :	Axial
RPM:	1760
Motor:	0.25 HP
Voltaje :	220 V
Fases :	1
Frecuencia :	60 Hz

Extracción de Pulido

Área (m ²):	25.9
Altura (m):	2.5
Cambios (volumen/h):	4
Caudal de diseño (m³/h):	259.4
(cfm)	153.1

De catalogo Soler y Palau seleccionamos el ventilador centrífugo:

Modelo:	TD-2000
Tipo :	Axial
RPM:	1760
Motor:	0.5 HP
Voltaje :	220 V
Fases :	1
Frecuencia :	60 Hz

3.7 Sistemas auxiliares

Para las instalaciones auxiliares como agua de pozo, agua tratada, aire comprimido, nitrógeno y desagüe, realizamos comprobaciones mínimas para aseguramos un suministro suficiente de estas. El esquema de instalación se da en el plano YCJ-CP-08.

3.7.1 Abastecimiento de agua de pozo

Para ver si es necesario el estimar el consumo adicional que vamos a tener al operar la nueva instalación, consideramos también el consumo del personal adicional para el proceso, y calculamos el diámetro de la línea principal de abastecimiento.

Determinamos la capacidad actual en la planta:

Marca :	Hidrostal
Cantidad:	2
Modelo :	B1.1/2X2.1/2
Días de operación mensual (días/mes)	20
Horas de operación por turno	9.5
Turnos de operación mensual	1
Horas de operación mensual	190

De datos históricos tenemos el consumo en el año y determinamos el promedio mensual:

Mes	Volumen (m3)
Ene-07	2156
Feb-07	1426
Mar-07	2688
Abr-07	1797
May-07	2039
Jun-07	2278
Jul-07	2280
Ago-07	2455
Sep-07	2965
Oct-07	2950
Nov-07	4661
Dic-07	2837
Promedio Mensual (m3)	2544

Calculamos el consumo adicional por nuevas instalaciones

Consumo por personas

Personas (SSHH)	70
Consumo Promedio por persona (litros/día)	80
Consumo mensual = Personas x consumo promedio diario x días al mes	
Consumo mensual (m³)	112

Consumo de máquinas y equipos

Máquina de descerado (Volumen 67cm x 40cm x 20cm)	
Caudal de agua (m ³ /ciclo)	0.063
Cantidad de cilindros por ciclo (cilindros / ciclo)	12
Cantidad total de cilindros (cilindros / día)	60.00

Consumo diario = Volumen de equipo x número de cilindros diarios / cantidad de cilindros por ciclo	
Consumo diario (m ³ /día)	0.3149
Consumo mensual = Consumo diario x días al mes	
Consumo mensual (m³)	6.30

Máquina de Yeso

Asumimos que el volumen consumido de agua por cilindro es el mismo del cilindro

Volumen de yeso de cada cilindro (9"x4") (litros / cilindro)	1.85
Cantidad (cilindros / día)	60.00
Consumo mensual = Volumen de agua x número de cilindros diarios x días al mes	
Consumo mensual (m³)	2.22

Lavatorio de descerado

Volumen de agua experimental (litros/cilindro)	10
Cantidad (cilindros / día)	60.00
Consumo mensual = Volumen de agua x número de cilindros diarios x días al mes	
Consumo mensual (m³)	12.00

Tambor Magnético

Volumen de agua (litros/cilindro)	18
Cantidad (cilindros / día)	60.00
Consumo mensual = Volumen de agua x número de cilindros diarios x días al mes	
Consumo mensual (m³)	21.60

Eliminador de revestimiento

Caudal de agua (litros/hora)	850
Cantidad (cilindros / día)	60.00
Tiempo de lavado por cilindro (segundos)	25
Consumo mensual = Caudal de agua x número de cilindros diarios x tiempo de lavado x días al mes	
Consumo mensual (m³)	7.08

Lavatorio de hornos

Caudal de agua (litros/cilindro)	10
Cantidad (cilindros / día)	60.00
Consumo mensual = Caudal de agua x número de cilindros diarios x días al mes	
Consumo mensual (m³)	12.00

Vibrador Centrifugo

Caudal de agua (litros/hora)	50
Cantidad (procesos / día)	60.00

Tiempo de proceso (minutos)	15
Consumo mensual = Caudal de agua x número de cilindros diarios x tiempo de proceso x días al mes	
Consumo mensual (m³)	15.00

Consumo de tinas de proceso

Tina polipropileno 35 x 35 x 50 (patas de 40 cm)

Cantidad	2
Volumen (m ³)	0.061
Numero de recambio de agua diario	4
Consumo mensual = Volumen x Número de recambios x cantidad x días al mes	
Consumo mensual (m³)	9.800

Tina polipropileno 35 x 35 x 50 (patas de 25 cm)

Cantidad	1
Volumen (m ³)	0.061
Numero de recambio de agua diario	4
Consumo mensual = Volumen x Número de recambios x cantidad x días al mes	
Consumo mensual (m³)	4.900

Calculamos el consumo adicional como la suma de todos los consumos por persona, por máquina y por tinas de proceso siendo:

Consumo adicional (m³ / mes)	202.91
En litros/s:	0.35

Consumo proyectado = Consumo actual + Consumo adicional

Consumo Proyectado (m³ / mes)	2747.24
En litros/s:	4.02

Empleando la recomendación del reglamento de construcciones, tomamos la siguiente recomendación:

Diámetro(mm)	Velocidad máxima(m/s)
15 (1/2")	1.90
20 (3/4")	2.20
25 (1")	2.48
32 (1 1/4")	2.85
40 y mayores (1 1/2" y mayores).	3.00

Calculamos el diámetro de tubería en el tramo principal nuevo empleando la

fórmula:

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s)

A: Sección interna de tubo (m²)

V: Velocidad en el tubo (m/s)

Estimamos con diámetro 1"

Caudal (m ³ /s)	0.0004
Diámetro interno de tubo (m)	0.0270
Sección de tubo (m ²):	0.0006
Velocidad = Caudal / Sección del tubo	
Velocidad (m/s)	0.62

Estimamos con diámetro 3/4"

Caudal (m ³ /s)	0.0004
Diámetro interno de tubo (m)	0.0203
Sección de tubo (m ²):	0.0003
Velocidad = Caudal / Sección del tubo	
Velocidad (m/s):	1.09

Estimamos con diámetro 1/2"

Caudal (m ³ /s)	0.0004
Diámetro interno de tubo (m)	0.0135
Sección de tubo (m ²):	0.0001
Velocidad = Caudal / Sección del tubo	
Velocidad (m/s):	2.46

Escogemos el diámetro ¾, ya que el de 1" sería sobredimensionar nuestra red, y el de ½" no cumple con la recomendación del reglamento.

Estimamos nuestras pérdidas de presión (solo en el tramo principal) por fricción y accesorios desde la bomba a nuestro último punto de abastecimiento.

Diámetro: 3/4"

Material : Tubo PVC SAP C-10 ¾" de diámetro

Longitud (m):	19.38
Caudal (m ³ /s):	0.0004
Diámetro interno de tubo (m):	0.0203
Sección de tubo (m ²):	0.00032
Velocidad (m/s):	1.09
Coefficiente de superficie ϵ (mm):	0.05
Gravedad (m/s ²):	9.81
Viscosidad dinámica (Pa.s) (μ):	0.001003
Densidad del agua (Kg/m ³):	1000

Calculamos en número de Reynolds según:

$$Re = \text{Diámetro} \times \text{Velocidad} \times \text{Densidad} / \text{Viscosidad dinámica}$$

Número de Reynolds (Re): 22083

Estimamos el coeficiente de fricción según la fórmula:

$$\text{Para } Re < 10^5 : \\ f = 0.314 \times Re^{0.25}$$

Coefficiente de fricción (f): 0.0258

Calculamos la pérdida por fricción (en Pa) en la tubería con la fórmula:

$$f \times (L / D) \times \rho \times V^2 / 2$$

Perdida de Presión por fricción (Pa): 14746

Para la pérdida debido a accesorios:

Accesorios (K)	Cantidad	K	Cantidad x K
Codos (3/4")	3	0.65	1.95
Tees (3/4")	6	0.65	3.9
Válvula (3/4")	3	6	18
		Total	23.85

Calculamos la pérdida por accesorios (en Pa) con la fórmula:

$$K \times \rho \times V^2 / 2$$

Perdida de Presión debido a accesorios (Pa): 14267

Calculamos la pérdida total como la suma de ambos valores:

Pérdida total (Pa): 29013

Según las curvas de la bomba :

Para el caudal proyectado de 4.02 litros/s tenemos una altura de (m):

24

En Pascal (Pa):

235353

Empleando la ecuación de Bernoulli, hallamos presión de descarga en fin de tubería principal:

$$P_1 / \rho \times g + V_1^2 / 2 \times g + h_1 = P_2 / \rho \times g + V_2^2 / 2 \times g + h_2 + \Sigma \text{Perdidas}$$

En nuestro caso 1 es la entrada del ramal que va a la planta y para nuestra estimación, tiene la misma velocidad que 2, que es el punto mas alejado del ramal.

P_1 (Pa):	235353
h_1 (m):	0.0
h_2 (m):	2.5
Pérdidas (Pa):	29013

$$V_1 = V_2$$

$$P_2 \text{ (Pa)} = 181824$$

Con lo que se demuestra que el agua llega con presión suficiente al punto final del ramal en el segundo nivel.

3.7.2 Abastecimiento de agua tratada

Verificaremos si el suministro de agua adicional va a requerir mayor capacidad de generación.

Nuestro equipo actual tiene las siguientes características:

Fuente : Sistema de tratamiento de agua por Osmosis Inversa

Marca : Aquafil

Capacidad máxima (gpm)		4.0
	En m ³ / mes	436.0
Calidad de agua entregado máximo (uS)		0.2
Disponibilidad de equipo (según fabricante)		95%
Flujo disponible (m ³ /mes)		414.2
Consumo promedio actual de agua tratada (gpm)		2.9
	En m ³ / mes	316.1

Estimamos nuestro flujo adicional:

Máquinas y equipos:

Máquina de Vapor

Caudal de agua (galones / 100 unidades)	2
Cantidad (unidades / día)	4000
Consumo diario (galones / día)	80
Consumo mensual = Caudal de agua x número de cilindros diarios x tiempo de proceso x días al mes	
Consumo mensual (m³)	6.0

Tinas de proceso:

Tina polipropileno 35 x 35 x 50 (patas de 40 cm)

Cantidad	1
Volumen (m ³)	0.061
Numero de recambio de agua diario	4
Consumo mensual = Volumen x Número de recambios x cantidad x días al mes	
Consumo mensual (m³)	4.900

Tina polipropileno 40 x 50 x 50 (patas de 40 cm)

Cantidad	1
Volumen (m ³)	0.100
Numero de recambio de agua diario	4
Consumo mensual = Volumen x Número de recambios x cantidad x días al mes	
Consumo mensual (m³)	8.000

Tina polipropileno 35 x 35 x 50 (patas de 25 cm)

Cantidad	2
Volumen (m ³)	0.061
Numero de recambio de agua diario	4
Consumo mensual = Volumen x Número de recambios x cantidad x días al mes	

Consumo mensual (m³)		9.800
Consumo Total Adicional (m³ / mes)		28.75
	En litros / s	0.04
Consumo total proyectado (m³ / mes)		344.85
	En litros / s	0.50

Estimamos nuestras pérdidas de presión por fricción y accesorios desde la bomba a nuestro último punto de abastecimiento.

Diámetro: 1/2"

Material : Tubo PVC SAP C-10 1/2" de diámetro

Longitud (m):	17
Caudal (m ³ /s):	0.0000420
Diámetro interno de tubo (m):	0.0135
Sección de tubo (m ²):	0.00014
Velocidad (m/s):	0.29
Coefficiente de superficie ϵ (mm):	0.05
Gravedad (m/s ²):	9.81
Viscosidad dinámica (Pa.s) (μ):	0.0000181
Densidad del aire (Kg/m ³):	1.3

Calculamos en número de Reynolds según:

$Re = \text{Diámetro} \times \text{Velocidad} \times \text{Densidad} / \text{Viscosidad dinámica}$

Número de Reynolds (Re): 285

Estimamos el coeficiente de fricción según la fórmula:

Para $Re < 2000$

$f = 64 / Re$

Coefficiente de fricción (f): 0.2248

Calculamos la pérdida por fricción (en Pa) en la tubería con la fórmula:

$f \times (L / D) \times \rho \times V^2 / 2$

Perdida de Presión por fricción (Pa): 16

Para la pérdida debido a accesorios:

Accesorios (K)	Cantidad	K	Cantidad x K
Codos (1/2")	4	0.8	3.2
Tees (1/2")	3	0.8	2.4
Válvula (1/2")	1	8	8
		Total	13.6

Calculamos la pérdida por accesorios (en Pa) con la fórmula:

$$K \times \rho \times V^2 / 2$$

Pérdida de Presión debido a accesorios (Pa): 1

Calculamos la pérdida total como la suma de ambos valores:

Pérdida total (Pa): 17

Empleando la ecuación de Bernoulli, hallamos presión de descarga en fin de tubería principal:

$$P_1 / \rho \times g + V_1^2 / 2 \times g + h_1 = P_2 / \rho \times g + V_2^2 / 2 \times g + h_2 + \Sigma \text{Pérdidas}$$

En nuestro caso 1 es la superficie del tanque elevado y el punto 1 el punto final de abastecimiento de agua.

P_1 (Pa): 0
 h_1 (m): 4.0
 V_1 (m/s): 0
 h_2 (m): 0.0
 V_2 (m/s): 0.29
 Pérdidas (Pa) : 17

$$V_1 = V_2$$

$$P_2 \text{ (Pa)} = 34$$

Con lo que se demuestra que el agua llega con presión suficiente bajo del ramal.

3.7.3. Abastecimiento de aire comprimido.

En este caso tenemos que determinar si el compresor, va a ser suficiente para el consumo adicional y el existente en la planta actual, por lo que determinamos el caudal total de nuestra instalación (incluyendo las pérdidas) y calculamos la potencia requerida para el abastecimiento.

Tenemos nuestra fuente actual:

Fuente :	Compresor
Marca :	Atlas Copco
Modelo :	GA22
Cantidad :	1
Potencia (KW):	22
Presión (PSI):	109

Estimamos el consumo actual en planta:

Maquina de Fundición Centrífuga

Cilindro

Largo (m)	0.25
Diámetro (m)	0.20
Ciclos promedio (ciclos / minuto):	4
Caudal (90PSI) = Volumen de cilindro x Ciclos por minuto	
Caudal a 90 PSI (litros / min):	31
Caudal a 14.7 PSI (litros / min):	192.3
Cantidad:	4
Consumo = Caudal x Cantidad de equipos	
Consumo (litros / min)	769

Pistolas de aire (Para limpieza de productos)

Caudal (litros / min):	150
Factor de utilización (%)	25%
Cantidad:	14
Consumo = Caudal x Factor de utilización x Cantidad	
Consumo (litros / min)	525

Consumo Actual (litros / min): 1294

Estimamos el consumo adicional de planta de cera:

Maquina Inyectora (Marca Yasui)	
Consumo promedio (litros / min)	250
Cantidad :	2
Consumo = Caudal x Cantidad	
Consumo (litros / min)	500
Maquina Inyectora (Marca Yasui)	
Pistolas de aire (Para limpieza de productos)	
Caudal (litros / min):	150
Ciclos promedio (% de hora):	25%
Cantidad:	6
Consumo = Caudal x Factor de utilización x Cantidad	
Consumo (litros / min):	225
Consumo Adicional (litros / min)	725

Nuestro consumo total proyectado es la suma del actual y el adicional

Consumo requerido (litros / min)	2019
Adicionales por perdidas (20 %)	404
Consumo total requerido (litros / min)	2423

Calculamos las pérdidas de presión en el tramo antiguo existente y el nuevo:

a) Cálculo de pérdidas por fricción en el tramo existente

Diámetro: 1"	
Material : Tubo Acero ASTM A53 SCH40	
Longitud (m):	156
Caudal a 14.7 PSI (m ³ /s):	0.0216
Caudal a 90 PSI (m ³ /s):	0.0035
Diámetro interno de tubo (m):	0.0270
Sección de tubo (m ²):	0.00057
Velocidad (m/s):	6.15
Coefficiente de superficie ε (mm):	0.05
Gravedad (m/s ²):	9.81
Viscosidad dinámica (Pa.s) (u) :	0.0000181
Densidad del aire (Kg/m ³)	1.3

Calculamos en número de Reynolds según:

$$Re = \text{Diámetro} \times \text{Velocidad} \times \text{Densidad} / \text{Viscosidad dinámica}$$

Número de Reynolds (Re):

11934

Estimamos el coeficiente de fricción según la fórmula:

$$\text{Para } Re < 10^5 : \\ f = 0.314 \times Re^{0.25}$$

Coeficiente de fricción (f):

0.0300

Calculamos la pérdida por fricción (en Pa) en la tubería con la fórmula:

$$f \times (L / D) \times \rho \times V^2 / 2$$

Pérdida de Presión por fricción (Pa):

4273

Para la pérdida debido a accesorios:

Accesorios (K)	Cantidad	K	Cantidad x K
Codos (1")	8	0.5	4
Tees (1")	9	0.5	4.5
Válvulas (1")	6	5	30
		Total	38.5

Calculamos la pérdida por accesorios (en Pa) con la fórmula:

$$K \times \rho \times V^2 / 2$$

Pérdida de Presión debido a accesorios (Pa):

948

Calculamos la pérdida total como la suma de ambos valores:

Pérdida total (Pa):

5221

b) Cálculo de pérdidas por fricción en el tramo nuevo

Diámetro: 1/2"

Material : Tubo Acero ASTM A53 SCH40

Longitud (m):

25

Caudal a 14.7 PSI (m³/s):

0.0121

Caudal a 90 PSI (m³/s):

0.0020

Diámetro interno de tubo (m):

0.0135

Sección de tubo (m²):

0.00014

Velocidad (m/s):	13.79
Coefficiente de superficie ϵ (mm):	0.05
Gravedad (m/s ²):	9.81
Viscosidad dinámica (Pa.s) (μ):	0.0000181
Densidad del aire (Kg/m ³):	1.3

Calculamos en número de Reynolds según:

$$Re = \text{Diámetro} \times \text{Velocidad} \times \text{Densidad} / \text{Viscosidad dinámica}$$

Número de Reynolds (Re): 13369

Estimamos el coeficiente de fricción según la fórmula:

Para $Re < 10^5$:

$$f = 0.314 \times Re^{0.25}$$

Coefficiente de fricción (f): 0.0292

Calculamos la pérdida por fricción (en Pa) en la tubería con la fórmula:

$$f \times (L / D) \times \rho \times V^2 / 2$$

Pérdida de Presión por fricción (Pa): 6682.4

Para la pérdida debido a accesorios:

Accesorios (K)	Cantidad	K	Cantidad x K
Codos (1/2")	4	0.8	3.2
Tees (1/2")	3	0.8	2.4
Válvula (1/2")	1	8	8
		Total	13.6

Calculamos la pérdida por accesorios (en Pa) con la fórmula:

$$K \times \rho \times V^2 / 2$$

Pérdida de Presión debido a accesorios (Pa): 1680

Calculamos la pérdida total como la suma de ambos valores:

Pérdida total (Pa): 8363

La pérdida total viene a ser la suma de pérdida de ambos tramos:

Pérdida total de presión en los dos tramos (Pa): 13584

Presión requerida en los equipos (PSI): 90
En (Pa) 620528

Presión mínima requerida en salida de compresor (Pa):
 $P_2 = P_{\text{trabajo}} + \Sigma \text{pérdidas}$ 634112

Calculamos la potencia requerida del compresor según la fórmula:

$$\text{Potencia} = P_2 \times Q_2 \times (\gamma / (\gamma - 1)) \times ((P_2 / P_1)^{(\gamma-1)/\gamma} - 1)$$

Donde:

P_2 : Presión de salida del compresor

Q_2 : Caudal de salida del compresor

γ : coeficiente de expansión adiabático del aire

P_2 (Pa):	634112
Q_1 (litros / min) a 14.7PSI:	2423
Q_2 (litro / min) a 90PSI:	396
En m^3/s :	0.0066
γ :	1.35
P_1 (Pa):	98000

Calculamos la potencia requerida:

Potencia requerida (W):	10047
En KW:	10.0

Con lo que comprobamos que nuestro compresor es más que suficiente para soportar la nueva carga.

3.7.4 Abastecimiento de nitrógeno.

El sistema de nitrógeno se realizara con tanques de nitrógeno comprimido de 8 m³, instalados contiguos a la planta.

Verificaremos nuestra tubería

Consumo requerido (litros / min):	5
Cantidad de equipos:	2
Total Caudal (litros / min):	10

Teniendo un funcionamiento de las máquinas de 9.5 horas

Cada cilindro rinde:

$$8000 \text{ litros} / (10 \text{ litros/min} \times 60 \text{ min/hora}) = 13 \text{ horas}$$

Mas que un día de operación continua, por lo que instalamos 3 cilindros: dos en caso de duplicación de turno y uno de contingencia.

Diámetro: 1/2 "

Material : Tubo Acero ASTM A53 SCH40

Longitud aproximada (m):	36.44
Caudal a 14.5 PSI (m ³ /s):	0.00017
Caudal a 30 PSI (m ³ /s):	0.00008
Diámetro interno de tubo (m):	0.0135
Sección de tubo (m ²):	0.00014
Velocidad (m/s):	1.16
Coefficiente de superficie ϵ (mm):	0.05
Gravedad (m/s ²):	9.81
Viscosidad dinámica (Pa.s):	0.0000179
Densidad del nitrógeno (Kg/m ³):	1.25

Calculamos en número de Reynolds según:

$$Re = \text{Diámetro} \times \text{Velocidad} \times \text{Densidad} / \text{Viscosidad dinámica}$$

Número de Reynolds (Re):

1098

Estimamos el coeficiente de fricción según la fórmula:

Para $Re < 2000$
 $f = 64 / Re$

Coeficiente de fricción (f): 0.0583

Calculamos la pérdida por fricción (en Pa) en la tubería con la fórmula:

$$f \times (L / D) \times \rho \times V^2 / 2$$

Pérdida de Presión por fricción (Pa): 133

Para la pérdida debido a accesorios:

Accesorios (K)	Cantidad	K	Cantidad x K
Codos (1/2")	5	0.8	4
Tees (1/2")	1	0.8	0.8
Válvula (1/2")	2	8	16
		Total	20.8

Calculamos la pérdida por accesorios (en Pa) con la fórmula:

$$K \times \rho \times V^2 / 2$$

Pérdida de Presión debido a accesorios (Pa): 18

Calculamos la pérdida total como la suma de ambos valores:

Pérdida total (Pa): 151

Empleando la ecuación de Bernoulli, hallamos presión de descarga en fin de tubería principal:

$$P_1 / \rho \times g + V_1^2 / 2 \times g + h_1 = P_2 / \rho \times g + V_2^2 / 2 \times g + h_2 + \Sigma \text{Perdidas}$$

En nuestro caso 1 es la salida de los tanques y tiene la misma velocidad que 2, que es el punto mas alejado del ramal que va a la planta.

P_1 (Pa):	294181
h_1 (m):	0.6
h_2 (m):	2.5
Pérdidas (Pa) :	151

$$V_1 = V_2$$

$$P_2 \text{ (Pa)} = 293995$$

Con lo que se demuestra que el agua llega con presión suficiente al punto final del ramal en el segundo nivel.

3.7.5 Líneas de drenaje y desagüe.

Las líneas de drenaje se dividen en 2:

La línea de drenaje de servicios higiénicos, las cuales son simplemente anexadas una caja de paso cercana al proceso mediante una tubería de PVC Clase 10 y 4" de diámetro.

La línea de drenaje de procesos, en las áreas de enyesado, fusión y colada; y vibrado, para las cuales se ha hecho una poza de recepción de 2m^3 (forma de paralelepípedo rectangular), en la cual se sedimenta el yeso y sólidos residuales del proceso, cada uno de estos ramales con tubería de PVC Clase 10 de 2" de Diámetro, desembocan a una tubería principal de PVC Clase 10 y 4" de diámetro con caída vertical directa a la poza de decantación al lado de la planta, diseñada para soportar aproximadamente 6 meses en producción de un turno.

CAPITULO IV

IMPACTO EN SALUD OCUPACIONAL

Es de completo interés el asegurarnos que el proceso en estudio no afectará la salud de las personas a realizar el trabajo. Por esta razón, evaluamos los insumos principales valiendonos de las recomendaciones dadas por las normas OSHA y las hojas de producto MSDS (Hoja de datos de seguridad de material), con lo que nos aseguramos de su correcta utilización durante el proceso o de ser necesario aplicar medidas correctivas para que no afecte al trabajador.

En nuestra planta tenemos insumos tales como: cera en estado sólido y quemada; yeso, en polvo y sólificado; caucho crudo y vulcanizado; aleación de plata, en estado sólido y vapores de su fundición; aleación de bronce, en estado sólido y vapores de fundición.

La cera, la cual es una mezcla de cera, resina y polímeros, al derretirse puede causar quemaduras; por lo que las personas en el proceso de inyección necesariamente deben usar guantes impermeables resistentes al calor aprobados por NIOSH, así también protección visual al realizar la operación.

Al inhalar el polvo o los gases de la cera fundida, pueden causar irritación en el tracto respiratorio. En nuestro proceso no se encuentra en polvo, sino en forma

de granallas, pero estos se derriten en la etapa de inyección con la máquina inyectora, la cual es un envase cerrado con resistencias, no deja escapar los gases de la cera derretida a menos que se abra intencionalmente el equipo para agregar más producto o realizar limpieza del equipo. No se requiere utilizar protector respiratorio para esta área.

En yeso empleado que es una mezcla de sulfato de cal, cuarzo y sílice. El contacto con la piel puede causar sensación de resequedad. No se recomienda el uso de guantes para este proceso debido a su escaso contacto con la piel, esta solo se podría presentar por excesivo derrame al cargar de mal modo a la máquina de yeso. Del mismo modo puede causar irritación ocular, pero por la característica de la operación no es muy probable que esto suceda. No se recomienda protección para manos ni ojos para el área de enyesado, sin embargo para el área de eliminación de yeso, si habría necesidad de protección manual, la cual comprobamos con el diseño de la máquina eliminadora de yeso (provista con guantes de goma).

La inhalación de yeso en polvo puede causar daño permanente a los pulmones, al depositarse las partículas de silicio puede causar "silicosis", lo cual provoca sensación de falta de respiración, fiebre y otros síntomas no deseados. Se sospecha que la deposición de la sílice en los pulmones es causar de cancer, pero esto todavía está en discusión. Su ingestión puede causar obstrucción en el sistema digestivo, pero en nuestro proceso es improbable. Por la característica del proceso solo utilizaremos mascarilla recomendada por NIOSH con filtro de polvo para la persona que pesa y echa el yeso. El MSDS recomienda una adecuada ventilación al local para dispersar las partículas que queden en el aire, el área

cuenta con extracción para un equipo, lo cual conlleva también a una renovación forzada del aire.

El caucho empleado es una mezcla de calidades de caucho y otros compuestos como silicona, en la cual, la hoja técnica de producto recomienda utilizar guantes simples para su manipulación. Se recomienda tener ventilación adecuada en el área o la utilización de equipos de protección simple para trabajadores. Por lo que empleamos mascarillas simples par el personal que trabaja en el área.

La manipulación de la plata en estado sólido y en polvo, puede causar manchas de coloración azul en ojos, boca y piel. El contacto directo del polvo con los ojos puede causar irritación. También se observan síntomas de dermatitis al contacto con el polvo de plata o soluciones de esta. La inhalación de estos polvos o sus humos al fundirse provoca irritación del tracto respiratorio y exposiciones extremas causan daños pulmonares e incluso edema pulmonar. Su ingestión provoca irritación al estómago. El metal no es considerado cancerígeno. Las OSHA recomiendan la utilización de guantes y vestimentas de protección para prevenir el contacto con la piel en las áreas de utilización. Así también recomienda la una adecuada ventilación en el local de trabajo. La coloración causada en ojos y piel, son de carácter permanentes.

Las aleaciones de bronce contienen metales como cobre, zinc y estaño. En estado sólido o en polvo, estos pueden causar irritación a la piel. Su ingestión puede ser fatal, provocando depresión, convulsiones, coma e incluso la muerte. La inhalación de vapores o polvos irritan el tracto respiratorio, y causan síntomas como

vértigo, delirio y disturbios mentales. En otros casos provoca tos, ahogamiento, náuseas y vómitos, puede ocasionar acumulación de fluidos en los pulmones los cuales pueden llevar a la muerte. En locales de trabajos que presenten polvo, es necesario protectores respiratorios y guantes de goma para protección personal normados con NIOSH. Los vapores generados por la fundición de este material debe ser extraídos a través de campanas de extracción de ventilación forzada. No es cancerígeno, pero si causa envenenamiento, por lo que es necesario recurrir a atención médica ante la presencia de los síntomas antes mencionados.

CAPITULO V

COSTOS

5.1 Costos del proyecto

Se adjunta el presupuesto total del trabajo, en el cual se han cotizado todos los materiales, servicios internos y servicios mercerizados requeridos con contratistas aprobados por el Grupo, además calculamos la mano de obra directa (interna debido a que los técnicos electricistas y técnicos de apoyo son servicios internos del mismo Grupo) a emplear en los trabajos ejecutados por el departamento de mantenimiento y proyectos. En estos casos la estimación de la mano de obra se realiza:

a) Construcción civil:

NO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1	Excavación y eliminación de tierra (m3)	720.0	4.75	3420.00
2	Cimientos de 0.80 x 0.60 (ml)	54.0	35.00	1890.00
3	Zapatas para columnas (un)	17.0	80.00	1360.00
4	Columnas de 0.30 x 0.40 con fierros de 5/8" (un)	17.0	176.00	2992.00
5	Sobrecimiento de 0.15 x 0.30 (ml)	54.0	21.00	1134.00
6	Pared de ladrillo y vigas coronarias (m2)	367.0	21.00	7707.00
7	Vigas y techo aligerado en 1er piso (m2)	221.0	35.00	7735.00
8	Techo de calaminón (m2)	312.0	30.00	9360.00
9	Piso de concreto de 15 cm (m2)	312.0	16.50	5148.00
10	Contrapiso de cemento pulido en 2do piso (m2)	221.0	9.00	1989.00

11	Tarrajeado de paredes interiores (m2)	878.0	5.00	4390.00
12	Pintado de paredes tarrajeadas (m2)	878.0	2.48	2174.00
13	Instalación de agua y desagüe (Glb.)	1.0	750.00	750.00
14	Instalación de sanitarios (Un)	4.0	135.25	541.00
15	Puertas de madera contraplacada (Un)	4.0	90.00	360.00
16	Enchapado de mayólicas en los baños (m2)	74.0	16.50	1221.00
17	Escalera de acceso al 2do piso con acabado cemento pulido (Glb.)	1.0	2420.00	2420.00
17	Construcción de poza de decantación de 2m3 (Un)	1.0	286.00	286.00
			Total	54877.00

b) Maquinarias y Equipos

CANT	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1	Taladro Flexible Marca Foredom Modelo SR	10	306.72	3067.20
2	Vulcanizadora Romanoff Deluxe Table-Top	2	1596.64	3193.28
3	Aire Acondicionado York Modelo Y9USC24-5A	3	320.00	960.00
4	Inyectora de Cera Marca Yasui Modelo D-VW1 con posicionador automático	2	7002.58	14005.16
5	Bomba de Vacío 5 CFM - 1 HP Marca Romanoff	2	1100.00	2200.00
6	Pirógrafo Pen Wax Welder Marca Kerr	4	315.13	1260.52
7	Maquina de Yeso St. Louis Modelo #82 y Bomba de Vacío 10 CFM - 2 HP Romanoff	2	10084.03	20168.06
8	Horno de Descerado Marca Acosta Stock - 4 KW	1	4201.68	4201.68
9	Horno de Cocido Marca Paragon Modelo W18 - 5KW	4	2894.89	11579.56
10	Fundidora Eléctrica Marca Neutec/USA Modelo J2R	2	11764.71	23529.42
11	Cabina de Lavado Marca Acosta Stock (2HP)	1	1241.18	1241.18
12	Horno Marca Ohmtronics 3.5 KW	2	650.00	1300.00
13	Esmeril Bosch GSM200 - 700 W - 220 V	9	242.57	2183.13
14	Pulidoras Romanoff Modelo Double Spindle 1/2HP	9	434.00	3906.00
15	Máquina Centrifuga Marca Rotomex - Modelo CD-15	1	7421.06	7421.06
16	Tambor Magnético Marca Acosta Stock 1 HP	1	3361.34	3361.34
17	Ultrasonido Marca Romanoff Capacidad 2.75 Galones	1	747.00	747.00
18	Tambor de Vibrado Marca Romanoff - 1/2 HP	1	950.00	950.00
19	Maquina de Vapor Marea Romanoff - Capacidad 2 Galones de agua	1	1400.00	1400.00
20	Calentador Eléctrico Inoxidable - Marca Serfilco - Modelo S3223	1	295.00	295.00
			Total (US\$)	106969.59

c) Instalaciones eléctricas:**Materiales:**

NO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1	Tablero de distribución eléctrico trifásico con mandil de cobre 100% p/08 llaves 3 x50 amp. 3x30amp. Caja hermética plancha LAF IP55 p/pintado al horno p/ adosar	1	167.00	167.00
2	Pza. Cable NYY de 3 x 1 x 150 mm2. - Indeco	44.37	90.62	4020.81
3	Pza. Interruptor TM. 400A. NS400N - Merlin Gerin	2	330.83	661.66
4	Pza. Cable para tierra verde amarillo N° 6 AWG. - Elcope	80	2.98	238.40
5	Pza. Terminales de Cu. estañado p/cable de 185 mm2. - LCT.	6	4.85	29.10
6	Enchufe Ind. p/adosar de 32 A. 3P+T 250 A. IP65 - Mennekes	2	15.10	30.20
7	Mts. Cable TW N° 12 AWG. Cableado , azul - Indeco	60	0.52	31.20
8	Mts. Cable TW N° 12 AWG. Cableado , negro - Indeco	60	0.52	31.20
9	Mts. Cable TW N° 12 AWG. Cableado , rojo - Indeco	30	0.52	15.60
10	Mts. Cable para tierra verde amarillo 12 AWG. - Elcope	60	1.00	60.00
11	Mts. Cable vulcanizado de 2 x 14 AWG. - Indeco	200	1.05	210.00
12	Pza. Cable TW N° 8 AWG. Cableado , azul - Indeco	50	0.86	43.00
13	Pza. Cable TW N° 8 AWG. Cableado , negro - Indeco	50	0.86	43.00
14	Pza. Cable TW N° 8 AWG. Cableado , rojo - Indeco	50	0.86	43.00
15	Mts. Cable para tierra verde amarillo N° 8 AWG. - Elcope	50	1.56	78.00
16	Pza. Cable TW N° 10 AWG. Cableado , azul - Indeco	160	0.72	115.20
17	Pza. Cable TW N° 10 AWG. Cableado , negro - Indeco	160	0.72	115.20
18	Pza. Cable TW N° 10 AWG. Cableado , rojo - Indeco	130	0.72	93.60
19	Mts. Cable para tierra verde amarillo N° 10 AWG. - Elcope	160	1.28	204.80
20	Pza. Cable TW N° 14 AWG. Cableado , azul - Indeco	500	0.38	190.00
21	Pza. Cable TW N° 14 AWG. Cableado , negro - Indeco	500	0.38	190.00
22	Pza. Cable TW N° 14 AWG. Cableado , rojo - Indeco	100	0.38	38.00
23	Mts. Cable para tierra verde amarillo N° 14 AWG. - Elcope	300	0.80	240.00
24	Pza. Borneras de PVC x 12 bornes p/cable 14 AWG.	10	1.25	12.50
25	Pza. Caja Idrobox 2 módulos 25502 - Ticino	10	9.62	96.20
26	Pza. Caja Idrobox 3 módulos 25503 - Ticino	10	10.37	103.70
27	Pza. Cajas de pase de PVC de 100 x 100 x 55 mm.S/hueco - Solera	20	6.04	120.80
28	Pza. Cajas de pase de PVC de 150 x 110 x 55 mm.S/hueco - Solera	5	9.05	45.25

NO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
29	Pza. Cinta aislante de 3/4" Super 33+ - 3M.	10	4.10	41.00
30	Pza. Conexión a caja de PVC-SAP de 1/2" - Plástica	30	0.10	3.00
31	Pza. Cuchillas para electricista 1000 Volt. - Tulumex (México)	2	18.00	36.00
32	Pza. Curvas de PVC-SAP de 1/2" - Plástica	30	0.20	6.00
33	Pza. Dado ciego magic 5000/9 - Ticino.	25	0.58	14.50
34	Pza. Enchufe Ind. p/adósar de 32 A. 3P+T 250 A. IP65 - Mennekes	1	15.10	15.10
35	Pza. Interruptor t/dado magic 5001 - Ticino	5	1.82	9.10
36	Pza. Interruptor TM. p/riel de 2 x 10A. C60N - Merlin Gerin	1	12.70	12.70
37	Pza. Interruptor TM. p/riel de 2 x 20A. C60N - Merlin Gerin	2	15.80	31.60
38	Pza. Interruptor TM. p/riel de 2 x 25A. C60N - Merlin Gerin	3	18.85	56.55
39	Pza. Interruptor TM. p/riel de 2 x 32A. C60N - Merlin Gerin	1	19.45	19.45
40	Pza. Interruptor TM. p/riel de 2 x 56A. C60N - Merlin Gerin	2	23.45	46.90
42	Pza. Interruptor TM. p/riel de 3 x 20A. C60N - Merlin Gerin	3	22.89	68.67
44	Pza. Interruptor TM. p/riel de 3 x 32A. C60N - Merlin Gerin	1	29.78	29.78
44	Pza. Interruptor TM. p/riel de 3 x 56A. C60N - Merlin Gerin	3	37.40	112.20
48	Pza. Interruptores aéreos Art. 62 - Ticino	10	1.45	14.50
49	Pza. Luminaria Hermética de 2 x 36 W. Estanca - General Electric	29	33.80	980.20
50	Pza. Luminaria Ind. Semi pesada de 2 x 36 W. - Portalamparas	27	24.50	661.50
51	Pza. Tubo fluorescente de 36 W. Luz día. - Philips	112	1.50	168.00
52	Cja. Arrancadores p/fluorescente x 10 U. - Philips.	6	2.50	15.00
53	Pza. Tableros calota c/tapa 12 módulos - Stronger	1	15.87	15.87
54	Pza. Tableros calota c/tapa 2 módulos - Stronger	4	5.90	23.60
55	Pza. Tableros calota c/tapa 3 módulos - Stronger	2	5.90	11.80
56	Pza. Tarugos de PVC DE 1/4" Tri 16/36 - Tox.	200	0.07	14.00
57	Pza. Toma Ind. p/adósar de 32 A. 3P+T 250 A. IP65 - Mennekes	1	17.76	17.76
58	Pza. Toma Ind. p/adósar de 32 A. 3P+T 250 A. IP65 - Mennekes	2	17.76	35.52
59	Pza. Tomacorriente t/dado maglc con tierra 5028 - Ticino	30	2.45	73.50
60	Pza. Tubos de PVC-SAP de 1/2" x 3 m. . Plástica	20	1.10	22.00
61	Cto. Cintillos de Nylon de 250 x 4.5 mm. - Sapiselco	4	3.80	15.20
62	Mts. Cadena galvanizada 2"	100	0.48	48.00
63	Pza. Abrazaderas de F°G° de 1/2" doble oreja.	50	0.17	8.50
64	Pza. Autorroscantes de 8 x 1"	200	0.07	14.00
65	Pza. Wincha p/cablear de Nylon de 30 mts.	1	15.00	15.00
66	Pza. Sierra copa con guía de 1/2" - BAHCO.	2	22.00	44.00
			Total (US\$)	9967.92

Mano de obra:

MANO DE OBRA	
Técnicos electricistas	4
Costo de hora (US\$/hr)	6.1
Días a realizar el trabajo	14
Horas por día	8
Costo = # Técnicos x Costo por hora x días de trabajo x horas diarias	
Costo total mano de obra (US\$):	2733
Técnicos de apoyo	2
Costo de hora (US\$/hr)	2.5
Días a realizar el trabajo	14
Horas por día	8
Costo = # Técnicos x Costo por hora x días de trabajo x horas diarias	
Costo total mano de obra (US\$):	560
Costo total de mano de obra (US\$):	3293

d) Aire acondicionado y Ventilación

NO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
	AIRE ACONDICIONADO			
1	MODELO / MOLDE			
	Instalación de equipo de Aire Acondicionado York de 24000 BTU/hr. Suministro e instalación de bases soporte, fabricada con ángulo de fierro protegido con base zincromato y pintura anticorrosivo.	1	120.00	120.00
2	INYECTADO / SOLDADO			
	Instalación de equipo de Aire Acondicionado York de 24000 BTU/hr. Suministro e instalación de bases soporte, fabricada con ángulo de fierro protegido con base zincromato y pintura anticorrosivo.	1	120.00	120.00
3	ENYESADO			
	Instalación de equipo de Aire Acondicionado York de 24000 BTU/hr. Suministro e instalación de bases soporte, fabricada con ángulo de fierro protegido con base zincromato y pintura anticorrosivo.	1	120.00	120.00
	AIRE ACONDICIONADO		Total (US\$)	360.00
	VENTILACION			
1	SISTEMA DE EXTRACCION DE ELIMINADO DE CERA			
	EXTRACTOR CENTRIFUGO	1	460.00	460.00
	Soler y Palao SA 18/8 y motor			
	CAMPANA DE EXTRACCION			
	Suministro de 01 campana de extracción de 0.8mt x 0.8mt. h= 0.5mts. Fabricado en plancha galvanizada de 1/27"	1	220.00	220.00
	ACCESORIOS			
	Suministro de tablero de control , incluye: contactor , rele termico , pulsador de arranque y parada, focos de señalización.	1	140.00	140.00
	INSTALACION			
	Suministro e instalación de bases soporte, fabricadas con ángulo de fierro protegido con pintura anticorrosivo. Transporte, lzaje, montaje de unidad de extracción. Suministro e instalación de campanas fabricadas en plancha galvanizada. Suministro e instalación de lote de ductos ,fabricados en plancha galvanizada de 1/40". Kg. (60kg).	1	410.00	410.00
			Total (US\$)	1230.00
2	SISTEMA DE EXTRACCION DE FUSION Y COLADA			
	EXTRACTOR CENTRIFUGO			
	Soler y Palao SA 18/8 y motor.	1	880.00	880.00
	CAMPANA DE EXTRACCION			
	Suministro de 03 campanas de extracción de 1.80 mts x 0.9mt. h= 0.5mts. Fabricado en plancha galvanizada de 1/27".	1	870.00	870.00
	ACCESORIOS			

	Suministro de tablero de control, incluye: contactor , releé térmico, pulsador de arranque y parada, focos de señalización.	1	140.00	140.00
	INSTALACION			
	Suministro e instalación de bases soporte, fabricadas con ángulo de fierro protegido con pintura anticorrosivo. Transporte, izaje, montaje de unida de extracción. Suministro e instalación de campanas fabricadas en plancha galvanizada .Suministro e instalación de lote de ductos fabricados en plancha galvanizada de 1/40". Kg. (140kg).	1	790.00	790.00
			Total (US\$)	2680.00
3	SISTEMA DE EXTRACCION DE ESMERILES			
	EXTRACTOR CENTRIFUGO			
	AEROTEC A2000 y motor.	1	2350.00	2350.00
	GABINETE PORTAFILTROS			
	Dimensiones : 0.65 x 0.65 x 1.2 mts.	1	3150.00	3150.00
	ACCESORIOS			
	TABLERO DE CONTROL ELECTRICO, INCLUYE: CONTACTORES, RELE TERMICOS, PULSADORES DE ARRANQUE Y PARADA, FOCOS DE SEÑALIZACIÓN.	1	540.00	540.00
	INSTALACION			
	Suministro e instalación de bases soporte, fabricadas con ángulo de fierro protegido con pintura anticorrosivo. Suministro de mangueras flexibles de 3" de diámetro, incluye codos acoples abrazaderas. Transporte, izaje, montaje de unidades de extracción. Suministro e instalación de lote de ductos fabricados en plancha galvanizada de 1/27". Instalaciones de filtros del tipo cartucho.	1	6460.00	6460.00
			Total (US\$)	12500.00
4	SISTEMA DE VENTILACION DE SELECCION			
	EXTRACTOR CENTRIFUGO			
	Soler y Palao HCM-225 y motor	1	55.00	55.00
	INYECTOR CENTRIFUGO			
	Soler y Palao HCM-225 y motor	1	55.00	55.00
	ACCESORIOS			
	Suministro de pulsador de arranque y parada,.	1	50.00	50.00
	INSTALACION			
	Suministro e instalación de bases soporte, fabricadas con ángulo de fierro protegido con pintura anticorrosivo. Transporte, izaje, montaje de unidad de extracción	1	140.00	140.00
			Total (US\$)	300.00
5	SISTEMA DE VENTILACION DE VIBRADO			
	EXTRACTOR CENTRIFUGO			
	Soler y Palao HCM-225 y motor	1	55.00	55.00
	INYECTOR CENTRIFUGO			
	Soler y Palao HCM-225 y motor	1	55.00	55.00

	ACCESORIOS			
	Suministro de pulsador de arranque y parada,.	1	50.00	50.00
	INSTALACION			
	Suministro e instalación de bases soporte, fabricadas con ángulo de fierro protegido con pintura anticorrosivo. Transporte, Izaje, montaje de unidad de extracción	1	140.00	140.00
			Total (US\$)	300.00
6	SISTEMA DE VENTILACION DE PULIDO			
	EXTRACTOR CENTRIFUGO			
	Soler y Palao TD-2000 y motor	1	290.00	290.00
	INYECTOR CENTRIFUGO			
	Soler y Palao TD-2000 y motor	1	290.00	290.00
	ACCESORIOS			
	Suministro de pulsador de arranque y parada.	1	60.00	60.00
	INSTALACION			
	Suministro e instalación de bases soporte, fabricadas con ángulo de fierro protegido con pintura anticorrosivo. Transporte, Izaje, montaje de unidad de extracción. Suministro e instalación de lote de ductos fabricados en plancha galvanizada de 1/40". Suministro de rejilla de descarga y retorno.	1	508.00	508.00
			Total (US\$)	1148.00
7	BAÑOS			
	EXTRACTOR CENTRIFUGO			
	Soler y Palao DECOR-300	1	100.00	100.00
	INSTALACION			
	Izaje, montaje de unidad de extracción. Instalaciones eléctricas a punto de alimentación suministrado por el cliente a dos metros del equipo, incluye cables de fuerza y control.	1	80.00	80.00
			Total (US\$)	180.00
	VENTILACION		Total (US\$)	18338.00

e) Infraestructura Interna y amoblado

Infraestructura interna

NO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1	Fabricación y montaje de mamparas de aluminio, melamine y vidrio (m2)	131	45.00	5872.50
2	Puertas de aluminio corredizas 1.20 X 2.50 (un)	7	185.00	1295.00
3	Pared de ladrillo tarrajado (m2)	18	27.00	472.50
4	Puertas de madera contraplacado (un)	2	95.00	190.00
5	Techo en sistema Drywall para almacén (m2)	16	42.00	661.92
6	Cielo raso de aluminio y baldosas de superboard (m2)	70	13.00	910.00

7	Cierre con malla anti polvo (m2)	70	22.50	1575.00
8	Canaletas en el área de vibrado (un)	7	20.00	140.00
9	Instalación de lavaderos de mano (un)	2	240.00	480.00
			Total	11596.92

Amoblado:

NO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
MODELO / MOLDE				
1	Escritorio administrativo 1.20 x 0.60 x 0.75 melamine	1	125.00	125.00
2	Silla con pistón neumático tapizado negro	1	72.00	72.00
3	Mesa 0.80 x 0.50 x 0.75 melamine (para impresora)	1	83.00	83.00
4	Mesa de 2.50 x 0.60 x 0.75 melamine (para vulcanizadoras)	1	115.00	115.00
5	Mesa de joyero 0.90 x 0.65 x 0.75 con doble cajonera y soporte melamine (para joyero)	1	260.00	260.00
INYECTADO / SOLDADO				
6	Mesa de 5.80 x 0.60 x 0.75 melamine (para inyectoras)	2	255.00	510.00
ENYESADO				
7	Mesa con plataforma inferior 1.20 X 0.60 X 0.75 plancha 19 mm melamine (para pesado y reposo)	2	93.00	186.00
FUSION Y COLADA				
8	Mesa con plataforma inferior 1.60 X 0.60 X 0.75 melamine plancha 25 mm (soporte de hornos y fundidoras)	2	110.00	220.00
9	Soporte de acero inoxidable (para cilindros calientes)	1	160.00	160.00
10	Mesa de con plataforma inferior 0.60 x 0.60 x 0.75 melamine (para pesado)	1	65.00	65.00
11	Mesa con plataforma inferior 1.20 X 0.60 X 0.75 plancha 19 mm melamine (para corte)	1	93.00	93.00
ESMERILADO				
12	Mesa de 1.50 x 0.50 x 0.75 plancha 19mm melamine (para esmeril)	6	110.00	660.00
13	Estante de 0.75 x 0.45 x 0.70 dos niveles de melamine	1	52.00	52.00
14	Cabina recolectora 0.40 x 0.36 x 0.40 acero galvanizado de 1/27" (para esmeriles)	6	86.00	516.00
SELECCIÓN				
15	Mesa de trabajo 5.00 x 0.60 x 0.75 melamine	1	240.00	240.00
16	Mesa de trabajo 3.60 x 0.60 x 0.75 melamine	1	180.00	180.00
17	Cabina protectora de 0.80 x 0.48 x 0.45 melamine (esmeril)	1	75.00	75.00
VIBRADO				
18	Mesa de 0.90 x 0.90 x 0.75 melamine (para piezas)	1	75.00	75.00
19	Mesa de 1.00 x 0.90 x 0.75 melamine (para horno secador)	1	80.00	80.00
20	Mesa de 0.50 x 0.50 x 0.75 melamine (para máquina de vapor)	1	55.00	55.00
21	Mesa de 1.20 x 0.50 x 0.75 melamine (para máquinas de ultrasonido)	1	70.00	70.00
PULIDO				
22	Mesa de 1.46 x 0.56 x 0.75 melamine (para	6	95.00	570.00

NO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
	pulidora)			
	ALMACENES			
23	Anaqueles de ángulo ranurado 0.90 X 0.30 X 2.00 - 4 niveles	8	65.00	520.00
			Total	4982.00

f) Instalaciones auxiliares

f.1) Línea de agua y agua tratada

Materiales:

NO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1	Tubo PSD PVC 1" S/R 6.40mt Clase 10 PAVCO	10	9.00	90.00
2	Codo PSD PVC 1" S/R Clase 10 PAVCO	20	0.98	19.50
3	Tee PSD PVC 1" S/R Clase 10 PAVCO	7	0.98	6.83
4	Unión universal 1" S/R Clase 10 PAVCO ind	5	2.85	14.25
5	Válvula d/cierre bola PSD PVC 1" matus ind	5	4.35	21.75
6	Niple PSD PVC 1"-2" PAVCO ind	10	0.98	9.75
7	Abrazadera de oreja p/tubo 1" zincado	10	0.36	3.60
1	Tubo PSD PVC 1/2" S/R 6.40mt Clase 10 PAVCO ind	11	6.00	66.00
2	Codo PSD PVC 1/2" S/R Clase 10 PAVCO ind	15	0.65	9.75
3	Tee PSD PVC 1/2" S/R Clase 10 PAVCO ind	8	0.65	5.20
4	Unión universal 1/2" S/R Clase 10 PAVCO ind	5	1.90	9.50
5	Válvula d/cierre bola PSD PVC 1/2" matus ind	5	2.90	14.50
6	Niple PSD PVC 1/2"-2" PAVCO ind	10	0.65	6.50
7	Abrazadera de oreja p/tubo 1/2" zincado	10	0.24	2.40
8	Cinta teflón sealtape germany	4	4.00	16.00
9	Taco tox 1/4" 6/36 roj ce	50	0.12	6.00
10	Autorroscante #8-1" zincado	50	0.06	3.00
11	Precinto 4.00 x 300mm SCAME USA	100	0.06	6.00
			Total	310.53

Mano de obra:

COSTOS DE MANO DE OBRA		
Gasfiteros	2	
Costo de hora	2.5	US\$ / hr
Días a realizar el trabajo	3	
Horas por día	8	horas
Costo total mano de obra	120	US\$

f.2) Línea de aire comprimido**Materiales:**

NO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1	Manguera p/aire 380 PSI Dia. 1/4" Silicona GOODYEAR USA	20	2.90	58.00
2	Pistola p/aire multi ANI Italy ce.	4	9.00	36.00
3	Conector bronce R1/2" espiga espir 1/4" tupy	4	3.00	12.00
4	Conector acople rápido hembra 1/2" multi uso versach germany	8	16.00	128.00
5	Conector acople rápido macho 1/2" multi uso versach germany	8	5.00	40.00
6	Válvula fe galv cierre rápido 1/2" cimbra Italy ce	5	7.00	35.00
7	Abrazadera r corrido p/mang. 3/8 inox 316 nicool usa	10	0.60	6.00
8	Tee fe galv psd 1/2" mape ind	5	0.60	3.00
9	Codo fe galv psd 1/2" mape ind	5	0.60	3.00
10	Tubo fe galv psd 1/2" 6.40 mape ind	4	16.00	64.00
11	Filtro regulador marca Festo Serie D 1/2" x 12 bar x 5 um	2	85.00	170.00
12	Unión simple fe gal psd 1/2" mape ind	5	0.60	3.00
13	Hoja sierra sanflexd BAHCO swide	3	1.95	5.85
			Total	663.85

Mano de Obra:

MANO DE OBRA		
Gasfiteros	2	
Costo de hora	2.5	US\$ / hr
Días a realizar el trabajo	2	
Horas por día	8	horas
Costo total mano de obra	80	US\$

f.3) Línea de nitrógeno**Materiales:**

NO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1	Mt. Tubería acero negro SCH 40 1/2" mape ind .	20	4.90	98.00
2	Codo acero negro SCH 40 1/2" mape ind.	5	0.90	4.50
3	Unión univ. acero negro SCH 40 1/2" mape ind.	3	1.50	4.50
4	Niple acero negro SCH 40 B1/2"x2" mape ind.	4	1.50	6.00
5	Tee acero negro sch 40 1/2" mape ind.	4	1.50	6.00
6	Válvula PSD cierre rápido 1/2" Cimbal Italy.	3	7.00	21.00
7	Tapón acero negro SCH 40 1/2" mape ind.	2	0.80	1.60
8	Cinta teflón selatape germany.	2	4.00	8.00
			Total	149.60

Mano de obra:

MANO DE OBRA		
Gasfiteros	2	
Costo de hora	2.5	US\$ / hr
Días a realizar el trabajo	1	
Horas por día	8	horas
Costo total mano de obra	40	US\$

g) Otros adicionales

NO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	SUBTOTAL (US\$)
1	Caja fuerte Modelo U-6	1	575.00	575.00
2	Dispensador de agua con filtro de carbón	1	450.00	450.00
3	Sillas plásticas REY con barandas	60	9.00	540.00
4	Cilindro perforado de 4" X 9" Acero Inoxidable	35	100.00	3500.00
			Total	5065.00

5.2 Evaluación de Valor Agregado

El valor agregado del proyecto se calcula de la siguiente manera:

$$EVA = (G-DI) \times TI - CT \times SI$$

Donde:

- CT: Costo de capital en la empresa por año (%)
- SI : Saldo de la inversión (US\$)
- DI: Depreciación de la Inversión (US\$)
- TI: Tasa de Impuesto Fiscal Anual (%)
- G: Ganancia del proyecto (US\$)

Se comenzará con el plan actual de producción el cual requiere 2000 unidades mensuales, se estima que para el tercer año la venta será al 100% de la capacidad es decir de 4432 al tercer año, lo del segundo lo prorateamos como el promedio de ambos valores.

Inversión

Es la suma de todos los costos invertidos para el proyecto:

DETALLE DE INVERSION	(US\$)
Máquinas y Equipos	106969.59
Construcción Civil (Obra civil / Infraestructura / Amoblado)	71455.92
Ventilación y Aire acondicionado	18698.00
Instalaciones Eléctricas	13260.72
Instalaciones de Agua, Desagüe, Aire y Agua Tratada	1263.98
Otros adicionales	5065.00
INVERSION TOTAL (US\$)	216713.20

Costos fijos anuales

En la planta son los siguientes:

Costos Administrativos	
Ingeniero Jefe de Proceso (US\$ por mes)	2105
Supervisor de Proceso (US\$ por mes)	507
Costos de Seguridad Y Salud Ocupacional	
Vigilante (US\$ por mes)	1000
EPPs (US\$ por mes)	500
Costos de Operación	
Costos de Mantenimiento y limpieza (US\$ por mes)	1000
Costos de Electricidad (US\$ por mes)	3040
Costos de Agua (US\$ por mes)	420
Costos de Agua Tratada (US\$ por mes)	405
Costos de Nitrógeno (US\$ por mes)	800
Costo de Aire Comprimido (US\$ por mes)	100
Costos Fijos mensuales (US\$ por mes)	9877
Costos Fijos anuales (US\$)	118518

Costos variables anuales

Costos variables anuales = Costo unitario x Numero de unidades

Del primer año:

Costo de Materia Prima Directa (US\$ por unidad producida)	0.45
Costo de Mano de Obra Directa (US\$ por unidad producida)	0.35
Costo Total Directo (US\$ por unidad producida)	0.80
Unidades diarias	2000
Días al año	260
Total de unidades al año	520000
Costos directos al año (US\$)	416000

Del segundo año:

Costo de Materia Prima Directa (US\$ por unidad producida)	0.45
Costo de Mano de Obra Directa (US\$ por unidad producida)	0.35
Costo Total Directo (US\$ por unidad producida)	0.80
Unidades diarias	3216
Días al año	260
Total de unidades al año	836202
Costos directos al año (US\$)	668961

Del tercer al quinto año:

Costo de Materia Prima Directa (US\$ por unidad producida)	0.45
Costo de Mano de Obra Directa (US\$ por unidad producida)	0.35
Costo Total Directo (US\$ por unidad producida)	0.80
Unidades diarias	4432
Días al año	260
Total de unidades al año	1152403
Costos directos al año (US\$)	921923

Venta anual

Se calcula con la siguiente fórmula:

$Venta = Precio\ de\ venta \times número\ de\ unidades$

Calculamos para nuestro proyecto:

Del primer año:

Precio de Venta (US\$ por unidad producida)	1.20
Unidades diarias	2000
Días al año	260
Total de unidades al año	520000
Ventas al año (US\$)	624000

Del segundo año:

Precio de Venta (US\$ por unidad producida)	1.20
Unidades diarias	3216
Días al año	260
Total de unidades al año	836202
Ventas al año (US\$)	1003442

Del tercer al quinto año:

Precio de Venta (US\$ por unidad producida)	1.20
Unidades diarias	4432
Días al año	260
Total de unidades al año	1152403
Ventas al año (US\$)	1382884

Ganancia anual

Se calcula con la fórmula:

$Ganancia = Venta\ total - Costos\ Fijos - Costo\ Variables$

Depreciación:

Depreciación = Inversión / Número de años

Depreciación = 216713 / 5 = 43342.6

Costo de capital 12%
Tasa de impuesto 40%

EVA	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ahorro (US\$)	89482	172620	255758	212415	169073
Inversión (US\$)	216713				
Saldo de la inversión (US\$)	216713	173371	130028	35793	43343
Valor agregado al año (US\$)	27684	82768	137851	123154	96243
Actual del valor agregado (VAN)	321696				

5.3 Planificación del proyecto

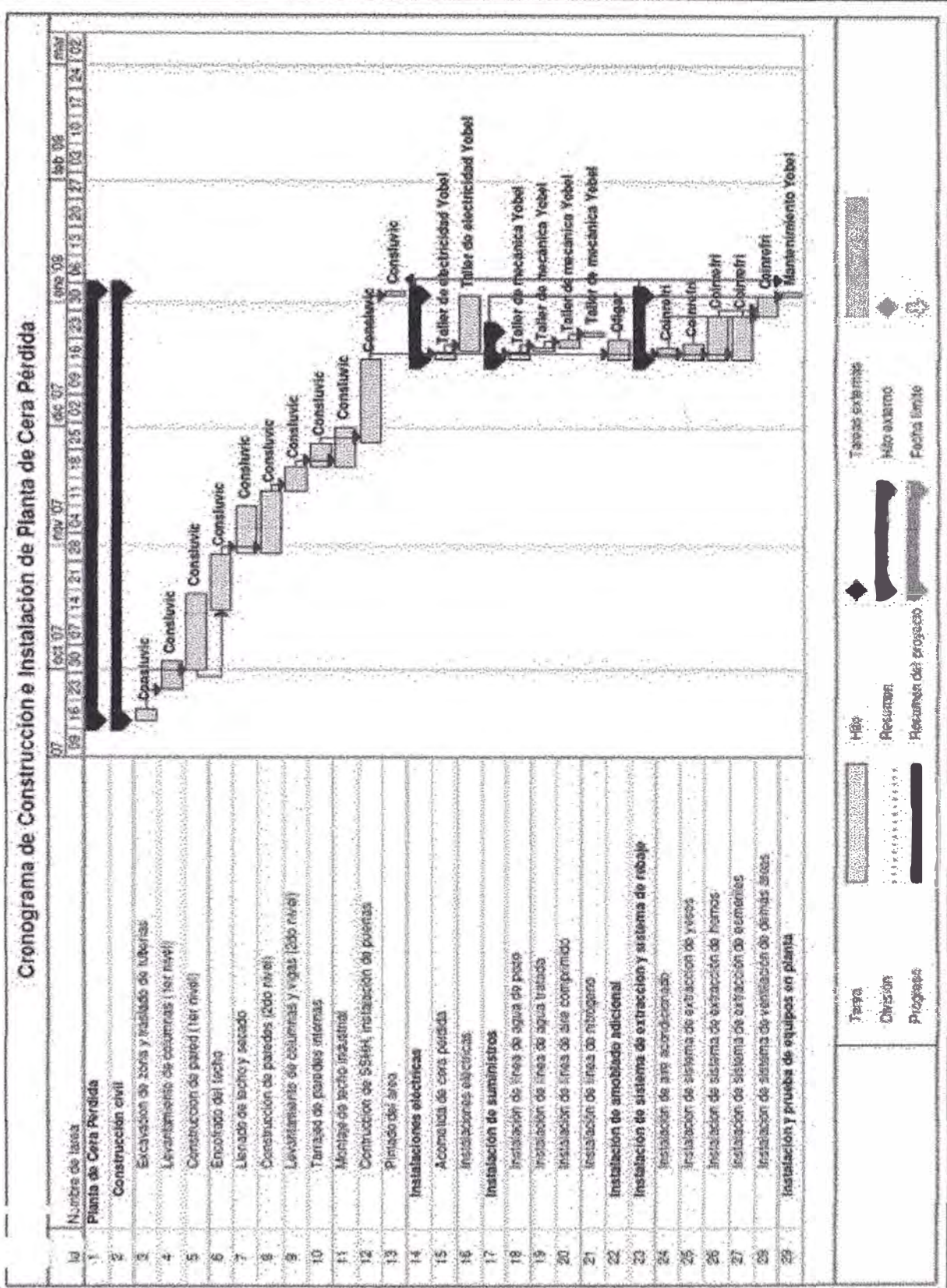
Para esta parte del proyecto, nos apoyamos del software MS Project, el cual nos ayudará a definir y a facilitar el seguimiento de las tareas de nuestro proyecto según su ejecución, obteniendo el siguiente cronograma:

Cronograma de Construcción e Instalación de Planta de Cera Perdida

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
1	Planta de Cera Perdida	93 días	mar 18/09/07	jue 03/01/08		
2	Construcción civil	93 días	mar 18/09/07	jue 03/01/08		
3	Excavación de zanja y ensado de tuberías	3 días	mar 18/09/07	vie 21/09/07		Constavic
4	Levantamiento de columnas (1er nivel)	6 días	vie 25/09/07	mie 03/10/07	3	Constavic
5	Construcción de pared (1er nivel)	17 días	lun 01/10/07	vie 19/10/07	3	Constavic
6	Estructura del techo	12 días	mar 18/10/07	mié 29/10/07	500+13 días	Constavic
7	Llenado de techo y sacado	11 días	mar 23/10/07	sáb 10/11/07	6	Constavic
8	Construcción de paredes (2do nivel)	14 días	mar 23/10/07	mié 14/11/07	6	Constavic
9	Levantamiento de columnas y vigas (2do nivel)	5 días	jue 15/11/07	mar 20/11/07	6	Constavic
10	Tarjetas de paredes laterales	5 días	mié 21/11/07	lun 26/11/07	9	Constavic
11	Montaje de techo industrial	9 días	mié 21/11/07	vie 30/11/07	9	Constavic
12	Comisión de SSHA, instalación de puertas	16 días	mar 27/11/07	lun 17/12/07	10	Constavic
13	Pisado del área	1 día	jue 03/01/08	jue 03/01/08	21,12	Constavic
14	Instalaciones eléctricas	14 días	mar 18/12/07	mié 02/01/08		
15	Acometida de cera perdida	2 días	mar 18/12/07	mie 19/12/07	12	Taller de electricidad Yobel
16	Instalaciones eléctricas	12 días	jue 20/12/07	mié 02/01/08	15	Taller de electricidad Yobel
17	Instalación de suministros	6 días	mar 18/12/07	lun 24/12/07	12	Taller de mecánica Yobel
18	Instalación de línea de agua de pozo	2 días	mar 18/12/07	mie 19/12/07	12	Taller de mecánica Yobel
19	Instalación de línea de agua tratada	1 día	jue 20/12/07	jue 20/12/07	16	Taller de mecánica Yobel
20	Instalación de línea de aire comprimido	2 días	vie 21/12/07	sáb 22/12/07	19	Taller de mecánica Yobel
21	Instalación de línea de refrigerio	1 día	lun 24/12/07	lun 24/12/07	20	Taller de mecánica Yobel
22	Instalación de amoblado adicional	5 días	mar 18/12/07	sáb 23/12/07	12	Ofigar
23	Instalación de sistema de extracción y sistema de rebaje	14 días	mar 18/12/07	mié 02/01/08		
24	Instalación de aire acondicionado	2 días	mie 19/12/07	jue 20/12/07	12	Comelit
25	Instalación de sistema de extracción de yodo	4 días	mar 18/12/07	vie 21/12/07	12	Comelit
26	Instalación de sistema de extracción de hornos	10 días	mar 18/12/07	vie 28/12/07	12	Comelit
27	Instalación de sistema de extracción de esmeriles	10 días	mar 18/12/07	vie 28/12/07	12	Comelit
28	Instalación de sistema de ventilación de demás áreas	4 días	sáb 29/12/07	mié 02/01/08	24, 25, 26, 27	Comelit
29	Instalación y prueba de equipos en planta	1 día	jue 03/01/08	jue 03/01/08	14, 17, 22, 23	Mantenimiento Yobel

Tarea
Hilo
Requisito
Requisito del proyecto

Tipos de tareas
Hilo externo
Fecha límite



Tarea externa
 No externo
 Fecha límite
 Hitos
 Resumen
 Resumen del proceso

CONCLUSIONES

1. Se entrega propuesta del proceso productivo, diseñando instalaciones, seleccionando equipos principales y planificando el montaje de las instalaciones para la planta de fundición por cera perdida para una empresa de joyas de fantasía para una capacidad máxima de 4400 anillos por día.
2. Se diseñó la planta optimizando el flujo de material como se muestra en la distribución de planta.
3. Se consiguió dimensionar el personal necesario para la operación de la planta.
4. Al realizar algunas actividades con personal interno, se logró mejorar el costo presupuestado para el proyecto de \$254000 a \$216700.
5. Se demuestra que el proyecto generará valor agregado de \$321696 en cinco años de producción.
6. En nuestro caso las actividades más importantes son las instalaciones eléctricas y sistemas de extracción en la planta, por lo que dedicamos más tiempo en desarrollarlos. Instalaciones de agua, agua tratada, aire y nitrógeno, son necesarias, pero por su magnitud en costo y tiempo de ejecución no requiere mayor estudio.

7. El proyecto aporta a nuestra institución información para el desarrollo de procesos productivos similares, tanto en el sistema productivo como en equipamiento necesario para lograr eficiente el proceso.

8. Es muy importante reunir información del departamento de operaciones, ya que la experiencia en el proceso nos sirve para tomar desiciones en algunos pasos que no son fáciles de cuantificar.

BIBLIOGRAFIA

Libros

American Conference of Governmental Industrial Hygienists Inc. (1998). Industrial Ventilation - A Manual of Recommended Practice. 23ra. edición. USA.

Askeland, D. (1998). Ciencia e ingeniería de los Materiales. 3ra edición. USA.

Hunt R. (1993). Process Plant Layout and Piping Design. New jersey, USA.

Kreith Fr. (1999). Mechanical Engineering Handbook. 1ra ed. USA.

McGraw – Hill. (1984). Manual del Ingeniero Mecánico de Marks. 10ma ed. España.

Ministerio de Energía y Minas. (2001). Código Nacional Eléctrico. Resolución Ministerial N° 366-2001-EM/VME. Lima, Peru.

Ministerio Nacional de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú

Schneider Electric. (2003). Manual y Catálogo del Electricista. USA.

Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. (1997). ASHRAE Handbook Fundamentals. American, Inc. Atlanta, USA.

Páginas WEB

Yobel Supply Chain Management S.A. (2008). <http://www.yobelscm.biz> (Visitado 20-12-2008).

Promperu. (2009). <http://www.prompex.gob.pe/Prompex/Documents/6c2cf94f-067d-412a-916c-e22115df87cd.pdf> (Visitado 12-01-2009).

Romanoff. (2009). <http://www.romanoff.com/store/home.php> (Visitado 18-02-2009)

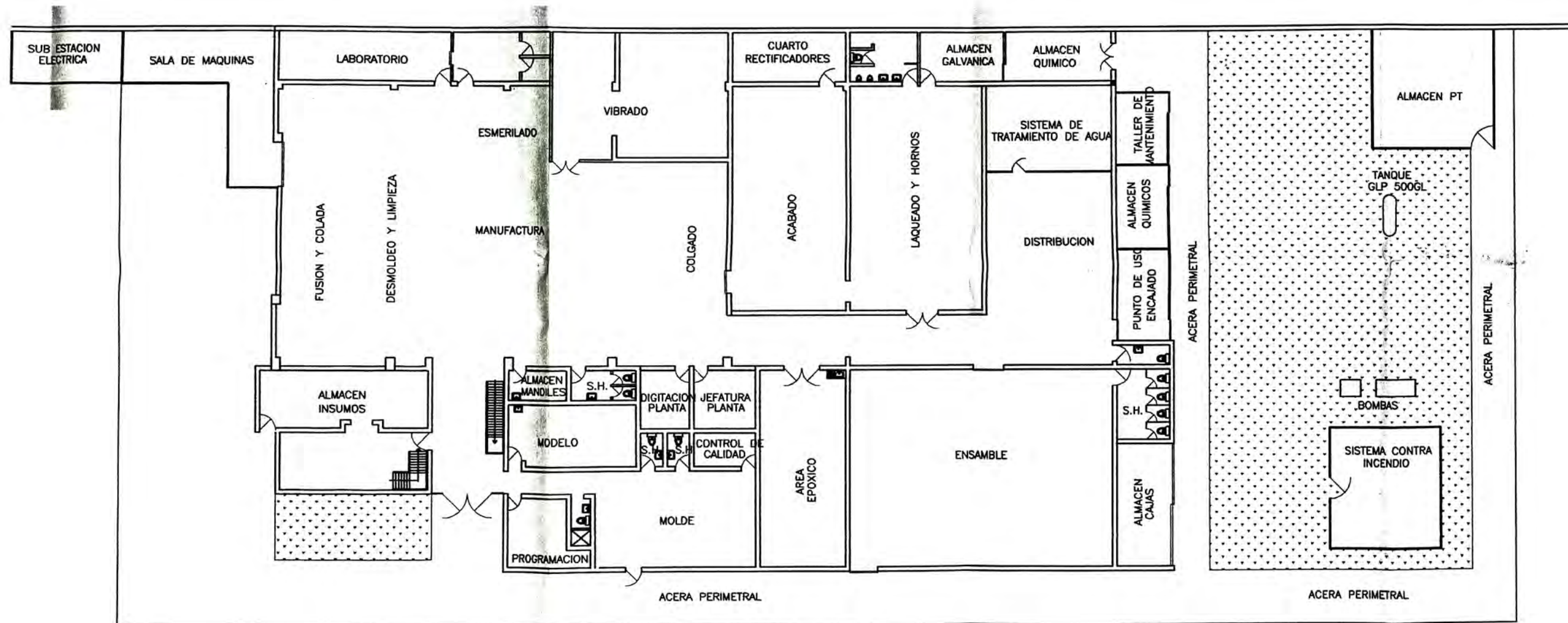
Occupational Safety & Health Administration. <http://www.osha.gov> (Visitado 15-06-2009)

Wikipedia. (2009). Wikipedia – La enciclopedia libre. <http://es.wikipedia.org> (Visitado 27-10-2009).

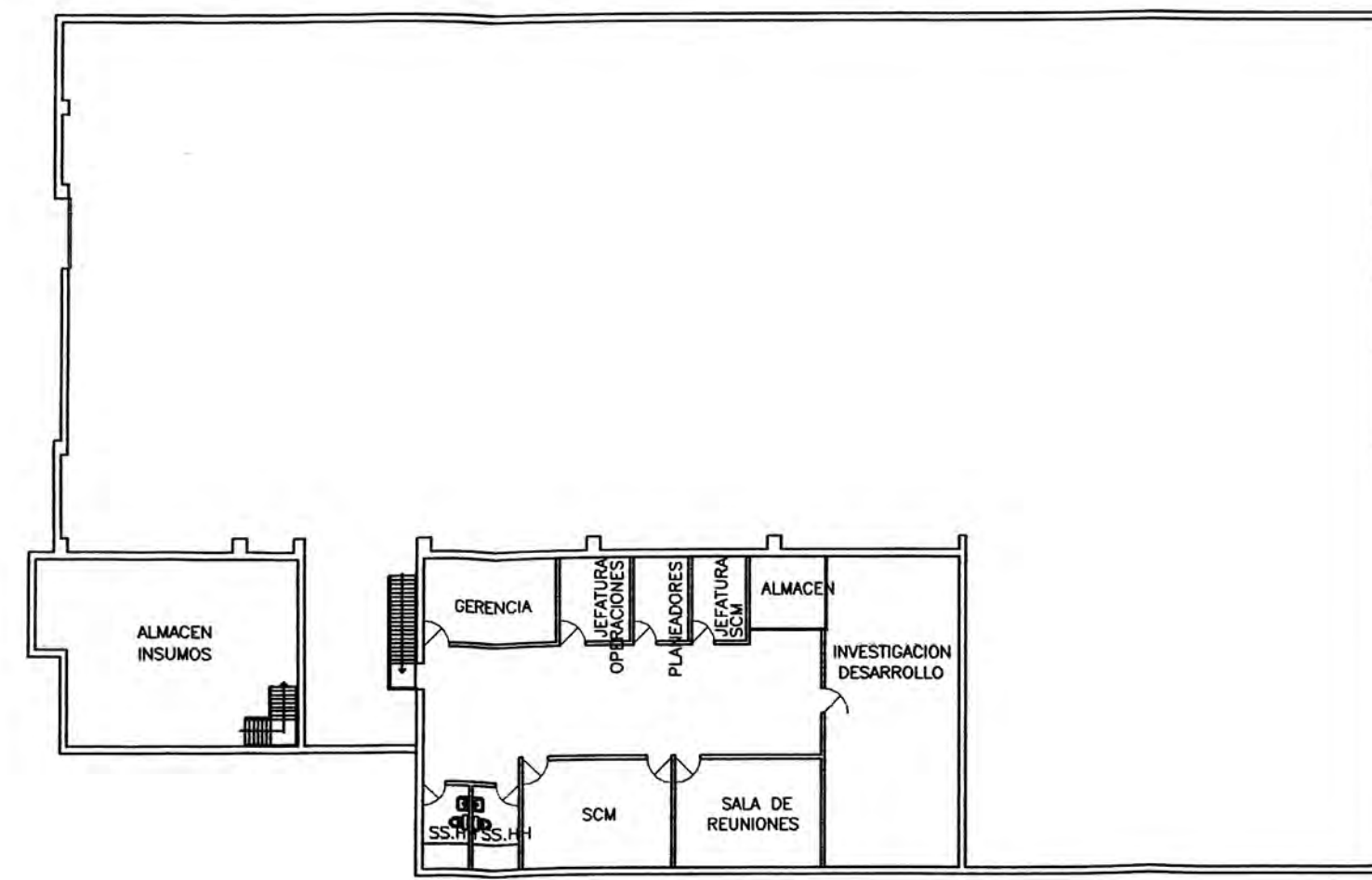
PLANOS

Se adjuntan los planos siguientes:

CODIGO	LISTADO DE PLANOS
Y' CJ-CP-01	Disposición de planta general inicial - Primer y segundo nivel
YCJ-CP-02	Disposición de planta general ampliado - Primer y segundo nivel
YCJ-CP-03	Disposición de planta de proceso de fundición en cera pérdida
YCJ-CP-04	Instalaciones eléctricas de planta de cera pérdida - Plano eléctrico
YCJ-CP-05	Instalaciones eléctricas de planta de cera pérdida - Diagrama unifilar
YCJ-CP-06	Ventilación y aire acondicionado de planta de cera pérdida
YCJ-CP-07	Sistemas de extracción de planta de cera pérdida
YCJ-CP-08	Instalaciones auxiliares de planta de cera pérdida

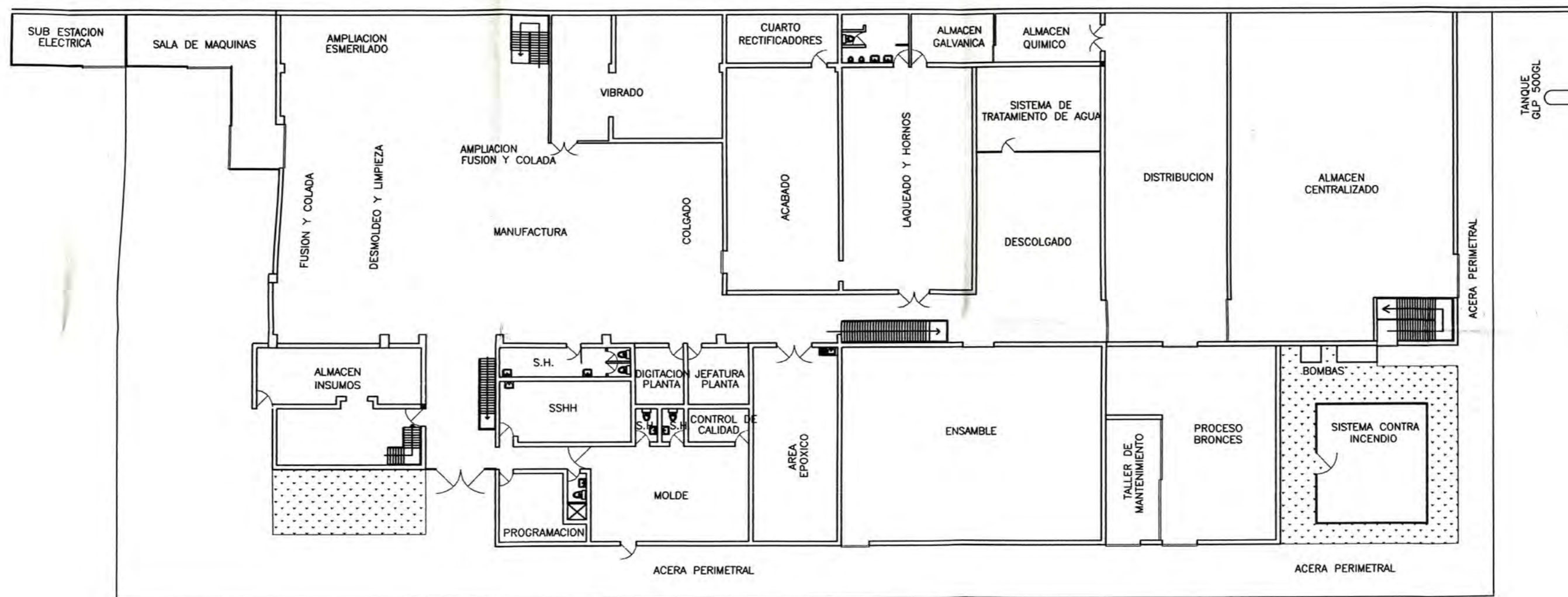


PRIMER NIVEL

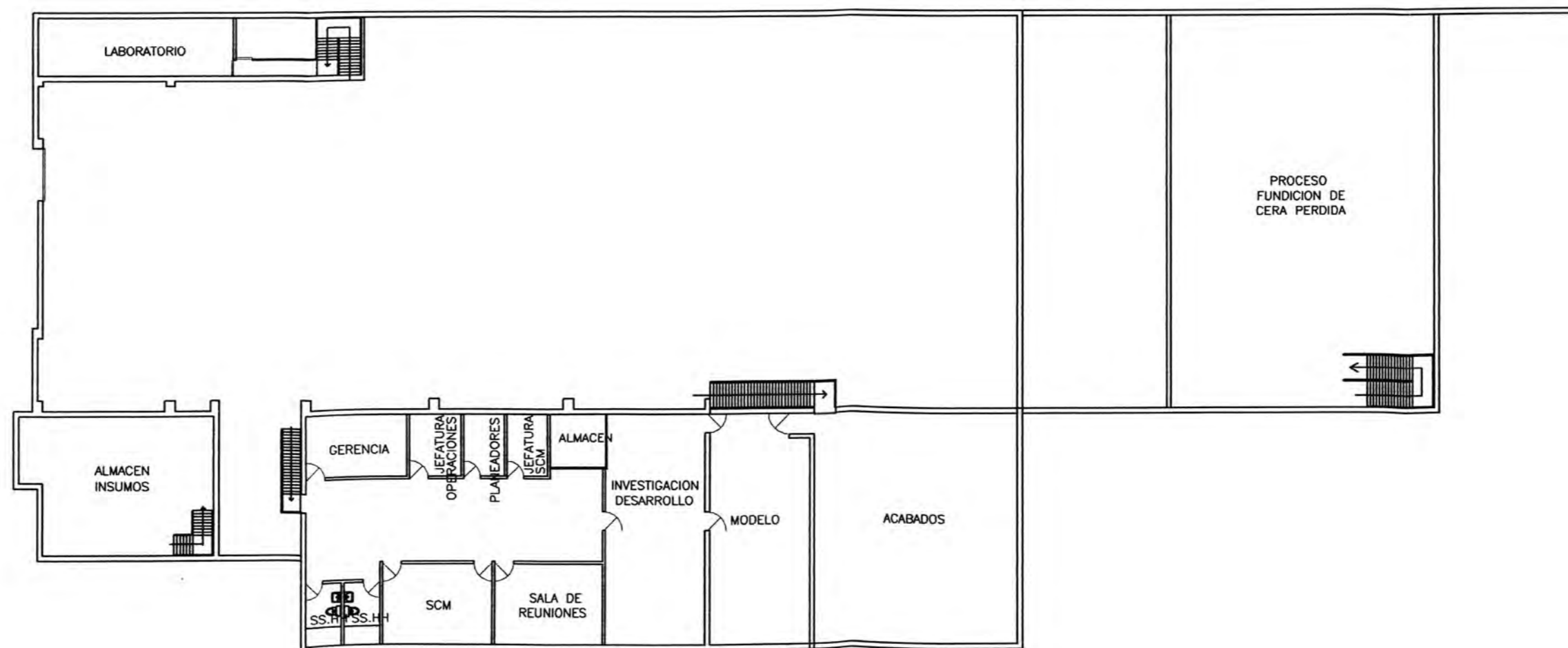


SEGUNDO NIVEL

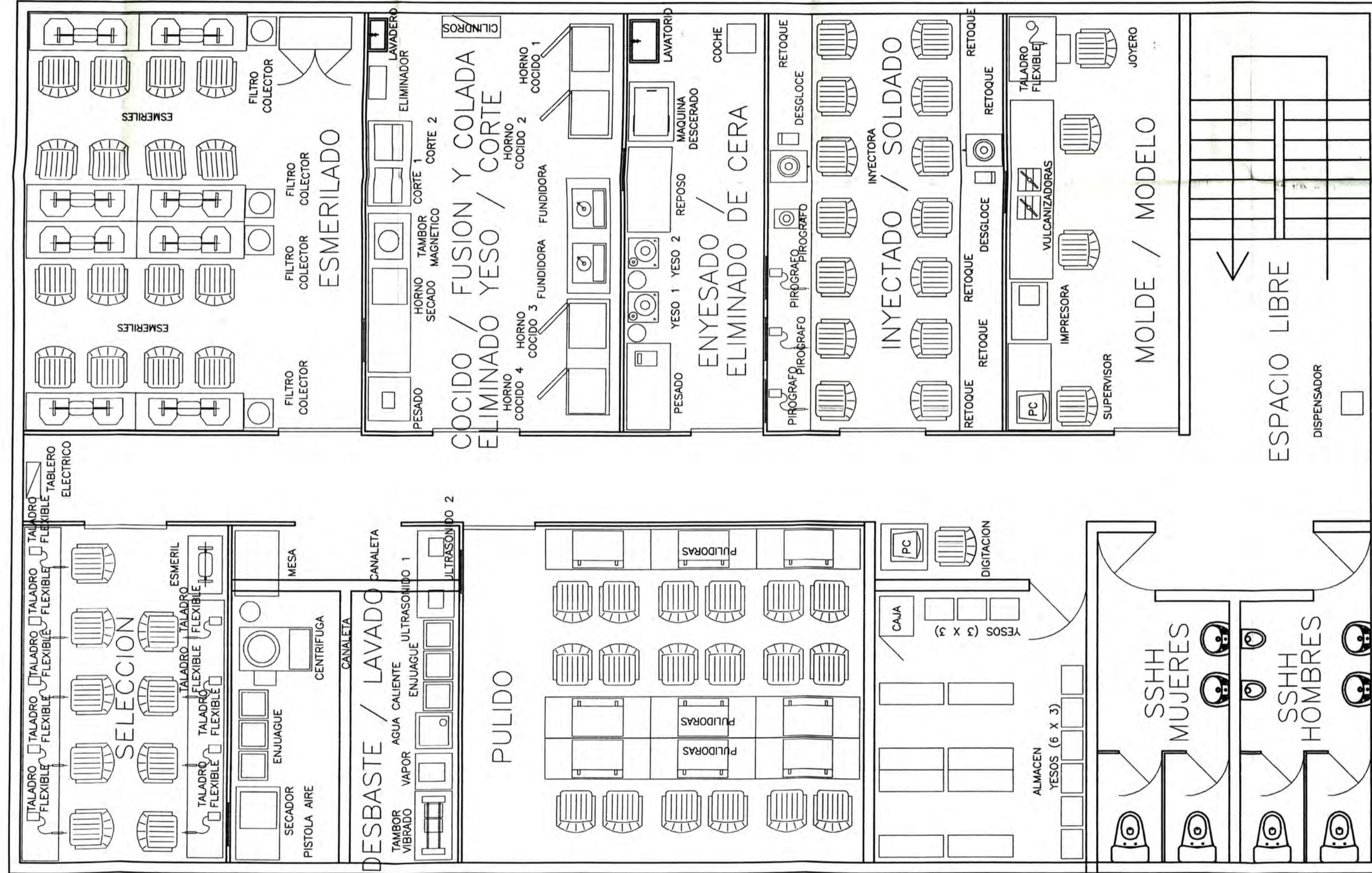
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PLANO: DISPOSICION GENERAL DE PLANTA INICIAL PRIMER Y SEGUNDO PISO	
	NOMBRE DE PLANO: YCJ-CP-01	ESCALA: 10:1
	DISEÑADO POR: JESCOBAR	FECHA: 02-09-2007
	ELABORADO POR: JESCOBAR	FECHA: 02-09-2007
	VERIFICADO POR: R.VILLEGAS	FECHA: 08-09-2007
PROYECTO DE AMPLIACION DE PLANTA PROCESO DE CERA PERDIDA		FECHA: 08-09-2007
APROBADO POR: R.VILLEGAS		FECHA: 08-09-2007



PRIMER NIVEL

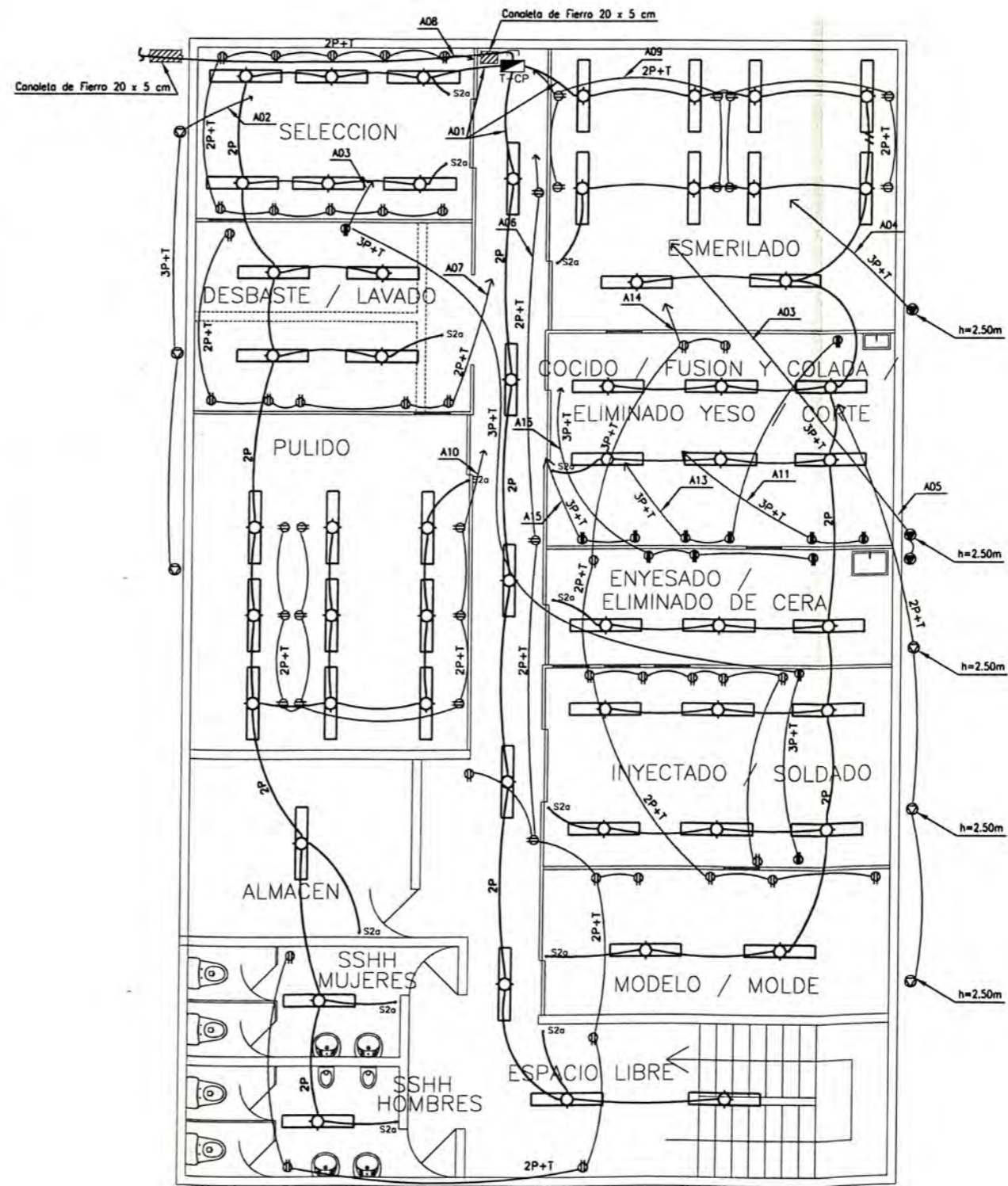
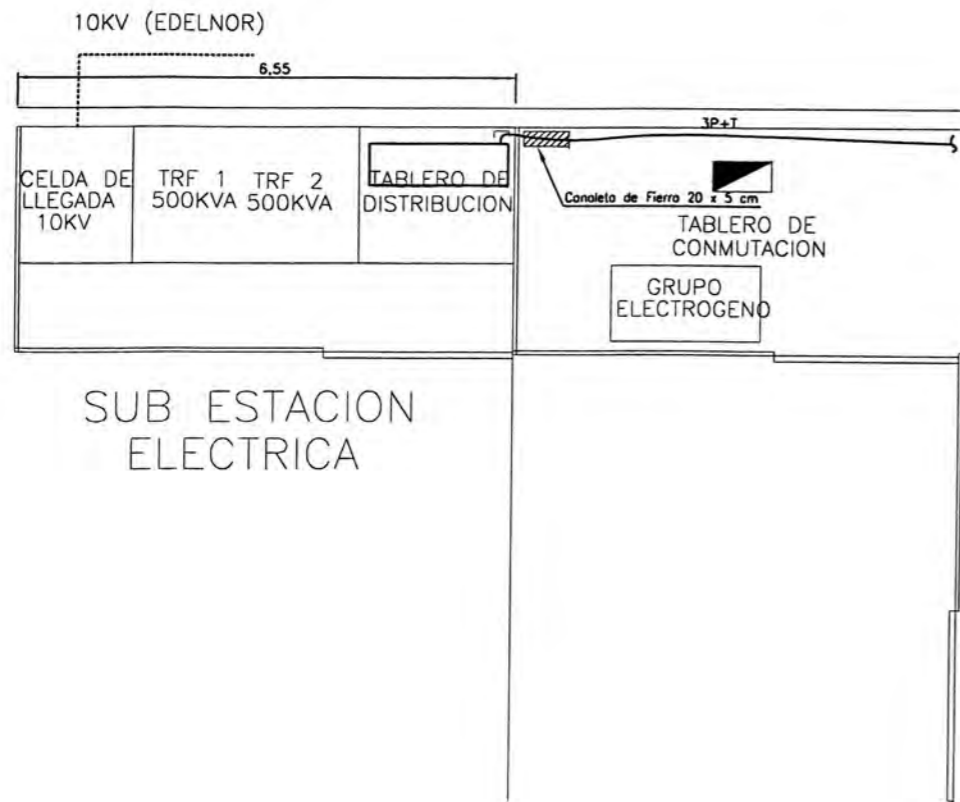



SEGUNDO NIVEL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

<p>PROYECTO DE AMPLIACION DE PLANTA PROCESO DE CERA PERDIDA</p>		<p>PLANO 1 DISPOSICION DE PLANTA DE PROCESO DE FUNDICION EN CERA PERDIDA</p>	
NOMBRE DE PLANO:	Y CJ-CP-03	ESCALA:	20:1
DISEÑADO POR:	J. ESCOBAR	FECHA:	02-09-2007
ELABORADO POR:	J. ESCOBAR	FECHA:	02-09-2007
REVISADO POR:	R. VILLEGAS	FECHA:	09-09-2007
APROBADO POR:	R. VILLEGAS	FECHA:	09-09-2007
NOMBRE CLIENTE:	R. VILLEGAS	FECHA:	09-09-2007





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

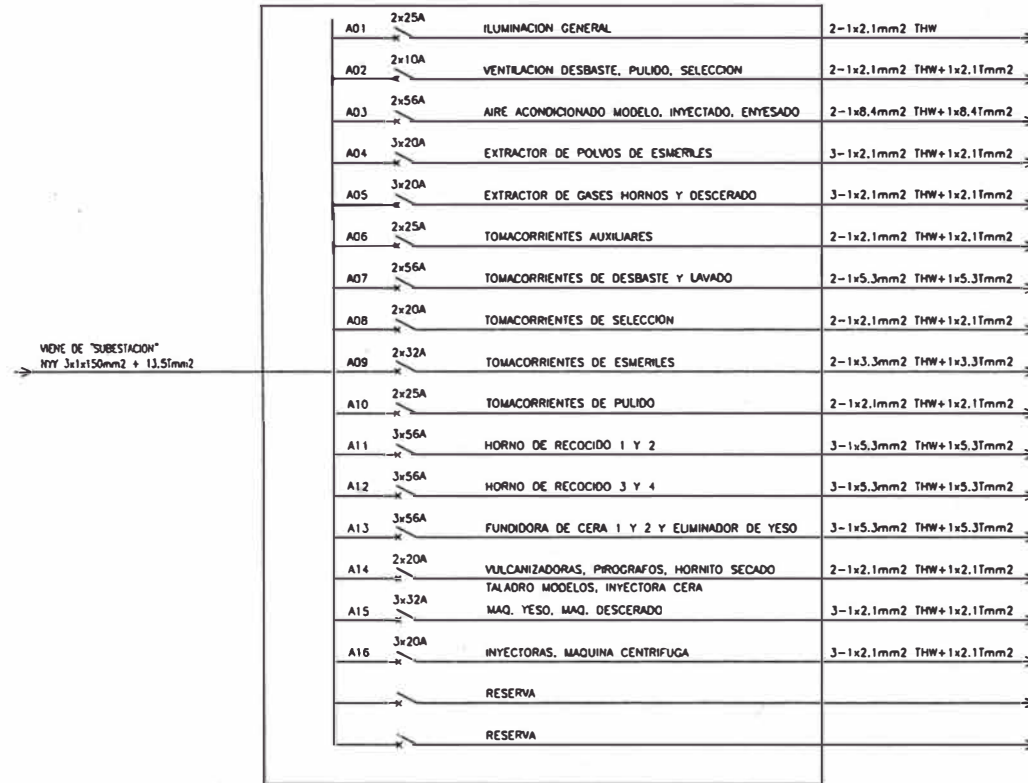
INSTALACIONES ELECTRICAS DE PLANTA DE CERA PERDIDA

NOMBRE DE PLANO	YCU-CP-04	ESCALA	10:1
ELABORADO POR	J. ESCOBAR	FECHA	02-08-2007
REVISADO POR	J. ESCOBAR	FECHA	02-08-2007
APROBADO POR	R. VILLEGAS	FECHA	08-08-2007
OTRO APROBADO POR	R. VILLEGAS	FECHA	08-08-2007
OTRO APROBADO POR	R. VILLEGAS	FECHA	08-08-2007

PROYECTO DE AMPLIACION DE PLANTA PROCESO DE CERA PERDIDA

TABLERO DE CERA PERDIDA
I-CP

220V-60HZ, 400A, 3# Icc = 10 KA



- S2a Interruptor bipolar, 16A-250V, h=1.20m. (solo indicacion)
- ⊕ Tomacorrente bipolar doble 16A-220V.con un dado con toma
- ⊕ Tomacorrente tripolar doble 16A-220V.con un dado con toma
- ⊕ Salida monofasica de fuerza, h=0.30m (solo indicacion)
- ⊕ Salida trifasica de fuerza, h=0.30m (solo indicacion)
- ▭ Tablero de distribucion para adosar, h=1.80m. (borde superior)
- ⊕ Interruptor termomagnetico
- ⊕ Pozo y linea de tierra



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERIA**

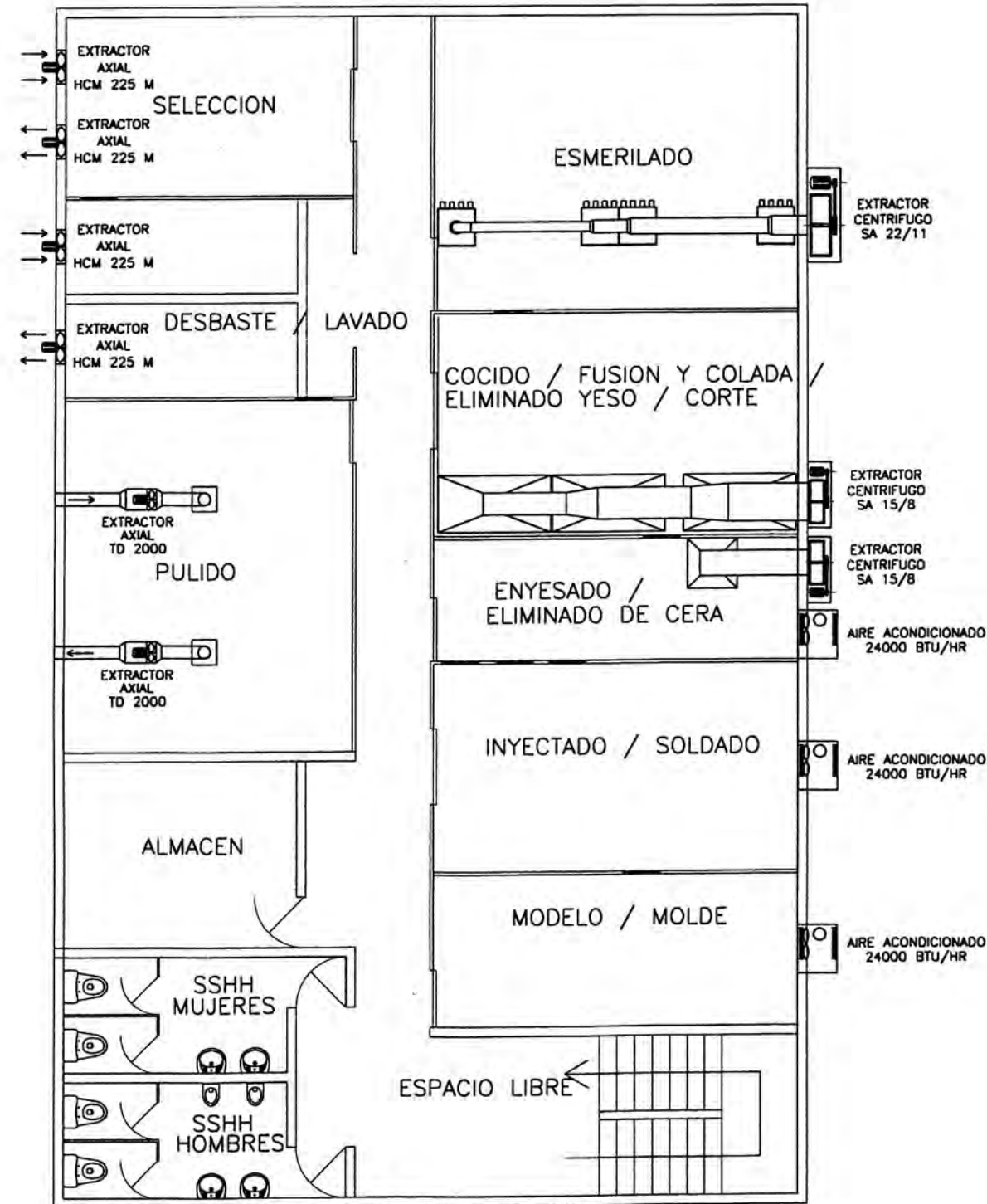
PROYECTO DE AMPLIACION DE PLANTA
PROCESO DE CERA PERDIDA

INSTALACIONES ELECTRICAS DE
PLANTA DE CERA PERDIDA
DIAGRAMA UNIFILIAR

YCJ-CP-05

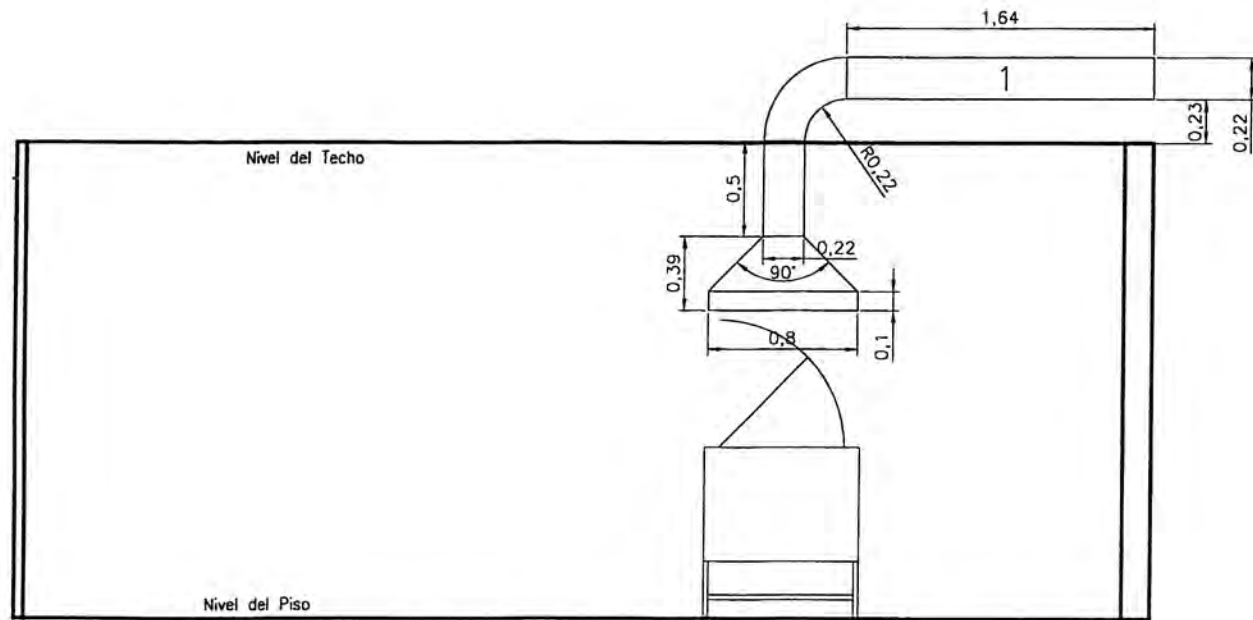
4:1

REVISOR: R. VILLEGAS 09-08-2007
 APROBADO POR: R. VILLEGAS 09-08-2007
 DISEÑO: R. VILLEGAS 09-08-2007

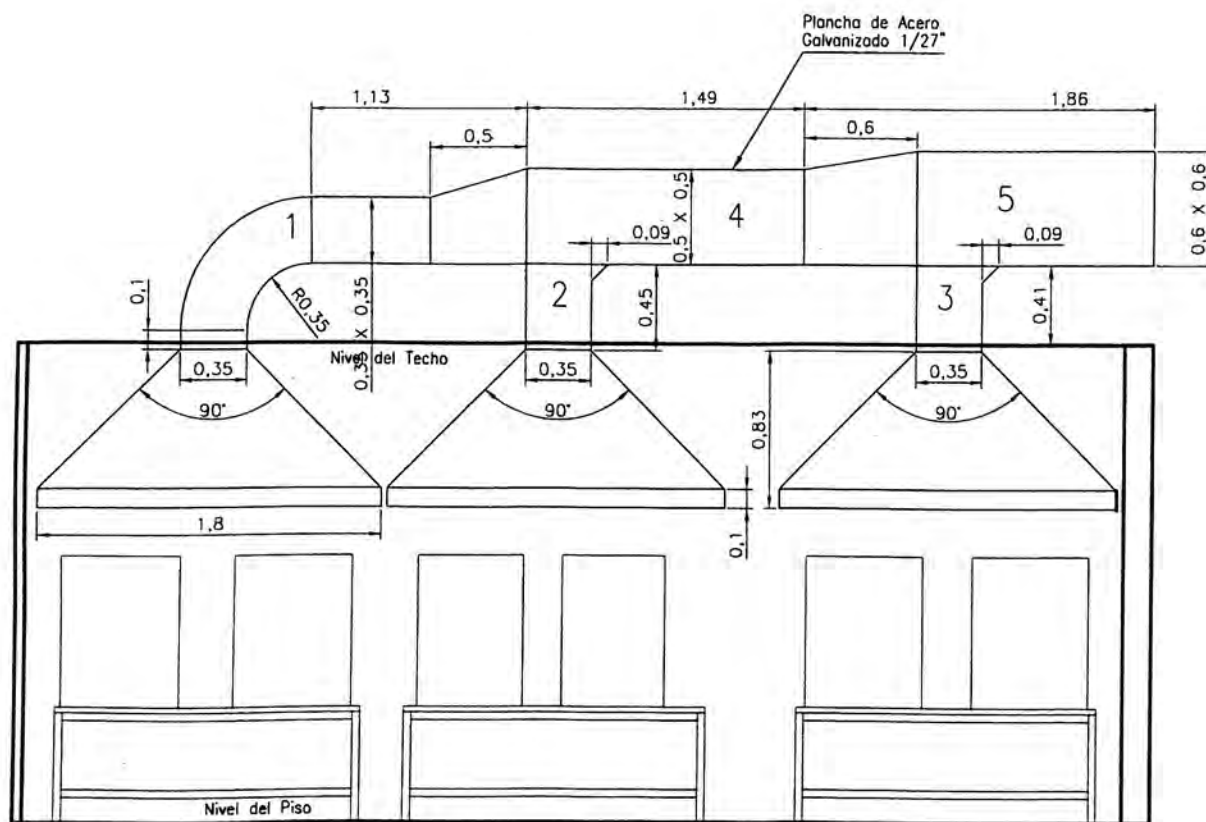
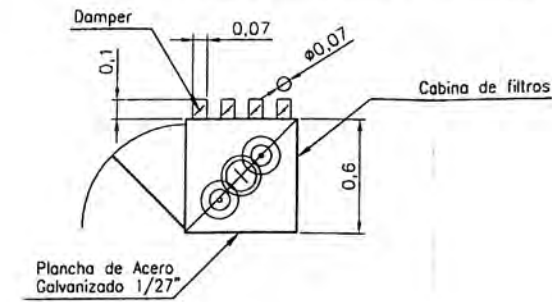
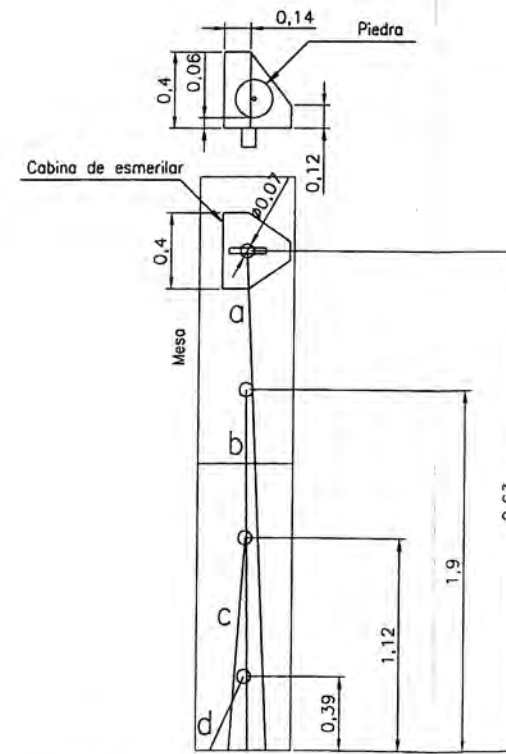


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO DE PLANTA DE CERA PERDIDA	
	Proyecto: YCJ-CP-06	Escala: 10:1
Autor: J. ESCOBAR	Fecha: 02-08-2007	Tipo:
Revisado por: J. ESCOBAR	Fecha: 02-08-2007	Tipo:
Aprobado por: J. ESCOBAR	Fecha: 02-08-2007	Tipo:
Aprobado por: J. ESCOBAR	Fecha: 02-08-2007	Tipo:
Aprobado por: J. ESCOBAR	Fecha: 02-08-2007	Tipo:

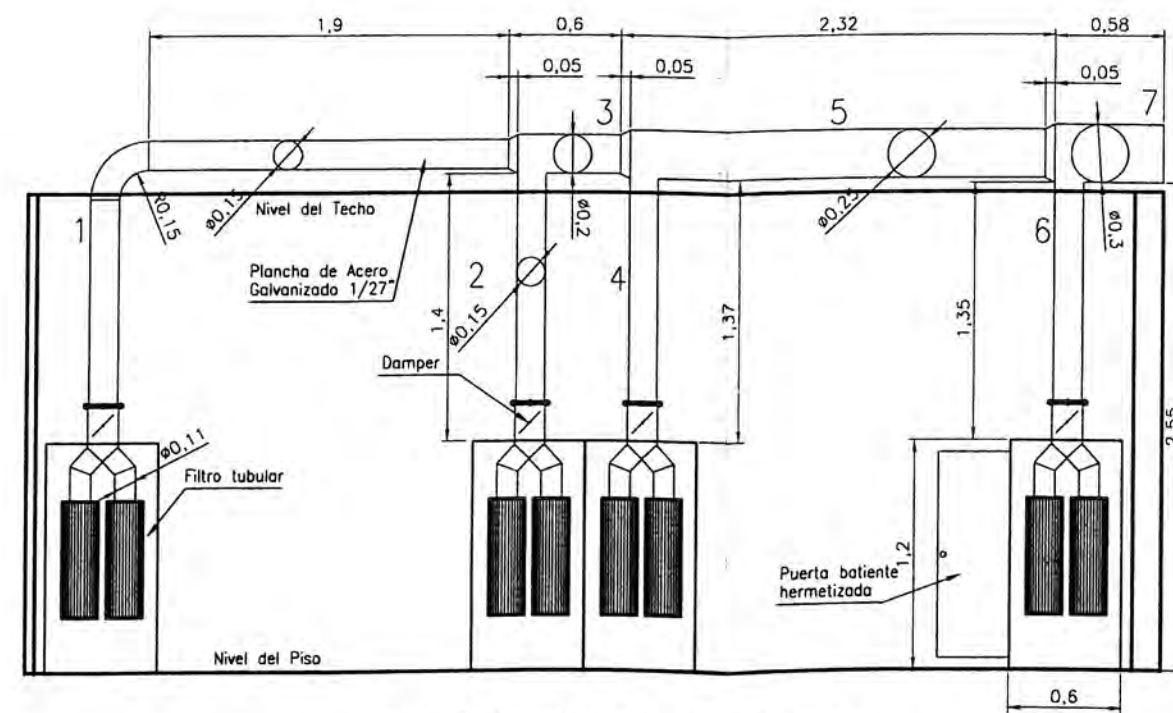
PROYECTO DE AMPLIACION DE PLANTA PROCESO DE CERA PERDIDA



EXTRACCION EN ELIMINADO DE CERA

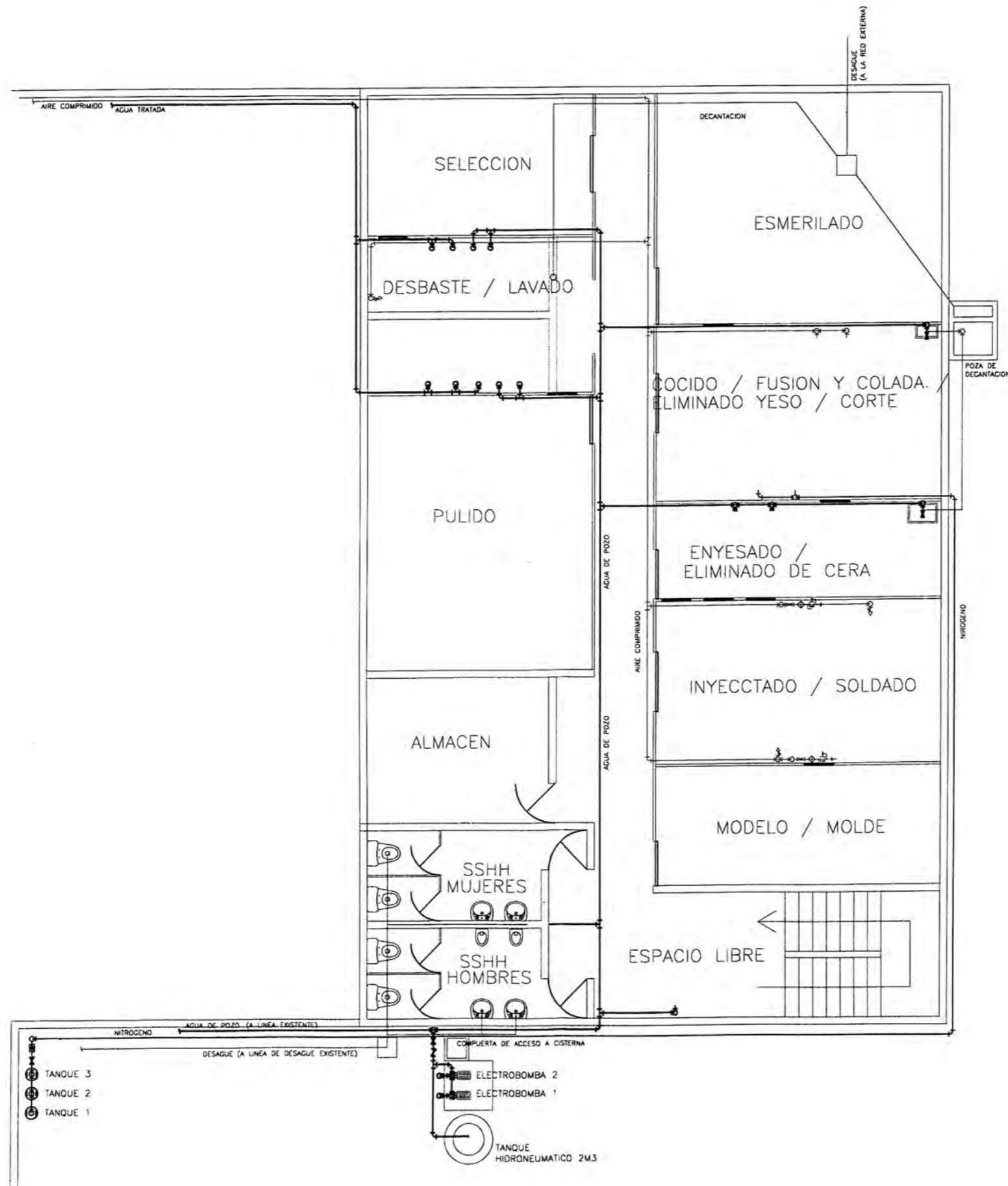


EXTRACCION EN AREA DE COCIDO



EXTRACCION EN ESMERILES

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	SISTEMAS DE EXTRACCION DE PLANTA DE CERA PERDIDA	
	Y CJ-CP-07	10:1
PROYECTO DE AMPLIACION DE PLANTA PROCESO DE CERA PERDIDA	Autor: J. ESCOBAR Fecha: 02-08-2007	Revisor: J. ESCOBAR Fecha: 02-08-2007
	Diseñador: E. VALLEJO Fecha: 06-08-2007	Revisor: E. VALLEJO Fecha: 06-08-2007
	Diseñador: E. VALLEJO Fecha: 06-08-2007	Revisor: E. VALLEJO Fecha: 06-08-2007

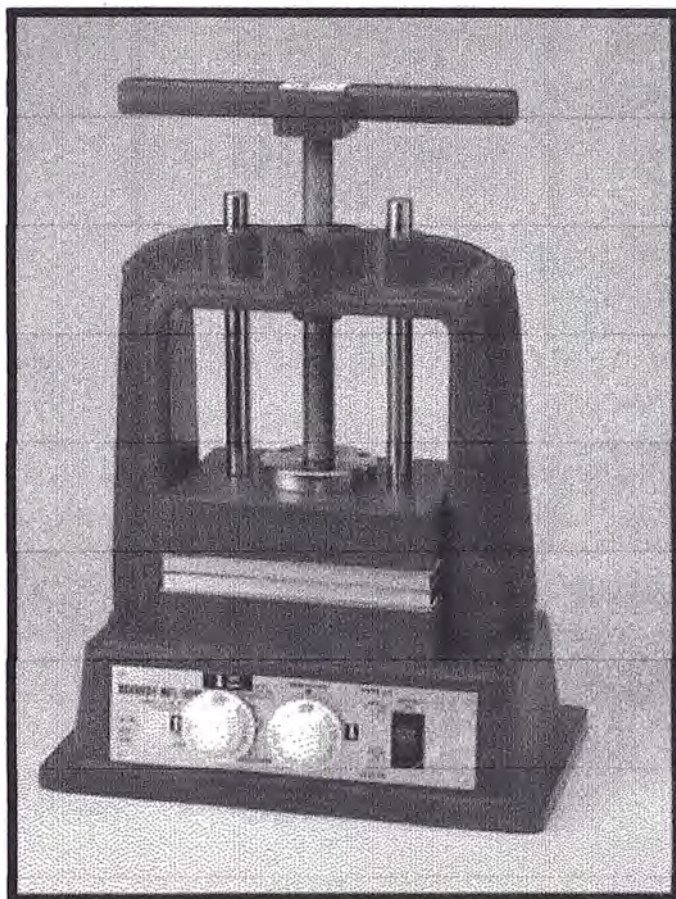


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	INSTALACIONES AUXILIARES DE PLANTA DE CERA PERDIDA		
	PROYECTO DE AMPLIACION DE PLANTA PROCESO DE CERA PERDIDA	YCU-CP-08	ESCALA 10:1
	ELABORADO POR: J. ESCOBAR	FECHA: 02-09-2007	
	REVISADO POR: E. VALLEGAS	FECHA: 02-09-2007	
	APROBADO POR: E. VALLEGAS	FECHA: 08-09-2007	
	OTRO APROBADO POR: E. VALLEGAS	FECHA: 08-09-2007	

ANEXOS

ANEXO 1 – ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS PRINCIPALES

a) The Romanoff Deluxe Table – Top Vulcanizer



Función:	Vulcanizar moldes de caucho
Tensión de alimentación:	220 V / 1 Fases / 60 Hz
Control:	Termostato programable
Diámetro de tornillo:	1"
Capacidad de moldes:	4"
Dimensiones:	15 1/2" A x 9 1/2" L x 21"H
Tamaño de placa:	8 1/8" A x 6" L
Apertura máxima:	4 3/4"

b) Taladro Freedom SR

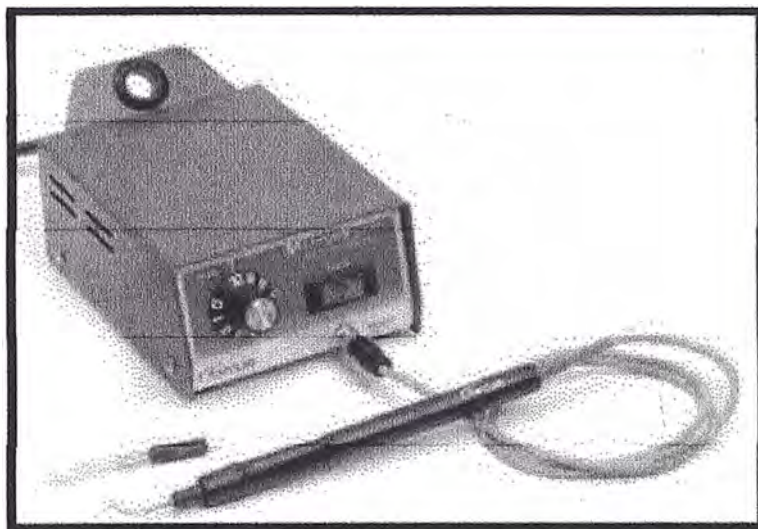
Función:
Tensión de alimentación:
Velocidad de operación:
Control:
Potencia:

Retocado de piezas de metal, joyería.
220 V / 1 Fase / 60 Hz
18000 RPM
Pedal con reóstato.
1/6 HP

c) Digital Vacuum Wax Injector D-VWI



Función:	Inyectar cera a moldes
Tensión de alimentación:	220 V / 60 Hz / 1 Fase
Potencia:	450 VA
Suministro de aire comprimido:	0.40 - 0.70 MPa
Rango de temperatura:	40 - 90.0°C
Rango de tiempo de vacío:	0 - 12 sec.
Rango de tiempo de inyección:	0 - 99.9 sec.
Temporizador para inicio:	0 - 99 hours
Wax capacity Approx.:	3 Kg
Exactitud de boquilla:	+/- 0.2°C
Dimensiones:	450 mm x 310 mm x 450 mm
Peso aproximado:	15.5 Kg

d) Kerr - MasterTouch Electronic Wax Designer - Standard Kit

Función:

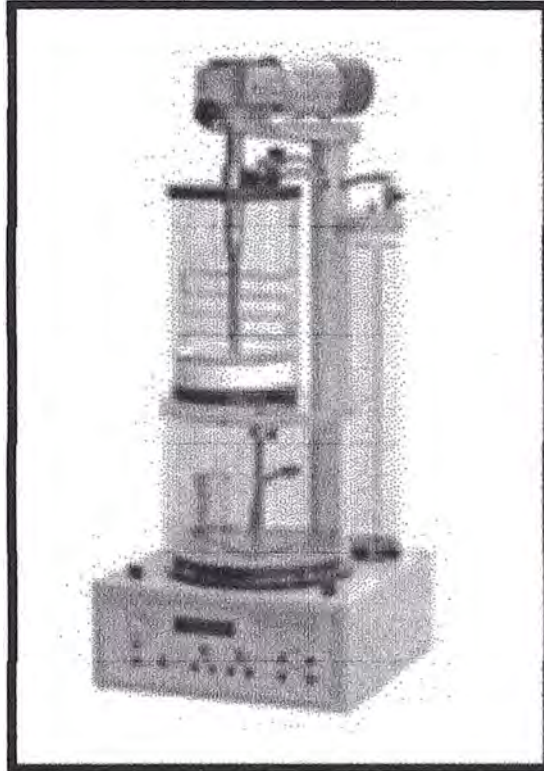
Tensión de alimentación:

Rango de temperatura:

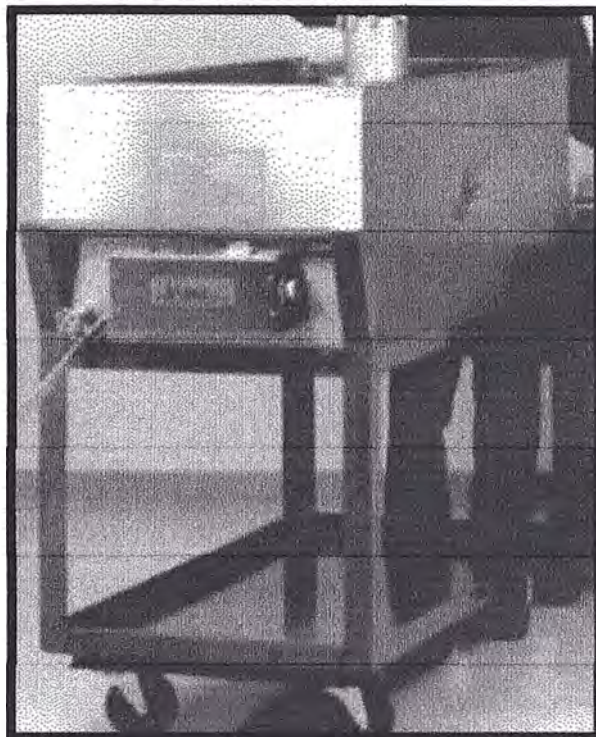
Soldar piezas de cera.

220V / 1 Fase / 60 Hz

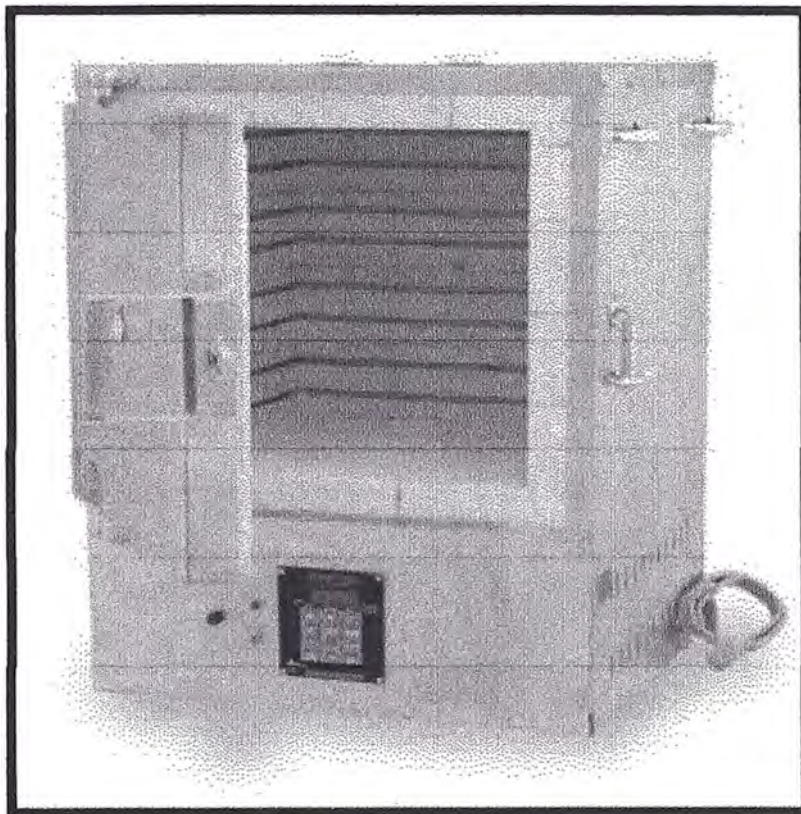
66°C a 538°C

e) Model #82 St. Louis Investment Mixer

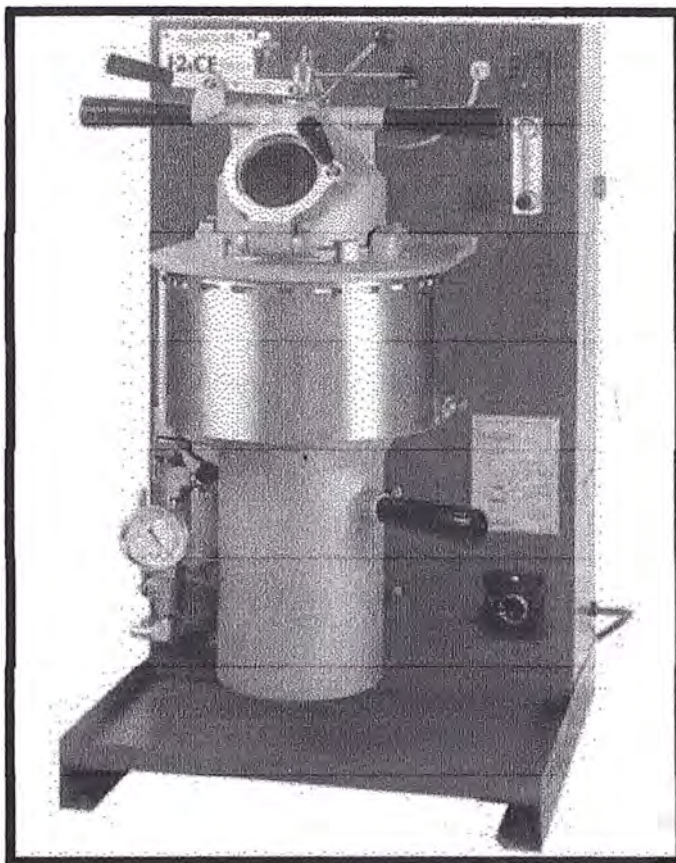
Capacidad:	18 cilindros por hora
Tensión de alimentación:	220V / 1 Fase / 60 Hz
Capacidad cilindros:	3 cilindros de 4" x 9" embridado.
Capacidad de yeso total:	5. 9Kg
Dimensiones:	17"A x 17"L x 45"H
Peso:	39 Kg
Caudal de bomba de vacío:	5 cfm

f) Maquina de descerado

Función:	Eliminar la cera de los cilindros de yeso
Tensión de alimentación:	220 V / 3 Fases / 60 Hz
Potencia:	4KW
Temperatura:	150°C
Dimensiones:	40 cm A x 67 cm L x 40 cm H
Capacidad:	12 cilindros
Peso:	40 Kg

g) Paragon Furnace W18

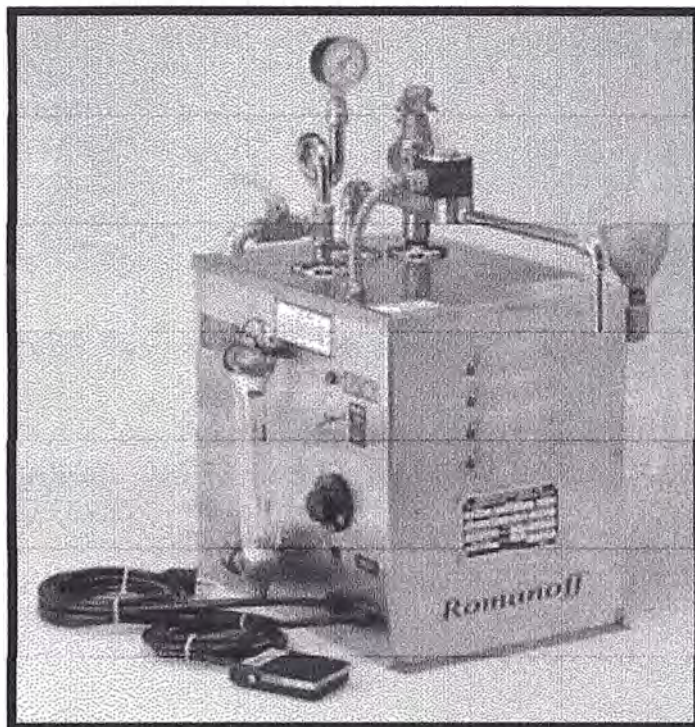
Función:	Cocer el yeso y eliminar cera remanente.
Tensión de alimentación:	220 V / 3 Fases / 60 Hz
Potencia:	5,670 W
Temperatura máxima:	1200 °C
Control:	Programable, 10 rampas de Temp. - Tiempo
Dimensiones exteriores:	24" A x 27" L x 31" H
Dimensiones interiores:	18" A x 18" L x 18" H
Peso:	134 Kg

h) J2R Casting Machine J z Casting Machine

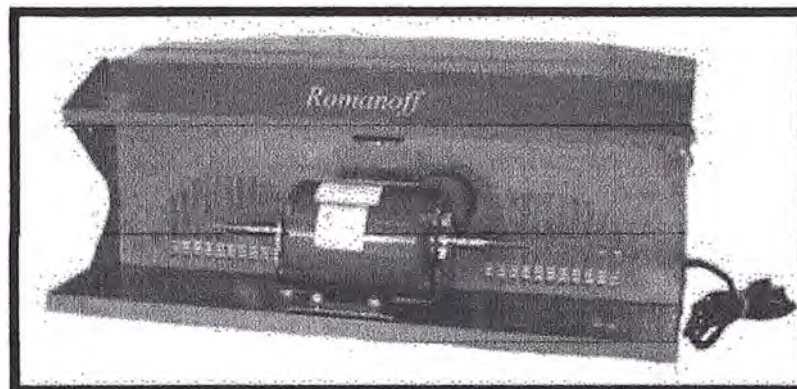
Función:	Fundir el metal y verterlo en el cilindro de yeso
Tensión de alimentación:	220V / 3 fases / 60 Hz
Capacidad de crisol:	1004 g
Máximo tamaño de cilindro:	4" D x 9" H perforado
Tiempo normal de ciclo:	6 a 8 minutos
Máxima temperatura:	1204°C
Dimensiones:	18" A x 18" L x 2" H
Peso de máquina:	54 Kg

i) Máquina Centrifuga Rotomex CD-15

Función:	Dar acabado superficial a la pieza.
Tensión de alimentación:	220V / 3 Fases / 60 Hz
Velocidad:	0 – 360 RPM, con temporizador.
Regulación:	10 niveles
Peso:	80 Kg

j) Romanoff 2 Gal. Steam Machine

Función:	Limpiar anillos de plata pura
Tensión de alimentación:	220 V / 1 Fase / 60 Hz
Capacidad:	2 galones
Control:	Termostato regulable
Peso:	32 Kg

k) Double Spindle Dust Collector

Función:	Pulir piezas plata u oro y recolectar partículas.
Tensión de alimentación:	220 V / 1 Fase / 60 Hz
Caudal:	465 CFM
Dimensiones:	33.5" A x 22" L x 12" H
Peso:	42 Kg.

ANEXO 2 – TABLAS DE SELECCIÓN DE CONDUCTORES ELECTRICOS





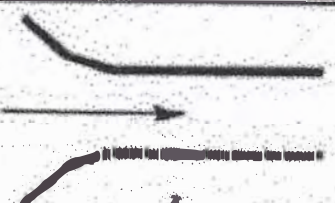

a) Tabla de cables tipo THW – 90 AWG / MCM INDECO

CALIBRE CONDUCTOR	SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
								AIRE	DUCTO
AWG/MCM	mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
CABLES									
14	2.1	7	0.62	1.9	0.80	3.4	28	35	25
12	3.3	7	0.77	2.2	0.80	3.9	41	46	30
10	5.3	7	0.98	2.8	0.80	4.4	60	56	40
8	8.4	7	1.22	3.7	1.10	6.0	101	80	56
6	13.3	7	1.53	4.6	1.30	7.8	165	107	75
4	21.1	7	1.93	5.8	1.50	9.6	245	141	96
2	33.6	7	2.64	7.3	1.50	10.6	360	192	130
1	42.4	19	1.69	8.4	1.80	11.5	463	220	147
1/0	53.4	19	1.94	8.6	2.00	12.8	575	260	170
2/0	67.4	19	2.18	9.6	2.00	13.9	719	300	197
3/0	85.1	19	2.45	10.6	2.00	15.1	877	350	228

b) Tabla de cables tipo NYY TRIPLE - INDECO

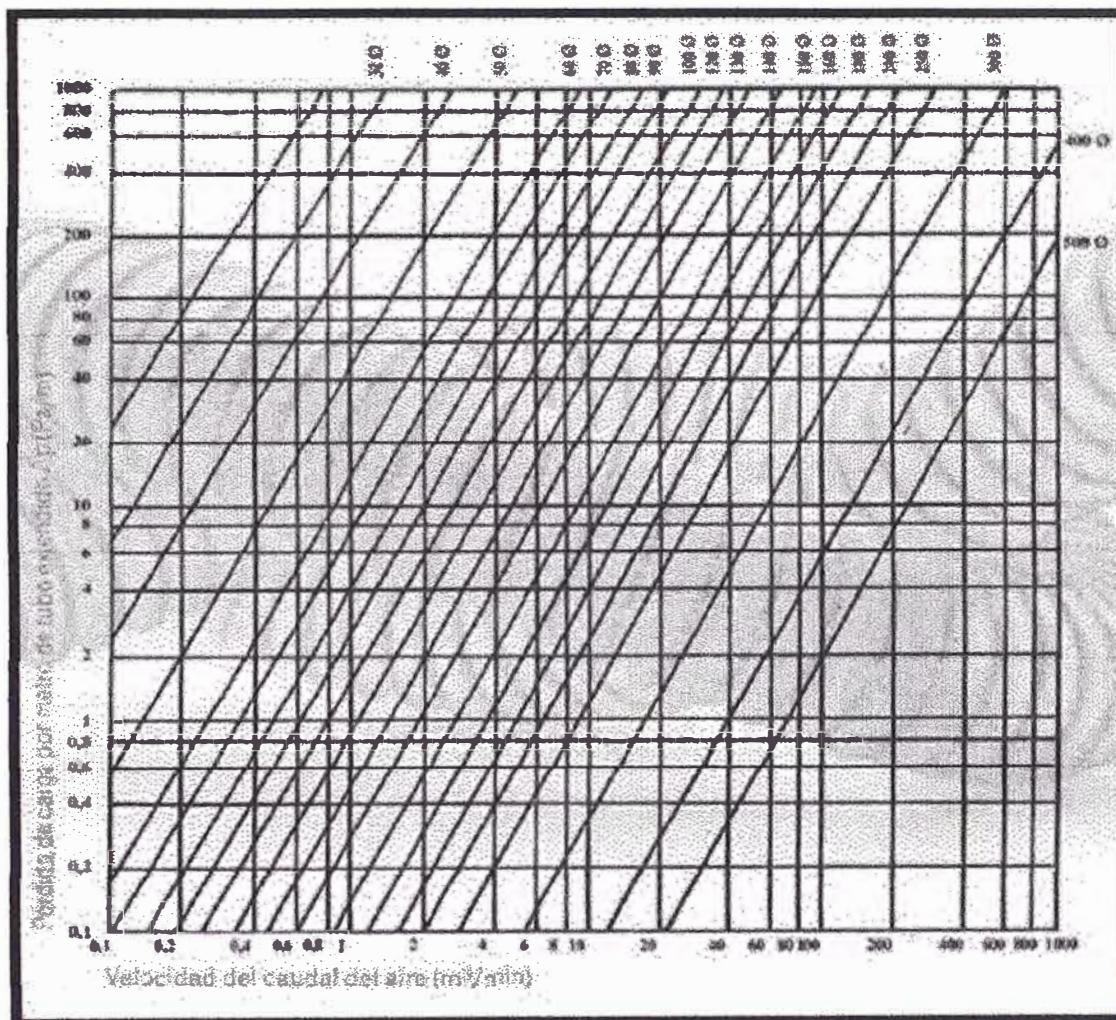
CALIBRE CABLE	NUMERO HILOS	ESPEORES		DIMENSIONES		PESO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA	ALTO	ANCHO		ENTERRADO	AIRE	DUCTO
N° x mm ²		mm	mm	mm	mm		A	A	A
3 x 1 x 6	1	1.0	1.4	8.1	24	342	72	54	58
3 x 1 x 10	1	1.0	1.4	8.9	27	477	95	74	77
3 x 1 x 16	7	1.0	1.4	10.1	30	689	137	100	102
3 x 1 x 25	7	1.2	1.4	11.7	35	1011	163	131	132
3 x 1 x 35	7	1.2	1.4	12.7	38	1325	195	161	157
3 x 1 x 50	19	1.4	1.4	14.4		1738	230	190	186
3 x 1 x 70	19	1.4	1.4	16	48	2384	282	250	222
3 x 1 x 95	19	1.6	1.5	18.5	55	3261	336	306	285
3 x 1 x 120	37	1.6	1.5	20.2	61	3942	382	356	301
3 x 1 x 150	37	1.8	1.6	22.5	67	4860	428	408	338
3 x 1 x 185	37	2.0	1.7	24.4	73	6114	483	470	367
3 x 1 x 240	37	2.3	1.8	27.3	82	7846	561	563	438
3 x 1 x 300	37	2.4	1.9	30.1	90	9725	632	646	480
3 x 1 x 400	61	2.6	2.0	33.7	100	12480	730	790	555
3 x 1 x 500	61	2.8	2.2	38.2	115	15705	823	895	567

ANEXO 3 – TABLA DE SELECCIÓN DE PERDIDAS EN % SEGÚN TIPO DE CAMPANA

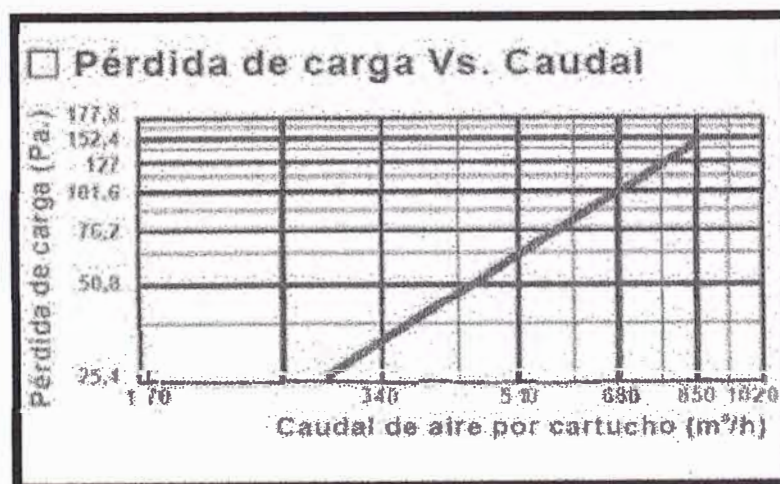
ENTRY	LOSS IN % OF PIPE V. P.
 <p>1</p>	<p>GRINDER HOOD 60%</p>
 <p>2</p>	<p>UNFLANGED PIPE 90%</p>
 <p>3</p>	<p>FLANGED PIPE 50%</p>
 <p>4</p>	<p>SMOOTH WELL-ROUNDED 3%</p>
 <p>5</p>	<p>FABRICATED WELL-SHAPED 5%</p>
 <p>6</p>	<p>"A" LESS THAN 45° % LOSS = 100% "B" V. P. 25% "C" V. P.</p>

ANEXO 4 – TABLAS DE PERDIDA DE PRESION

En la manguera:

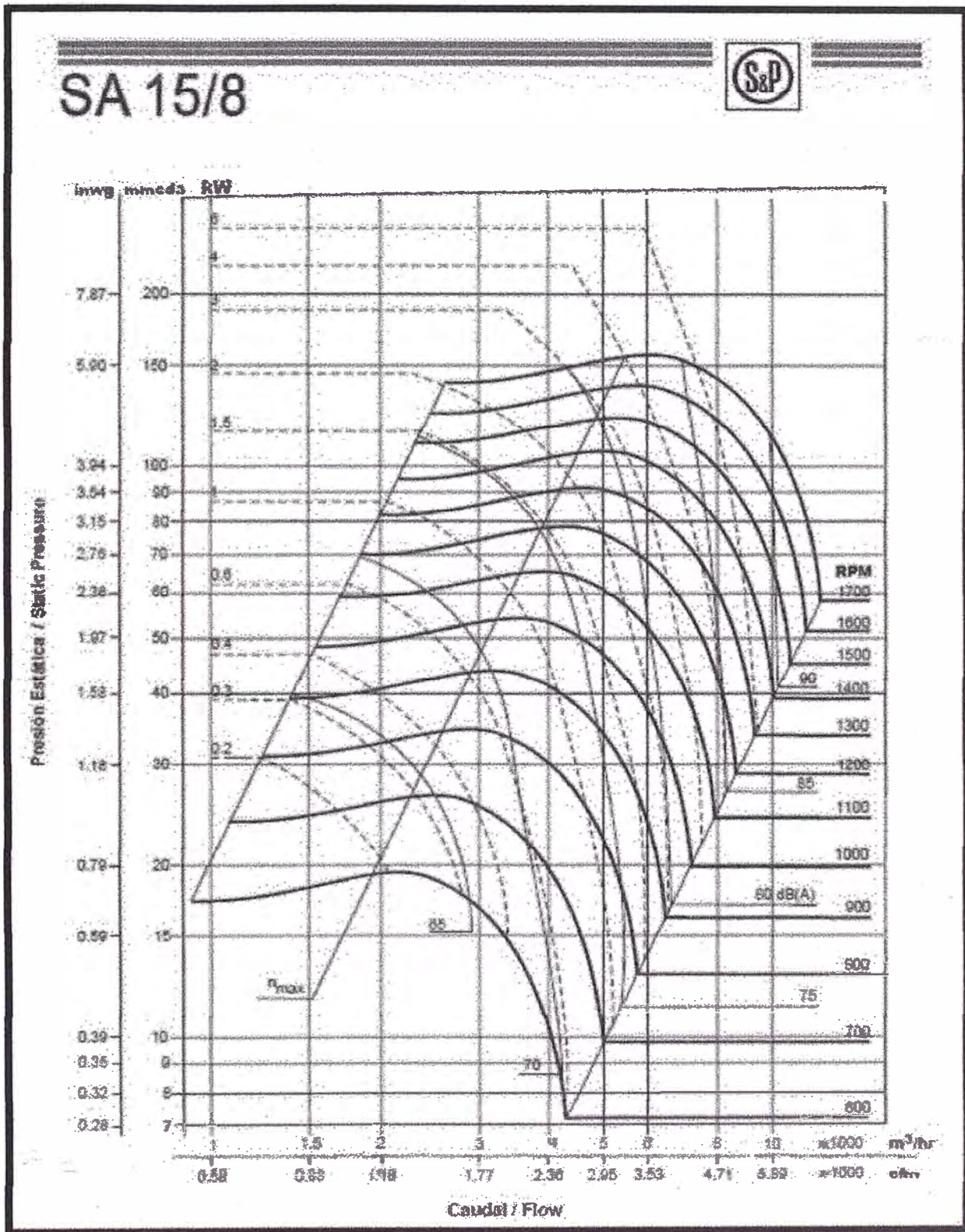


En el filtro de polvo:

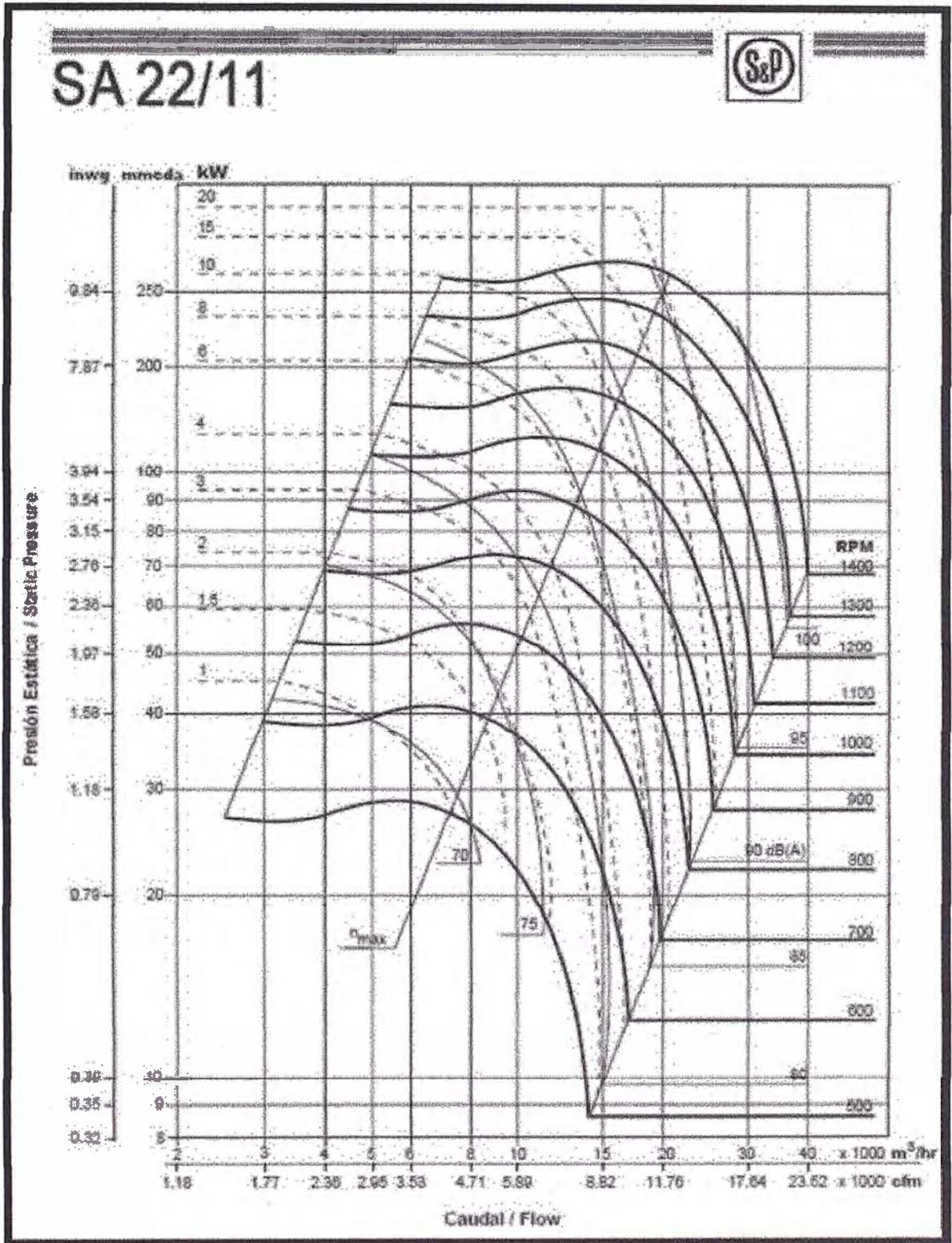


ANEXO 5 – CURVAS CARACTERISTICAS DE VENTILADORES

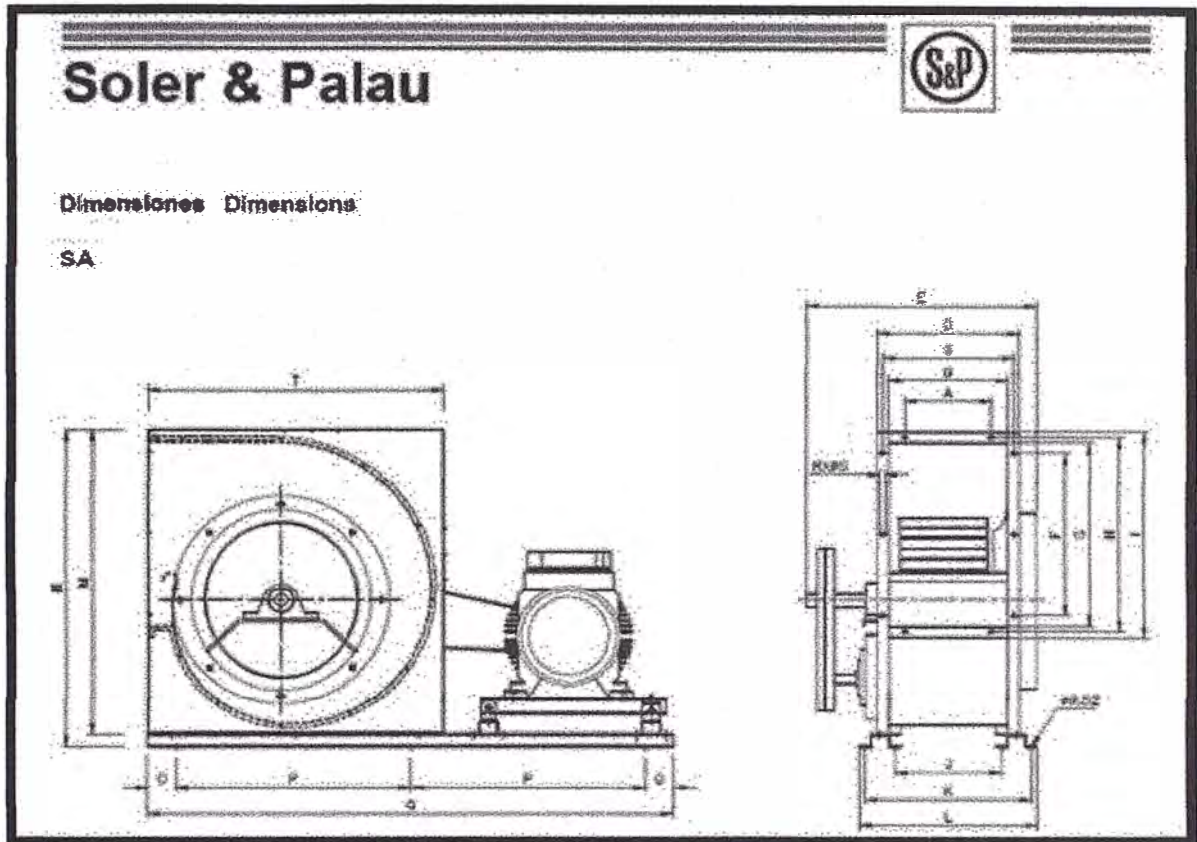
a) Curvas de Ventilador SA 15/8



b) Curvas de Ventilador SA 22/11



c) Dimensiones de ventiladores Serie SA



Dimensiones Dimensions

SA

MODELO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
SA 104	100	152	170	190	200	190	208	200	300	705	205	255	400	400	90	325	790	10	790	425
SA 106	148	208	228	248	268	248	288	288	325	685	290	340	400	400	90	370	840	10	790	490
SA 126	190	268	290	310	330	308	338	338	390	690	300	350	400	400	90	405	940	10	790	510
SA 158	242	368	390	410	430	400	430	430	490	720	305	355	400	400	90	460	1000	12	800	595
SA 188	330	468	490	510	530	490	520	520	590	740	310	360	400	400	90	500	1100	12	800	700
SA 2095	220	330	350	370	390	360	390	390	450	710	310	360	400	400	90	460	1000	14	800	640
SA 2295	290	390	410	430	450	420	450	450	510	730	310	360	400	400	90	500	1000	14	800	690
SA 2543	340	440	460	480	500	470	500	500	560	750	310	360	400	400	90	540	1100	14	800	740
SA 3094	430	530	550	570	590	560	590	590	650	770	310	360	400	400	90	580	1200	16	800	820

Medidas en mm.

MODELO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
SA 104	3.937	5.984	6.578	7.480	7.874	7.480	8.128	7.874	11.811	27.874	8.128	10.067	15.748	15.748	3.543	12.401	30.937	0.394	30.937	16.535
SA 106	5.827	8.204	8.918	9.720	10.522	9.720	11.078	11.078	12.598	27.598	11.078	13.123	15.441	15.441	3.543	14.175	32.827	0.394	32.827	17.719
SA 126	7.480	10.522	11.236	12.138	13.040	12.138	13.494	13.494	15.151	27.874	11.236	13.494	15.748	15.748	3.543	15.151	34.827	0.394	34.827	18.510
SA 158	9.522	14.175	14.889	15.791	16.693	15.791	17.145	17.145	19.002	27.874	11.236	13.494	15.748	15.748	3.543	17.145	36.827	0.394	36.827	20.063
SA 188	12.874	17.527	18.241	19.143	20.045	19.143	20.599	20.599	22.756	27.874	11.236	13.494	15.748	15.748	3.543	19.002	38.827	0.394	38.827	21.616
SA 2095	8.676	12.874	13.588	14.490	15.392	14.490	15.944	15.944	17.801	27.874	11.236	13.494	15.748	15.748	3.543	17.801	34.827	0.394	34.827	19.684
SA 2295	11.236	14.889	15.603	16.505	17.407	16.505	17.959	17.959	19.816	27.874	11.236	13.494	15.748	15.748	3.543	19.816	36.827	0.394	36.827	20.876
SA 2543	13.123	17.145	17.859	18.761	19.663	18.761	20.215	20.215	22.072	27.874	11.236	13.494	15.748	15.748	3.543	21.072	38.827	0.394	38.827	22.068
SA 3094	16.535	21.616	22.330	23.232	24.134	23.232	24.686	24.686	26.543	27.874	11.236	13.494	15.748	15.748	3.543	24.134	40.827	0.394	40.827	24.260

Medidas en pulgadas. (Inches)

d) Extractor Axial HCM

EXTRACTORES HELICOIDALES HCM





■ Aplicaciones

Gama de extractores helicoidales, estructurada en tres diámetros, con prestaciones de caudal comprendidas entre 400 y 900 m³/h. Concebidos para trabajo a descarga libre, instalados en cristal o pared. Con un nivel de presión sonora muy bajo, están especialmente diseñados para la renovación ambiental, tanto en aplicaciones domésticas como comerciales (cocinas, salones, oficinas, locales comerciales, hoteles, etc.). Equipados con tapa reversible e interruptor automático accionado mediante cadena de tres posiciones: paro y tapa cerrada, paro y tapa abierta (ventilación natural) y puesta en marcha.

■ Construcción

Los extractores HCM son de plástico inyectado con un soporte reforzado mediante una estructura metálica. Disponen de un aislamiento eléctrico de clase II. Los motores eléctricos son monofásicos de cobre de corriente 230V 50Hz y están dotados de una protección térmica controlada mediante un fusible.

■ Referencia

H C M - 1 5 0 -

1 - Sigla de la serie 2 - Diámetro de la hélice
3 - M: monofásico B: trifásico

■ Características técnicas

Tipo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida a descarga libre (W)	Tensión (V) 50 Hz	Caudal a descarga libre (m ³ /h)	Nivel presión sonora (dB(A))	Peso neto (kg)
HCM 150 M	2000	37	230	400	40	1,1
HCM 150 B	2000	37	175-230	400	40	1,1
HCM 180 M	1650	40	230	600	42	1,2
HCM 180 B	1650	40	175-230	600	42	1,2
HCM 225 M	1500	55	230	900	45	1,6
HCM 225 B	1500	55	175-230	900	45	1,6

■ Accesorios



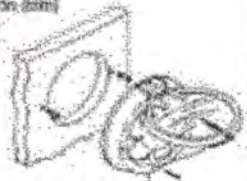
REC
Regulador de velocidad electrónica

■ Instalación



Montaje en cristal:
Espesor mínimo (3 a 6 mm)
Diámetro de perforación (mm):
HCM 150: 180 a 188
HCM 180: 220 a 228
HCM 225: 262 a 267






Montaje en pared:
Diámetro de perforación (mm)
HCM 150: 168 a 172
HCM 180: 198 a 202
HCM 225: 243 a 248

■ Dimensiones (mm)

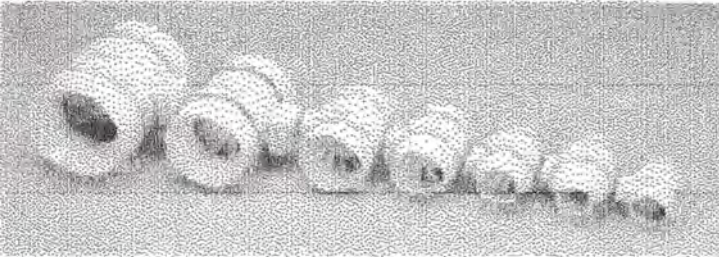


Tipo	A	B	C	ØD	E
HCM 150	88	112	176	214	90
HCM 180	88	127	215	252	90
HCM 225	88	147	257	291	105

e) Extractor Axial TD



MIXVENT-TD / MIXVENT TDx2



Referencia

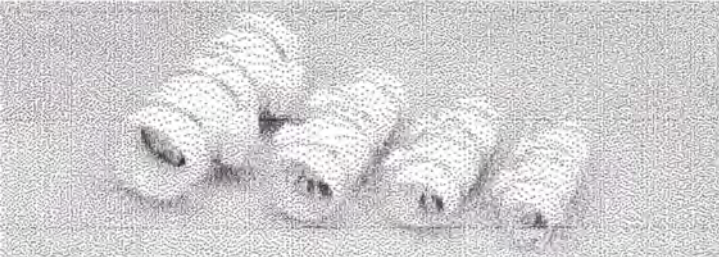
TD - 800 / 200 NT

1: Siglas de la serie
 2: Tipo de Mixvent TD
 3: Diámetro de conexión
 4: N: Modelo nuevo
 T: Con temporizador

Características técnicas

Tipo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida máxima (W)	Intensidad absorbida máxima (A)	Caudal en descarga litro (m ³ /h)	Temperatura máxima de trabajo (°C)	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Peso (kg)
TD-150/100N	2300	35	0,25	180	40	29	1,4
	2100	23	0,15	150	40	20	
TD-250/100	1800	39	0,25	240	40	31	2,0
	1475	26	0,18	180	40	26	
TD-350/125	2210	56	0,37	300	40	33	2,0
	1900	49	0,26	280	40	28	
TD-500 ^{NO} 100	2400	52	0,27	340	60	32	2,7
	1920	41	0,19	430	60	29	
TD-600/200N	2700	70	0,30	600	60	33	4,9
	2480	63	0,28	700	60	33	
TD-800/200	2500	135	0,55	1100	60	39	4,9
	2040	95	0,41	800	60	33	
TD-1000/250	2600	155	0,65	1010	60	40	9,4
	2100	95	0,39	500	60	38	
TD-1200/250	2520	170	0,72	1300	60	43	9,4
	1980	110	0,48	1100	60	39	
TD-2000/315	2700	350	1,30	2000	60	47	14,0
	2580	290	0,90	1550	60	45	
TD-4000/355	1400	345	1,23	3800	40	44	19
TD-6000/400	1400	665	2,97	5500	40	44	26

* Nivel de ruido a 3 metros, aparato encendido, en campo libre.



Referencia

TDx2 - 800 / 200 N

1: Siglas de la serie
 2: Tipo de Mixvent TD
 3: Diámetro de conexión
 4: Nuevo modelo

Características técnicas

Tipo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida máxima (W)	Intensidad absorbida máxima (A)	Caudal en descarga litro (m ³ /h)	Temperatura máxima de trabajo (°C)	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Peso (kg)
TDx2-350/125	2630	150	1,12	395	40	36	5,4
	2300	90	0,58	320	40	31	
TDx2-500 ^{NO} 100	2720	140	0,60	600	60	40	9,0
	2300	100	0,44	475	60	41	
TDx2-800/200N	2800	160	0,73	800	60	40	8,7
	2450	140	0,60	1020	60	44	
TDx2-1000/200	2700	290	1,30	790	60	52	8,3
	2400	190	1,10	905	60	49	
TDx2-1000/250	2800	300	1,30	1020	60	57	18,7
	2700	170	0,70	600	60	51	
TDx2-1300/250	2620	340	1,44	1320	60	57	18,7
	1980	220	0,96	900	60	52	

* Nivel de ruido a 3 metros, aparato encendido, en campo libre.