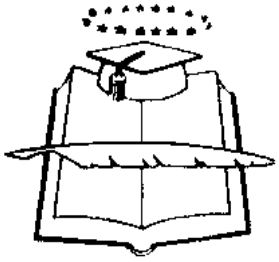


UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN
SEMINARIO

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

ÁREA
SISTEMAS PRODUCTIVOS

TEMA:
"MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INDURA ECUADOR S.A."

AUTOR:
BURGOS BARZOLA JUAN SOFÍO

DIRECTOR DE TESIS
ING. IND. CAICEDO CARRIEL WALTER.

2010 – 2011
GUAYAQUIL - ECUADOR

“La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis corresponden exclusivamente al autor”.

Firma……

Burgos Barzola Juan Sofío

C.I. 0919217075

DEDICATORIA

Mi proyecto se lo dedico con todo mi Amor y Cariño a Dios, que me dio la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

Con mucho Cariño y Amor principalmente a mi Madre, Mirian Barzola que ha estado conmigo en todo momento, y ha sido mi fuente de inspiración y ejemplo de vida.

Mil gracias a mi esposa Alexandra, por creer en mí, aunque hemos pasado por momentos difíciles siempre ha estado apoyándome y brindándome todo su amor. A mis hijos Jean, Valeska, Damián que son mi vida.

“Haz lo necesario para lograr tu más ardiente deseo, y acabarás lográndolo”. Ludwig Van Beethoven.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a mi madre Mirian Barzola, ya que sin su apoyo incondicional, no hubiera sido posible cumplir hoy uno de mis anhelados sueños “Mi Título de Ingeniero Industrial”.

A mi esposa Alexandra, a mis hijos Jean, Valeska y Damián que han sido mi mayor inspiración durante mis años de estudios

A mi familia por estar siempre a mi lado preocupados de mi porvenir.

A Sor Mary Coyne quien ha sido mi segunda madre, gracias por siempre estar pendiente de mi familia.

A la Tía Geraldine Scott por preocuparse de mi futuro.

A las Gerencias de Indura Ecuador por permitirme realizar mi carrera, gracias por su incondicional apoyo y confianza.

Al Ing. Walter Caicedo por guiarme con sus conocimientos en la realización con éxito de esta Tesis.

ÍNDICE GENERAL

		Pág.
Prólogo		1

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

N°	Descripción	Pág.
1.1.	Antecedentes	3
1.1.1.	Ubicación Geográfica	5
1.1.2.	Clasificación CIIU	5
1.1.3.	Misión	5
1.1.4.	Visión	6
1.1.5.	Política de SHE-Q	6
1.1.6.	Organigrama	7
1.1.7.	Distribución de la Planta	8
1.1.8.	Descripción de los productos y procesos	8
1.1.9.	Distribución y Abastecimiento	17
1.1.10.	Comercialización	17
1.1.11.	Llenado de Cilindros	18
1.1.12.	Delimitación de la Investigación	18
1.2.	Justificativos	19
1.3.	Objetivo General	19
1.4.	Objetivos Específicos	20
1.5.	Marco Teórico	20
1.6.	Metodología	22

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL

N°	Descripción	Pág.
2.1.	Capacidad de Producción	23
2.2.	Indicadores de Gestión Planta de Envasado	27

2.3.	Indicadores de Gestión Revisión de Cilindros Test Shop	28
2.4.	Recursos Productivos	30
2.4.1.	Equipos Utilizados	31
2.4.2.	Recursos Humanos	32
2.5.	Proceso de Producción	33
2.6.	Materia Prima e Insumos	36
2.7.	Diagrama de Operaciones del Proceso	37
2.8.	Diagrama de Flujo del Proceso	37
2.9.	Registro del Problema	37

CAPITULO III

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

N°	**Descripción**	**Pág.**
3.1.	Identificación del problema	38
3.2.	Diagrama Causa-Efecto	40
3.3.	Análisis de Pareto	40
3.4.	Impacto Económico del problema	42
3.5.	Diagnóstico	43

CAPITULO IV

PROPUESTA

N°	**Descripción**	**Pág.**
4.1.	Planteamiento de la Propuesta	44
4.1.1.	Beneficios del Nuevo Sistema Automático para la Realización de la Prueba Hidrostática	48
4.2.	Costo de la Solución del Problema	48
4.3.	Análisis de Solución del Problema	48

CAPITULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

N°	**Descripción**	**Pág.**
5.1.	Plan de Inversión y Financiamiento	50
5.2.	Flujo de Caja	51

5.3.	Análisis Beneficio/Costo	52
5.4.	Cálculo del TIR (Tasa Interna de Retorno)	53
5.5.	Cálculo del VAN (Valor Actual Neto)	54
5.6.	Periodo de Recuperación del Capital	55

CAPITULO VI

PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

N°	**Descripción**	**Pág.**
6.1.	Planificación y Cronograma de Implementación	56

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

N°	**Descripción**	**Pág.**
7.1.	Conclusiones	57
7.2.	Recomendaciones	57

Glosario de Términos	59
Anexos	61
Bibliografía	**83**

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
1	Distribución de Áreas	8
2	Capacidad de Planta Instalada y Utilizada en la producción de Acetileno	23
3	Capacidad de Planta Instalada y Utilizada en el Envasado de Oxígeno	24
4	Capacidad de Planta Instalada y Utilizada en el Envasado de Co2	24
5	Capacidad de Planta Instalada y Utilizada en el Envasado de Argón	25
6	Capacidad de Planta Instalada y Utilizada en el Envasado de Indurmig	25
7	Capacidad de Planta Instalada y Utilizada en el Envasado de Nitrógeno	26
8	Capacidad de Planta Instalada y Utilizada Sistema probador Test Shop	26
9	Equipos Utilizados en los Procesos de Envasado	31
10	Número de Colaboradores	32
11	Materia Prima e Insumos	36
12	Lista de Verificación Cilindros Pendientes por Revisión	39
13	Lista de Cilindros Pruebas Hidrostáticas Pendientes	39
14	Lista de verificación completa	41
15	Lista de Verificación Simplificada y Gráfico de Pareto	41
16	Utilidad por Gases	42
17	Costo por Contratación de un Operador	45
18	Costo de Compra de Equipos (Inversión Fija)	46
19	Tabla de Amortización	50

20	Costos de Operación en la Implementación del Sistema Automático de Prueba Hidrostática	51
21	Ahorro de Pérdidas y Flujo de Caja	52
22	Cálculo del TIR	53
23	Cálculo del VAN	54
24	Período de Recuperación del Capital	55
25	Planificación de la Puesta en Marcha	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

N°	Descripción	Pág.
1	Tipos de Suministros de Gases	18
2	Mermas de Oxígeno	27
3	Mermas de Nitrógeno	27
4	Mermas de Argón	28
5	Mermas de CO_2	28
6	Cilindros Pruebas Hidrostáticas	29
7	Cilindros Cambio de Válvulas	29
8	Cilindros Pintados	30
9	Total de Mantenciones Mensuales	30
10	Diagrama de Prueba Hidrostática	34
11	Identificación Técnica del Cilindro	35
12	Identificación de Golilla Año de Prueba Hidrostática	35
13	Diagrama Causa – Efecto	40

INDICE DE ANEXOS

N°	Descripción	Pág.
1	Ubicación Geográfica	62
2	Organigrama General de Indura Ecuador S.A.	63
2A	Organigrama de Gerencia de Operaciones	64
3	Distribución de Planta	65
4	Diagrama de Operaciones del Proceso Test Shop	66
4A	Diagrama de Operaciones del Proceso Planta de Envasado	67
4B	Diagrama de Operaciones del Proceso Producción de Acetileno	68
5	Diagrama de Flujo del Proceso del Test Shop	69
5A	Diagrama de Flujo del Proceso Planta de Envasado	70
5B	Diagrama de Flujo del Proceso Planta Productora de Acetileno	71
6	Lista de Verificación Cilindros Pendientes por Revisión	72
7	Registro de Prueba Hidrostática de Cilindros	73
7A	Planilla Inspección Visual de Cilindros en Test Shop	74
8	Planilla de Revisión Especial para Cilindros de Gases Alta Presión	75
9	Proforma Sistema Automático de Prueba Hidrostática	76
10	Proforma del Durómetro	77
11	Proforma del Reticulador	78
12	Proforma del Sistema de Pintado	79
13	Proforma del Mantenimiento del Piso del Test Shop	80
14	Proforma de la Cámara de Pintura	81
15	Project de la Puesta en Marcha	82

RESUMEN

Tema: Mejora de la Productividad en la Empresa Indura Ecuador S.A.

Autor: Burgos Barzola Juan Sofío

El objetivo de la presente tesis de grado es Reducir tiempo de paradas por revisión de cilindros en el taller de mantenimiento Test Shop de la Compañía Indura Ecuador S.A., mediante la aplicación de la Teoría de las Restricciones (TOC). Para analizar la situación actual de empresa, se han utilizados herramientas tales como diagrama de Ishikawa y de Pareto, con los cuales se detecto el principal problema que afecta a esta sección de la empresa, que consisten en la demora en la realización de la prueba hidrostática por contar con un sistema probador obsoleto el incremento en la realización del ensayo y contar con dos operadores en el área cuyo efecto es la baja eficiencia en la revisión de cilindros en el Test Shop, esto ha generado que la empresa ha perdido de utilidad anual de $ 89.268,48. Se presenta como propuesta para enfrentar el problema la aplicación de la Teoría de las Restricciones (TOC), dando como solución la adquisición de un sistema automático para realizar las pruebas hidrostáticas, la compra de durómetro, equipo de prueba de adherencia de pintura, sistema de pintado, cámara de pintura y el arreglo y adecuación general del piso en el Test Shop, con la finalidad de incrementar en un 30.42% la realización de la prueba hidrostática es decir de 355 cilindros a 463 cilindros mensuales para evitar tiempo excesivo de paradas de cilindros y .contar con cilindros aptos para el llenado. La inversión total para la mejora es de $76.195,63 que será recupera 2 años y 3 meses, generando una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 23 % y un Valor Actual neto (VAN) de $117.868,39 lo que demuestra la factibilidad técnica-económica de la alternativa escogida como solución al problema identificado.

Elaborado por	Dirigido por
Burgos Barzola Juan Sofío	Ing. Ind. Caicedo Carriel Walter
C.I. 0919217075	Tutor

PRÓLOGO

El presente trabajo busca que la empresa Indura Ecuador reduzca el tiempo de paradas por revisión de cilindros en su Prueba Hidrostática en el Test Shop con la adquisición de un sistema automático probador, para lo cual se utilizarán métodos y procedimientos que pueden ser analizados, mejorados aplicando las herramientas de la Ingeniería Industrial.

El estudio comprende siete capítulos, los cuales explican la forma de implementar métodos operacionales para mejorar el tiempo de parada de revisión de cilindros.

En el Capítulo I trata de los antecedentes de la empresa, su ubicación, misión, visión, justificativos, el objetivo general, los objetivos específicos, marco teórico y la metodología

En el Capítulo II se mostrará la capacidad de Producción, los indicadores de gestión de la planta de envasado y del test shop, recursos productivos, procesos de producción, los equipos utilizados en los diferentes procesos y revisión, diagramas operacionales y diagrama de flujos.

En el Capítulo III se analizará e identificará el problema que nos genera el cuello de botella, diagrama causa efecto, impacto económico del problema y el diagnóstico que se dará a la empresa, para mejorar la productividad-

En el Capítulo IV se desarrolla el planteamiento a la solución del problema planteado en el Capítulo III, se presentarán los costos y análisis del mismo.

En el Capítulo V se determinará la factibilidad económica a la solución propuesta, se evaluará con la herramientas del VAN, TIR y el análisis beneficio/costo.

En el Capítulo VI se presenta las actividades que se realizarán referentes a la planificación y cronograma de implementación.

Finalmente en el Capítulo VII se exponen las conclusiones y recomendaciones finales para el presente estudio.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Indura nace en Chile en el año 1948, para satisfacer las necesidades del sector metalmecánico con una moderna planta de electrodos. Trece años más tarde, entró en operaciones la planta para la producción de oxígeno, acetileno y nitrógeno. A partir de esta sólida base Indura se abrió al mundo.

Posteriormente, Indura se estableció en Argentina en 1991. A la fecha está presente en Buenos Aires, Córdoba, Rosario y Tucumán, ofreciendo productos y servicios para las áreas medicinal, metalmecánica y de resonancia magnética nuclear. Desde 1996, Indura está presente en Perú principalmente en las áreas metalmecánica y minera. El año 1962 comenzó a participar en el área médica.

Asimismo, mediante un efectivo canal de distribución de soldaduras, Indura está presente en Estados Unidos, México, Colombia, Venezuela y Centroamérica.

A esto se suma la apertura hacia el Mercado Europeo con la instalación de un sistema logístico en Barcelona, España.

El 22 de marzo de 1978, inicia sus actividades en Guayaquil Ecuador, SOLECSA Soldaduras Ecuatorianas S.A., en el Km 141/2 vía Daule, la empresa incursiona en el mercado con la venta de gases industriales y soldadura cuya planta de fabricación propia trabajó hasta este año. Y en el mismo año se instala una planta productora de Acetileno.

Mediante escritura pública otorgada el 2 de abril del 2001, la compañía cambia su denominación a INDURA Ecuador S.A., bajo la Gerencia General de Cristián Vélez.

En el año 2003 se da una alianza comercial importante que da origen a los IPAC-Market en Guayaquil extendiéndose a otras ciudades como Quito, Cuenca, Manta, donde se ubica gases industriales, mezclas y gases, soldaduras, equipos y máquinas. Brindando además servicio técnico especializado a nuestros clientes.

A partir del año 2005 contamos con locales propios ubicados estratégicamente al norte y sur de Guayaquil, abarcando mercados como: metalmecánica, minería, metalurgia, alimentos, científico. Se Implementa el "modelo delta" bajo un enfoque de segmentación de mercado. Esto es, satisfacer las necesidades de cada uno de nuestros clientes, hasta lograr un "lock in".

En el año 2006 extendemos nuestra presencia a provincias como Santo Domingo y El Coca en el oriente, se impulsa la venta de servicios: alquiler de equipos, Centro Técnico INDURA -CETI-, servicio técnico, ampliación de la cobertura del 1800-INDURA a nivel nacional, abarcando Quito. Certificación ISO 9001-2008, BPM, ingreso al mercado de Oxígeno Medicinal con instalación de Redes Centralizadas de gases en Hospitales.

En el año 2007, mediante una alianza estratégica con Acerías del Ecuador (Adelca), en Aloag – Santo Domingo, se instala una Planta ASU (Unidad de Separación del Aire), para la producción local de LOX (Oxigeno Liquido) y LIN (Nitrógeno Liquido), comprometiendo una producción diaria a la Acería y el excedente para consumo de Indura.

En el año 2009 se implementa la Sala de Mezcla, con la finalidad de producir localmente mezclas y gases especiales y tener independencia Operativa de casa Matriz y abaratar costos de importación.

Indura cuenta con una planta Matriz en Guayaquil que cuenta con sistemas de envasado de Oxígeno, Nitrógeno, Argón, CO2, Producción de Acetileno, Test Shop y Sala de Mezcla, Y una planta en Quito para los sistemas de envasado de Oxígeno y CO2.

El abastecimiento de gases especiales o mezclas se la realiza directamente de casa matriz una vez aprobado el aumento de dotación de cilindros.

1.1.1. Ubicación Geográfica

Indura Ecuador se encuentra ubicada en el cantón Guayaquil, Vía Daule Km. 14 ½ y Av. Cenáculo; diagonal a Agricominsa, Teléfonos:+593 (04) 2597610.

Ver Anexo 1

1.1.2. Clasificación CIIU

D	2922.03	Fabricación de máquinas eléctricas o de gas para soldadura autógena, dura o blanda, con o sin capacidad para cortar; inclusive máquinas que utilizan rayos láser u otros haces de luz o de fotones; ondas ultrasónicas, impulsos magnéticos o arcos de plasma.

Fuente: SRI (Servicios de rentas Internas)
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Indura mantiene la clasificación con el código CIUU d.2922.03 del formulario de las actividades comerciales del Servicio de Rentas Internas.

1.1.3. Misión

"Somos una corporación internacional, industrial y comercial, orientada a resultados que nos aseguren la permanencia en el tiempo, con un fuerte compromiso de servicio integral a nuestros clientes, en los mercados de gases, soldaduras y negocios relacionados".

1.1.4. Visión

Un conglomerado de empresas, con su negocio tradicional, creciendo en forma sólida y con nuevos negocios rentables.

Un conglomerado con autonomía productiva en los países que lo necesitemos y en función de cada negocio en particular.

Una empresa que cuenta con personas altamente capacitadas en función del negocio y mercado en los que estamos presentes e innovadores en su forma de hacer gestión.

Una empresa que ha desarrollado la capacidad de abandonar negocios que no agregan valor, sin afectar su mix de productos-procesos. Un conjunto de empresas muy atractivas para atraer y retener excelentes profesionales.

Reconocida por mantener la capacidad para cambiar, como personas y en la forma de manejar los negocios, en función de la estrategia global y de cada negocio en particular.

1.1.5. Política de SHE-Q

Política de calidad, seguridad, salud y protección del medio ambiente.

INDURA S.A. considera que la Calidad, la Seguridad, la Salud de las Personas y la Protección del Medio Ambiente son aspectos esenciales y parte integral de la Gestión, con el fin de asegurar su permanencia en el tiempo.

Estamos comprometidos con generar productos y servicios que satisfagan los requerimientos de nuestros clientes, beneficien a la comunidad y preserven el medio ambiente.

Para cumplir con estos compromisos:

Promovemos con un compromiso con la implementación del sistema de gestión de calidad para cumplir con los requisitos y el mejoramiento continuo de la efectividad del sistema asegurando la eficiencia de los procesos y cumplimiento con los requerimientos de nuestros clientes.

Disponemos de todos los recursos necesarios para eliminar o controlar los riesgos inherentes de nuestros colaboradores, clientes, proveedores, usuarios, comunidad y medio ambiente.

Toda nuestra organización es responsable de ejecutar su trabajo en una forma segura, consecuente con nuestros compromisos, los procedimientos implementados y la norma vigente.

Promovemos, a través de la capacitación de nuestro personal, la estandarización de los procesos y la entrega de los recursos físicos pertinentes; el mejoramiento de nuestra organización en la ejecución de cada trabajo, enfocado a la satisfacción del cliente.

Estos compromisos representan la firme convicción de INDURA en que las lesiones a las personas, los daños a la propiedad y al medio ambiente son pérdidas para nosotros y que son controlables a través de un sistema de Gestión, comprometido y entusiasta que involucre a toda la organización.

1.1.6. Organigrama

Indura Ecuador está organizada por:

La Gerencia General que cuenta con el respaldo de Marketing, Dirección Técnica y Product Maneger, Gerencia de ventas Zona Norte y Sur, Gerencia Administración y Finanzas, y Gerencia de Operaciones.

Ver Anexo 2

La planta de llenado de Oxigeno Medicinal, Gases Industriales (Nitrógeno, Oxigeno, CO2, Argón, Indurmig), Sala de Mezcla, Test Shop (taller donde se realizan revisiones de Rutina, Periódica, Especial, Pintura) y Planta Productora de Acetileno está a cargo del Supervisor de Plantas de Llenado quien a su vez reporta directamente a la Gerencia de Operaciones.

Ver Anexo 2A

1.1.7. Distribución de Planta

Indura Ecuador cuenta con un área de 11.600 mts^2 distribuidos de la siguiente manera.

Ver Anexo 3

CUADRO Nº 1
DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS

SITIO	AREA
GERENTE DE OPERACIONES	13.93 m²
GERENTE DE COMERCIAL	10.40 m²
DIRECCION TECNICA	7.62 m²
MARKETING	11.05 m²
GERENTE FINANCIERO	12.21 m²
GERENTE GENERAL	18.61 m²
RECEPCION	34.27 m²
SHOW ROOM	66.64 m²
GERENTE DE NEGOCIOS	11.05 m²
SALA DE VENDEDORES	17.08 m²
SALA DE REUNIONES	27.54 m²
CREDITO Y COBRANZAS	13.93 m²
CAJA	13.93 m²
SISTEMAS	13.93 m²
CONTABILIDAD Y ARCHIVO	69.02 m²
IMPORTACIONES	8.90 m²
RR.HH	16.00 m²
PRODUCT MANAGER	26.00 m²
VESTIDORES	38.78 m²

Fuente: Archivos de Indura
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

1.1.8. Descripción de los productos y procesos

Indura Ecuador cuenta con una gama de productos en gases, soldaduras y equipos para satisfacer los mercados, metalmecánica, minería, metalurgia, alimentos, científico y salud.

En Soldadura.- electrodos para las diferentes aplicaciones:

- Para proceso Arco Manual: Electrodos corrientes y especiales.
- Para proceso MIG, TIG: Alambres corrientes e inoxidable, varilla TIG en hierro-inoxidable.
- Para Arco Sumergido: Fundente y alambre.

Máquinas y equipos.- Indura Ecuador cuenta con Máquinas de soldar Corriente alterna y Continua para los diversos tipos de proceso con respaldo de la marca Italiana Helvi, además es distribuidor exclusivo para Ecuador de la Marca Miller.

Además posee varios tipos de máquinas como son: Compresores, discos abrasivos y Equipos de Protección Personal, es decir cuenta con el MIG completo para sus clientes.

Gases producidos por Indura Ecuador.- Indura Ecuador utiliza en la producción y envasado de gases los procedimientos más adecuados para cada gas, los que aseguran un alto nivel de pureza y un abastecimiento expedito y económico.

Oxígeno y Nitrógeno en estado líquido.- El proceso utilizado en la planta criogénica en Aloag-Sto. Domingo para producir Oxígeno y Nitrógeno en estado líquido, se denomina destilación fraccionada del aire.

Este proceso consiste en purificar el aire y luego enfriarlo, por compresión-descompresión, hasta -193ºC, temperatura a la cual se licúa.

El estado líquido permite separar cada uno de sus componentes por destilación. Este método asegura una eficiente obtención de gases de alta pureza.

Argón Líquido.- Es producido por Indura Chile y en la Planta de Indura Colombia las cuales aseguran un abastecimiento con un nivel de pureza garantizado.

Anhídrido Carbónico.- A través de una alianza comercial con Carbogas productor local de CO2, se cuenta con un abastecimiento con un nivel de pureza garantizado.

Acetileno Corriente y Extra Puro.- Es producido en la planta Guayaquil, la producción de este gas consistente en combinar Carburo de Calcio y agua, en un generador continuo especialmente diseñado para obtener el máximo de seguridad. De la reacción se desprende Acetileno a una presión inferior a 0.6 bar (8.7 PSI). Como agente calorífico es un combustible de alto rendimiento, utilizado en las aplicaciones oxigas.

El Acetileno Extra Puro es utilizado en alumbrado marino, cromatografía de gases y en procesos de metales no ferrosos

Gases envasados por Indura Ecuador.- Indura Ecuador cuenta con dos plantas envasadoras, Planta Matriz Guayaquil la cual abastece a todos los IPAC-Market y Planta Quito donde solo se envasa Oxigeno Industrial y CO2.

Oxigeno (O2).- Sus usos:

Uso industrial.

El Oxígeno gaseoso, por sus propiedades comburentes, es corrientemente usado en procesos de combustión para obtener mayores temperaturas.

- En mezclas con Acetileno u otros gases combustibles, es utilizado en soldadura y corte oxigas.

- Por sus propiedades oxidantes, es utilizado en diversas aplicaciones en siderurgia, industria papelera, electrónica y química

- El Oxígeno Líquido, LOX, es utilizado principalmente para explosivos y como comburente en propulsión espacial.

Uso Medicinal

El Oxígeno es utilizado ampliamente en medicina, en diversos casos de deficiencia respiratoria, resucitación, en anestesia, en creación de atmósferas artificiales, terapia hiperbárica, tratamiento de quemaduras respiratorias, etc.

Nitrógeno (N2).- Sus usos:

Uso industrial

Por su gran inercia química con respecto a la mayoría de los elementos, la simpleza y seguridad de operación que lo caracterizan, el nitrógeno tiene valiosas aplicaciones en diversos campos industriales.

- Como atmósfera inerte protectora o aislante.

- Como gas inerte para remoción de gases disueltos en líquidos (desgasificación) y para agitación de líquidos.

- Como agente de limpieza y secado, en química y petroquímica.

- En forma líquida, es utilizado para enfriamiento y congelación criogénica.

Uso médico

El Nitrógeno es usado en medicina principalmente en estado líquido, en donde se aprovecha su baja temperatura e inercia química para

congelación, preservación y control de cultivos, tejidos, etc. Es empleado también en cirugía (equipos de criocirugía).

Grado Alimento.- Producto fabricado de acuerdo a las necesidades y a las exigencias, cada vez mayores, del Mercado Alimenticio.

- Gas libre de contaminación física, química y microbiológica.
- Gas de alta pureza.
- Producto con estándares de calidad internacional.

Argón (Ar).- Siendo su inercia, aún a elevadas temperaturas, su característica más apreciada, el Argón se utiliza principalmente en:

- Soldadura en atmósfera de gas neutro (procesos MIG,TIG, plasma)
- Metalúrgia y siderurgia, para tratamientos térmicos en atmósfera protectora, desgasificación y desulfuración, etc.
- En electricidad y electrónica, para relleno de ampolletas, tubos fluorescentes, tubos de radio, etc., en los que previene la oxidación de los filamentos incandescentes.

Anhídrido Carbónico (CO2).- El CO2 se utiliza en la creación de atmósferas protectoras para Soldaduras al arco y MIG. En las fundiciones se utiliza como agente endurecedor de moldes de arena.

En la industria de alimentos tiene importantes aplicaciones:

- Carbonatación de bebidas, aguas minerales, etc.
- Protección de vinos, cervezas y jugos de frutas contra la oxidación por contacto con aire.

- Anestésico antes de la matanza de animales.

- En congelación.

- También se usa CO2 en extinguidores de incendio

Otros Gases Comercializados por Indura Ecuador.- Indura Ecuador comercializa otros gases, como:

Helio (He).- Sus usos:

Uso industria

- Se utiliza como atmósfera inerte de protección en soldadura (MIG, TIG, Plasma), tratamientos térmicos y en producción de metales (Titanio, Zirconio).

- Por su baja densidad y no inflamabilidad, es usado para inflar globos publicitarios, de meteorología, de diversión y otros.

- Por su capacidad de mantenerse fluido a bajas temperaturas, y su elevada conductividad térmica es utilizado en criogenia.

- En aplicaciones especiales de refrigeración y en enfriamiento de equipos industriales.

- Se utiliza también en detección de fugas.

Uso médico

- Se usa Helio, asociado con Oxígeno o aire, para crear atmósferas respirables en inmersión submarina, y en ciertas enfermedades de vías respiratorias.

Aire Comprimido (O2-N2).- Sus usos:

Uso industrial:

En este campo, el aire comprimido es utilizado fundamentalmente como:

- Fuente de presión para equipos neumáticos.
- Reserva respiratoria para bomberos y personal industrial.
- Con especificaciones especiales de pureza, en los campos de energía atómica, aero-espacial y exploración submarina.

Uso médico

El aire comprimido se utiliza en conjunto con tratamientos de alta humedad que usan atomizadores, en tratamientos pediátricos, y en general en todo tipo de terapias respiratorias en que esté contra-indicado el aumento en el contenido de Oxígeno atmosférico.

Hidrógeno (H2)

- El Hidrógeno es utilizado, por sus propiedades reductoras, en combustión, y como componente de atmósferas reductoras en la industria metalúrgica, industrial química y en la industria alimenticia

Oxido Nitroso (N2O).- Sus usos:

Uso industrial

- Por su inercia química y naturaleza no tóxica, es usado en el envasado a presión de productos alimenticios, y como propelente en aerosoles.

- Se usa también como agente de detección de fugas en recintos bajo vacío o presurizados, en laboratorio (espectrometría), como agente de reacción en la fabricación de varios compuestos orgánicos e inorgánicos y como refrigerante en forma gaseosa o líquida, para congelación.

Uso médico

El uso principal del Oxido Nitroso, mezclado con Oxígeno, es como analgésico inhalable en medicina y odontología.

Metano (CH4).- El CH4, siendo el mayor componente del gas natural, es ampliamente usado como combustible. También se utiliza como materia prima en la industria química para la síntesis de productos tales como: metanol, amoníaco, acetileno, negro de humo, sulfuro de carbono, ácido cianhídrico, cloruro de metilo, cloruro de metileno, tetracloruro de carbono y cloroformo.

Etileno (C2H4).- Es un gas inflamable, no tóxico, suavemente anestésico.

Es la materia prima base para una serie de síntesis industriales: alcohol etílico, ácido acético, óxido de etileno, polietileno, estireno, cloruro de polivinilo, etilenglicol, eter, etc.

Mezclas de Gases.- Indura Ecuador cuenta con los equipos y la tecnología necesaria para producir mezclas de alta pureza y precisión. La pureza y concentración de los gases componentes puede ser Certificada mediante análisis cromatográfico.

Estas mezclas se utilizan como patrones para calibración de instrumentos y equipos en áreas como minería, hospitales, petroquímica, celulosa, alimentos, medioambiente.

Indurmig.- Las mezclas Indurmig, son combinaciones de Argón, Dióxido de Carbono y Oxígeno, utilizadas en soldadura MIG.

Indurmig 20: Es una mezcla de 20% CO2 y 80% Argón, que se utiliza para soldar alambres sólidos y tubulares de baja y mediana aleación, y alambres de acero inoxidable de alto silicio.

Indurmig 0-2: Es una mezcla de 2% Oxígeno y 98% Argón, que se emplea en soldar aceros inoxidables. El Ar, que es el componente mayoritario de la mezcla, aporta la protección a la soldadura y al O2 Mejora la estabilidad del arco.

Indurtig.- Las mezclas Indurtig, son combinaciones de Argón, Helio e Hidrógeno y Argón puro, usados en soldadura TIG. Las de uso más frecuente son:

Indurtig Universal: Es Argón puro, que puede ser usado en soldadura TIG de todos los materiales.

Indurtig Inox: Es una mezcla de 2% H2 y 98% Argón especialmente recomendada para aceros inoxidables grado alimenticio.

Indurtig AL 5: Mezcla de 70% Argón, 30% Helio recomendada para soldadura de aluminio y cobre en espesores hasta 5 mm.

Indurtig AL 10: Mezcla de 50 % Argón 50% Helio recomendada para soldadura de aluminio y cobre en espesores entre 6-10 mm.

Indurtig AL 20: Mezcla de 30% Argón y 70% Helio recomendado para soldadura de aluminio y cobre en espesores superiores a 10 m.

Azetil.- El Azetil es una mezcla de dos gases: Etileno y Nitrógeno. El Etileno, C2H4, es el agente activo y el Nitrógeno es el gas portador. El Azetil es un gas incoloro, sin sabor, de un olor suave y dulzón, no inflamable y no tóxico. Por su contenido de Etileno hormona natural de

maduración de frutas y hortalizas, se utiliza para lograr la maduración controlada de estos productos. Acelera el crecimiento de las células y obtención del color natural de las frutas maduras.

Formingas.- Es el nombre dado a mezclas que con tienen hasta un 10% de H2 disuelto en N2. Dada la inercia química del N2 y la capacidad reductora del H2, las mezclas Formingas se utilizan en procesos que requieren una atmósfera inerte, seca y reductora, las aplicaciones típicas del Formingas son:

Tratamientos Térmicos, tales como el recocido brillante de Aceros Inoxidables y Metales no Ferrosos.

- Gas de Respaldo en Soldadura, para evitar la oxidación en la raíz del cordón.

- Calentamiento de placas fotográficas en atmósferas exentas de oxígeno y humedad.

1.1.9. Distribución y Abastecimiento

Desde la Planta productora en Aloag-Sto. Domingo se abastece a las Plantas de llenado de Guayaquil y Quito, o directamente a Estanques Criogénicos instalados en clientes con LOX (Oxígeno Líquido) y LIN (Nitrógeno Líquido, según la necesidad del cliente. Para ello cuenta con cisternas que posibilitan el transporte de gases en estado líquido, en forma segura y económica. Una empresa u hospital de alto consumo de gas, puede, a partir de un estanque estacionario, tener un sistema interno de distribución de gases.

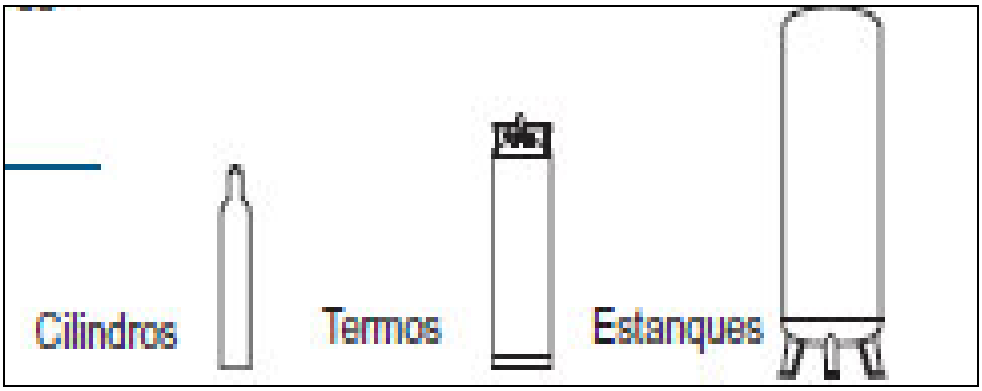
1.1.10. Comercialización

Los gases se suministran generalmente como gases comprimidos y también como líquidos criogénicos (Oxígeno, Nitrógeno, Argón). En forma

gaseosa, se usan regularmente cilindros de acero, y en forma líquida, termos criogénicos o, en caso de alto consumo, estanques criogénicos estacionarios. La elección de alguno de estos sistemas de envasado y distribución depende del producto requerido y del volumen de consumo diario.

GRÁFICO Nº 1

TIPOS DE SUMINISTROS DE GASES



Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

1.1.11. Llenado de cilindros

Los cilindros de acero de alta presión son la forma más frecuente de uso en el caso de consumos medianos o pequeños. Un cilindro de 50 litros de agua de capacidad volumétrica puede contener unos 10 m3 de oxígeno, comprimido a una presión cercana a 200 bar (2901 PSI). El contenido de los cilindros cargados con gas a alta presión, se controla cuidadosamente por temperatura y presión. En el caso del acetileno y de los gases comprimidos - licuados, la carga de los cilindros se controla por peso.

1.1.12. Delimitación de la Investigación

Indura para asegurar la calidad en el llenado de los gases realiza un control estricto en los cilindros basados en la norma Ecuatoriana INEN 2049-95, Norma Americana CGA (Compressed Gas Association), en la cual señala daños por exposición al fuego, abolladuras, combaduras, arco

eléctrico que inhabiliten la operación del cilindros, también se realiza Prueba Hidrostática la cual consiste en sumergir el cilindro con agua en una camisa de acero con contenido de agua y se le inyecta presión según las especificaciones que vienen grabadas en el domo del cilindro.

El taller de Test Shop (Taller de revisión de cilindros) representa un cuello de botella debido a la acumulación de cilindros para mantención debido a que se cuenta con una probadora obsoleta y un solo operador para realizar todas estas pruebas, lo que ocasiona retrasos en producción en plantas de envasado, pagar horas extras a operadores para cumplir con entregas de productos a clientes.

Indura Ecuador cuenta con dos Operadores en Test Shop, un operador para el pintado de cilindros, y un operador capacitado para realizar la revisión cilindros en sus tres divisiones. **Ver Marco Teórico**

1.2. Justificativos

En todas las empresas envasadoras de gases comprimidos se depende de cilindros aptos para su envasado ya que no se cuenta con suficientes cilindros debido al alto costo de los mismos por lo que tener un cilindro en exceso de tiempo para cualquier tipo de revisión genera perdida para la empresa debido a que se tiene un recurso improductivo el cual puede ser y ganar utilidad.

Debido también al incremento de cilindros que pasan al Test Shop por revisiones hay la necesidad de implementar un nuevo sistema probador para realizar las pruebas y contar con otro operador para que esta operación sea productiva.

1.3. Objetivo General

Incrementar la eficiencia en el revisado de cilindros en el Test Shop.

1.4. Objetivos Específicos

Comprar un nuevo Sistema Probador Neumático de Tecnología de Punta para agilitar los procesos de revisión en el Test Shop.

Analizar la contratación de un nuevo operador para que el proceso de revisión sea más ágil.

Cuantificar económicamente el costo de implementar este sistema y la contratación de un nuevo operador.

1.5. Marco Teórico

En Indura se ha realizado un trabajo de Tesis del "Estudio del área de Ventas de la Empresa" en Sistemas de Organización Industrial, por el Ing. Ind. Remigio Pinos.

Manual de gases Indura (2004) manifiesta.

Los cilindros que deben contener gas comprimido a alta presión, necesitan un control periódico de su estado, para seguridad de los usuarios. En Indura cuando un cilindro llega a sus plantas de llenado, es sometido a diversos controles, los mismo que se realizan en el Pre-llenado y son segregados al Test Shop (Taller de mantenimiento de cilindros) para su revisión y análisis.

Inspección Visual.- Se revisan externa e internamente las paredes del cilindro para apreciar la existencia de algún deterioro como cortes, hendiduras, abolladuras, exceso de corrosión y señales de arco eléctrico. En el caso de verificar algún deterioro, este es analizado para determinar su importancia, pero en algunos casos, como la señal de arco eléctrico, este es rechazado e inutilizado definitivamente. También se revisa el estado de la válvula, especialmente su hilo, y la fecha de la última prueba hidrostática.

Prueba de Olor.- Antes de llenar un cilindro, se comprueba el olor de su contenido anterior para detectar posible contaminación.

Prueba de Sonido.- Sirve para verificar si el cilindro tiene alguna falla (grieta, oxidación interna, líquido, etc.,). También indica si está vacío (sonido de campana) o cargado.

Prueba Hidrostática.- La vida útil de un cilindro es de muchos años, dependiendo del trato que haya recibido, por ello es necesario controlar periódicamente la resistencia del material del cilindro. Cada envase debe someterse a una prueba hidrostática periódicamente (según el país y el gas), la cual consiste en probar el cilindro a una presión hidráulica equivalente a 5/3 de su presión de servicio. Las pruebas se realizan estrictamente bajo las normas de la CGA Compressed Gas Association de Estados Unidos (Pág. 40).

Norma INEN 2049-95 (1995-10), Cilindros para Gases de Alta Presión Revisión, manifiesta:

Revisión de rutina.- Es la que obligatoriamente se efectúa a todos los cilindros en circulación que se presentan para ser llenados con el gas de uso asignado.

Revisión especial.- Es la que se efectúa a los cilindros, cuando en la revisión de rutina o periódica se detectan fallas o anormalidades que deben ser investigadas para determinar su aptitud para el uso o rechazo.

Revisión periódica.- Es la que se efectúa en los cilindros de acuerdo a los intervalos de tiempo establecidos a partir de la fecha de fabricación del cilindro. (Pág. 2).

Se utilizará las teorías de las restricciones TOC, para determinar factores limitantes.

1.6. Metodología

Para la elaboración de este trabajo se analizará la información de fuentes primarias, especialmente de la Norma INEN 2049-95 y la Norma CGA Compressed Gas Association de Estados Unidos.

Las fuentes secundarias, que se revisarán son Manuales de gases, Instructivos de Trabajo y Manuales de procedimientos Corporativo.

Para procesar la información se utilizarán, técnicas estadísticas, diagrama de Ishikawa, gráficos de barra y de pastel.

En el análisis económico se aplicará Coeficiente beneficio/costo, TIR, VAN).

CAPITULO II

SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Capacidad de Producción

Indura para sus diversos procesos de envasados cuenta con una Capacidad de Planta Instalada y Capacidad de Planta Utilizada.

La eficiencia de la planta productora, plantas envasadoras y Test Shop se la obtiene del valor de la capacidad de planta instalada anual dividido por la capacidad de planta utilizada anual, los valores están considerados con corte a Julio del 2010 y proyectados con la misma tendencia a Diciembre del 2010.

Se considera un turno de trabajo en jornada laboral de 8 horas diarias por el lapso de 20 días al mes para el personal de Operaciones.

Con esta jornada laboral se satisface el mercado y se tiene alto potencial de crecimiento.

CUADRO Nº 2

CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA Y UTILIZADA

EN LA PRODUCCIÓN DE ACETILENO

CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA PRODUCCIÓN DE ACETILENO

Producción de día	Días	Producción en días	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	Capacidad promedio de envasado en Kg	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	En tonelas anuales
68,00	1,00	365,00	24.820,00	6,00	148.920,00	148,92

CAPACIDAD DE PLANTA UTILIZADA PRODUCCIÓN DE ACETILENO

Producción de cilindros horas	Días	Producción en días	Capacidad instalada anual	Capacidad promedio de envasado en Kg	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	En tonelas anuales
29,00	1,00	288,00	8.352,00	6,00	50.112,00	50,11

Fuente: Observación directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Para la planta productora de acetileno se tiene un promedio de llenado de 29 cilindros diarios y una eficiencia del **33,64 %** ((50,11 ton /148,92 ton) x 100%).

CUADRO Nº 3
CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA Y UTILIZADA
EN EL ENVASADO DE OXÍGENO

CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA ENVASADO DE OXIGENO

Producción de cilindros horas	Horas al día	Producción en días	Capacidad instalada anual	Capacidad promedio de envasado en m3	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	En tonelas anuales
30,00	24,00	365,00	262.800,00	8,00	2.102.400,00	2.846,65

CAPACIDAD DE PLANTA UTILIZADA ENVASADO DE OXIGENO

Producción de cilindros horas	Horas al día	Producción en días	Capacidad instalada anual	Capacidad promedio de envasado en m3	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	En tonelas anuales
27	8,00	288,00	61.678,08	8,00	493.424,64	668,10

Fuente: Observación directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Para la planta envasadora de Oxígeno se tiene un promedio de llenado de 27 cilindros por hora y una eficiencia del **23,47 %.**((668,10 ton / 2.846,65 ton) x 100 %).

CUADRO Nº 4
CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA Y UTILIZADA
EN EL ENVASADO DE CO2

CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA ENVASADO DE CO2

Producción de cilindros horas	Horas al día	Producción en días	Capacidad instalada anual	Capacidad promedio de envasado en kg	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	En tonelas anuales
12,00	24,00	365,00	105.120,00	25,00	2.628.000,00	2.628,00

CAPACIDAD DE PLANTA REAL UTILIZADA ENVASADO DE CO2

Producción de cilindros horas	Horas al día	Producción en días	Capacidad instalada anual	Capacidad promedio de envasado en Kg	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	En tonelas anuales
5,00	10,00	288,00	14.400,00	25,00	360.000,00	487,44

Fuente: Observación directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Para la planta envasadora de CO2 se tiene un promedio de llenado de 5 cilindros por hora y una eficiencia del **18,55 %.**((487,44 ton / 2.628,00 ton) x 100 %), hay que considerar que el rendimiento es bajo debido a que se produce tres veces por semana.

CUADRO Nº 5
CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA Y UTILIZADA
EN EL ENVASADO DE ARGÓN

CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA ENVASADO DE ARGÓN

Producción de cilindros horas	Horas al día	Producción en días	Capacidad instalada anual	Capacidad promedio de envasado en m3	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	En tonelas anuales
20,00	24,00	365,00	175.200,00	8,00	1.401.600,00	2.370,11

CAPACIDAD DE PLANTA REAL UTILIZADA ENVASADO DE ARGÓN

Producción de cilindros horas	Horas al día	Producción en días	Capacidad instalada anual	Capacidad promedio de envasado en m3	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	En tonelas anuales
10,00	10,00	288,00	28.800,00	8,00	230.400,00	389,61

Fuente: Observación directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Para la planta envasadora de Argón se tiene un promedio de llenado de 10 cilindros por hora y una eficiencia del **16,44 %.** ((389,61 ton/2.370,11 ton) x 100 %), hay que considerar que el rendimiento es bajo debido a que se produce tres veces por semana.

CUADRO Nº 6
CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA Y UTILIZADA
EN EL ENVASADO DE INDURMIG

CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA ENVASADO DE INDURMIG

Producción de cilindros horas	Horas al día	Producción en días	Capacidad instalada anual	Capacidad promedio de envasado en m3	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	En tonelas anuales
20,00	24,00	365,00	175.200,00	7,00	1.226.400,00	2.073,84

CAPACIDAD DE PLANTA REAL UTILIZADA ENVASADO DE INDURMIG

Producción de cilindros horas	Horas al día	Producción en días	Capacidad instalada anual	Capacidad promedio de envasado en m3	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	En tonelas anuales
10,00	10,00	288,00	28.800,00	7,00	201.600,00	340,91

Fuente: Observación directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Para la planta envasadora de Argón se tiene un promedio de llenado de 10 cilindros por hora y una eficiencia del **16,44 %.** ((340,91 ton/2.073,84 ton) x 100 %), hay que considerar que el rendimiento es bajo debido a que se produce tres veces por semana.

CUADRO Nº 7
CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA Y UTILIZADA
EN EL ENVASADO DE NITRÓGENO

CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA ENVASADO DE NITRÓGENO

Producción de cilindros horas	Horas al día	Producción en días	Capacidad instalada anual	Capacidad promedio de envasado en m3	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	En tonelas anuales
20,00	24,00	365,00	175.200,00	7,00	1.226.400,00	2.073,84

CAPACIDAD DE PLANTA REAL UTILIZADA ENVASADO DE NITRÓGENO

Producción de cilindros horas	Horas al día	Producción en días	Capacidad instalada anual	Capacidad promedio de envasado en m3	Capacidad instalada anual de producción de cilindros	En tonelas anuales
7,00	8,00	288,00	16.128,00	7,00	112.896,00	190,91

Fuente: Observación directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Para la planta envasadora de Argón se tiene un promedio de llenado de 10 cilindros por hora y una eficiencia del **9,21 %.** ((109,91 ton / 2.073,84) x 100 %), hay que considerar que el rendimiento es bajo debido a que se produce 1 vez por semana.

CUADRO Nº 8
CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA Y UTILIZADA
SISTEMA PROBADOR TEST SHOP

CAPACIDAD DE PLANTA INSTALADA SISTEMA PROBADOR

Producción de cilindros horas	Horas al día	Producción en días	Capacidad instalada anual
3,00	24,00	365,00	26.280,00

CAPACIDAD DE PLANTA REAL UTILIZADA SISTEMA PROBADOR

Producción de cilindros horas	Horas al día	Producción en días	Capacidad Real Utilizada anual
1,50	10,00	288,00	4.320,00

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Para el Test Shop se tiene una eficiencia del 16 % ((4.320 cilindros / 26.280,00 cilindros) x 100 %), hay que considerar que el rendimiento es bajo debido a que se cuenta con un solo operador para las revisiones.

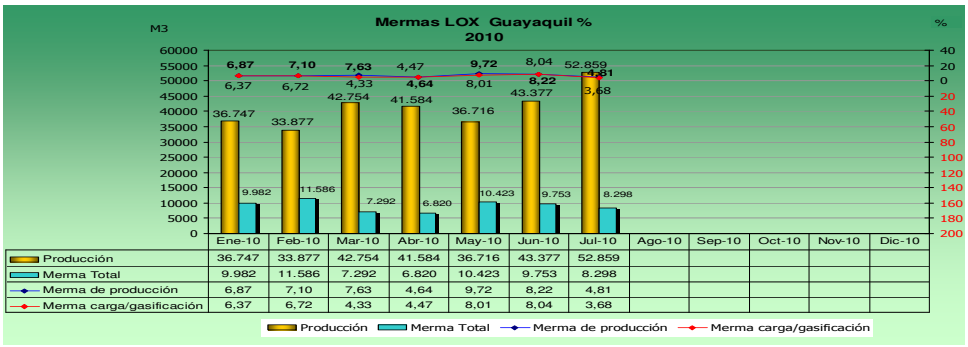
2.2. Indicadores de Gestión de Planta de Envasado

Para la planta de envasado se ha establecido un indicador de gestión en lo referente a mermas de producción y carga en el cual se resumen también cantidad de producción de gases en m3 mensual, para cada año se establece una meta de reducción.

Para el Oxígeno se lleva un promedio de 12,5 % obtenida sumando la merma de producción y carga, la meta para el año 2010 es estar por debajo de 15%.

GRÁFICO Nº 2

MERMAS DE OXÍGENO



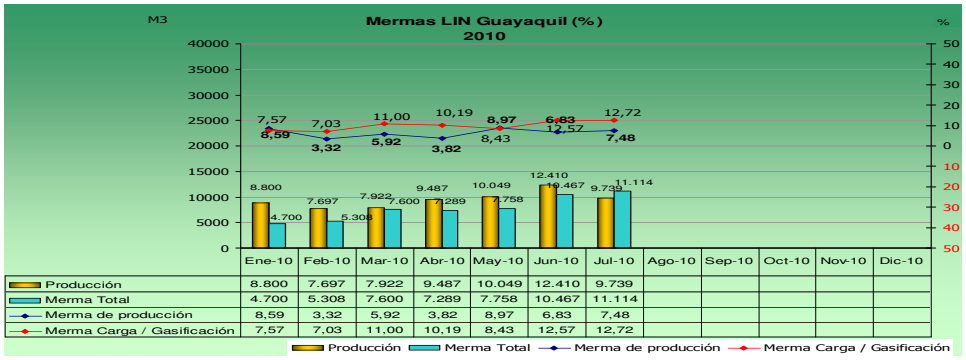
	Ene-10	Feb-10	Mar-10	Abr-10	May-10	Jun-10	Jul-10	Ago-10	Sep-10	Oct-10	Nov-10	Dic-10
Producción	36.747	33.877	42.754	41.584	36.716	43.377	52.859					
Merma Total	9.982	11.586	7.292	6.820	10.423	9.753	8.298					
Merma de producción	6,87	7,10	7,63	4,64	9,72	8,22	4,81					
Merma carga/gasificación	6,37	6,72	4,33	4,47	8,01	8,04	3,68					

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Para el Nitrógeno se lleva un promedio de 16.5 % obtenida sumando la merma de producción y carga, la meta para el año 2010 es estar por debajo de 18 %.

GRÁFICO Nº 3

MERMAS DE NITRÓGENO



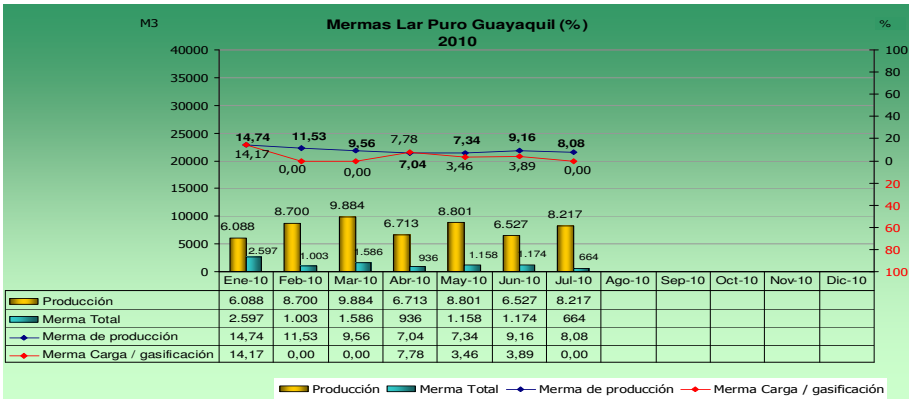
	Ene-10	Feb-10	Mar-10	Abr-10	May-10	Jun-10	Jul-10	Ago-10	Sep-10	Oct-10	Nov-10	Dic-10
Producción	8.800	7.697	7.922	9.487	10.049	12.410	9.739					
Merma Total	4.700	5.308	7.600	7.289	7.758	10.467	11.114					
Merma de producción	8,59	3,32	5,92	3,82	8,97	6,83	7,48					
Merma Carga / Gasificación	7,57	7,03	11,00	10,19	8,43	12,57	12,72					

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Para el Argón se lleva un promedio de 13.82 % obtenida sumando la merma de producción y carga, la meta para el año 2012 es estar por debajo de 15%.

GRÁFICO Nº 4

MERMAS DE ARGÓN



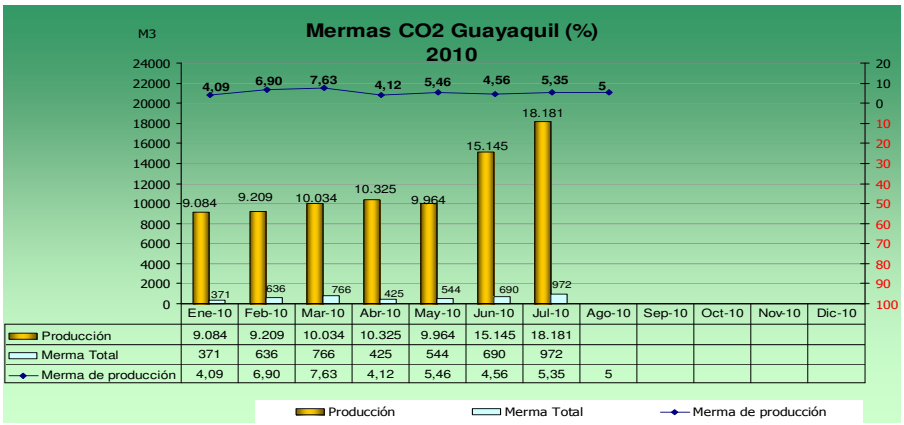
	Ene-10	Feb-10	Mar-10	Abr-10	May-10	Jun-10	Jul-10	Ago-10	Sep-10	Oct-10	Nov-10	Dic-10
Producción	6.088	8.700	9.884	6.713	8.801	6.527	8.217					
Merma Total	2.597	1.003	1.586	936	1.158	1.174	664					
Merma de producción	14,74	11,53	9,56	7,04	7,34	9,16	8,08					
Merma Carga / gasificación	14,17	0,00	0,00	7,78	3,46	3,89	0,00					

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Para el CO2 se lleva un promedio de 5 %, la meta para el año 2010 es estar por debajo de 6 %.

GRÁFICO Nº 5

MERMAS DE CO2



	Ene-10	Feb-10	Mar-10	Abr-10	May-10	Jun-10	Jul-10	Ago-10	Sep-10	Oct-10	Nov-10	Dic-10
Producción	9.084	9.209	10.034	10.325	9.964	15.145	18.181					
Merma Total	371	636	766	425	544	690	972					
Merma de producción	4,09	6,90	7,63	4,12	5,46	4,56	5,35	5				

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

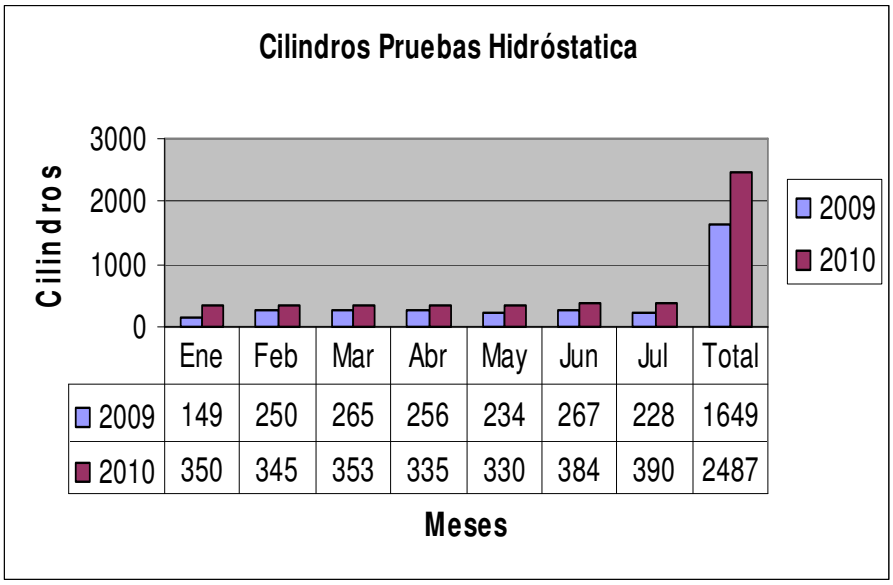
2.3. Indicadores de Gestión Revisión de Cilindros Test Shop

El Test Shop (Taller de revisión de Cilindros) cuentan con indicadores de gestión tales como cantidad de cilindros probados, cambio de válvula y

pintura, los cuales indican el incremento de las revisiones, debido a que Indura cuenta con un parque de 14.000 cilindros de alta presión.

GRÁFICO Nº 6

CILINDROS PRUEBAS HIDROSTÁTICAS

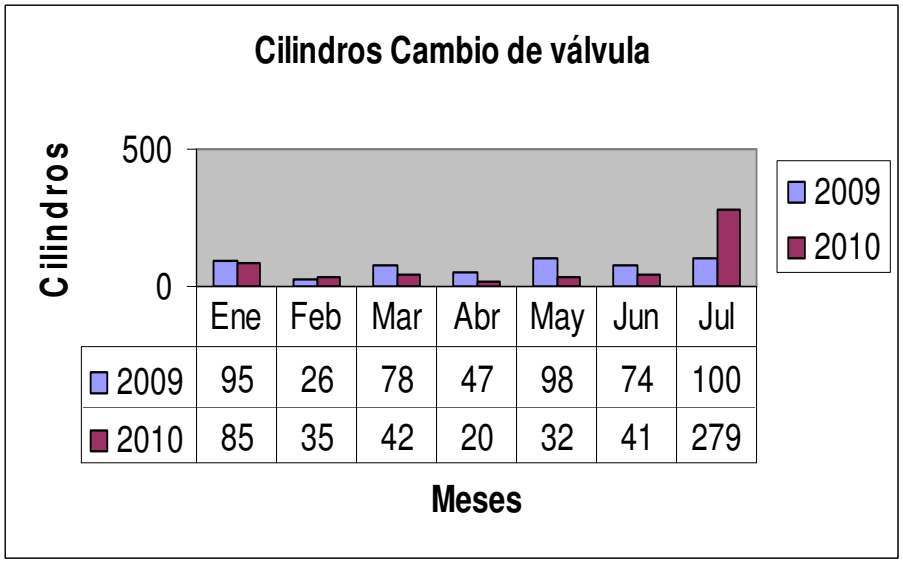


	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Total
2009	149	250	265	256	234	267	228	1649
2010	350	345	353	335	330	384	390	2487

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

GRÁFICO Nº 7

CILINDROS CAMBIO DE VÁLVULAS

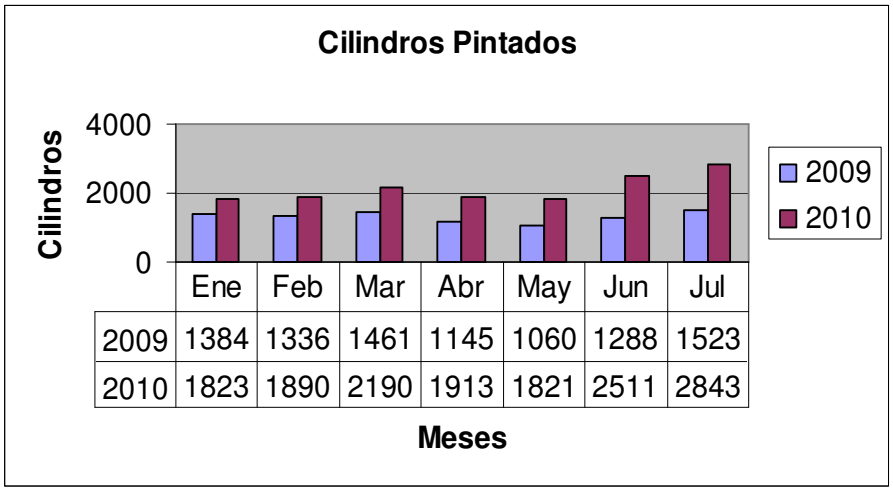


	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
2009	95	26	78	47	98	74	100
2010	85	35	42	20	32	41	279

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

GRÁFICO Nº 8

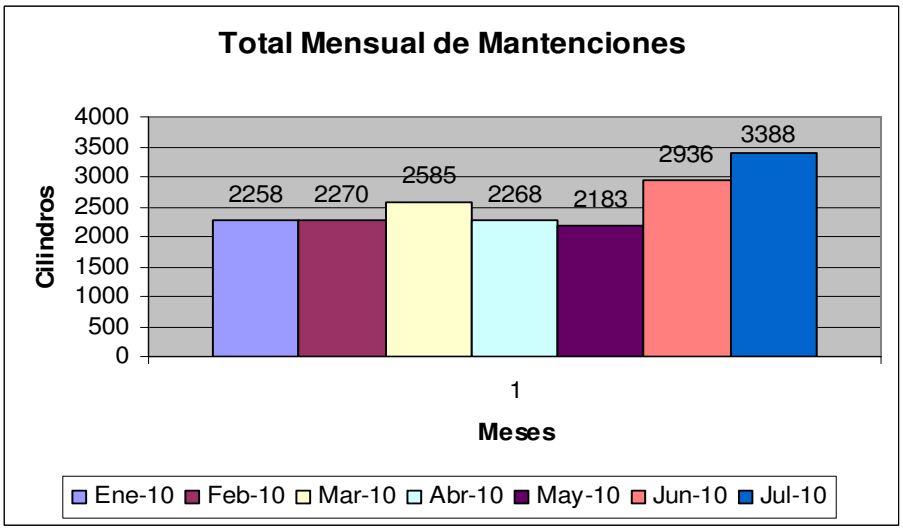
CILINDROS PINTADOS



Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

GRÁFICO Nº 9

TOTAL DE MANTENCIONES MENSUALES



Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

2.4. Recursos Productivos

Indura para los diferentes procesos cuenta con los Equipos necesarios para desarrollar sus procesos y un Recurso Humano altamente calificado.

2.4.1. Equipos Utilizados

CUADRO N° 9

EQUIPOS UTILIZADOS EN LOS PROCESOS DE ENVASADO

Equipos	Procesos	Cantidad
Bombas Criogénicas	Envasado de: Oxigeno Industrial Oxigeno medicinal Nitrógeno CO2 Argón Puro Argón Crudo	6
Balanzas	Pesado de cilindros y termos: Llenado de termos Envasado de Co2 Pesado de cilindros de Acetileno Control de tara en el Test Shop Envasado en sala de mezcla	5
Estanques	Para almacenamiento de: LOX (Oxigeno Liquido Industrial) LOX (Oxigeno Liquido Medicinal) LIN (Nitrógeno Liquido) LAR(Argón Puro) LAR (Argón Crudo) CO2 (Anhídrido Carbónico)	6
Bombas de Vacío	Envasado de: Oxigeno Industrial Oxigeno Medicinal Nitrógeno, CO2 ,Argón Sala de Mezcla	4
Termómetros Digitales	Envasado en: Envasado de gases Industriales Envasado de Oxigeno Medicinal Sala de mezcla	3
Compresores	Para envasado de: Aire Comprimido Sistema de Booster Llenado de acetileno Sistema neumáticos	4
Bombas Haskell	Para envasado de: Recuperación de Argón gasificado en el estanque	1
Bombas de Agua	Sistema contra incendio Vaciado de pozo del Test Shop Recirculación planta de Acetileno	3
Generador	Producción de Acetileno	1
Servomex	Análisis de gases	1
Cromatógrafos	Análisis de gases	2
Máquina Probadora	Ensayo de Pruebas Hidrostática	1
Máquina Desvalvuladora	Cambio de válvulas en cilindros	1

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

2.4.2. Recursos Humanos

Actualmente Indura cuenta con el siguiente número de colaboradores divididos en sus diferentes áreas.

CUADRO Nº 10

NÚMERO DE COLABORADORES

Área	# de Colaboradores
Gerencia General	1
Gerencia de Administración y Finanzas	47
Gerencia de Operaciones	31
Gerencias de Ventas	42
Marketing	5
Dirección Técnica	4
Total de Colaboradores	**131**

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Para los procesos de envasado se cuenta con Operadores capacitados para cada área de envasado o Producción.

La jornada laboral del personal de Operaciones, está establecida de la siguiente manera:

- De lunes a viernes de 07:30 hasta las 17:30 horas, y Sábados de 08:00 hasta las 12:00 horas.

- Producción de Acetileno se cuenta con dos operadores en turnos de 8 horas diarias.

- Producción de gases industriales se cuenta con tres operadores en turnos de 8 horas.

- Para el Test Shop se cuenta con dos Operadores en turnos de 8 horas.

2.5. Proceso de Producción

El proceso de la prueba hidrostática empieza una vez que el operador separa y saca la válvula del cilindro y verifica la clasificación de fabricación y especificación DOT (Departamento de transporte de Estados Unidos), ICC (Comisión Interestatal de Comercio); que son los entes en regulación de fabricación y ensayos de cilindros, luego lo llena con agua y lo coloca en la prensa hidráulica; registra la numeración en las planillas de prueba hidrostática e inspección visual; conecta el tecle a la tapa neumática e instala el cilindro suavemente.

El instructivo se complementa con los siguientes literales:

a) Conectar la manguera de aire y la manguera de agua a la tapa neumática, abra la llave del agua para rellenar la camisa de agua hasta que rebalse, abra la válvula para que entre el aire y hermetice la camisa. El agua se devolverá por un conducto hacia la bureta, cierre la válvula de la camisa de agua, corte el agua y ponga el nivel de la bureta en cero.

b) Al probar el primer cilindro del día se recomienda poner en marcha la botonera, con ello activará la bomba de compresión de H2O eleve presión a 2.000 PSI / 13,80 MPa, y detenga la bomba, abra la válvula de presión y bájela hasta llegar a cero revise el nivel de agua en la bureta con el fin de comprobar fugas.

c) Elevar presión según especificación del cilindro, esta corresponde a la presión de prueba estampada en el cilindro, de no estar estampada se probará el cilindro 5/3 a la presión de servicio del cilindro. Una vez llegado a la presión verifique el nivel de la bureta y regístrela, Expansión Total.

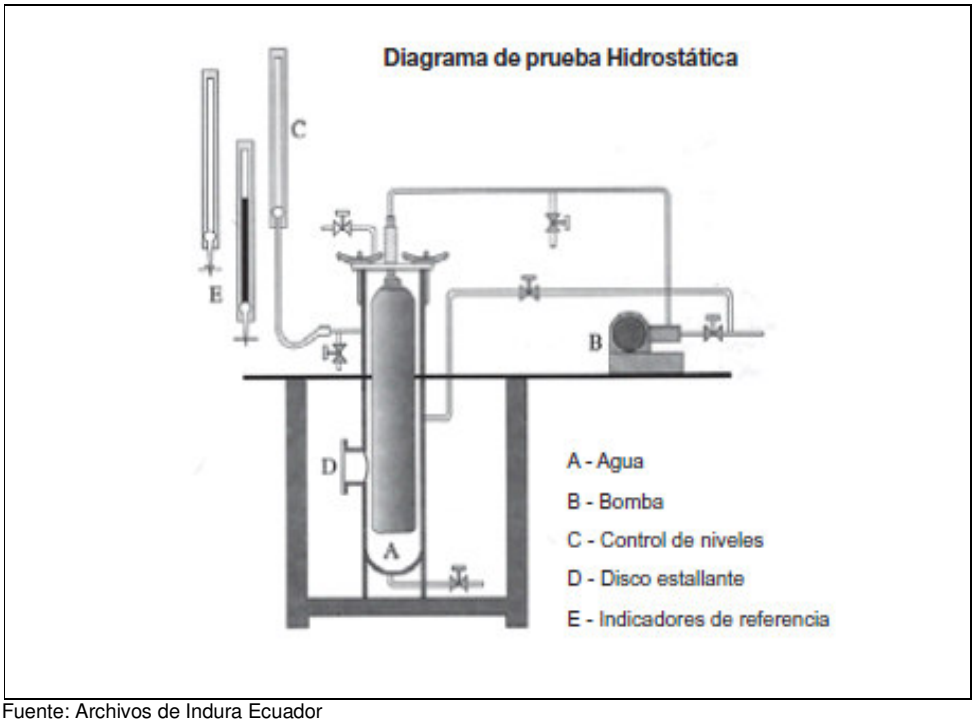
d) Apagar la bomba y abra la válvula de presión para que baje la presión a cero y mida la expansión Permanente en la bureta.

e) El porcentaje de Expansión Elástica (Expansión Permanente dividido para la Expansión Total multiplicado por 100) no debe ser superior al 10 %. Un alto valor en el porcentaje de expansión es una indicación de que el metal del cilindro ha perdido su elasticidad o excesiva delgadez.

f) Desconecte las mangueras de aire de la tapa neumática y de presión Saque el cilindro de la tapa neumática, póngalo en el volteador de cilindro y bótele el agua. Ponga el cilindro en el sector de secado, conecte las cañerías y abra la llave por 30 minutos a 1hora. El secado debe ser realizado con aire caliente.

GRÁFICO Nº 10

DIAGRAMA DE PRUEBA HIDROSTÁTICA



Fuente: Archivos de Indura Ecuador
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

g) Una vez realizada la prueba hidrostática se debe marquillar el cilindro con la fecha de realización de la prueba (mes, año) en dos dígitos y símbolo de identificación en Indura se utiliza una estrella. Lo anterior debe quedar estampado en una zona adyacente a las marcas de pruebas anteriores.

GRÁFICO Nº 11

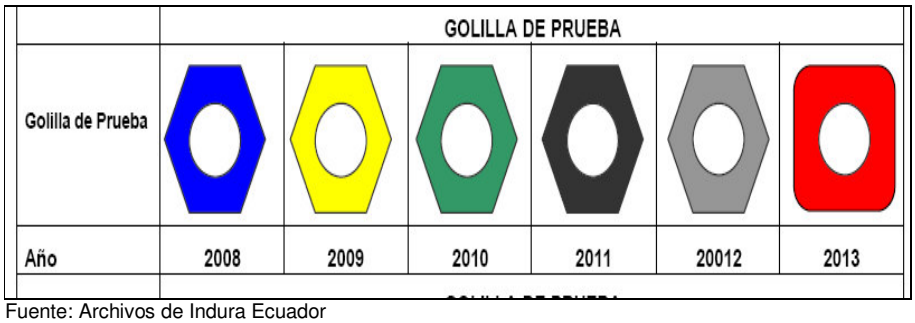
IDENTIFICACIÓN TÉCNICA DEL CILINDRO

Fuente: Archivos de Indura Ecuador
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

h) Realice una inspección interior utilizando una luz (foco de 12 voltios) de inspección para asegurarse que el cilindro está seco, que no tiene defectos ni partículas de metal o suciedad que se hayan hecho visibles con la prueba hidrostática.

GRÁFICO Nº 12

IDENTIFICACIÓN DE GOLILLA AÑO DE PRUEBA HIDROSTÁTICA



Fuente: Archivos de Indura Ecuador
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

i) Verifique la identificación de la válvula, ponga teflón, golilla de identificación Indura con el color designado por año que corresponde, instale la válvula.

j) Finalmente deje el cilindro en la zona designada de cilindros aptos para luego llevarlos a planta de llenado o pintura.

2.6. Materia Prima e Insumos

La materia prima para el proceso de envasado en transportada en ISO Contenedores (recipientes diseñados para contener líquidos criogénicos) desde las diferentes plantas productoras.

- Para el caso del LOX (oxígeno en estado líquido), LIN (nitrógeno líquido) se abastece desde la Planta Asu (Planta productora de Oxígeno y Nitrógeno líquido por el proceso de destilación fraccionada del aire), ubicada en Alog-Sto. Domingo.

- Para el caso de LAR (Argón puro y crudo líquido) son importados desde Chile o Colombia.

- Para el CO2 nos abastecemos de nuestro proveedor local Carbogas.

CUADRO Nº 11
MATERIA PRIMA E INSUMOS

Nombre	Proveedor	Presentación
Oxígeno	Planta ASU	Líquido (toneladas)
Nitrógeno	Planta ASU	Líquido (toneladas)
Argón	Indura Chile/Colombia	Líquido (toneladas)
CO2	Carbogas	Líquido (toneladas)
Carburo de Calcio	Indura Chile	Tambor de 115 Kg.
Agua	Nacional	Volumen en m3
Cloruro de Avellana	Del exterior	Tambor de 180 Kg.
Cloruro en Escama	Nacional	Saco de 25 Kg.
Acetona	Del exterior	Tambor de 190 Kg.
Aceite regail 68	Nacional	Caneca de 5 Galones
Sellos de PVC	Del exterior	Unidades
Bananas de Identificación de gases	Nacional	Unidades
Etiquetas de Precaución de gases	Nacional	Unidades
Pintura	Nacional	Caneca de 5 Galones

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

2.7. Diagrama de Operaciones del Proceso.

Diagrama de operaciones del proceso del Test Shop, de Planta de Llenado, Planta Productora de Acetileno. **Ver Anexo 4, 4A y 4B**

2.8. Diagrama de Flujo del Proceso.

Diagrama de flujo del proceso del Test Shop, de Planta de Llenado, Planta Productora de Acetileno.
Ver Anexo 5, 5A y 5B

2.9. Registro del problema.

El registro del problema se lo realiza en hoja Excel llamado Lista de Verificación de Cilindros Pendientes por Revisión para llevar estadística de la cantidad de cilindros que se quedan mensualmente sin realizar algún tipo de revisión.
Ver Anexo 6

Las revisiones de pruebas hidrostáticas, cambio de válvula, exposición al fuego quedan registradas en los formatos de inspección de Prueba Hidrostática y Revisión Interna, donde se resalta la numeración del cilindro.
Ver Anexo 7 y 7A

Las revisiones especiales llamamos a la actividad en la cual se realizan inspecciones puntuales a cilindros que se detectan con abolladura, ovulación, picadura aislada y corrosión que puedan inhabilitar al cilindro quedan registradas en el formato de Revisión Especial.
Ver Anexo 8

Todos los cilindros que se registran en los formatos son ingresados al sistema contable y de control SAP de la organización, para llevar estadísticas de revisiones realizadas a cada cilindro.

CAPITULO III

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

3.1. Identificación del Problema

El Problema en el Test Shop es la demora en la realización de la Prueba Hidrostática, ya que los cilindros pasan alrededor de 2 días para realizar el ensayo, la planta de envasado de gases depende de cilindros vacíos aptos con su Prueba Hidrostática vigente, se ha observado que en los meses de enero a julio del año 2010 se ha incrementado el proceso de revisión.

Ver Gráfico 6

Este incremento en la realización de pruebas hidrostáticas ocasiona que se queden cilindros sin realizar el ensayo, lo que ocasiona retrasos en producción.

En enero del 2010 se implemento un registro Lista de Verificación de Cilindros Pendientes por Revisión para llevar estadística de la cantidad de cilindros que se quedan mensualmente sin realizar algún tipo de revisión.

Es responsabilidad del operador del test Shop de alimentar el registro para al final del mes presentarlo al Supervisor de Planta.

Ver Tabla N° 12

Se ha observado que por el tiempo excesivo de parada en el Test Shop se ha incrementado el número de cilindros que se quedan pendientes de realizar su prueba hidrostática teniendo un promedio mensual de 108 cilindros.

Ver Tabla N° 13

CUADRO N° 12

LISTA DE VERIFICACION CILINDROS PENDIENTES POR REVISION **PROCESO:** Revisión de Cilindros Test Shop **RESPONSABLE:** Sr. Félix Cedeño **PERÍODO:** 01/01/2010 a 31/07/2010 **TOTAL DE ITEMS REVISADOS:1064 Cilindros**	
TIPO DE REVISIÓN	**Cantidad de Cilindros**
Prueba Hidróstatica	753
Cambio de válvula	83
Pintura	221
Exposición al Fuego	2
Aballadura	1
Hendidura	0
Arco eléctrico	2
Protuberancia	0
Ovalación	1
Corrosión	1
TOTAL	**1064**

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

CUADRO N° 13

LISTA DE CILINDROS PRUEBA HIDROSTÁTICAS PENDIENTES **PROCESO:** Revisión de Cilindros Test Shop **RESPONSABLE:** Sr. Félix Cedeño **PERÍODO:** 01/01/2010 a 31/07/2010 **TOTAL DE ITEMS REVISADOS:**	
TIPO DE REVISIÓN	**Cantidad de Cilindros pendientes**
Enero	95
Febrero	91
Marzo	102
Abril	95
Mayo	112
Junio	126
Julio	132
TOTAL	**108**

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Por normativa interna de Indura la condición de pintura como presentación del cilindro debe ser un factor diferenciador de la competencia.

La acumulación de cilindros en el Test Shop es debido también a que se cuenta con dos operadores para este proceso y una probadora que por su capacidad hace lento el proceso de prueba.

Estos factores ocasionan un cuello de botella para el proceso de envasado, que no permite contar con producto lo que en muchos casos

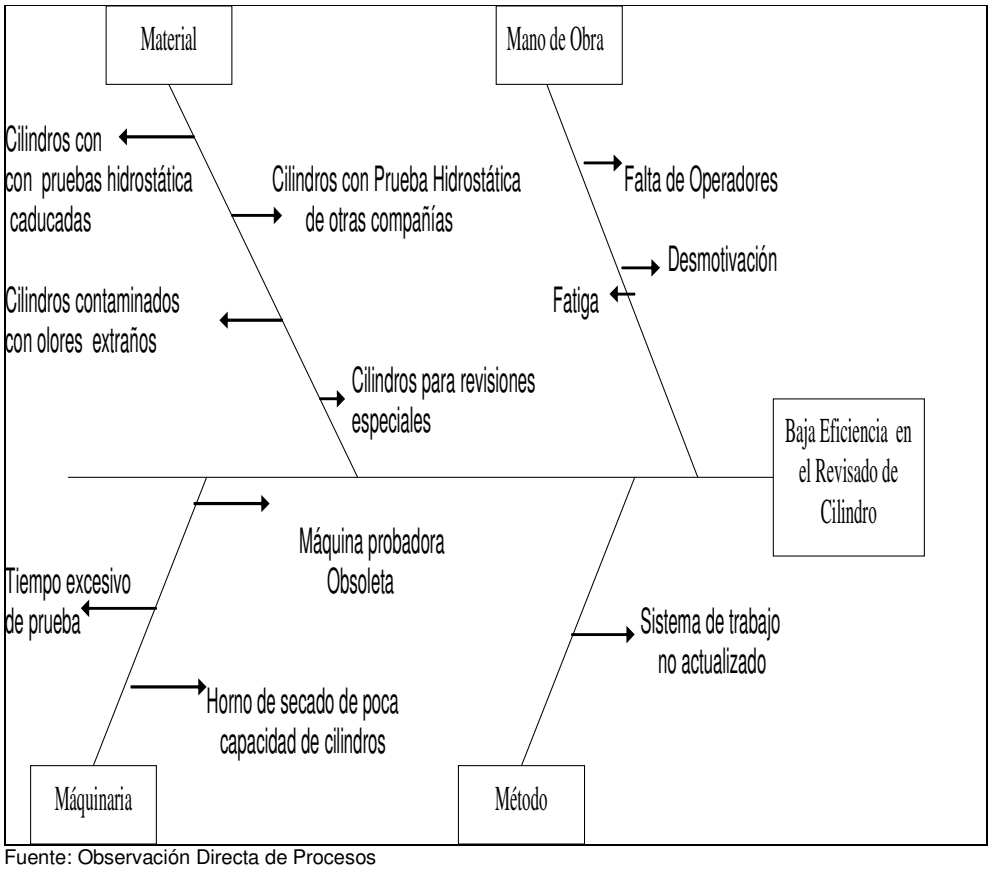
ocasionan retrasos en entrega a clientes y abastecimiento normal a los Indumarket.

3.2. Diagrama Causa-Efecto

En base a entrevistas con los colaboradores, recorridos de planta, representaré las diversas causas y su efecto en el problema de realización de la prueba hidrostática.

GRÁFICO Nº 13

DIAGRAMA CAUSA - EFECTO



Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

3.3. Análisis de Pareto

Con esta herramienta se clasificará las categorías, se calcula el porcentaje de cada categoría dividiendo la frecuencia por el total.

CUADRO N° 14

LISTA DE VERIFICACIÓN COMPLETA

LISTA DE VERIFICACION CILINDROS PENDIENTES POR REVISIÓN **PROCESO:** Revisión de Cilindros Test Shop **RESPONSABLE:** Sr. Félix Cedeño **PERÍODO:** 01/01/2010 a 31/07/2010 **TOTAL DE ITEMS REVISADOS:1064 Cilindros**		
TIPO DE REVISIÓN	**Frecuencia**	**%**
Prueba Hidróstatica	753	70,77
Cambio de válvula	83	7,80
Pintura	221	20,77
Exposición al Fuego	2	0,19
Aballadura	1	0,09
Hendidura	0	0,00
Arco eléctrico	2	0,19
Protuberancia	0	0,00
Ovalación	1	0,09
Corrosión	1	0,09
TOTAL	**1064**	**100,00**

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

La categoría de pintura se obviará debido a que está basada en la inspección visual del operador de llenado y del operador del test shop.

Las categorías con baja frecuencia, exposición al fuego, abolladura, hendidura, arco eléctrico, pertuberancia, ovulación, protuberancia y corrosión, se agruparán, como "otros" y colocadas al final de la lista.

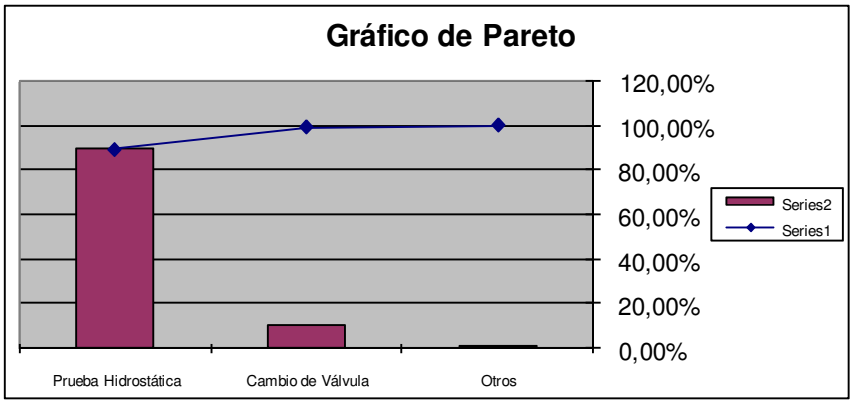
CUADRO N° 15

LISTA DE VERIFICACIÓN SIMPLIFICADA Y GRÁFICO DE PARETO

LISTA DE VERIFICACIÓN
CILINDROS PENDIENTES POR REVISION
PROCESO: Revisión de Cilindros Test Shop
RESPONSABLE: Sr. Félix Cedeño
PERÍODO: 01/01/2010 a 31/07/2010
TOTAL DE ÍTEMS REVISADOS:2397

TIPO DE REVISIÓN	Frecuencia	%	Acumulado%
Prueba Hidrostática	753	89,32%	**89,32%**
Cambio de Válvula	83	9,85%	**99,17%**
Otros	7	0,83%	**100,00%**
Total	**843**	**100,00%**	

Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola



Fuente: Observación Directa de Procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Se concluye que el problema radica en la demora en la realización del ensayo de la prueba hidrostática.

3.4. Impacto Económico del problema

Identificado el problema que es la demora en la realización de la prueba hidrostática a cilindros, y que representa una pérdida económica debido a que el cilindro no está rotando en cliente y no genera utilidad que es la meta de toda organización.

Evaluaré la pérdida de Utilidad considerando el precio de venta al público vs. el costo de producción, valores facilitados por el departamento contable de la compañía para determinar el impacto económico del problema.

CUADRO N° 16

UTILIDAD POR GASES

Producto	PVP el m3	Costo de producción m3	Utilidad
Oxigeno	$ 3,00	$ 1,05	$ 1,95
Argón	$ 25,00	$ 8,00	$ 17,00
Indurmig	$ 13,00	$ 5,00	$ 8,00
CO2	$ 1,87	$ 1,05	$ 0,82
Gases Especiales y mezclas	$ 35,00	$ 12,00	$ 23,00
Nitrógeno	$ 12,00	$ 4,00	$ 8,00
Aire comprimido	$ 5,00	$ 3,50	$ 1,50
		Promedio de Utilidad	**$ 8,61**

Fuente: Archivos de Indura Ecuador
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

El promedio de utilidad por cada m^3 de gas es de $ 8.61.

Considerando un cilindro de capacidad promedio de 8 m^3 la utilidad es de $ 68.88 por cilindro (8 m^3x $8.61). El promedio mensual de cilindros que se quedaron sin realizar la prueba hidrostática de Enero a Julio del 2010 es de 108 Cilindros.

Ver Tabla N° 13.

Si realizamos el cálculo de los 108 cilindros x $ 68.88 da un valor $7.439,04 mensual de pérdida de Utilidad. Al año ($ 7.439,04 x 12 meses), nos da una pérdida de utilidad de $ 89.268,48 anual, de pérdida de utilidad.

3.5. Diagnóstico

En las revisiones de calidad que se realiza a los cilindros en el Test Shop se evidencia un incremento del tiempo de parada por realización de pruebas hidrostáticas a cilindros, esto representa un cuello de botella para el sistema de envasado y pérdidas económicas para la compañía.

El actual sistema para la realización de las pruebas hidrostáticas que cuenta la compañía fue adquirido en el año 1985 lo cual pasó a ser obsoleto, debido a nuevos diseños y avances de nuevas tecnologías en sistemas probadores.

Las pruebas hidrostáticas a los cilindros hay que realizarlas por normativa INEN en período de 5 años por lo que es necesario la adquisición de un nuevo sistema probador y la contratación de un operador para agilitar el proceso y reducir el tiempo de paradas de dos días a uno en el Test Shop, con la finalidad de contar con cilindros aptos para el envasado en la planta de llenado de gases.

La pérdida de utilidad anual asciende a un total de $ $ 89.268,48 por lo que considero utilizar la metodología de la Teoría de las Restricciones (TOC) para solucionar el problema del cuello de botella.

La Meta de toda compañía es ganar dinero.

CAPITULO IV

PROPUESTA

4.1. Planteamiento de la Propuesta

El estudio de la Teoría de las Restricciones refuerza el proceso de gestión y mejoramiento continuo de la organización.

Se considerará lo siguiente:

a) Identificación de la Restricción.- Indura cuenta con un parque de alrededor de 14.000 cilindros lo que representa uno de los principales activos de la compañía, y es necesario mantenerlos con sus Pruebas Hidrostáticas activas para que el cilindro genere valor.

En las revisiones de cilindros en el Test Shop se evidencia un incremento en el número de cilindros que se quedan pendientes de realizar su prueba hidrostática teniendo un promedio mensual de 108 cilindros, debido al tiempo excesivo de parada en el Test Shop lo que representa un cuello de botella para el sistema de envasado y pérdidas económicas para la compañía ya que el cilindro demora dos días para su habilitación, lo que no permite contar con stock de cilindros aptos y ocasiona retrasos en entrega a clientes internos(planta de envasado, distribución) y externos(público en general).
Ver Tabla N° 13

b) Explotar la Restricción.- Para la mejora de la restricción se contratará un operador para realizar tareas de inspección y realización de prueba hidrostática, reduciendo a 1 día es decir un 50% las paradas de cilindros por pruebas. **Ver Tabla N° 17**

CUADRO Nº 17

COSTO POR CONTRATACION DE UN OPERADOR	
Sueldo Básico	$ 260,00
Aporte Patronal	$ 31,59
Décimo Tercero	$ 21,67
Vacaciones	$ 10,92
Décimo Cuarto	$ 21,67
Sobre Tiempo	
Costo mensual del Operador	**$ 345,84**
Costo anual del Operador	**$ 4.150,12**

Fuente: Observación Directa
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Para cumplir con la normativa INEN en lo referente a revisión de cilindros de alta presión se comprarán los siguientes equipos para el Test Shop:

- **Sistema Automático de Prueba Hidrostática.-** El mismo que consta de un compresor, que debe ser conectado la camisa donde se sumerge el cilindro, una consola con un CPU incorporado donde se grabará la información de número de cilindro, especificación técnica, expansión total, expansión permanente y la expansión elástica, está información se ingresará al sistema SAP para que quede grabado la prueba y los resultados de cada cilindro. El equipo también cuenta con un sistema para realizar test de presurización.

  Ver Anexo N° 9: Cotización del Proveedor

- **Durómetro**.- Equipo digital portátil, modelo TH-130 para medir la dureza de acero de las paredes del cilindro sobre todo cuando ha estado expuesto al fuego, con indentador integrado al equipo. Mide directamente en escalas, Brinell.

  Posee compensación automática para la posición en que se haga la indentación. Posee salida a PC o impresora TA230 (opcional).

  Ver Anexo N° 10: Cotización del Proveedor

- **Reticulador.-** Para ensayos de adherencia de pintura marca PCWI. Considera el mango y una placa reticuladora fabricada en carburo de

tungsteno de 11 dientes con 1mm de separación entre ellos. Se considera la provisión de un rollo de cinta adhesiva para realizar los ensayos de adherencia de pintura. En cotización del proveedor.

Ver Anexo N° 11: Cotización del Proveedor

- **Sistema de Pintado.-** Consta de un tanque a presión con capacidad para dos galones con su respectiva pistola.

  Ver Anexo N° 12: Cotización del Proveedor

- **Acondicionamiento del piso del área del Test Shop.-** Se regenerará un área total de 74,75 m2, primero se realizará un bacheo epóxido de 3 a 4 mm, luego se procederá a realizar un mortero con poliuretano (cemento SIKAFLOOR) de espesor de 6 mm. color gris mate, y la colocación de caucho en el área de descarga, con esta técnica se evitará desgastes del piso por golpes y movimientos de cilindros.

  Ver Anexo N° 13: Cotización del Proveedor

- **Cámara de pintura.-** La misma consiste básicamente en que los polvos en suspensión sea absorbido por los filtros de extracción cuando se pinta el cilindro, para protección del operador, y para cumplir con normativa ambiental local.

  Ver Anexo N° 14: Cotización del Proveedor

En la Tabla N° 18 se resume los costos de los equipos a adquirir y la adecuación del Test Shop.

CUADRO Nº 18

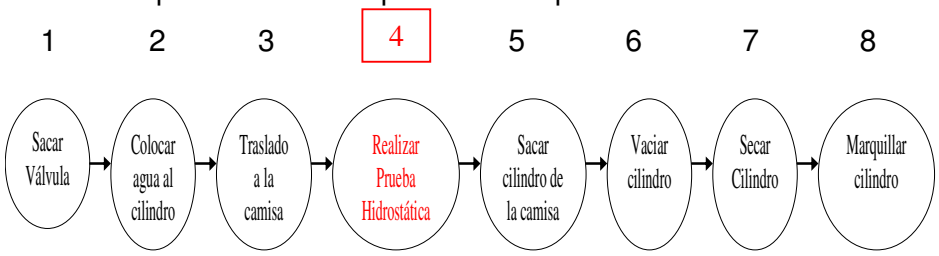
COSTO DE COMPRA DE EQUIPOS (INVERSIÓN FIJA)

COMPRA DE EQUIPOS	
Sistema Automático de Prueba Hidrostática	$ 25.000,00
Durómetro	$ 1.950,00
Equipo de prueba de adherencia de pintura	$ 499,00
Sistema de pintado	$ 621,71
Mortero Polúretano-Cemento SIKAFLOOR	$ 24.618,67
Cámara de Pintura	$ 3.958,40
Total de costo de equipos	**$ 56.647,78**

Fuente: Observación Directa
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

c) Subordinar la Restricción.- Se tiene un promedio de 108 cilindros mensuales (ver tabla N° 13) que se quedan sin realizar la prueba hidrostática, y un promedio de 355 cilindros mensuales (2487 cyl/ 7 meses), de realización de pruebas hidrostáticas(ver gráfico N° 6), con la reorganización del proceso estos 108 cilindros entrarían al promedio de ensayo de realización mensual de la Prueba Hidrostática y aplicamos una regla de tres ((108 Cilindros * 100 %)/355 Cilindros), da un incremento del 30,42 % de capacidad de revisión de cilindros es decir 463 cilindros (355 + 108) de promedio mensual, considerando una jornada laboral de 8 horas diarias por operador.

Los pasos 1, 2, 3 no deben demorar al 4 paso que representa el cuello de botella, igual procedimiento para los pasos 5, 6, 7 y 8, deben funcionar para facilitar que la restricción pueda ser explotada.



Para evitar retrasos en los procesos el primer operador se encargará de los pasos 1, 2, 3 considerando que tiene que tener un stock de 8 cilindros para avanzar con los pasos 6, 7 y 8, el segundo operador se encargará de los pasos 4 y 5.

d) Elevar la Restricción.- Con la compra del nuevo sistema probador se aumentará la capacidad de realización de pruebas hidrostáticas, aumentando la disponibilidad de cilindros en la planta de envasado que permitirá contar con stock de cilindros llenos de diferentes gases.

Con el nuevo sistema probador el promedio de realización de pruebas hidrostáticas llegaría a 463 cilindros mensuales lo que representa 19 cilindros diarios (463 cilindros / 24días) aptos que pasarán a la planta de llenado.

Adicional se dispondrá de tiempo para habilitar cilindros con hilos de válvulas desgastados, vástagos internos de válvulas, cilindros contaminados con olores extraños al gas nominal.

4.1.2. Beneficios del Nuevo Sistema Probador para la realización de Pruebas Hidrostáticas.

Con la compra del nuevo Sistema Probador se obtiene los siguientes beneficios**:**

a) **Reducción de tiempo de parada.-** El nuevo sistema Probador trabajará de manera sincronizada con la actual camisa donde se sumerge el cilindro, de manera que se reducirá los tiempos de paradas de dos días a uno.

b) **Aumento de capacidad.-** Con el nuevo Sistema Probador se llegará a probar de un promedio de 355 cilindros a 463 cilindros mensuales, es decir 108 cilindros más y son los que se quedan sin realizar el ensayo.

c) **Stock en planta.-** Se contará con cilindros disponibles en planta para envasar los gases.

4.2. Costo de la solución del problema.

Para una mejora en la realización de pruebas hidrostáticas en el test shop se necesita una inversión total de $ 60.797,90 este valor representa la suma del costo de contratar un nuevo operador (ver Tabla N° 17) y el costo de adquisición de equipos (ver Tabla N° 18).

4.3. Análisis de solución del problema.

Es necesario realizar la inversión de $ 60.797,90 con esto se logrará reducir el tiempo de parada de cilindros y agilitar el proceso de prueba hidrostática en el test shop.

Con la adquisición de equipos de tecnología de punta y la certificación INEN de la Pruebas Hidrostáticas mantendremos en el mercado un paso delante de la competencia.

Se contará con stock de cilindros en planta y se tendrá disponibilidad de los mismos para préstamos oportunos de cilindros mejorando aún más la satisfacción del cliente.

CAPITULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

5.1. Plan de inversión y financiamiento

Para hacer realidad la implementación del nuevo sistema de realización de prueba hidrostática propuesta en esta tesis la empresa tiene que hacer una inversión total de $ 60.797,90 (suma de la inversión fija + costo de contratación de un operador).

Ver Tabla N° 17 y 18

Para esta propuesta el plan de inversión se realizará con un préstamo al Banco Pichincha, se lo financiará a 24 meses con una tasa de interés del 12% anual.

Ver Tabla N° 19

CUADRO N° 19

TABLA DE AMORTIZACION

MONTO DEL PRESTAMO $ 60.797,90
TASA INT.MENSUAL 1,00%
PLAZO 36 MESES

	PERIODO PAGO	CAPITAL ADEUDADO	PAGO INTERESES	AMORTIZACION CAPITAL	DIVIDENDOS MENSUAL
1	01/12/2010	$ 60.797,90	$ 607,98	$ 1.688,83	$ 2.296,81
2	31/12/2010	$ 59.109,07	$ 591,09	$ 1.688,83	$ 2.279,92
3	30/01/2011	$ 57.420,24	$ 574,20	$ 1.688,83	$ 2.263,03
4	01/03/2011	$ 55.731,41	$ 557,31	$ 1.688,83	$ 2.246,14
5	31/03/2011	$ 54.042,58	$ 540,43	$ 1.688,83	$ 2.229,26
6	30/04/2011	$ 52.353,75	$ 523,54	$ 1.688,83	$ 2.212,37
7	30/05/2011	$ 50.664,92	$ 506,65	$ 1.688,83	$ 2.195,48
8	29/06/2011	$ 48.976,09	$ 489,76	$ 1.688,83	$ 2.178,59
9	29/07/2011	$ 47.287,26	$ 472,87	$ 1.688,83	$ 2.161,70
10	28/08/2011	$ 45.598,43	$ 455,98	$ 1.688,83	$ 2.144,81
11	27/09/2011	$ 43.909,59	$ 439,10	$ 1.688,83	$ 2.127,93
12	27/10/2011	$ 42.220,76	$ 422,21	$ 1.688,83	$ 2.111,04
13	26/11/2011	$ 40.531,93	$ 405,32	$ 1.688,83	$ 2.094,15
14	26/12/2011	$ 38.843,10	$ 388,43	$ 1.688,83	$ 2.077,26
15	25/01/2012	$ 37.154,27	$ 371,54	$ 1.688,83	$ 2.060,37
16	24/02/2012	$ 35.465,44	$ 354,65	$ 1.688,83	$ 2.043,48
17	25/03/2012	$ 33.776,61	$ 337,77	$ 1.688,83	$ 2.026,60
18	24/04/2012	$ 32.087,78	$ 320,88	$ 1.688,83	$ 2.009,71
19	24/05/2012	$ 30.398,95	$ 303,99	$ 1.688,83	$ 1.992,82
20	23/06/2012	$ 28.710,12	$ 287,10	$ 1.688,83	$ 1.975,93
21	23/07/2012	$ 27.021,29	$ 270,21	$ 1.688,83	$ 1.959,04
22	22/08/2012	$ 25.332,46	$ 253,32	$ 1.688,83	$ 1.942,16
23	21/09/2012	$ 23.643,63	$ 236,44	$ 1.688,83	$ 1.925,27
24	21/10/2012	$ 21.954,80	$ 219,55	$ 1.688,83	$ 1.908,38
25	20/11/2012	$ 20.265,97	$ 202,66	$ 1.688,83	$ 1.891,49
26	20/12/2012	$ 18.577,14	$ 185,77	$ 1.688,83	$ 1.874,60
27	19/01/2013	$ 16.888,31	$ 168,88	$ 1.688,83	$ 1.857,71
28	18/02/2013	$ 15.199,48	$ 151,99	$ 1.688,83	$ 1.840,83
29	20/03/2013	$ 13.510,64	$ 135,11	$ 1.688,83	$ 1.823,94
30	19/04/2013	$ 11.821,81	$ 118,22	$ 1.688,83	$ 1.807,05
31	19/05/2013	$ 10.132,98	$ 101,33	$ 1.688,83	$ 1.790,16
32	18/06/2013	$ 8.444,15	$ 84,44	$ 1.688,83	$ 1.773,27
33	18/07/2013	$ 6.755,32	$ 67,55	$ 1.688,83	$ 1.756,38
34	17/08/2013	$ 5.066,49	$ 50,66	$ 1.688,83	$ 1.739,50
35	16/09/2013	$ 3.377,66	$ 33,78	$ 1.688,83	$ 1.722,61
36	16/10/2013	$ 1.688,83	$ 16,89	$ 1.688,83	$ 1.705,72
		$ 0,00	$ 11.247,61	$ 60.797,90	$ 72.045,51

Fuente: Banco Pichincha
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

La sumatoria de los intereses de los 36 meses de plazos del préstamo representan los gastos financieros.

Este gasto financiero se añade al costo de la solución, en referencia a la inversión fija y al costo operacional, es decir:

Costo total de la propuesta = (costo fijo+ costo operacional + gastos financieros).

Costo total de la propuesta = ($60.797,90+ $4.150,12 + $11.247,61).

Costo total de la propuesta = **$76.195.63**

5.2. Flujo de caja

Se considera los $ 89.268,48 de pérdida de utilidad anual (analizados en el Capítulo III), como ahorro para realizar la tabulación en el flujo de caja. Se estima un incremento de ahorro del 35% para el año 2011, un 55% para el año 2012 y un 80 % para el año 2013. Para la elaboración del flujo de caja se considera los siguientes costos descritos en la tabla N° 20.

CUADRO N° 20

COSTOS DE OPERACIÓN EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE PRUEBA HIDROSTÁTICA

COSTO DE MANO DE OBRA

Operadores	Costo Mensual	Costo Anual
1	$ 345,84	$ 4.150,12

COSTO DE OPERACIÓN

	Consumo/hora	Consumo mensual	Horas promedio /mes	Costo anual
Energía eléctrica	10 Kw.	$ 0,06	192,00	$ 1.382,40

MANTENIMIENTO

	Costo anual
Preventivo	$ 1.000,00

COSTOS TOTALES

Mano de Obra	$ 4.150,12
Operación	$ 1.382,40
Mantenimiento	$ 1.000,00
Total	**$ 6.532,52**

Fuente: Observación Directa
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Se ha elaborado un flujo de caja donde se representan todos los movimientos financieros a considerar por la empresa en la implementación del nuevo sistema de pruebas hidrostáticas.

CUADRO N° 21

AHORRO DE PÉRDIDAS Y FLUJO DE CAJA

AHORRO DE PERDIDAS				
Descripición	**0**	**1**	**2**	**3**
Año	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**
% Ahorro	-----	35%	55%	80%
$ Ahorro	89.268,48	31.243,97	49.097,66	71.414,78

FLUJO DE CAJA				
DESCRIPCIÓN	**Años**			
	2010	**2011**	**2012**	**2013**
$ Ahorro		$ 31.243,97	$ 49.097,66	$ 71.414,78
Inversión Inicial $	$ -76.195,63			
Costos de Operación				
Costo de mano de obra		$ 4.150,12	$ 4.150,12	$ 4.150,12
Mantenimiento		$ 1.000,00	$ 1.000,00	$ 1.000,00
Energía eléctrica		$ 1.382,40	$ 1.382,40	$ 1.382,40
Costos de Operación anual		**6.532,52**	**6.532,52**	**6.532,52**
Gastos Financieros		3.749,20	3.749,20	3.749,20
Flujo de caja	**-76.195,63**	**20.962,25**	**38.815,94**	**61.133,06**
TIR	**23%**			
VAN	**$ 117.868,39**			

Fuente: Observación Directa
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

5.3. Análisis Beneficio/Costo

Para determinar el coeficiente beneficio costo se lo obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Coeficiente beneficio costo} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

$$\text{Coeficiente beneficio costo} = \frac{\$\ 117.868,39}{\$\ 76.195,63}$$

$$\text{Coeficiente beneficio costo} = \$\ 1,55$$

El beneficio de la propuesta se refiere al Valor actual neto VAN que es igual a $ 117.868,39**.** El costo de la propuesta está dado por la inversión inicial requerida que asciende a $ 76.195,63.

Esto representa que por cada dólar invertido por Indura Ecuador en esta propuesta recupera **$ 1,55.**

5.4. Cálculo del TIR (Tasa Interna de Retorno)

Cuando se utiliza los comandos de Excel (Función financiera) se puede visualizar que el resultado de la tasa interna de retorno es igual a 23 %, no obstante se utilizará una ecuación matemática financiera para definir el valor de este indicador económico.

$$P = \frac{F}{(1+ i)^n}$$

Donde:

- P= Inversión inicial
- F= Flujo de caja
- I= Tasa interna de retorno
- N= Numero de años

En el siguiente cuadro se presentan los valores obtenidos de la ecuación aplicada.

CUADRO N° 22

CÁLCULO DEL TIR

TASA INTERNA DE RETORNO					
Años	N	P	F	i	P
2010	0	$ -76.195,63			
2011	1		$ 31.243,97	23%	$ 25.401,60
2012	2		$ 49.097,66	23%	$ 32.452,68
2013	3		$ 71.414,78	23%	$ 38.377,15
			Total		**$ 96.231,44**

Fuente: Observación Directa
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

Por ser el TIR del 23% mayor a la tasa de interés Bancario del 12% anual, lo que significa que la propuesta de inversión es factible para la empresa.

5.5. Cálculo del VAN (Valor Actual Neto)

El valor actual neto puede ser comprobado con la siguiente ecuación financiera.

$$P = \frac{F}{(1+ i)^n}$$

Donde la nomenclatura utilizada en la ecuación anterior corresponde a los siguientes significados:

- P = Inversión inicial
- F = Flujos de caja
- I = Tasa de descuento igual al 12%
- N = Numero de años

En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos al utilizar la ecuación financiera, para la comprobación del Valor actual neto (VAN).

CUADRO N° 23

CÁLCULO DEL VAN

VALOR ACTUAL NETO					
Años	N	P	F	i	P
2010	0	$ -76.195,63			
2011	1		$ 31.243,97	12%	$ 27.896,40
2012	2		$ 49.097,66	12%	$ 39.140,36
2013	3		$ 71.414,78	12%	$ 50.831,63
			Total		**$ 117.868,39**

Fuente: Observación Directa
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

El resultado del cálculo del VAN dió un valor positivo, lo que indica que la inversión es conveniente realizarla.

5.6. Periodo de Recuperación del Capital

Para calcular el tiempo de recuperación de la inversión del capital se utiliza la ecuación financiera con la cual se comprobó los criterios económicos Tasa interna de retorno (TIR), Valor actual neto (VAN).

Esta ecuación a la que se hace referencia con la cual se determinó el porcentaje del TIR es la siguiente:

$$P = \frac{F}{(1+ i)^n}$$

Donde:

- P= Inversión inicial
- F= Flujo de caja
- I= Tasa interna de retorno (23%)
- N= Numero de años

En el siguiente cuadro se presentan los valores obtenidos al utilizar la ecuación.

CUADRO N° 24

PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL						
Años	**N**	**P**	**F**	**i**	**P**	**P Acumulado**
2010	0	-76.195,63				
2011	1		$ 31.243,97	23,00%	$ 25.401,60	$ 25.401,60
2012	2		$ 49.097,66	23,00%	$ 32.452,68	$ 57.854,28
2013	3		$ 71.414,78	23,00%	$ 38.377,15	$ 96.231,44

Fuente: Observación directa
Elaboración: Juan Sofío Burgos Barzola

La inversión inicial del capital necesario para la implementación de la propuesta se requiere de un tiempo de recuperación de 2 años y 3 meses, lo cual nos indica la factibilidad de la puesta en marcha.

CAPITULO VI

PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

6.1. Planificación y Cronograma de implementación.

Para la puesta en marcha de la solución se cumplirá con la siguiente planificación.

CUADRO N° 25

PLANIFICACIÓN DE LA PUESTA EN MARCHA

Planteamineto	Cominenzo	Fin
Presentación de la solución	24 de Enero del 2011	25 de Enero del 2011
Diseño de la propuesta	26 de Enero del 2011	26 de Enero del 2011
Aceptación de la Propuesta	27 de Enero del 2011	28 de Enero del 2011
Compra de Equipos	31 de Enero del 2011	04 de Marzo del 2011
Obra Civil	31 de Enero del 2011	04 de Marzo del 2011
Instalación de Equipo	07 de Marzo del 2011	09 de Marzo del 2011
Capacitación	10 de Marzo del 2011	11 de Marzo del 2011

Fuente: Observación Directa
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

En el Anexo # 15 se observa el cronograma de implementación que se realizará para la puesta en marcha del proceso.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Una vez que se realizó la investigación en la empresa Indura Ecuador S.A., se determinó mediante la aplicación de TOC que las revisiones de calidad que se realiza a los cilindros en el Test Shop se evidencia un incremento del tiempo de parada en la realización de las Pruebas Hidrostáticas, esto representa un cuello de botella para el sistema de envasado y pérdidas económicas para la compañía.

Se debe dar prioridad a la ejecución de la solución planteada para un crecimiento de la empresa, con el fin de incrementar la eficiencia en el revisado de cilindros en el Test Shop, para lograr satisfacer al cliente interno (planta de envasado, distribución) y externo (público en general).

Con la inversión de $76.195,63 se incrementará en un 30.42% la realización de la prueba hidrostática en el Test Shop.

7.2. Recomendaciones

El nuevo sistema probador para la realización de las Pruebas Hidrostáticas debe contar con garantía y servicio técnico.

El Durómetro debe estar calibrado y con su respectivo manual del usuario.

El reticulador debe ser el especificado de 11 dientes con 1mm para cumplimiento de especificación de la norma INEN.

Se debe dar especial seguimiento para que se cumpla con los espesores del piso y mortero con poliuretano (cemento SIKAFLOOR), para evitar desgastes de piso.

La cámara de pintura debe ser los especificados 1,83 metros de ancho x 2,13 metros de alto x 1,52 metros de profundidad, y con su respectivo filtro de extracción para que ejerza la función de absorber los polvos en suspensión.

Realizar seguimiento para que la programación de la puesta en marcha se cumpla en las fechas planificadas.

Se recomienda capacitar a los operadores en el nuevo sistema y contratar personal con el perfil asociado a la función a desempeña tomando en consideración aspectos fundamentales como su educación, formación, experiencia y habilidades, para el éxito del proyecto.

Cuando este implementado y funcionando el proyecto, aplicar la TOC para mejorar otras áreas o procesos en la cual se esté generando algún cuello de botella y se esté perdiendo dinero.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Test Shop.- Taller de revisión de Cilindros

Prueba Hidrostática.- Ensayo realizado cada 5 años a los cilindros de gases comprimidos para determinarles su expansión volumétrica total y permanente.

Cilindro apto.- Aquel que por su estado de conservación puede seguir prestando servicio sin peligro.

Cilindro rechazado.- Aquel que por su estado de conservación (maltrato, corrosión generalizada, etc.) tiene defectos y no debe continuar en servicio por el alto riesgo que presenta.

Defecto.- Aquel que determina el rechazo o no del cilindro, según los criterios de evaluación.

Abolladura.- Depresión o deformación en la superficie del cuerpo del cilindro, debido a golpes o defectos de proceso durante la fabricación y manipulación.

Hendidura.- Ranura en la superficie de la plancha que conforma el cilindro, producida por el contacto con objetos de filos rugosos o cortantes.

Grieta.- Hendidura que se proyecta a través del espesor de la plancha que conforma el cilindro.

Protuberancia.- Prominencia más o menos redonda en el cuerpo del cilindro.

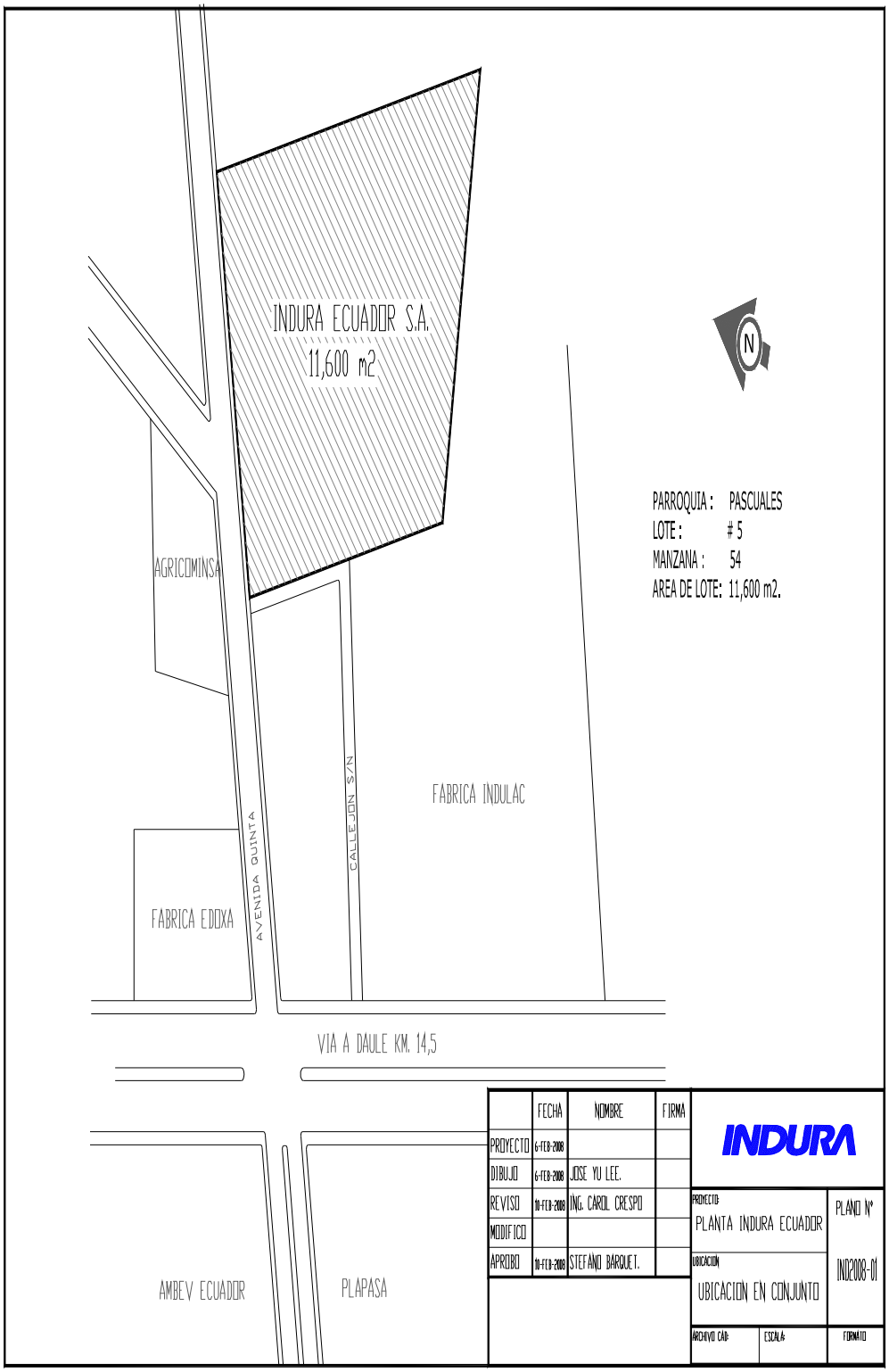
DOT.- Departamento de transporte de Estados Unidos

ICC.- Comisión Interestatal de Comercio, los cilindros construidos con está especificación son regulados actualmente por la DOT.

ANEXOS

ANEXO 1

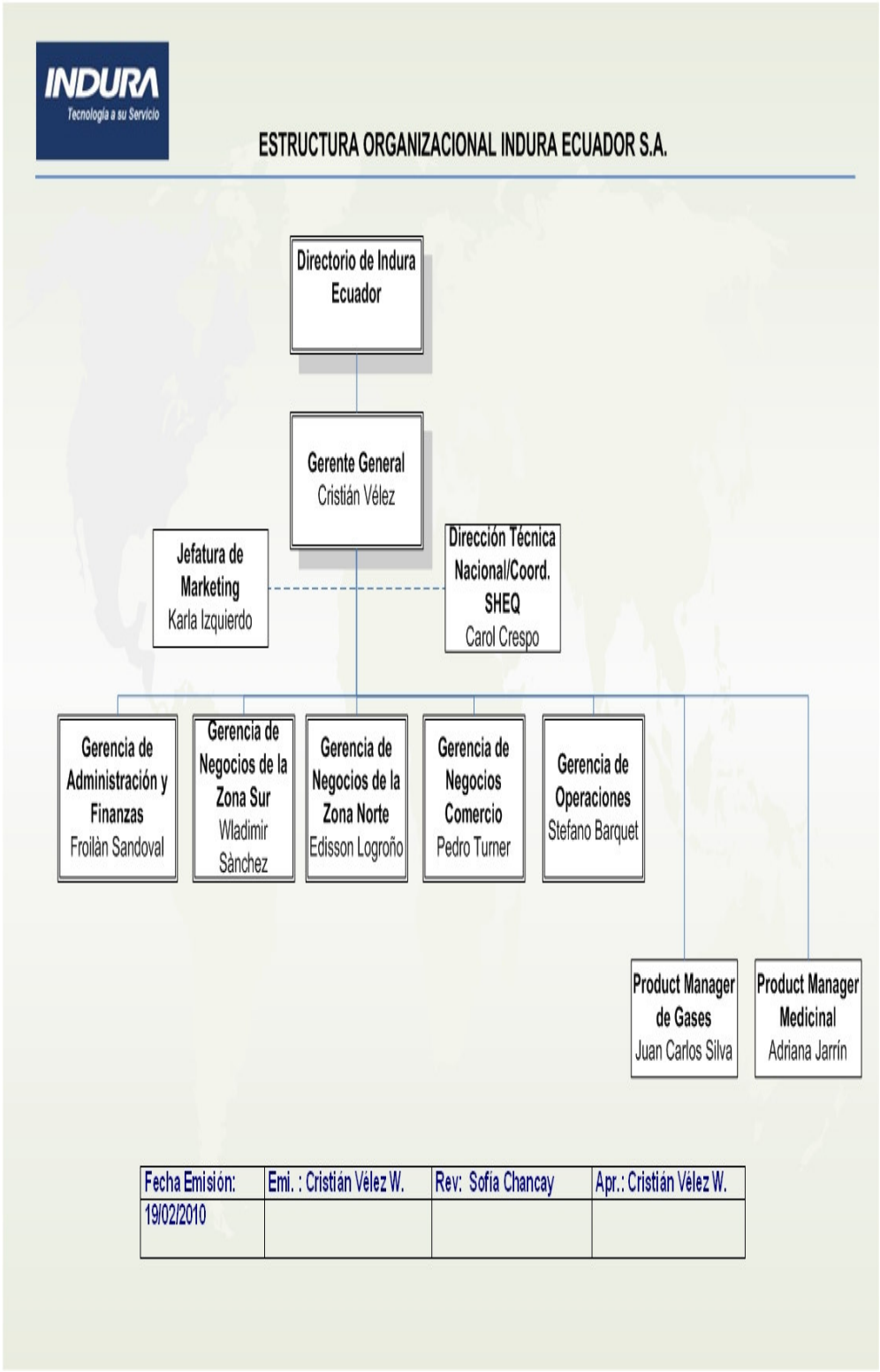
UBICACIÓN GEOGRÁFICA



Fuente: Archivos de Indura Ecuador
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

ANEX0 2

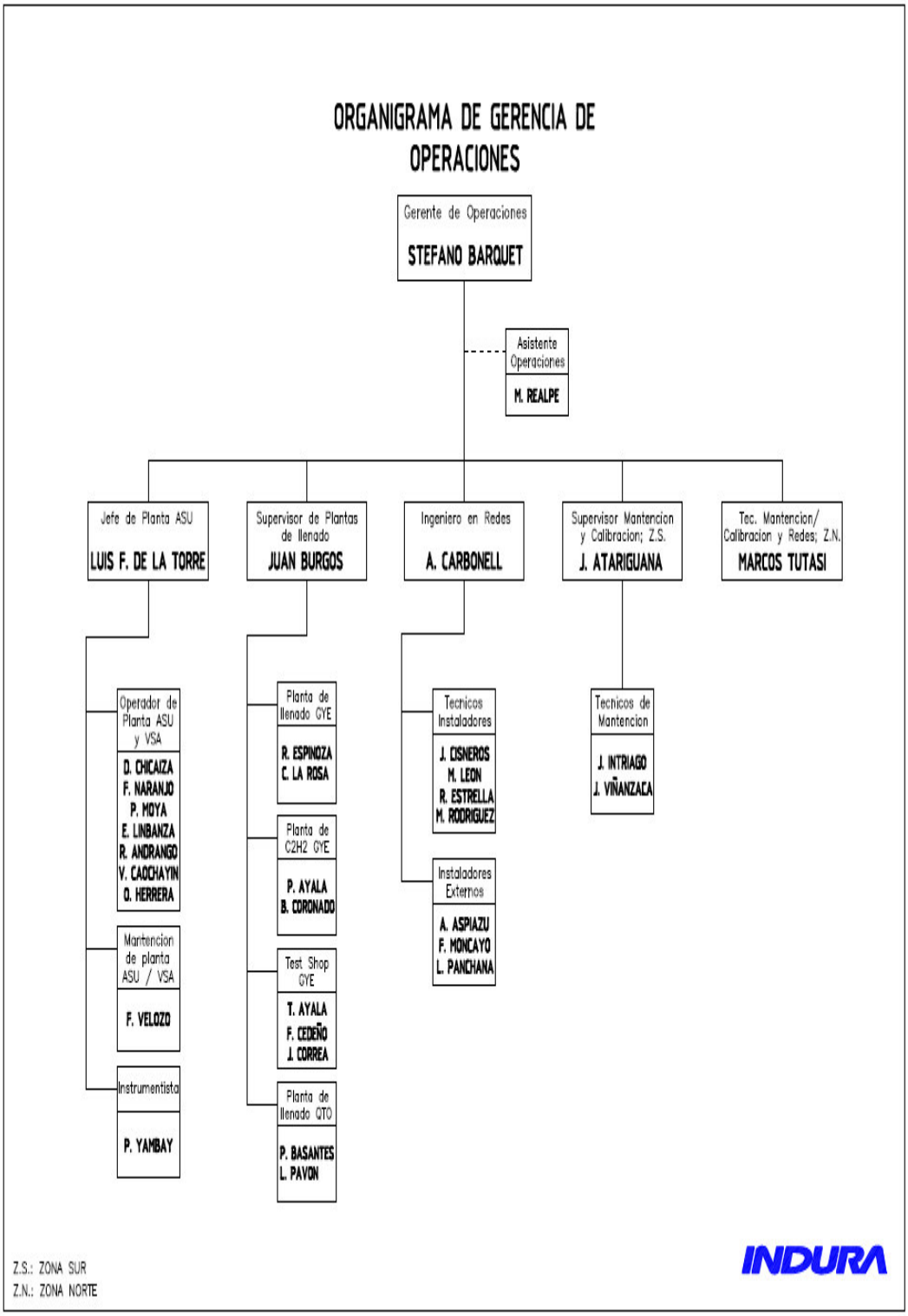
ORGANIGRAMA GENERAL DE INDURA ECUADOR S.A.



Fuente: Archivos de Indura Ecuador
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

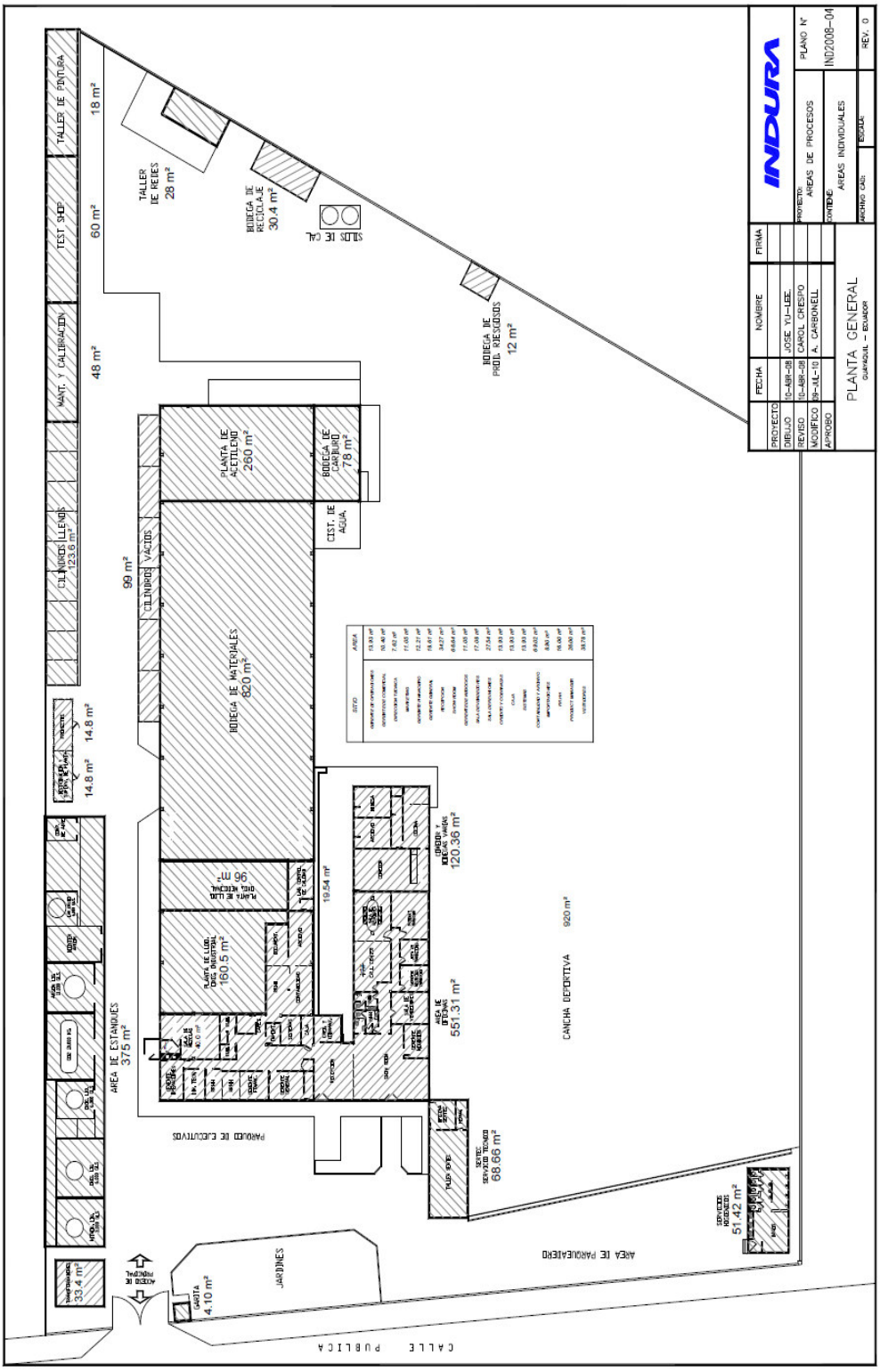
ANEX0 2A

ORGANIGRAMA DE GERENCIA DE OPERACIONES



Fuente: Archivos de Indura Ecuador
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

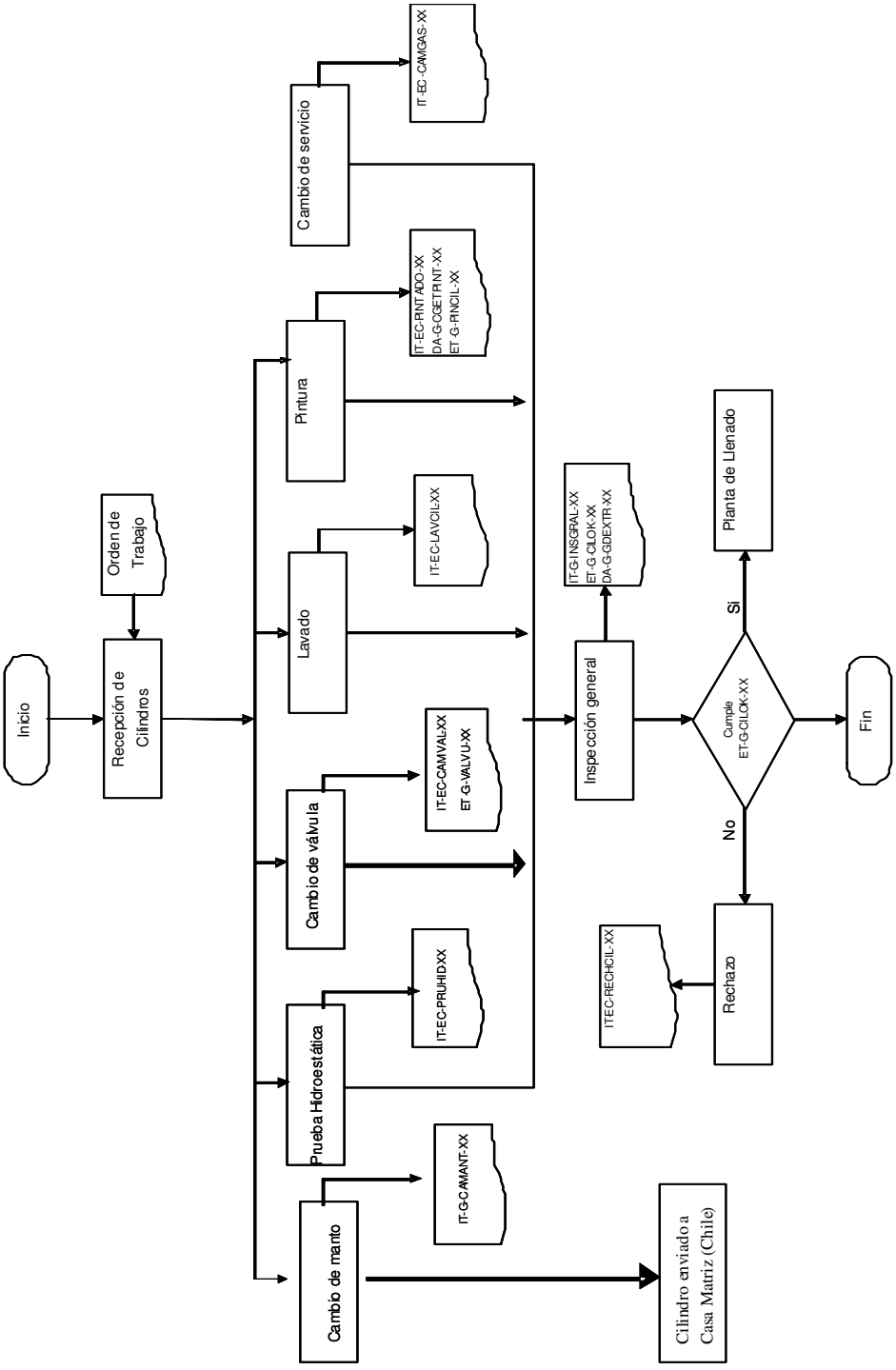
ANEXO 3
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



Fuente: Archivos de Indura Ecuador
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

ANEXO 4

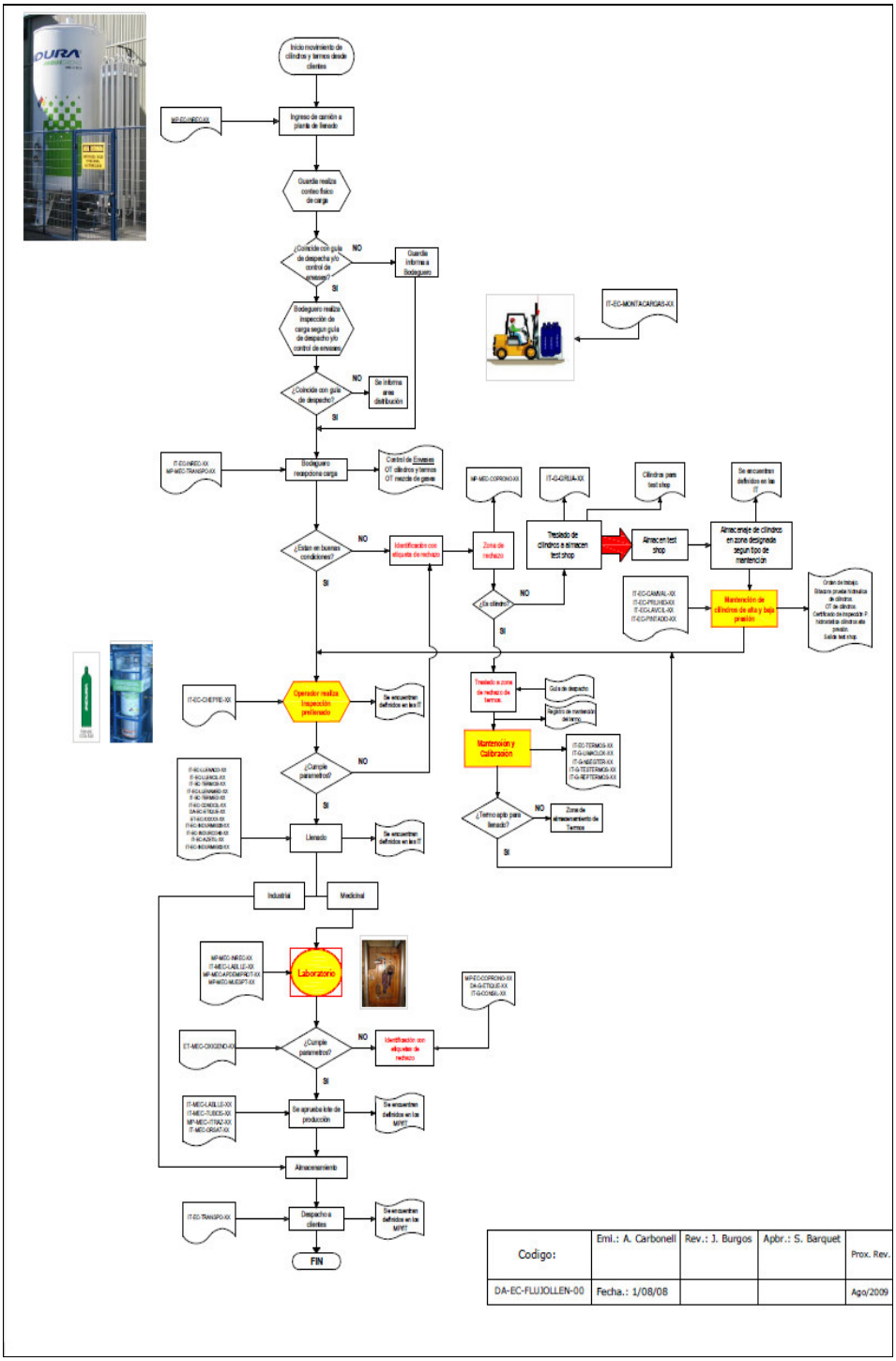
DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO TEST SHOP



Fuente: Observación Directa de procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

ANEXO 4A

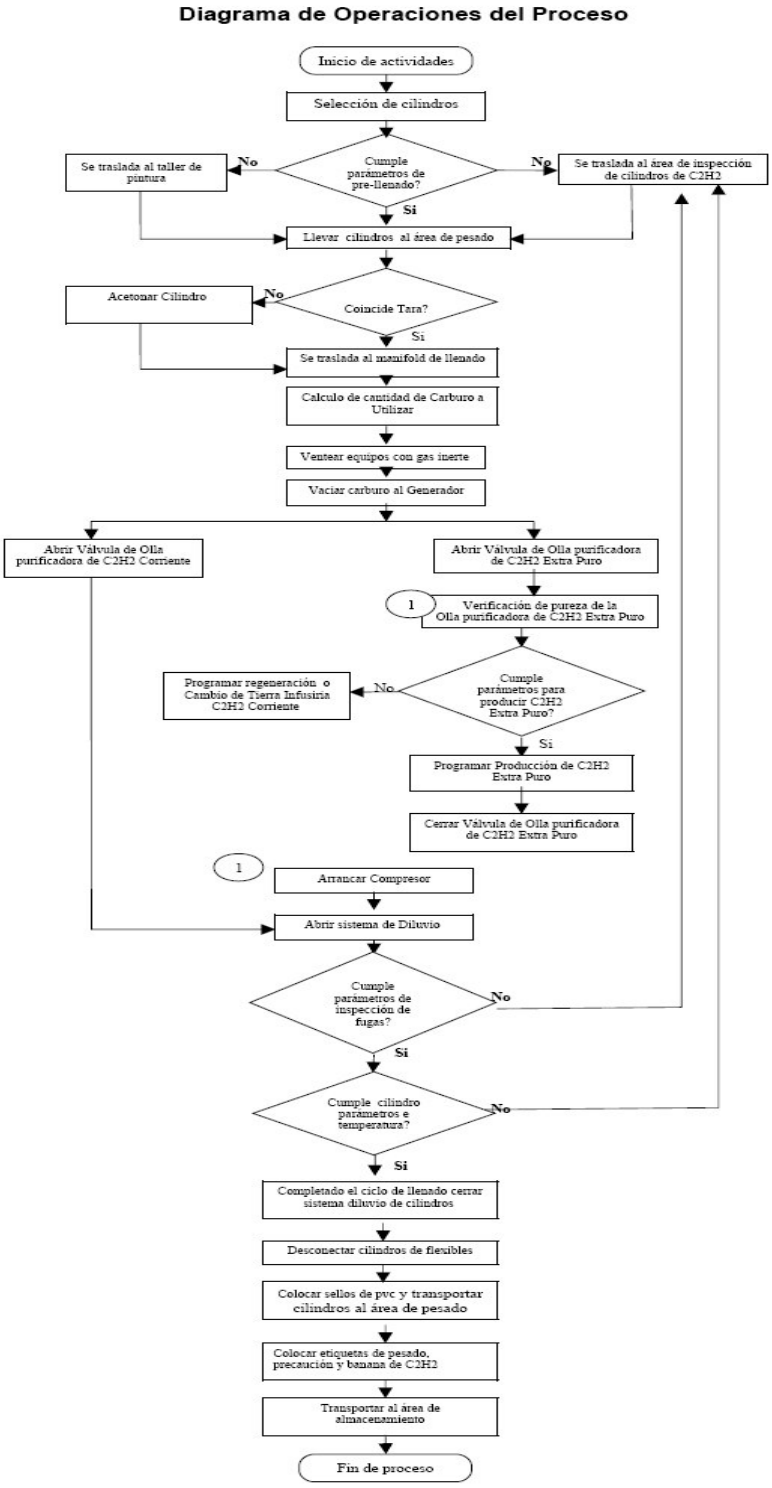
DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO PLANTA DE ENVASADO



Fuente: Observación Directa de procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

ANEXO 4B

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE ACETILENO



Fuente: Observación Directa de procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

ANEXO 5

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DEL TEST SHOP

	INDURA ECUADOR S.A.						Inicio	Resumen
	Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola							Actividades
	Área: Test Shop							Operación
	Sección: Revisión de Cilindros						Terminación	Inspección
								Transporte
	DESCRIPCIÓN							Demora
								Almacenaje
								Observación
1	Sacar válvulas a Cilindro							0.50 min.
2	Colocar cilndro en la prensa hidráulica y cargar con agua							3 min.
3	Seleccionar cilindros por capacidad de llenado							1 min.
4	Registrar la numeración en las planilla de prueba y inspección visual							O.50 min.
5	Conectar el tecle a la tapa neumática e instale el cilindro suavemente							1.5 min.
6	Abrir la llave del agua para rellenar la camisa de agua hasta que rebalse							1 min.
7	Abrir la válvula para que entre el aire y hermetice la camisa							0,25 min.
8	Cierrar la válvula de la camisa de agua, corte el agua y ponga el nivel de la bureta en cero.							0,5 min.
9	Poner en marcha la botonera, con ello activará la bomba de compresión de H2O eleve presión a 2.000 PSI							5 min.
10	Detenner la bomba, abra la válvula de presión y bájela hasta llegar a cero revise el nivel de agua en la bureta.							O.5 min.
11	Elevar presión según especificación del cilindro							7 min.
12	Verificar el nivel de la bureta y regístrela, Expansión Total							O.25 min.
13	Apagar la bomba y abra la válvula de presión para que baje la presión a cero y mida la expansión Permanente en la bureta.							O.25 min.
14	Verificar el porcentaje de Expansión Elástica (Diferencia entre Expansión Total y la Expansión Permanente) no debe ser superior a la especificada.							1.25 min.
15	Desconectar las mangueras de aire de la tapa neumática y de presión Saque el cilindro de la tapa neumática							2 min.
16	Poner el cilindro en el volteador de cilindro y bótele el agua							1,75 min.
17	Poner el cilindro en el sector de secado, conecte las cañerías y abra la llave por 30 minutos a 1hora.							30 min.
18	Marquillar el cilindro con la fecha de realización de la prueba (mes, año)							1 min.
19	Inspección para asegurarse que el cilindro está seco							1 min.
20	Verificar la identificación de la válvula, ponga teflón, golilla de identificación INDURA con el color designado por año que corresponde							0.25 min.
21	Instalar la válvula							O.50min.
22	Transportar a planta de envasado o pintura							1 min
	Total		**14**	**7**	**1**	**0**		60 min

Fuente: Observación Directa de procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

ANEXO 5A

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PLANTA DE ENVASADO

INDURA ECUADOR S.A.							Inicio	Resumen
								Actividades
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola								Operación
Área: Planta de Envasado de gases								Inspección
Sección: Producción							Terminación	Transporte
	DESCRIPCIÓN							Demora
								Almacenaje
								Observación
1	Abrir paso de gas en estanque							
2	Inspeccionar el estado del cilindro							
3	Seleccionar cilindros por capacidad de llenado							
4	Transportar hasta manifold							
5	Conectar los flexibles a válvulas							
6	Realizar prueba de olor							
7	Realizar prueba del sonido							
8	Realizar prueba de campana							
9	Liberar presión							1.
10	Arrancar bomba y llenar cilindros							
11	Inspeccionar fuga de gas a los 500 PSI							Jabón detector
12	Verificar si el cilindro esta caliente tocando la pared del mismo							
13	Identificar los cilindros con las etiquetas correspondiente a cada gas							
14	Inspección de hermeticidad							
15	Colocar los capuchones							
16	Transportar hasta de área de cilindros llenos							
17	Alamacenamiento							
	Total	**7**	**7**	**2**	**0**	**1**		

Fuente: Observación Directa de procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

ANEXO 5B

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PLANTA PRODUCTORA DE ACETILENO

INDURA ECUADOR S.A.							Inicio	Resumen
								Actividades
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola								Operación
Area: Planta de Productora de Acetileno								Inspección
Sección: Producción							Terminación	Transporte
	DESCRIPCIÓN							Demora
								Almacenaje
								Observación
1	Inspeccionar del estado del cilindro (pre-llenado) y tara							
2	Acetonar cilindros que no cumplen tara							Báscula
3	Transportar cilindros hasta el manifold							
4	Conectar los flexibles a válvulas							
5	Calcular el carburo de Calcio a ocupar							
6	Puesta en Marcha (Venteo de Equipos)							
7	Cargar tolvas de Carburo							
8	Vaciar carburo al generador							
9	Arrancar compresor							
10	Realizar prueba de Pureza							Papel filtro
11	Abrir sistema de diluvio							
12	Inspeccionar fuga de gas							Jabón detector
13	Inspeccionar la temperatura							Tocando cilindros
14	Inspeccionar la presión							Registrar
15	Completado el ciclo de llenado (350 PSI), cerrar de sistema de diluvio de cilindros							
16	Desconectar cilindros de los flexibles.							
17	Colocar en la boca de las válvulas de los cilindros los sellos de PVC							
18	Transportar cilindros hasta el área de pesado							Báscula
19	Colocar etiquetas de pesado, precaución y banana de C2H2							
20	Transportar cilindros hasta el área de almacenamiento							Montacargas
21	Alamacenamiento							Colocar cadenas
	Total	**12**	**6**	**2**	**0**	**1**		

Fuente: Observación Directa de procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

ANEXO 6

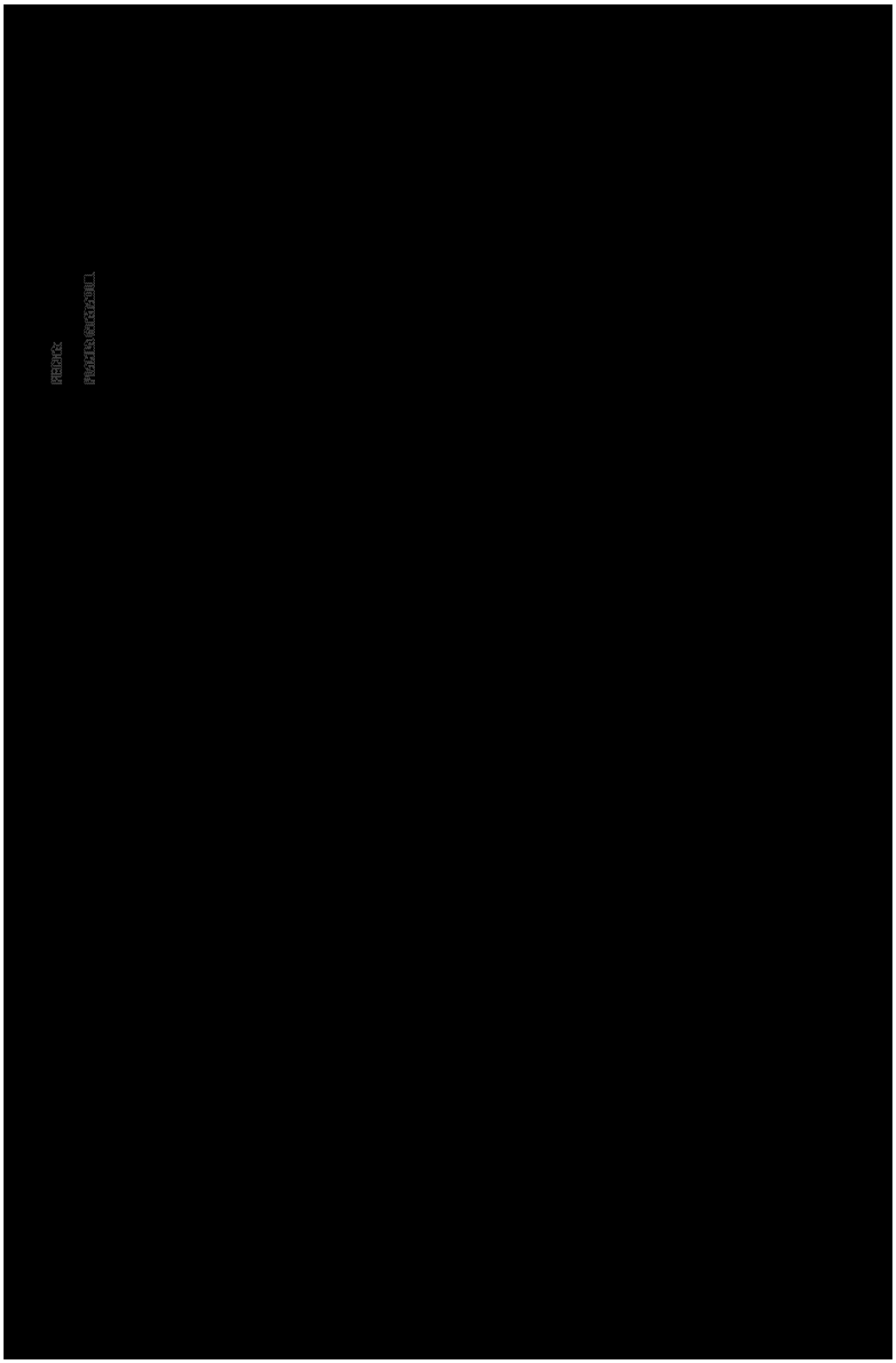
LISTA DE VERIFICACIÓN CILINDROS PENDIENTES POR REVISIÓN

LISTA DE VERIFICACION CILINDROS PENDIENTES POR REVISION **PROCESO:** Revisión de Cilindros Test Shop **RESPONSABLE:** Sr. Félix Cedeño **PERÍODO:** Mensual **TOTAL DE ITEMS REVISADOS:**	
TIPO DE REVISIÓN	**Cantidad de Cilindros**
Prueba Hidróstatica	
Cambio de válvula	
Pintura	
Exposición al Fuego	
Aballadura	
Hendidura	
Arco eléctrico	
Protuberancia	
Ovalación	
Corrosión	
TOTAL	

Fuente: Observación Directa de procesos
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

ANEXO 7

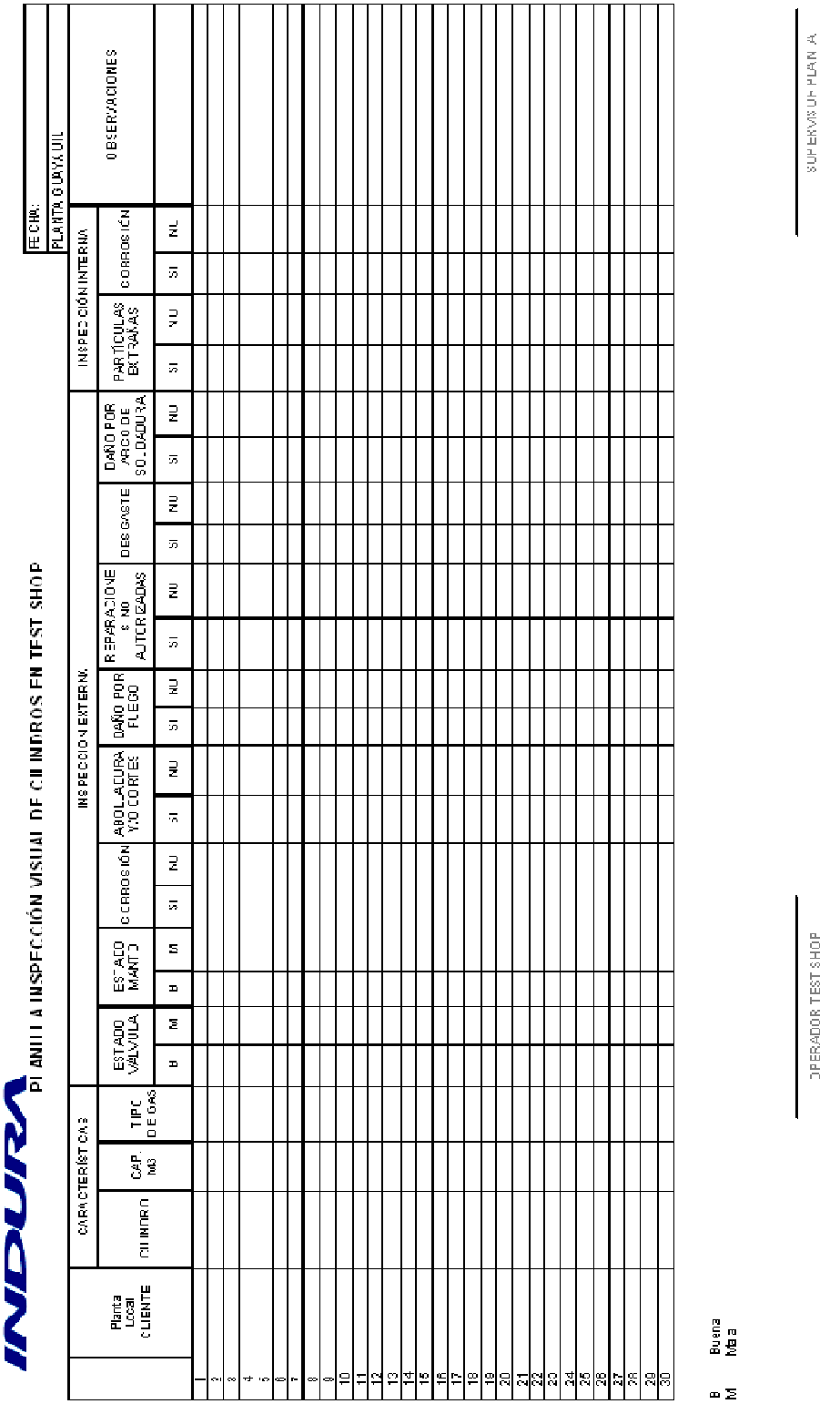
REGISTRO PRUEBA HIDROSTÁTICA DE CILINDROS



Fuente: Archivos de Indura Ecuador
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

ANEXO 7A

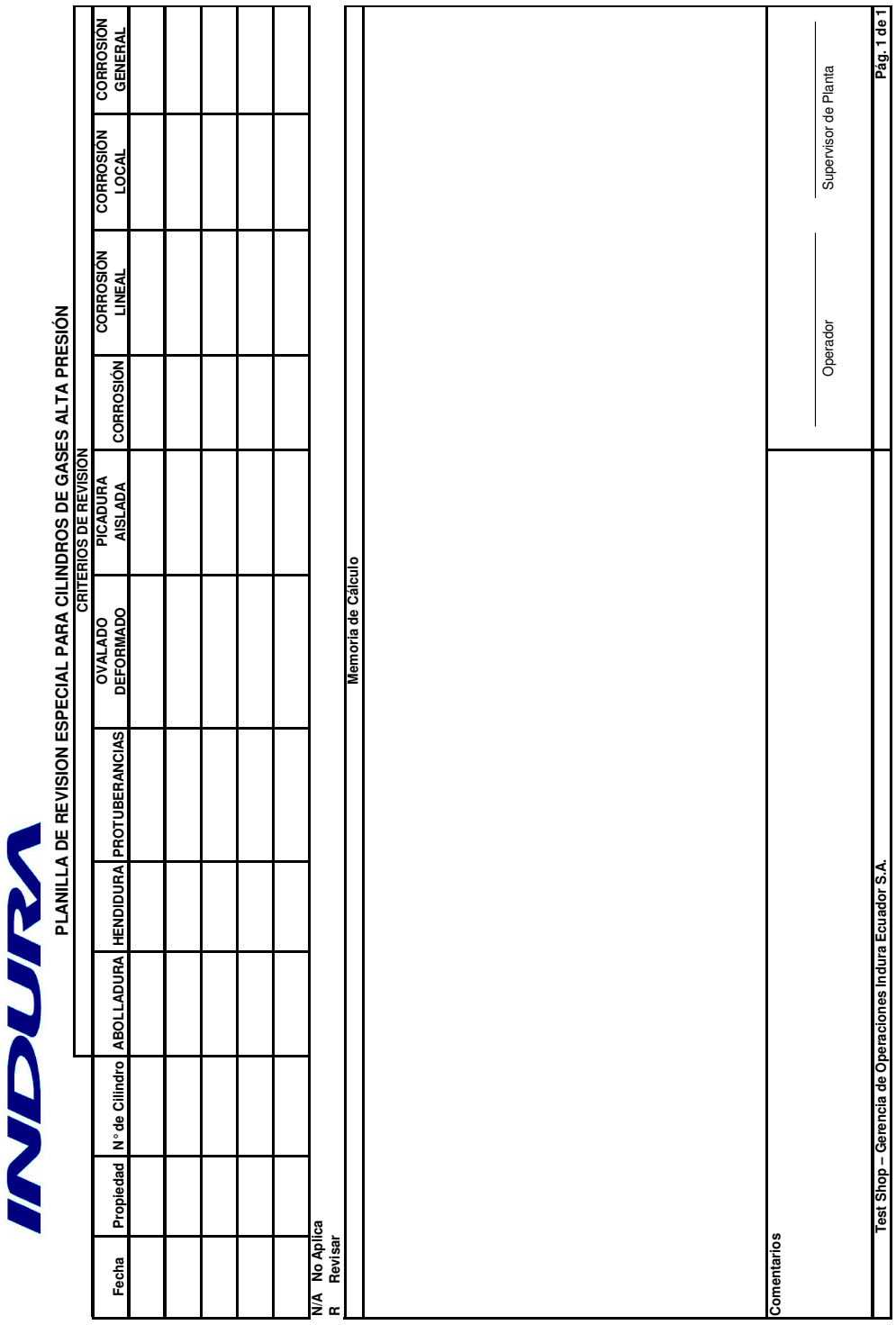
PLANILLA INSPECCIÓN VISUAL DE CILINDROS EN TEST SHOP



Fuente: Archivos de Indura Ecuador
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

ANEXO 8

PLANILLA DE REVISION ESPECIAL PARA CILINDROS DE GASES ALTA PRESIÓN



INDURA

PLANILLA DE REVISION ESPECIAL PARA CILINDROS DE GASES ALTA PRESIÓN

			CRITERIOS DE REVISION									
Fecha	Propiedad	N° de Cilindro	ABOLLADURA	HENDIDURA	PROTUBERANCIAS	OVALADO DEFORMADO	PICADURA AISLADA	CORROSIÓN	CORROSIÓN LINEAL	CORROSIÓN LOCAL	CORROSIÓN GENERAL

N/A No Aplica
R Revisar

Memoria de Cálculo

Comentarios

Operador

Supervisor de Planta

Test Shop – Gerencia de Operaciones Indura Ecuador S.A.

Pág. 1 de 1

Fuente: Archivos de Indura Ecuador
Elaborado por: Juan Sofío Burgos Barzola

ANEXO 9

PROFORMA SISTEMA AUTOMÁTICO DE PRUEBA HIDROSTÁTICA

Surmaq

MAQUINAS Y MOTORES CIA. LTDA.

IMPORTADORES - REPRESENTANTES

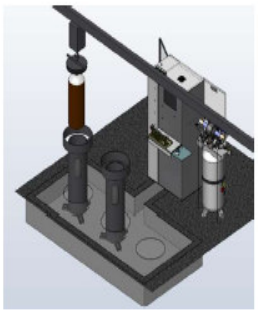
PROFORMA # : AT28-10-2010
VALIDEZ : 20 DIAS

Guayaquil, 06 de OCTUBRE del 2010

FAX: jburgosb@indura.net

Señor(es) :
INDURA ECUADOR S.A.
Att: ING. JUAN BURGOS BARZOLA
CC:
Ciudad.-
ASESOR: ALEX TOMALÁ

ITEM	CANT.	REFERENCIA	DESCRIPCION	V. UNIT.	V. TOTAL
1	1		**Sistema automatico de prueba hidrostatica** **Marca:** GALISO **Procedencia:** Italia **Descripcion:** • RSP-10D Utility Support Package 31" L x 28" W x 60" H • Electrical Requirements 5 Amps, 110 Volt, 60 Hz Or 3 Amps, 220 Volt 50/60 Hz • Air Requirements RSP-10D Utility Support Package 90-110 PSI, 15 CFM • Water Requirements RSP-10D Utility Support Package 6 GPM @ 60 PSI • Test Pressure Range 0 to 10,000 PSI • Test Pressure Reading 1 PSI Increments • Expansion Test Accuracy 0.1 cc Increments • Expansion Range 0 cc to 650 cc • Device Accuracy Plus or Minus 0.25 % of Full Scale	22.321,43	22.321,43



SUBTOTAL	US$	22.321,43
IVA 12%	US$	2.678,57
TOTAL	US$	**25.000,00**

NOTA:
DOCUMENTO SIN VALOR COMERCIAL
ITEMS PARA IMPORTACION
TIEMPO DE ENTREGA 8 SEMANAS
FORMA DE PAGO: CREDITO 30 - 60 - 90 DIAS
SERVICIO TECNICO Y STOCK PERMANENTE DE REPUESTOS

ALEX TOMALÁ
MAQUINAS Y MOTORES CIA. LTDA.
RUC 0690012685001
FONO: 6011566

ANEXO 10

PROFORMA DEL DURÓMETRO

MELDIC
INSTRUMENTACIÓN

Los Avellanos 2375, Ñuñoa
Fono: 56 2 239 8283 Fax: 56 2 239 2520
E-mail: meldic@meldic.cl
Sitio web: www.meldic.cl
Santiago – Chile

TEMPERATURA
Baños Termostatados
Hornos de Calibración
Termómetros Patrones
Termómetros Infrarrojos
Termómetros Bimetálicos de Proceso
SPRTs y Termocuplas Patrones

PRESIÓN
Balanzas de Pesos Muertos,
Comparadores
Kits de Calibración
Calibradores Digitales
Manómetros Patrones y de Proceso

ULTRASONIDO
Medidores de Espesor
Analizadores de Fallas
Palpadores
Bloques Patrones

MEDIO AMBIENTE
Analizadores para Calidad del Aire
Material Particulado
Meteorología
Sistemas de Adquisición de Datos (DAS)
Higiene Ambiental

METALMECANICA
Durómetros para Metales, Gomas y Plásticos
Medidores de Vibración
Rugosímetros
Máquinas de Ensayo Universal

RECUBRIMIENTOS
Medidores de Espesor Húmedo y Seco
Detectores de Poros
Psicrómetros
Termómetros Magnéticos
Rugosidad
Adherencia
Punto de Rocío

INSTRUMENTACIÓN
Tacómetros
Dinamómetros
Higrómetros
Anemómetros
Conductivímetros
Amperímetros de Tenaza
Luxómetros
Humedad en Maderas
Decibelímetros

MICROBIOLOGÍA
Autoclave

SERVICIOS
Reingeniería de Equipos
Sistemas de Monitoreo
Mediciones Especiales in situ: Tensiones, Torque, Presión
Registro de Señales Dinámicas de Corta Duración

GARANTIA Y ASISTENCIA TÉCNICA

COTIZACIÓN Nº **M-0516-10**
T-TH130

Santiago, 04 de Octubre de 2010

SEÑORES
INDURA
FONO: 593 2823998 ANEXO 117 / CEL: 593-9-7251350
QUITO – ECUADOR

AT.: SR. STEFANO BARQUET / E Mail: sbarquet@indura.net

Estimados señores:

De acuerdo a lo solicitado, tenemos el agrado de cotizarles los siguientes instrumentos de nuestra representada **Time Group**:

1. Equipo medidor de dureza digital portátil, modelo **TH-130**, con indentador integrado al equipo. Mide directamente en escalas Rockwell A, Rockwell B, Rockwell C, Brinell, Vickers, Shore D y Leeb y posee compensación automática para la posición en que se haga la indentación. Posee salida a PC o impresora **TA230** (opcional)

ACCESORIOS INCLUIDOS:
- Maletín de transporte
- Patrón de calibración de acero
- Escobilla para limpieza interior
- Cargador de baterías
- Cable de comunicación a PC
- Manual de operaciones **EN ESPAÑOL**

FOB: US$ 1.950

CONDICIONES GENERALES:

Validez de la cotización:	15 días.
Condición de Venta:	Los precios indicados son FOB Santiago de Chile
Forma de pago:	Por anticipado mediante transferencia bancaria a nuestra cuenta corriente en USA.

Datos Bancarios:
Banco: Citibank, USA
Cuenta Nº: 9940813774
ROUTING o ABA: 021000089
SWIFT CODE: CITIUS 33
Beneficiario: Meldic Limitada.

Gastos Bancarios:	Por cuenta del comprador.
Despacho:	Inmediato, una vez recibido el pago conforme en nuestra cuenta.
Garantía:	Seis meses, salvo daños ocasionados por mal uso de los equipos.

GARANTÍA Y SERVICIO TÉCNICO EN MELDIC

Sin otro particular les saluda muy atentamente,

RODRIGO AGUILAR V.
raguilar@meldic.cl

TIME SONATEST GE Druck DH - Budenberg PCWI ECOTECH

ANEXO 11

PROFORMA DEL RETICULADOR

MELDIC
INSTRUMENTACIÓN

Los Avellanos 2375, Ñuñoa
Fono: 56 2 239 8283 Fax: 56 2 239 2520
E-mail: meldic@meldic.cl
Sitio web: www.meldic.cl
Santiago – Chile

TEMPERATURA
Baños Termostatados
Hornos de Calibración
Termómetros Patrones
Termómetros Infrarrojos
Termómetros Bimetálicos de Proceso
SPRTs y Termocuplas Patrones

PRESIÓN
Balanzas de Pesos Muertos,
Comparadores
Kits de Calibración
Calibradores Digitales
Manómetros Patrones y de Proceso

ULTRASONIDO
Medidores de Espesor
Analizadores de Fallas
Palpadores
Bloques Patrones

MEDIO AMBIENTE
Analizadores para Calidad del Aire
Material Particulado
Meteorología
Sistemas de Adquisición de Datos (DAS)
Higiene Ambiental

METALMECANICA
Durómetros para Metales, Gomas y Plásticos
Medidores de Vibración
Rugosímetros
Máquinas de Ensayo Universal

RECUBRIMIENTOS
Medidores de Espesor Húmedo y Seco
Detectores de Poros
Psicrómetros
Termómetros Magnéticos
Rugosidad
Adherencia
Punto de Rocío

INSTRUMENTACIÓN
Tacómetros
Dinamómetros
Higrómetros
Anemómetros
Conductivímetros
Amperímetros de Tenaza
Luxómetros
Humedad en Maderas
Decibelímetros

MICROBIOLOGÍA
Autoclave

SERVICIOS
Reingeniería de Equipos
Sistemas de Monitoreo
Mediciones Especiales in situ: Tensiones, Torque, Presión
Registro de Señales Dinámicas de Corta Duración

GARANTIA Y ASISTENCIA TÉCNICA

COTIZACIÓN Nº **M-0528-10**
PC-RET

Santiago, 6 de Mayo de 2010

SEÑORES
INDURA
FONO: 593 2823998 ANEXO 117 / CEL: 593-9-7251350
QUITO – ECUADOR

AT.: SR. STEFANO BARQUET / E Mail: sbarquet@indura.net

Estimados señores:

De acuerdo a lo solicitado, tenemos el agrado de cotizarles lo siguiente:

Reticulador para ensayos de adherencia marca **PCWI**. Considera el mango y una placa reticuladora fabricada en carburo de tungsteno de 11 dientes con 1mm de separación entre ellos. El valor del equipo considera la provisión de un rollo de cinta adhesiva para realizar los ensayos.

PRECIO:

RETICULADOR CON UNA PLACA DE 11 DIENTES X 1mm Y UN ROLLO DE CINTA):	**US$ 420,00**
PLACA DE 11 DIENTES x 1mm de repuesto: (2)	**US$ 70,00**
3 ROLLOS DE CINTA ADHESIVA:	**US$ 9,00**
TOTAL FOB:	**US$ 499,00**

CONDICIONES GENERALES:

Validez de la cotización:	15 días.
Condición de Venta:	Los precios indicados son FOB Santiago de Chile
Forma de pago:	Por anticipado mediante transferencia bancaria a nuestra cuenta corriente en USA.

Datos Bancarios:
Banco: Citibank, USA
Cuenta Nº: 9940813774
ROUTING o ABA: 021000089
SWIFT CODE: CITIUS 33
Beneficiario: Meldic Limitada.

Gastos Bancarios:	Por cuenta del comprador.
Despacho:	Inmediato, una vez recibido el pago conforme en nuestra cuenta.
Garantía:	Seis meses, salvo daños ocasionados por mal uso de los equipos.

GARANTÍA Y SERVICIO TÉCNICO EN MELDIC

Sin otro particular les saluda muy atentamente,

RODRIGO AGUILAR V.
raguilar@meldic.cl

TIME · SONATEST · GE Druck · DH - Budenberg · PCWI · ECOTECH

ANEXO 12

PROFORMA DEL SISTEMA DE PINTADO

Surmaq MAQUINAS Y MOTORES CIA. LTDA.
IMPORTADORES - REPRESENTANTES

PROFORMA # : AT28-10-2010
VALIDEZ : 20 DIAS

Guayaquil, 28 de OCTUBRE del 2010

FAX: acarbonell@indura.net

Señor(es) :
INDURA ECUADOR S.A.
Att: TECNOLOGO: ALEJANDRO CARBONELL
CC:
Ciudad.-
ASESOR: ALEX TOMALÁ

ITEM	CANT.	REFERENCIA	DESCRIPCION	V. UNIT.	V. TOTAL
1	1	DV PQNB-5025	TANQUE PRESION DE 2 GAL (DEVILBISS)	351,29	351,29
2	1	RI S-770-00P	PISTOLA PRESION CONV 1.2mm	94,08	94,08
3	10	PUH 7092-25300	MANG AIRE&AGUA 1/4plg 300 psi	2,12	21,20
4	2	AC A792	FERRUL 0.625	1,20	2,40
5	2	PUX 128HBLSV-4-4	TERMINAL GIRA 1/4 ID x 1/4 NPS	1,53	3,06
6	10	PUH 7108-381	MANG PINTURA 3/8 500PSI	6,41	64,10
7	2	AC A797	FERRUL 0.718 ID	1,27	2,54
8	2	PUX 128HBLSV-6-6	TERMINAL GIRA 3/8 ID x 3/8 NPS	4,32	8,64
9	10	SP PVC-8-200-R	MANG PVC TRENZADA 1/2 X 200PSI	2,23	22,30
10	2	AMF 7335	FERRUL 0.850 ID	0,54	1,08
11	1	PUX 128HBLSV-8-6	TERMINAL GIRA 1/2 ID x 3/8 NPS	4,99	4,99
12	1	PUX 128HBLSV-8-8	TERMINAL GIRA 1/2 ID x 1/2 NPS	5,08	5,08
13	1	PUX 127HB-8-8	NEPLO 1/2 MPS x 1/2 MPT	3,55	3,55

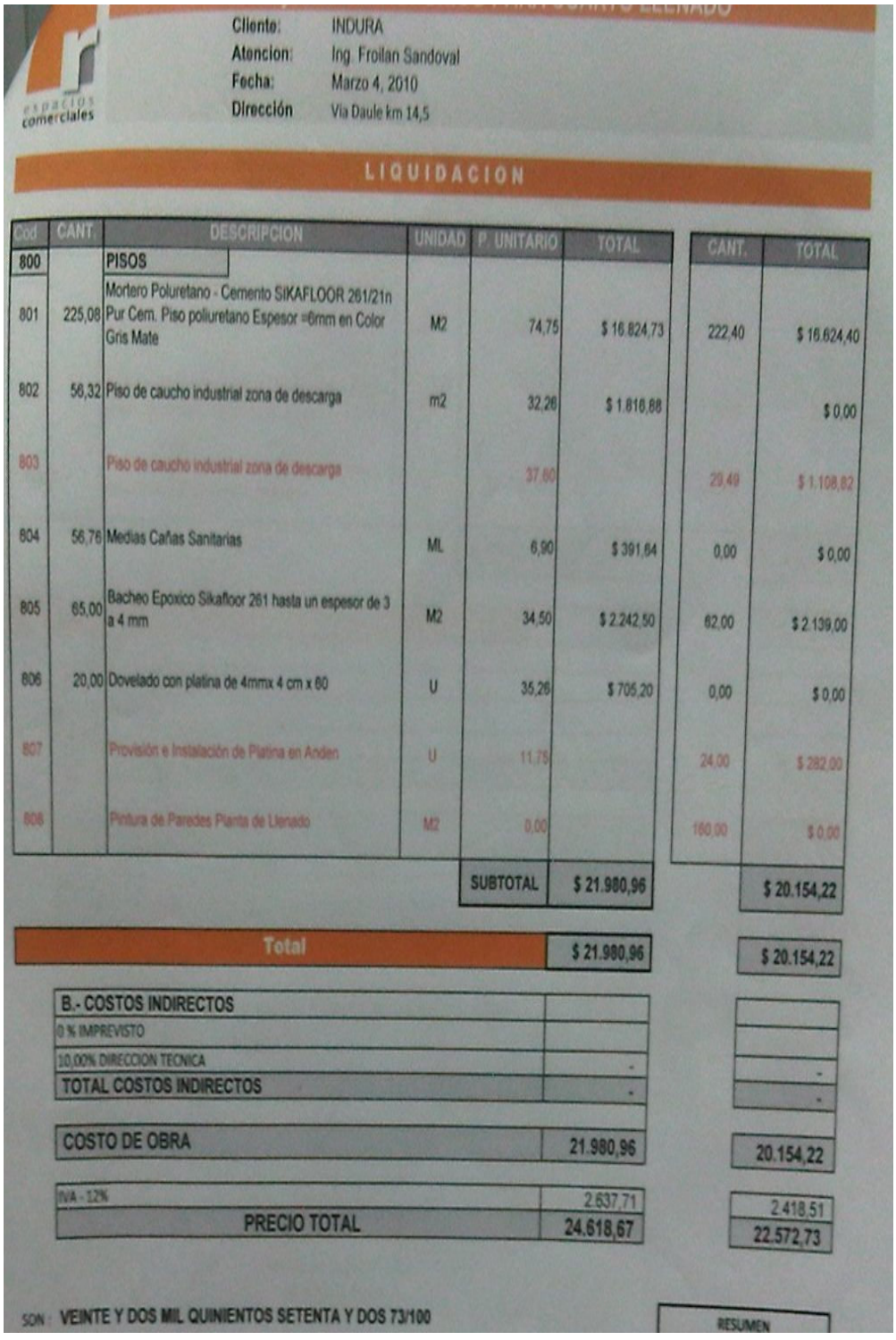
SUBTOTAL	US$	584,31
DESCT 5%		29,22
IVA 12%	US$	66,61
TOTAL	US$	**621,71**

NOTA:
DOCUMENTO SIN VALOR COMERCIAL
ITEMS PARA ENTREGA INMEDIATO
FORMA DE PAGO: CREDITO 30 DIAS
SERVICIO TECNICO Y STOCK PERMANENTE DE REPUESTOS

ALEX TOMALÁ
MAQUINAS Y MOTORES CIA. LTDA.
RUC 0690012685001
FONO: 6011566

ANEXO 13

PROFORMA DEL MANTENIMIENTO DEL PISO DEL TEST SHOP



espacios comerciales

Cliente: INDURA
Atencion: Ing. Froilan Sandoval
Fecha: Marzo 4, 2010
Dirección Via Daule km 14,5

LIQUIDACION

Cod	CANT	DESCRIPCION	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	CANT.	TOTAL
800		PISOS					
801	225,08	Mortero Poluretano - Cemento SIKAFLOOR 261/21n Pur Cem. Piso poliuretano Espesor =6mm en Color Gris Mate	M2	74,75	$ 16.824,73	222,40	$ 16.624,40
802	56,32	Piso de caucho industrial zona de descarga	m2	32,26	$ 1.816,88		$ 0,00
803		Piso de caucho industrial zona de descarga		37,80		29,49	$ 1.108,82
804	56,76	Medias Cañas Sanitarias	ML	6,90	$ 391,64	0,00	$ 0,00
805	65,00	Bacheo Epoxico Sikafloor 261 hasta un espesor de 3 a 4 mm	M2	34,50	$ 2.242,50	62,00	$ 2.139,00
806	20,00	Dovelado con platina de 4mmx 4 cm x 60	U	35,26	$ 705,20	0,00	$ 0,00
807		Provisión e Instalación de Platina en Anden	U	11,75		24,00	$ 282,00
808		Pintura de Paredes Planta de Llenado	M2	0,00		160,00	$ 0,00
				SUBTOTAL	$ 21.980,96		$ 20.154,22
		Total			$ 21.980,96		$ 20.154,22
		B.- COSTOS INDIRECTOS					
		0 % IMPREVISTO					
		10,00% DIRECCION TECNICA			-		-
		TOTAL COSTOS INDIRECTOS			-		-
		COSTO DE OBRA			21.980,96		20.154,22
		IVA - 12%			2.637,71		2.418,51
		PRECIO TOTAL			24.618,67		22.572,73

SON: VEINTE Y DOS MIL QUINIENTOS SETENTA Y DOS 73/100

RESUMEN

ANEXO 14

PROFORMA DE LA CÁMARA DE PINTURA

Surmaq MAQUINAS Y MOTORES CIA. LTDA.
IMPORTADORES - REPRESENTANTES

PROFORMA # : 09-251
VALIDEZ : 30 DIAS

Guayaquil, 06 de Octubre del 2009

Señor(es) :
INDURA
Att: Stefano Barquet

Ciudad.-

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	V. UNIT.		V. TOTAL
1	1	Cabina americana 6 pies ancho x 7 pies de alto x 5 pies de profundidad ,ventilador de 24" motor 1HP /3Ph 108/220 volts 4 tubos de iluminacion, manometro diferencial, filtos de extraxciion	$3.534,29	US$	3.534,29

SUBTOTAL	US$	3.534,29
IVA 12%	US$	424,11
TOTAL	US$	**3.958,40**

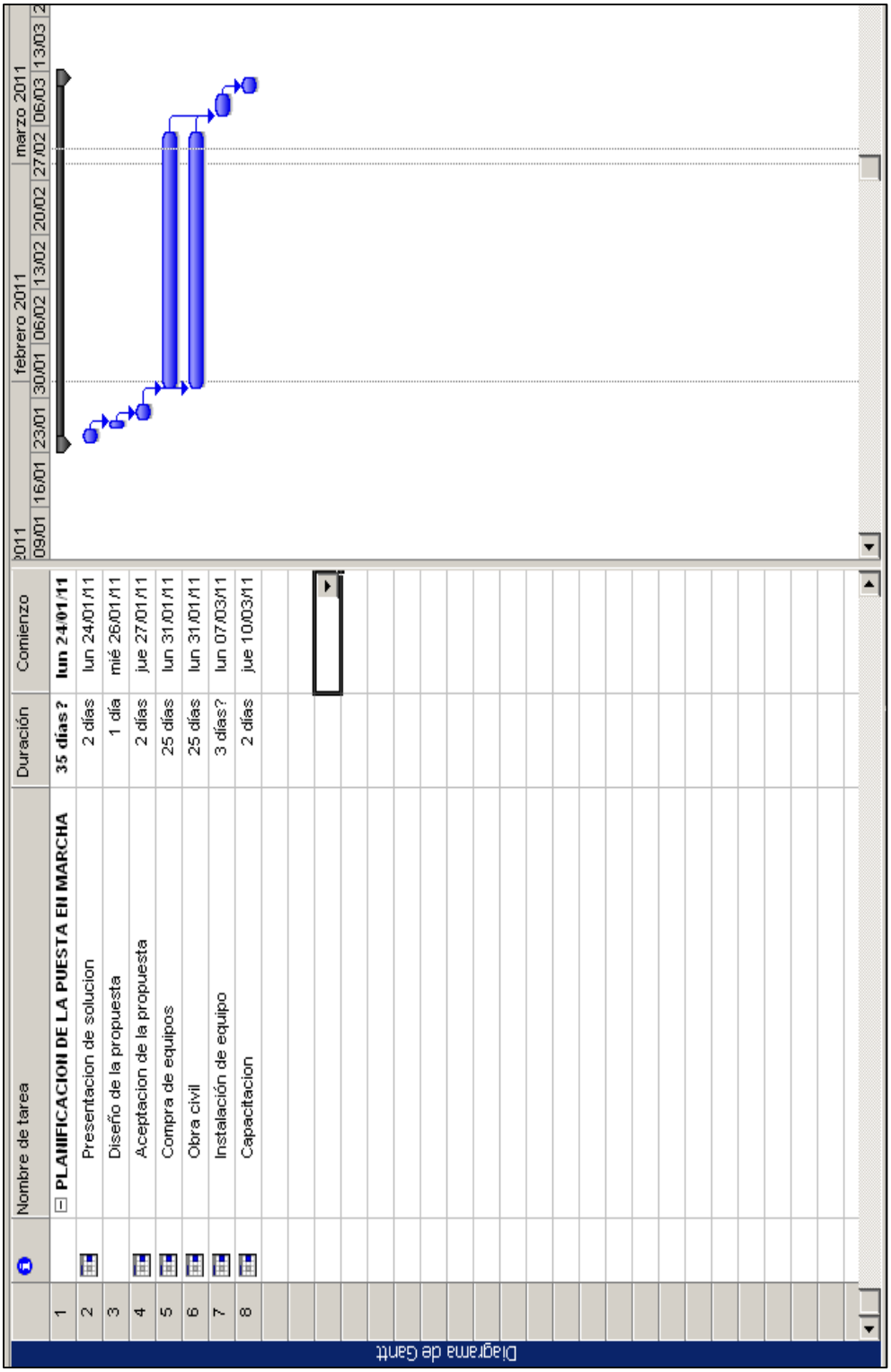
NOTA:

LOS PRECIOS ESTAN SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO
DOCUMENTO SIN VALOR COMERCIAL
ITEMS PARA ENTREGA DE 6 A 8 SEMANAS
FORMA DE PAGO: 30Dias
SERVICIO TECNICO Y STOCK PERMANENTE DE REPUESTOS

Ing. Aquiles Vicuna T
TELF: 2271382
CEL: 099412170

ANEXO 15

PPROJECT DE LA PUESTA EN MARCHA



BIBLIOGRAFÍA

Horacio Paz Pérez, Fundamentos de Finanzas Corporativas, 1 ª Edición, Editorial Manglar, Ecuador, 2008.

HANDBOOK OF COMPRESSED GASES, Second Edition, Compressed Gas Association, Inc. Van Nostrand Reinhold Company. New York 1981.

http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/tociem.html

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria, Cilindros Para Gases De Alta Presión Revisión, NTE INEN 2049-95, 1995-10

Manual de Gases Indura, 2008.